

Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Β. ΝΑΙΚΟΣ  
Β. ΦΙΛΙΠΠΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΑΘΗΝΑ 1992

## Πρόλογος

Η θεματική χαρτογραφία είναι μία μορφή έκφρασης και απόδοσης σχέσεων και αντιθέσεων των στοιχείων του γεωγραφικού χώρου. Αποτελεί μία καθαρά εφαρμοσμένη διαδικασία η οποία είναι "λίγο" επιστήμη και "λίγο" τέχνη.

Η δημιουργία μίας θεματικής απεικόνισης απαιτεί τη γνώση του αντικειμένου απεικόνισης, των αρχών της χαρτογράφησης, των κανόνων αισθητικής του γραφισμού και των τεχνικών σύνθεσης και παραγωγής γραφικών αποδόσεων. Είναι δύσκολο όλο αυτό το φάσμα γνώσεων και εμπειριών να αναπτυχθεί και εξαντληθεί. Σε αυτές τις σημειώσεις έχει γίνει προσπάθεια να δοθούν ορισμένες βασικές αρχές που βοηθούν τον προβληματισμό και την έμπνευση, στοιχεία απαραίτητα για την επιτυχία ενός χάρτη.

Οι σημειώσεις αποτελούν εκπαιδευτικό βοήθημα του μαθήματος της θεματικής Χαρτογραφίας που διδάσκεται στο Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ. Είναι προϊόν συλλογικής εργασίας και έχουν φθάσει σε αυτή τη μορφή ύστερα από πολύχρονη εμπειρία στη διδασκαλία του μαθήματος.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου παρατίθεται βιβλιογραφία για να διευκολύνει και να καθοδηγήσει την εμβάθυνση των φοιτητών σε θέματα που τους ενδιαφέρουν.

Θερμές ευχαριστίες οφείλουμε στην κα Μ. Φράγκου για την επιμελημένη και γρήγορη εισαγωγή σε επεξεργαστή κειμένου μεγάλου μέρους των σημειώσεων.

Σαν συγγραφείς αυτών των σημειώσεων θέλουμε να ενθαρρύνουμε τους φοιτητές ή τους συναδέλφους μας να διατυπώσουν χωρίς καμία επιφύλαξη τις παρατηρήσεις ή τις διορθώσεις τους. Οι παρατηρήσεις αυτές θα βελτιώσουν την ποιότητα των επομένων εκδόσεων.

Β. Νάκος

Μ. Φιλιππακοπούλου

Αθήνα, Ιούνιος 1992

## Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	i
Περιεχόμενα .....	ii
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>1</b>
Αντικείμενο .....	1
Αρχή και εξέλιξη .....	2
Βασικές αρχές .....	2
Κατηγορίες θεματικών χαρτών .....	4
Ταξινόμηση με βάση τον τομέα εφαρμογής ενός θεματικού χάρτη .....	4
Ταξινόμηση με βάση τον τρόπο λειτουργίας του χάρτη .....	5
Ταξινόμηση ως προς το είδος των δεδομένων γραφικής απόδοσης .....	6
Ταξινόμηση ως προς την προέλευση του χάρτη .....	10
Βιβλιογραφία .....	10
<b>ΣΥΛΛΟΓΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>13</b>
Θεματικά δεδομένα .....	13
Πληροφορίες-Δεδομένα .....	13
Αξιοπιστία και ακρίβεια θεματικών δεδομένων .....	15
Θεματικά δεδομένα προερχόμενα από τηλεπισκόπηση .....	17
Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια-ακτινοβολία ...	17
Συσκευές καταγραφής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας .....	19
Δεδομένα προερχόμενα από την ψηφιοποίηση υπαρχόντων χαρτών .....	22



Ψηφιακά δεδομένα .....	22
Ταξινόμηση ψηφιακών δεδομένων .....	22
Δομή ψηφιακών δεδομένων .....	23
Συσκευές ψηφιοποίησης .....	24
Μετατροπή πινακοποιημένων δεδομένων σε διανυσματικά .....	26
Γεωγραφική προσαρμογή συντεταγμένων .....	27
Ομοπαράλληλος μετασχηματισμός .....	27
Αλγόριθμος γεωγραφικής προσαρμογής .....	28
Βιβλιογραφία .....	30
<b>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ .....</b>	<b>33</b>
Επεξεργασία γεωγραφικών δεδομένων .....	33
Γεωγραφικά φαινόμενα .....	33
Ταξινόμηση γεωγραφικών δεδομένων .....	34
Συνέχεια και ομαλότητα των γεωγραφικών φαινομένων .....	35
Σύστημα ιεράρχησης γεωγραφικών δεδομένων .....	36
Στατιστική επεξεργασία .....	40
Πρωτογενή και παράγωγα δεδομένα .....	41
Μέσες τιμές .....	42
Αριθμητικός μέσος .....	42
Μεσαία τιμή .....	43
Τυπική τιμή .....	44
Αναλογίες .....	46
Πυκνότητες .....	47
Δυναμικά .....	50
Σχέση μεταξύ αριθμητικού μέσου και τυπικής απόκλισης .....	50
Παρεμβολή .....	56
Μέθοδοι παρεμβολής .....	57
Βαθμωτές μέθοδοι παρεμβολής .....	57
Συνεχείς μέθοδοι παρεμβολής .....	59
Επιφάνειες - γραμμές τάσεις .....	59

Σειρές Fourier	60
Συνάρτηση σύνδεσης (splines)	60
Κινούμενη μέση τιμή	61
Βιβλιογραφία	62
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>65</b>
Δεδομένα θεματικών Χαρτών	65
Χωρικές ιδιότητες των δεδομένων	
σε σχέση με τον τρόπο συλλογής	66
Επίπεδα μέτρησης δεδομένων	68
Το υπόβαθρο ενός θεματικού χάρτη	68
Συμβολισμός ποιοτικών δεδομένων	71
Δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία	71
Δεδομένα που αναφέρονται σε επιφάνειες	71
Δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές	75
Συμβολισμός δεδομένων διαφοροποιημένων	
ως προς την κλίμακα τάξης	77
Δεδομένα που αναφέρονται	
σε σημεία	77
Δεδομένα που αναφέρονται σε επιφάνειες	77
Δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές	77
Συμβολισμός ποσοτικών δεδομένων	81
Δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία	81
Συνεχή φαινόμενα	81
Ισαριθμικές καμπύλες	82
Στατιστική Επιφάνεια	86
Διακριτά φαινόμενα	86
Βαθμωτά σημειακά σύμβολα που	
απεικονίζουν πραγματικές τιμές	89
Μεταβολή μεγέθους συμβόλων	
με γραμμική κλίμακα	89
Μεταβολή μεγέθους συμβόλων	
με επιφανειακή κλίμακα	90

Μεταβολή μεγέθους συμβόλων με τριδιάστατη κλίμακα .....	96
Σημειακά σύμβολα που απεικονίζουν ομαδοποιημένες τιμές .....	96
Συμβολισμός ποσοτικών δεδομένων που αναφέρονται σε επιφάνειες .....	99
Απόλυτες τιμές που αναφέρονται σε επιφάνειες .....	100
Πυκνότητες και άλλοι λόγοι που αναφέρονται σε επιφάνειες .....	105
Ποσοτικά δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές .....	112
Απόδοση συσχέτισης δεδομένων .....	117
Η χαρτογραφική συσχέτιση .....	117
Γραφική απόδοση των στατιστικών μετρήσεων συσχέτισης .....	121
Γραφήματα - διαγράμματα .....	123
Ταξινόμηση διαγραμμάτων και γραφημάτων .....	124
Βασικές αρχές σχεδίασης διαγραμμάτων .....	124
Σχεδίαση διαγραμμάτων-γραφημάτων ...	125
Βιβλιογραφία .....	126
<b>ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ .....</b>	<b>127</b>
Καθορισμός της κλίμακας του συστήματος απεικόνισης και της γενίκευσης .....	128
Μηχανογράφηση και χρήση αυτοματοποιημένων τεχνικών .....	128
Περιεχόμενο και εικόνα θεματικών χαρτών .....	129
Υπόβαθρα θεματικών χαρτών .....	129
Στοιχεία του θεματικού χάρτη .....	132
Στοιχεία περιθωρίου .....	134
Σχεδιασμός θεματικού χάρτη .....	135

Ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού .....	135
Υπόλοιπα προβλήματα σχεδιασμού .....	136
Διαδικασία κατασκευής θεματικού χάρτη .....	138
Οργάνωση και στάδια της κατασκευής .....	138
Οργάνωση της παραγωγής θεματικού χάρτη ..	138
Στάδια κατασκευής θεματικού χάρτη .....	139
Σύνταξη θεματικού χάρτη .....	142
Σύνθεση θεματικού χάρτη .....	144
Προετοιμασία δοκιμίων εκτύπωσης .....	144
Βιβλιογραφία .....	146
<b>ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ</b>	
<b>ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....</b>	<b>147</b>
Βιβλιογραφία .....	150



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

### Αντικείμενο

Η μετάδοση της πληροφορίας είναι μία διαδικασία που συναντιέται σε πάρα πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου από τις απλές και καθημερινές ενέργειες, μέχρι τις πολύ εξειδικευμένες μελέτες και έρευνες. Όταν η πληροφορία περιλαμβάνει δεδομένα, τα οποία είναι συνδεδεμένα άμεσα ή έμμεσα με κάποιο τόπο, ένας ευκολοκατανόητος τρόπος μετάδοσής της είναι ο συσχετισμός με το γεωγραφικό χώρο που εμφανίζεται. Μία μορφή συσχετισμού είναι και η απεικόνιση των δεδομένων σε συνδυασμό με την απεικόνιση του γεωγραφικού χώρου που αναφέρονται.

Η τεχνική που έχει σκοπό τη μετάδοση πληροφοριών σε σχέση με το γεωγραφικό χώρο που εμφανίζονται, είναι η *θεματική χαρτογραφία*. Ο όρος χαρτογραφία δηλώνει και τον τρόπο παρουσίασης, το χάρτη δηλαδή, που μπορεί να πάρει διάφορες μορφές από το παραδοσιακό πολύχρωμο χαρτί, μέχρι τη μαγνητοταινία και την εικόνα σε μία οθόνη υπολογιστή. Ο πλατύς ορισμός της θεματικής χαρτογραφίας που δόθηκε, καθορίζει και το ευρύ σε φάσμα αντικείμενό της, μία και οι πληροφορίες του γεωγραφικού χώρου είναι άπειρες και αντίστοιχα πάρα

πολλοί οι τρόποι απεικόνισής τους. Με άλλα λόγια η θεματική χαρτογραφία περιλαμβάνει στο αντικείμενο μελέτης της κάθε είδους χάρτη, εκτός από τους τοπογραφικούς και υδρογραφικούς χάρτες.

Οι πληροφορίες που αποτελούν τα δεδομένα μιάς θεματικής απεικόνισης, μπορούν να είναι :

- μεγέθη απλών φυσικών φαινομένων και η κατανομή τους στο χώρο,
- σχετικά μεγέθη φυσικών φαινομένων,
- δυναμικά φαινόμενα, μετακινήσεις και τάση μεταβολής τους.

Είναι φανερό ότι όλα αυτά τα δεδομένα χρειάζονται κατ' αρχή συλλογή, μετά ειδική επεξεργασία για να πάρουν την κατάλληλη μορφή για απεικόνιση και τέλος απόδοση σε σχέση με την γεωγραφική τους θέση. Αν τα τρία αυτά στάδια θεωρηθεί ότι αποτελούν μία πλήρη χαρτογραφική εργασία, θα ήταν εξωπραγματικό να θεωρηθούν αρμοδιότητες ενός και μόνον ανθρώπου, του χαρτογράφου, όταν οι παραπάνω δραστηριότητες, αφορούν πάρα πολλούς τομείς μελέτης και έρευνας. Η καθαρά χαρτογραφική δουλειά είναι το τρίτο στάδιο, η απόδοση του θέματος, η σύνταξη δηλαδή του χάρτη.

Στα πρώτα δύο στάδια, της συλλογής των δεδομένων και της επεξεργασίας τους, χρειάζεται μία στενή συνεργασία των ειδικών του θέματος (του χάρτη) με το χαρτογράφο και συλλογική δουλειά. Για παράδειγμα, για τη

σύνταξη ενός στατιστικού χάρτη με θέμα τον πληθυσμό μίας περιοχής και την κατανομή του σε αυτήν, άλλος θα κάνει την απογραφή του πληθυσμού, άλλος την στατιστική ανάλυση και άλλος τους χάρτες. Θα πρέπει όμως οι δύο τελευταίοι, να καταλαβαίνουν ο ένας την εργασία του άλλου και μαζί να καταλήξουν στη μορφή και τον τρόπο της γραφικής παρουσίασης του θέματος. Η λογική αυτή εφαρμόζεται και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θεματικής απεικόνισης, συχνά δε απαιτείται συνεργασία περισσότερων της μίας ειδικοτήτων.

### Αρχή και εξέλιξη

Η ιστορία της θεματικής χαρτογραφίας είναι πολύ σύντομη, αν τη συγκρίνουμε με αυτή της χαρτογραφίας. Οι πρώτοι χάρτες "ειδικού σκοπού" εμφανίστηκαν στις αρχές του 19ου αιώνα. Η ανάπτυξη της συμπίπτει με την εξέλιξη των κοινωνικών επιστημών και των κλάδων εκείνων της επιστήμης που έχουν αντικείμενο τη μελέτη του φυσικού χώρου και τις σχέσεις ανθρώπου και περιβάλλοντος. Ο χωρισμός εξ άλλου πολλών επιστημών σε εξειδικευμένα αντικείμενα έρευνας και η ανάγκη παρουσίασης δεδομένων και αποτελεσμάτων μελέτης σε σχέση με το γεωγραφικό τους υπόβαθρο, έδωσαν μεγάλη ώθηση στη θεματική

χαρτογραφία.

Αν η εξέλιξη της έρευνας στις παραπάνω επιστήμες διεύρυνε το αντικείμενο της θεματικής χαρτογραφίας, η ανάπτυξη της τεχνικής ανατύπωσης και αναπαραγωγής χαρτών, η εξέλιξη της φωτογραφίας, η χρήση χρωμάτων στην εκτύπωση, έδωσαν φοβερές δυνατότητες στην τελειοποίηση της παραγωγής και αναπαραγωγής χαρτών. Τέλος, η εμφάνιση των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε συνδυασμό με ολοκληρωμένα πακέτα λογισμικού και η σταδιακή αυτοματοποίηση διαφόρων χαρτογραφικών διεργασιών, άλλαξαν τις μορφές των χαρτών, τις δυνατότητες απεικονίσεων και ταυτόχρονα τις χαρτογραφικές αρμοδιότητες.

### Βασικές Αρχές

Από τα προηγούμενα φαίνεται πόσο πλατύ είναι το αντικείμενο της θεματικής χαρτογραφίας, πόσο πολλοί και διαφορετικού είδους είναι οι θεματικοί χάρτες που προορίζονται για να εξυπηρετήσουν τις διάφορες ανάγκες μετάδοσης πληροφοριών. Είναι μάλλον αδύνατο να θεσπιστούν γενικοί κανόνες που να δίνουν λύση σε όλα τα προβλήματα που συναντά ο χαρτογράφος στη σύνταξη ενός θεματικού χάρτη, μιά και τα προβλήματα αυτά διαφέρουν σε κάθε περίπτωση. Συγχρόνως υπάρχουν και ορισμένες τυπικές διαδικασίες που

ακολουθούνται στις διάφορες φάσεις κατασκευής ενός θεματικού χάρτη, έστω και αν αλλάζει ο τρόπος εφαρμογής του, ανάλογα με τα δεδομένα και τις απαιτήσεις κάθε περίπτωσης. Αυτές οι διαδικασίες θα αναπτυχθούν στις επόμενες ενότητες, με προσπάθεια να περιληφθούν σ' αυτές οι απαραίτητες γνώσεις που καλύπτουν τουλάχιστον τους βασικούς τομείς εφαρμογών των θεματικών χαρτών.

Σαν βασικές αρχές θεματικής χαρτογραφίας, θεωρούνται τα κοινά εκείνα χαρακτηριστικά που έχουν όλοι οι θεματικοί χάρτες και αποτελούν τα πλαίσια που μπορεί να αναπτυχθεί κάθε θέμα. Όπως αναφέρθηκε, ένας θεματικός χάρτης πρέπει να παρουσιάζει ένα φαινόμενο σε σχέση με το γεωγραφικό χώρο που εμφανίζεται, όσο το δυνατό πιο ευκολοκατάληπτα.

Η απεικόνιση του γεωγραφικού χώρου, το τοπογραφικό υπόβαθρο δηλαδή, αποτελεί το πρώτο βήμα στη σύνταξη του κάθε χάρτη. Εδώ ισχύει σαν αρχή η μη αυστηρή τήρηση της γεωμετρίας στους νόμους της απεικόνισης. Ενώ δηλαδή στους τοπογραφικούς χάρτες επιβάλλεται η ύπαρξη ενός νόμου στην προβολή και κατά συνέπεια μεγάλη ακρίβεια στην απόδοση της γεωμετρίας των πληροφοριών, στους θεματικούς χάρτες το υπόβαθρο παίζει κυρίως το ρόλο του πλαισίου αναφοράς των δεδομένων και έτσι ο τρόπος και η ακρίβεια απόδοσης

εξαρτώνται από το αντικείμενο απεικόνισης και την παρουσίασή του. Γι' αυτό και οι προβολές που χρησιμοποιούνται για την σύνταξη θεματικών χαρτών είναι συνήθως οι ισοδύναμες, που δίνουν μια σωστή σχέση της έκτασης των επιφανειών. Επίσης, χρησιμοποιούνται και οι αξιμουθιακές, οι γνυμονικές και η μερικτωρική απεικόνιση, σε εκείνες ειδικά τις περιπτώσεις θεματικών χαρτών που η διεύθυνση παίζει σημαντικό ρόλο.

Η γενίκευση και αφαίρεση του τοπογραφικού υπόβαθρου εφαρμόζεται με διαφορετικά κριτήρια απ' ό,τι στους τοπογραφικούς χάρτες. Ανεξάρτητα του αν η κλίμακα του χάρτη δίνει δυνατότητες απεικόνισης των λεπτομερειών της μορφολογίας του εδάφους, σε περιπτώσεις που οι λεπτομέρειες αυτές δεν θεωρούνται απαραίτητες για τη χρήση του χάρτη, αφαιρούνται ή γενικεύονται, με σκοπό την απλούστερη και επομένως την πιο εύκολη κατανόηση.

Ο τρόπος παρουσίασης του θέματος με τον πιο ευκολοκατανόητο τρόπο, αποτελεί έναν ακόμα κοινό στόχο για όλους τους χάρτες. Η χαρτογραφική γλώσσα που θα δώσει την πληροφορία θα πρέπει πάντα να γίνεται εύκολα αντιληπτή και να δίνει τη σωστή εντύπωση αυτού που συμβολίζει.

Η χαρτογραφική απεικόνιση των πληροφοριών του γεωγραφικού χώρου δεν



περιορίζεται στην αναπαράσταση μόνο συγκεκριμένων ή στατικών φαινομένων. Η γραφική καταγραφή εμπλουτίζεται και με αφηρημένες πληροφορίες, όπως είναι διάφορα στατιστικά μεγέθη (πυκνότητες, συχνότητες, συσχετίσεις κ.λπ.), καθώς επίσης και φαινόμενα τα οποία εξελίσσονται δυναμικά ως προς τον χώρο και τον χρόνο.

Το πλήθος των χαρακτηριστικών που απεικονίζονται στους τοπογραφικούς χάρτες και κατά συνέπεια ο αριθμός των συμβόλων που τα αποδίδουν, είναι σχετικά περιορισμένος. Αντίθετα, στους θεματικούς χάρτες, όπου απεικονίζεται ένας απεριόριστος αριθμός θεμάτων και χαρακτηριστικών του γεωγραφικού χώρου, εξαντλείται η χρήση των γραφικών στοιχείων και των συνδυασμών τους. Το θεμελιώδες πρόβλημα της χαρτογραφίας, η μεταφορά δηλαδή μηνυμάτων του γεωγραφικού χώρου με την βοήθεια του χάρτη -μετάδοση της πληροφορίας, γίνεται με την επιτυχημένη χρήση της χαρτογραφικής γλώσσας. Δηλαδή, την επιλογή και τον σχεδιασμό των πιο κατάλληλων χαρτογραφικών συμβόλων και γραφικών συστημάτων για κάθε δεδομένη πληροφορία του γεωγραφικού χώρου, που πρόκειται να απεικονιστεί.

#### Κατηγορίες θεματικών χαρτών

Η ταξινόμηση του μεγάλου πλήθους των

θεματικών χαρτών βοηθά και τη μελέτη και την ανάλυση όλων των σταδίων σύνταξής τους. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να θεωρηθούν κριτήρια μιάς ταξινόμησης σε επί μέρους κατηγορίες. Σαν πιο σημαντικοί αναφέρονται:

- οι εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται ο χάρτης,
- ο τρόπος λειτουργίας του χάρτη σε κάθε εφαρμογή,
- η ανάλυση των δεδομένων του χάρτη,
- τα συνολικά χαρακτηριστικά της απεικόνισης,
- ο φορέας προέλευσης του χάρτη.

#### Ταξινόμηση με βάση τον τομέα εφαρμογής ενός θεματικού χάρτη

Για την ταξινόμηση αυτή αρκεί μιά καταγραφή όλων των επιστημών και γενικά των δραστηριοτήτων που χρησιμοποιούν θεματικούς χάρτες. Οι πιο κάτω πίνακες (1, 2 και 3) δίνουν μιά αναλυτική εικόνα τέτοιας ταξινόμησης.

Η ταξινόμηση με βάση τον τομέα εφαρμογής του χάρτη μπορεί να μην παίζει ουσιαστικό ρόλο στο στάδιο συλλογής και επεξεργασίας των πληροφοριών, πρέπει όμως να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στη σύνταξη του χάρτη και κυρίως στην επιλογή των χαρτογραφικών στοιχείων απεικόνισης και του τρόπου παρουσίασης των

πληροφοριών.

### Ταξινόμηση με βάση τον τρόπο λειτουργίας του χάρτη

Πίνακας 1

#### Οικονομικές - Κοινωνικές Επιστήμες

Ανθρωπολογία  
Γεωγραφία  
Δημογραφία  
Αρχαιολογία  
Ιστορία  
Λογογραφία  
Χωροταξία  
Πολοδομία  
Οικονομία

Πίνακας 2

#### Φυσικές Επιστήμες

Γεωφυσική  
Γεωλογία  
Εδαφολογία  
Υδρολογία - Ωκεανογραφία  
Μετεωρολογία - Κλιματολογία  
Φυσική Γεωγραφία

Πίνακας 3

#### Παραγωγικές Δραστηριότητες

Μεταφορές  
Συγκοινωνίες  
Εμπόριο  
Σχεδιασμός

Οι θεματικοί χάρτες είναι δυνατό να απεικονίζουν τα χαρακτηριστικά του γεωγραφικού χώρου σε διάφορα επίπεδα, όσον αφορά την ποσότητα των πληροφοριών, των λεπτομερειών περιγραφής των φαινομένων, δηλαδή με λιγότερη ή περισσότερη αναλυτική οπτική θεώρηση του φαινομένου που αναπαριστούν. Ανάλογα με τον αντικειμενικό στόχο του θεματικού χάρτη, τα διάφορα δεδομένα απεικονίζονται σε στοιχειώδη μορφή ή επιλεγμένα ως προς διαφορετικά επίπεδα γενίκευσης. Στην απλούστερη περίπτωση, σε έναν θεματικό χάρτη μπορεί να απεικονίζονται διάφορα στοιχεία ενός γεωγραφικού φαινομένου, που ανήκουν σε μία μόνο κατηγορία και σε ένα ομοιόμορφο επίπεδο οπτικής αντίληψης. Σε πιο σύνθετη περίπτωση, είναι δυνατόν να παρέχεται μία διεξοδική ανάλυση διαφόρων γεωγραφικών χαρακτηριστικών, ή μία περιορισμένη ομάδα συσχετισμένων φαινομένων, σε ένα κοινό γεωγραφικό επίπεδο, ώστε να απεικονίζονται όχι μόνο τα διάφορα χαρακτηριστικά, αλλά και οι αλληλοσυσχετίσεις και οι εξαρτήσεις μεταξύ των δεδομένων. Τέλος ο αντικειμενικός στόχος του χαρτογράφου μπορεί να προσανατολίζεται στην σύνθεση της απεικόνισης μιάς γεωγραφικής

κατανομής σε ένα υψηλότερο επίπεδο αντίληψης, απ'ότι αυτό που συνοδεύει τα βασικά δεδομένα. Στην περίπτωση αυτή, έχει μεγάλη σημασία, η ταξινόμηση και η αναπαράσταση των δεδομένων, ώστε να μεταφέρονται κατά την ανάγνωση του χάρτη τα όσα συμφωνήθηκαν μεταξύ του χαρτογράφου και του χρήστη.

Η διάκριση των θεματικών χαρτών, σύμφωνα με την πολυπλοκότητα της περιεχομένης πληροφορίας και τον βαθμό της απαραίτητης γενίκευσης των δεδομένων, μπορεί να γίνει σε τρεις κατηγορίες και ο κάθε χάρτης να είναι αντίστοιχα:

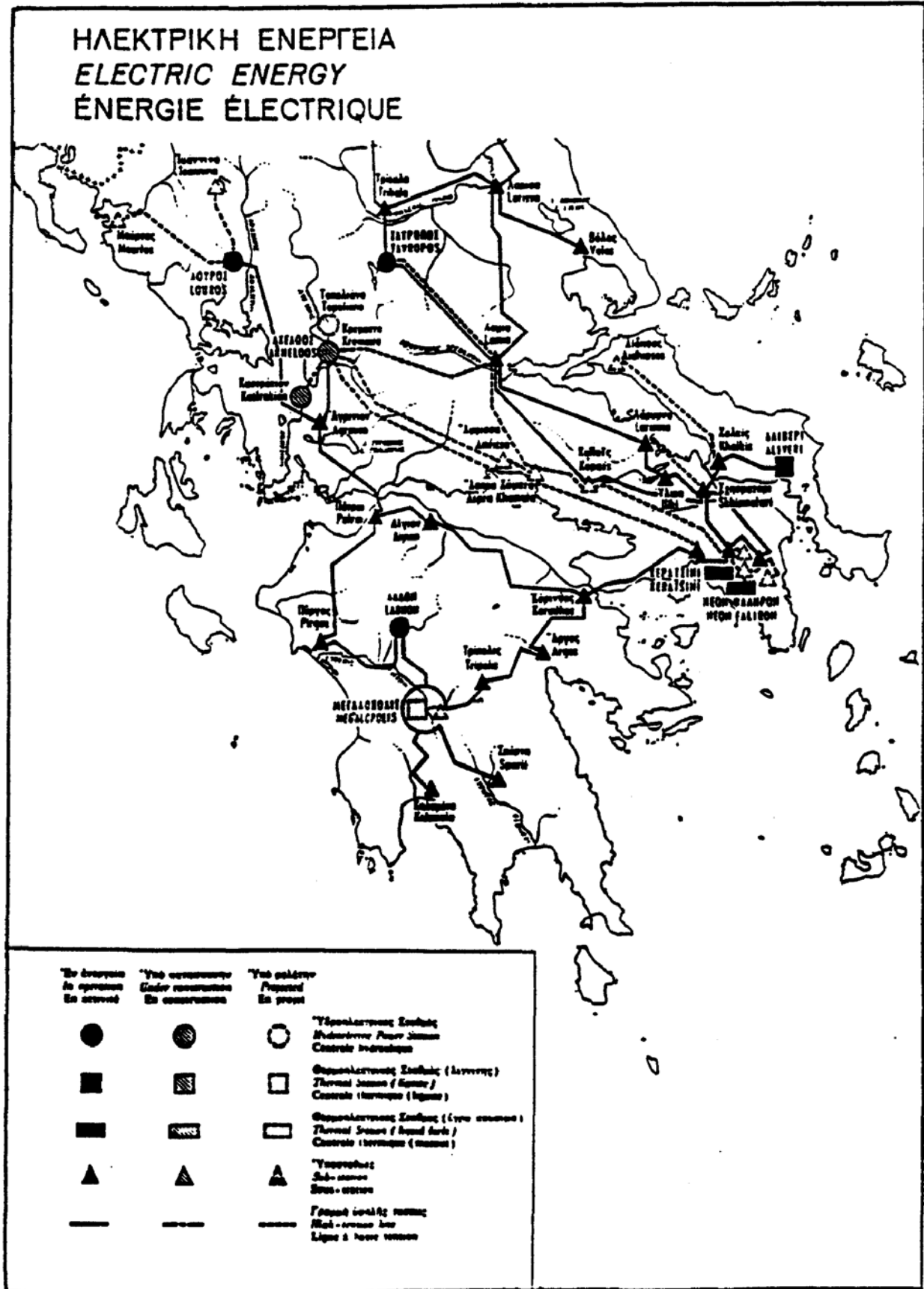
- (1) *Χάρτης ανάλυσης*, όπου απεικονίζεται η κατανομή ενός ή περισσοτέρων στοιχείων του γεωγραφικού φαινομένου. Τα δεδομένα ανήκουν στην ονομαστική κλίμακα του συστήματος ταξινόμησης των γεωγραφικών δεδομένων και έχουν υποστεί ελάχιστη ως καμμία γενίκευση.
- (2) *Χάρτης επίθεσης*, όπου σ'αυτόν ενσωματώνονται διάφορες ανεξάρτητες γεωγραφικές κατανομές. Τα δεδομένα κάθε γεωγραφικής κατανομής ανήκουν είτε στην ονομαστική κλίμακα, είτε στην κλίμακα τάξης του συστήματος ταξινόμησης των γεωγραφικών δεδομένων.
- (3) *Χάρτης σύνθεσης*, στον οποίο απεικονίζεται μια ολοκληρωμένη δομή του γεωγραφικού χώρου, με την μορφή μιας συνολικής συνθετικής ενότητας,

που μπορεί να περιλαμβάνει την διάκριση ως προς το είδος, τις σχετικές τιμές και την σπουδαιότητα των δεδομένων της. Η απεικόνιση γίνεται με σημαντική γενίκευση και διάφορους συνδυασμούς των δεδομένων.

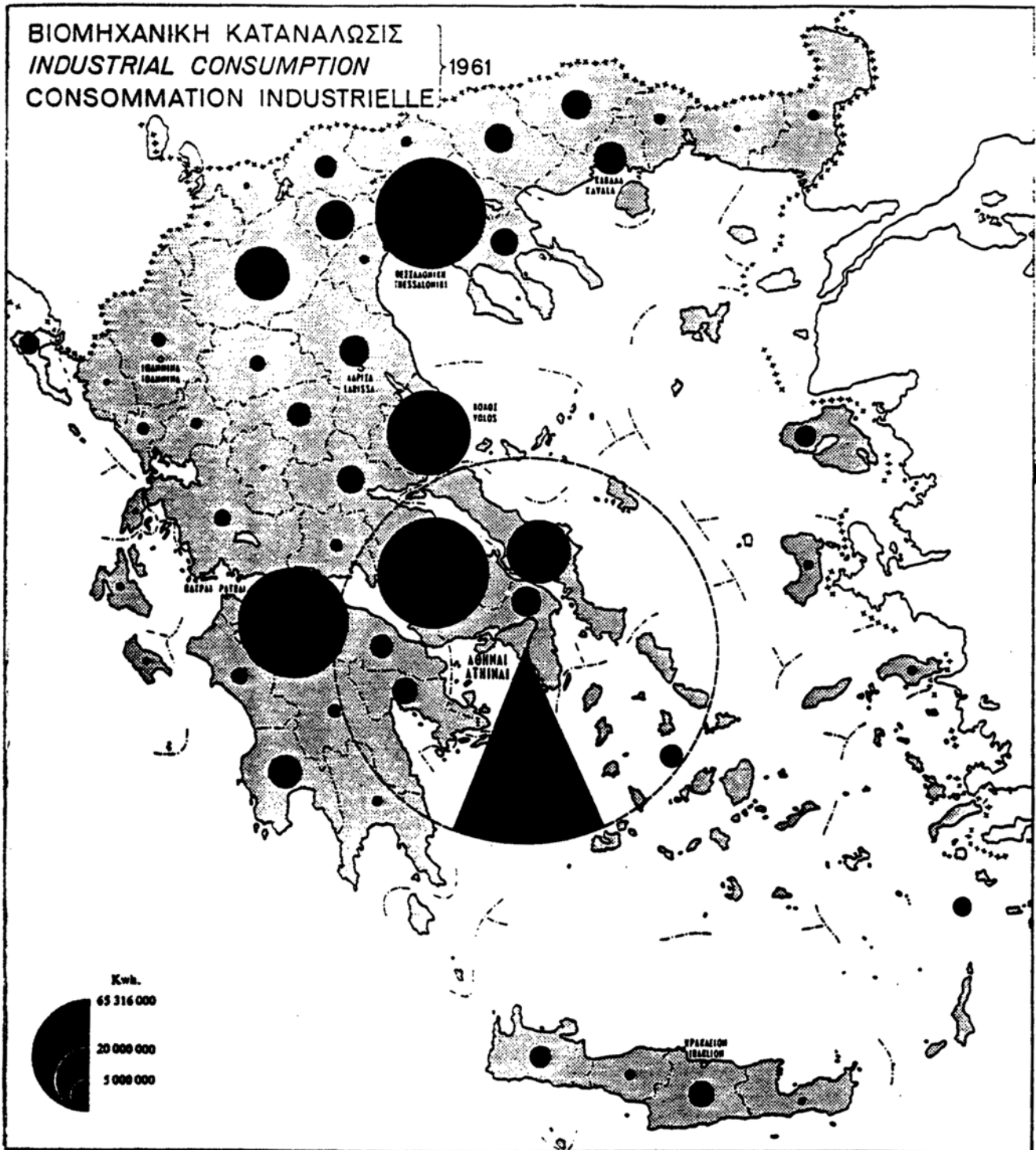
#### Ταξινόμηση ως προς το είδος των δεδομένων γραφικής απόδοσης

Αναλύοντας τα δεδομένα που αποτελούν το αντικείμενο του χάρτη προκύπτουν τρεις ξεχωριστές περιπτώσεις :

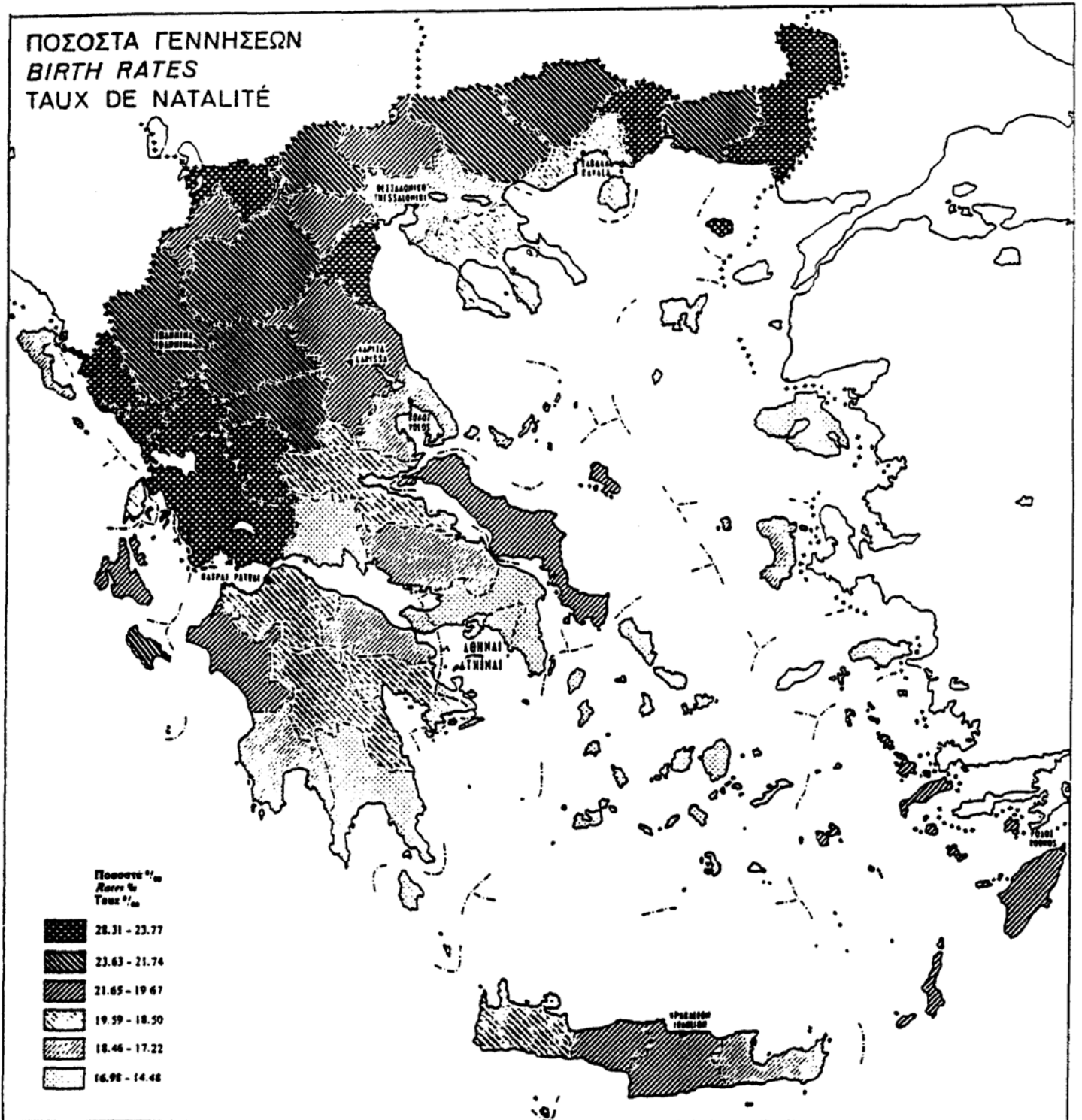
- (α) Ο χάρτης απεικονίζει την απλή εμφάνιση ενός φαινομένου στο χώρο. Για παράδειγμα μπορούμε να θεωρήσουμε ένα χάρτη στον οποίο απεικονίζονται οι κατοικημένες ή μη κατοικημένες περιοχές της χώρας, οι αρδευόμενες ή μη εκτάσεις. Οι χάρτες αυτής της κατηγορίας ονομάζονται *ποιοτικοί*, (εικόνα 1).
- (β) Ο χάρτης απεικονίζει ποσοτικά δεδομένα. Για παράδειγμα μπορούμε να θεωρήσουμε ένα χάρτη στον οποίο απεικονίζεται το ύψος βροχόπτωσης σε διάφορες περιοχές της χώρας, ή η κατανομή του πληθυσμού στους νομούς της χώρας. Οι χάρτες αυτής της κατηγορίας ονομάζονται *ποσοτικοί*. Επειδή απεικονίζουν συνήθως στατιστικά μεγέθη, λέγονται και *στατιστικοί*, (εικόνα 2).
- (γ) Τέλος, ο χάρτης απεικονίζει δεδομένα προερχόμενα από συσχετισμούς



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3

φαινομένων είτε τάσεις μεταβολής δυναμικών φαινομένων. Για παράδειγμα, σε χάρτες αυτής της κατηγορίας απεικονίζεται η μετακίνηση του πληθυσμού ή το ποσοστό του ενεργού ως προς το σύνολο του πληθυσμού, ή το ποσοστό της καλλιεργημένης περιοχής, ανά κάτοικο. Οι χάρτες που απεικονίζουν αυτά τα φαινόμενα ονομάζονται *δυναμικοί* (εικόνα 3).

#### Ταξινόμηση ως προς την προέλευση του χάρτη

Η ταξινόμηση χαρτών με κριτήριο την προέλευσή τους είναι βασική στην αρχειοθέτηση και αποθήκευση χαρτών. Και αυτό γιατί χάρτες που προέρχονται από τον ίδιο φορέα κατασκευής, έχουν το ίδιο μέγεθος, κοινή αρίθμηση, καλύπτουν εκτάσεις σε σειρές φύλλων και γενικά έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά πράγμα που διευκολύνει πολύ τη ταξινόμησή τους.

Οι θεματικοί χάρτες μπορούν, ακόμα να ομαδοποιηθούν ανάλογα με την χρήση τους. Παραδείγματα τέτοιων χαρτών αποτελούν οι ιστορικοί χάρτες, οι εκπαιδευτικοί, οι ερευνητικοί ή αναλυτικοί κλπ.

Ο σχεδιασμός του είδους του θεματικού χάρτη ή μιας σειράς θεματικών χαρτών, που πρόκειται να κατασκευαστούν, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο συγκεκριμένος.

Συχνά οι σύνθετοι χάρτες σχεδιάζονται και χρησιμοποιούνται, ταυτόχρονα, τροποποιημένα αλλά και γενικευμένα δεδομένα.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Cuenin R. *Cartographie General. Notions generales et principes d'elabolation.* Editions Eyrolles, 1972.

Cuff D. J. and Mark T. M. *Thematic Maps. Their design and production.* Methmen & Co., 1982.

Dent B. D. *Cartography. Thematic map design,* (2<sup>nd</sup> edition). Wm. C. Brown Publishers, 1990.

Robinson A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muercke. *Elements of Cartography,* (5<sup>th</sup> edition). John Wiley and Sons, Inc., 1984.

Kayser B. και K. Thompson. *Οικονομικός και Κοινωνικός Ατλας της Ελλάδος.* ΕΣΥΕ, Αθήνα, 1964.

Λιβιεράτος Ε. *Γενική Χαρτογραφία και εισαγωγή στη θεματική Χαρτογραφία.* Εκδόσεις Ζήτη, 1988.

*Ολοκληρωμένες πληροφορίες γης θεμέλιο για την ανάπτυξη,* Τόμος 2, Πρακτικά συνεδρίου. 26-29 Νοεμ. 1984. ΑΠΘ, ΤΑΤΜ, Τομέας Κτηματολογίου, Φωτογραμμετρίας και Χαρτογραφίας, εκδόσεις Παρατηρητής.

*Γεωγραφικοί Ατλαντες. Υποδομή για την περιφερειακή ανάπτυξη.* Πρακτικά

σεμιναρίου (27 & 28 Νοεμβρίου 1989)  
Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τ.Α.Τ.Μ.,  
Τομέας Κτηματολογίου Φωτογραμμετρίας  
και Χαρτογραφίας, Εκδόσεις Ζήτη,  
1990.





## ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### Πληροφορίες-Δεδομένα

Πληροφορίες και δεδομένα είναι δύο όροι, οι οποίοι εισχώρησαν στο καθημερινό μας λεξιλόγιο, τα τελευταία χρόνια, μαζί με την εισαγωγή των Η/Υ στην καθημερινή μας ζωή κι' αυτό γιατί μέσω των Η/Υ έγινε μία επανάσταση στην θεωρία των πληροφοριών και στον τρόπο διαχείρισης των δεδομένων.

Ειδικότερα στη θεματική χαρτογραφία, ο όρος δεδομένα αποτελεί λέξη κλειδί, μιά και όλες οι χαρτογραφικές διαδικασίες αφορούν διαχείριση δεδομένων (συλλογή δεδομένων, επεξεργασία δεδομένων, απόδοση δεδομένων). Συγχρόνως ο όρος πληροφορία, χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων, στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, μια τεχνολογία συγγενούς περιεχομένου με αυτό της χαρτογραφίας. Ποιός είναι όμως ο ακριβής ορισμός αυτών των λέξεων και κυρίως, ποιά είναι η εννοιολογική τους διάκριση;

Είναι δύσκολο να βρεί κανείς, ανατρέχοντας την σχετική με το θέμα βιβλιογραφία, κάποιο καθιερωμένο και που να μην προκύπτει από τα συμφραζόμενα, ορισμό για τις δύο αυτές έννοιες και ο λόγος είναι η προφανής σημασία τους. Αυτό που

προκύπτει από την αναδρομή αυτή, είναι η σχέση και η μεταξύ τους διάκριση.

Έτσι, η πληροφορία είναι ο όρος που αναφέρεται σε οποιοδήποτε στοιχείο υπάρχει και χαρακτηρίζει φαινόμενα και συμβάντα του χώρου, όπου χώρος είναι όλο το σύμπαν.

Δεδομένα είναι συγκεκριμένα σύνολα στοιχείων, που προσδιορίζουν και περιγράφουν τα διάφορα φαινόμενα ή και χαρακτηριστικά του χώρου. Είναι δηλαδή τα δεδομένα, σαν έννοια, υποσύνολα των πληροφοριών.

Συγχρόνως, μπορεί κανείς να ισχυριστεί, ότι ο όρος πληροφορία έχει έναν αντικειμενικό χαρακτήρα, με την έννοια πως ότι στοιχείο υπάρχει, αποτελεί πληροφορία. Αντίθετα ο όρος δεδομένα, αναφέρεται στην με υποκειμενικά κριτήρια επιλογή από το σύνολο (που είναι οι πληροφορίες), συγκεκριμένων στοιχείων, τα οποία προσδιορίζουν και περιγράφουν τα φαινόμενα του χώρου, για συγκεκριμένες ανάγκες. Επομένως, σύμφωνα με την λογική αυτή, ένας τόμος με στατιστικά στοιχεία της απογραφής πληθυσμού της ΕΣΥΕ, αποτελεί ένα σύνολο πληροφοριών που αναφέρεται στον πληθυσμό, ενώ τα στοιχεία που αφορούν τα κατά τόπους μεγέθη του πληθυσμού, αποτελούν τα δεδομένα προσδιορισμού της κατανομής του πληθυσμού. Γενικότερα, ένα βιβλίο είναι ένα σύνολο πληροφοριών, ενώ τα

στοιχεία που θα επιλέξει ο αναγνώστης του βιβλίου, για να ικανοποιήσει τα ενδιαφέροντά του, αποτελούν ένα σύνολο δεδομένων.

Αντικείμενο θεματικής απεικόνισης μπορεί να αποτελέσει οποιοδήποτε φαινόμενο ή στοιχείο του φυσικού και ανθρωπογενούς χώρου, εφόσον: Τα γεωμετρικά του στοιχεία, ή η θέση του στο χώρο, ή η σχέση του με άλλα φαινόμενα του χώρου, αποτελούν στοιχεία χρήσιμα για μελέτη και ανάλυση. Είναι φανερό ότι τα θεματικά δεδομένα καλύπτουν ένα ιδιαίτερα μεγάλο φάσμα και είδους και πλήθους.

Το πλήθος των πηγών των δεδομένων και η ποικιλία των ποιοτικών και ποσοτικών τους χαρακτηριστικών, κάνουν ανέφικτη την καθιέρωση ενιαίου τρόπου συλλογής και επεξεργασίας τους. Έτσι, η κάθε περίπτωση θεματικής απεικόνισης αντιμετωπίζεται σαν μοναδική και οι χαρτογραφικοί κανόνες εξετάζονται ως προς την καταλληλότητά τους και τον τρόπο εφαρμογής τους, σε σχέση με την φύση των δεδομένων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι απογραφές του πληθυσμού, που γίνονται σε παγκοσμίως αποδεκτά χρονικά διαστήματα και αποτελούν χαρακτηριστικό τρόπο συλλογής ειδικών δεδομένων. Τα διάφορα στοιχεία της συλλογής, με την μορφή συνόλων δεδομένων, αποθηκεύονται κεντρικά σε φορείς και υπηρεσίες. Συνήθως δε,

δίνεται μιά συνοπτική εικόνα του περιεχομένου τους, με την μορφή πινάκων, οι οποίοι κατασκευάζονται έτσι, ώστε να ικανοποιούν τις ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών.

Οι χαρτογράφοι διαθέτουν τα γεωγραφικά δεδομένα αποθηκευμένα στην μνήμη ΗΥ, ή σε μαγνητικές ταινίες και δίσκους, ή με την μορφή διαφόρων πινάκων και καταλόγων.

Στις πιο σημαντικές και χρήσιμες πηγές δεδομένων, για την προετοιμασία θεματικών χαρτών μικρής κλίμακας, περιλαμβάνονται ήδη υπάρχοντες θεματικοί χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες και φωτογραφίες επίγειες, ή κοντινής λήψης. Είναι συχνά αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν σαν πηγές συλλογής πληροφοριών συνδυασμοί γραπτών και γραφικών πληροφοριών, ή οποιαδήποτε άλλη εξειδικευμένη πληροφορία θεωρηθεί χρήσιμη από τον χαρτογράφο.

Έτσι λοιπόν, τα θεματικά δεδομένα διακρίνονται σε τρία είδη, ως αφορά την προέλευσή τους, ή την πηγή ύπαρξής τους: Σ'αυτά που προέρχονται από άμεσες παρατηρήσεις στο πεδίο, αυτά που περιέχονται σε αρχεία διάφορων φορέων και υπηρεσιών και τέλος, αυτά που προκύπτουν από θεωρητικές εργασίες.

Όλα τα δεδομένα ανεξάρτητα του θέματός τους, μπορούν να χωρισθούν με βάση το είδος της πληροφορίας που περιέχουν, σε δύο κατηγορίες, στα

ποιοτικά δεδομένα και στα ποσοτικά. Η διάκριση αυτή έχει μεγάλη σημασία για τον χαρτογράφο, γιατί δημιουργεί δύο εντελώς διαφορετικές λογικές σ' όλα τα στάδια της χαρτογραφικής διαδικασίας, ιδιαίτερα δε στο στάδιο της απόδοσης.

### Αξιοπιστία και ακρίβεια θεματικών δεδομένων

Τα δεδομένα που πρόκειται να απεικονιστούν στους θεματικούς χάρτες, πρέπει να ελεγχθούν ως προς την αξιοπιστία και ομοιομορφία τους. Είναι, επίσης, καθοριστικός ο έλεγχος της διακριτικής ανάλυσης των χαρακτηριστικών τους ως προς τον γεωγραφικό χώρο, καθώς επίσης και η χρονολογία της συλλογής τους.

Οι μετρήσεις των ποσοτικών θεματικών δεδομένων και οι καταγραφές των ποιοτικών θεματικών δεδομένων, συνοδεύονται πάντα από σφάλματα. Τα σφάλματα αυτά διακρίνονται σε σφάλματα του παρατηρητή, σε σφάλματα του οργάνου μέτρησης, σε σφάλματα προερχόμενα από το περιβάλλον της μέτρησης και τέλος σε σφάλματα που προϋπάρχουν στο μέγεθος που παρατηρείται. Ο χαρτογράφος είναι υποχρεωμένος να αντιμετωπίζει σφάλματα τέτοιου τύπου και πρέπει να τα διαχειρίζεται με επάρκεια, ώστε να συνορθώνονται και να ελαχιστοποιούνται.

Τα σφάλματα του παρατηρητή σχετίζονται με την εκτέλεση των παρατηρήσεων, και οφείλονται σε υποκειμενικούς παράγοντες της διαδικασίας των μέτρησεων. Τέτοιου είδους σφάλματα συνήθως προέρχονται από την αδυναμία του κάθε παρατηρητή να απομονώσει τον υποκειμενικό παράγοντα, κατά την διαδικασία των μέτρησεων. Για παράδειγμα, ένας ερευνητής μπορεί συστηματικά να διατυπώνει τις ερωτήσεις μίας απογραφής με τρόπο ο οποίος να ευνοεί και προκρίνει συγκεκριμένες απαντήσεις. Επίσης, ο παρατηρητής ενός μετρητικού οργάνου είναι δυνατό να διαβάσει λανθασμένα την ένδειξη της μέτρησης λόγω οπτικής παράλλαξης.

Τα σφάλματα που οφείλονται σε κακό σχεδιασμό ή σε κακή κατασκευή των οργάνων μέτρησης ανήκουν στην κατηγορία των *σφαλμάτων του οργάνου*. Αυτά μπορεί να είναι συστηματικά, ή τυχαία. Κλασικό παράδειγμα μετρήσεων με συστηματικά σφάλματα οργάνου, αποτελούν οι μετρήσεις με ένα θερμόμετρο το οποίο δείχνει σταθερά ένα βαθμό πάνω από την αληθινή θερμοκρασία. Έτσι λοιπόν, στις προδιαγραφές των οργάνων πρέπει να αναγράφεται το επίπεδο του σφάλματος του συγκεκριμένου οργάνου, ώστε να εξασφαλίζονται, κατά τη χρήση του, μετρήσεις σε επιθυμητά επίπεδα ακρίβειας.

Εξωγενείς παράγοντες της

διαδικασίας μιάς μέτρησης, οδηγούν στα σφάλματα που προέρχονται από το περιβάλλον της. Πολλές φορές ένα σύνολο από ανθρώπους, που ερωτάται στα πλαίσια μιάς ψυχολογικής έρευνας, μπορεί να επιδρά στον ερευνητή με τρόπο που να καταγράφονται από αυτόν λανθασμένες συμπεριφορές. Τα σφάλματα αυτά είναι τυχαία, ή μόνιμα. Οι ερευνητές είναι ανάγκη, σε παρεμφερείς έρευνες, να είναι ενημερωμένοι για πιθανά σφάλματα αυτού του τύπου και ικανοί να τα αναγνωρίζουν.

Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν τα προϋπάρχοντα σφάλματα στα παρατηρούμενα μεγέθη. Τυπικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας, είναι το επίπεδο ακρίβειας μιάς υπάρχουσας ψηφιακής βάσης δεδομένων από την οποία ο ερευνητής αντλεί δεδομένα για την σύνταξη του χάρτη.

Στην χαρτογραφία, οι πηγές των σφαλμάτων ξεκινούν από τα λάθη κατά την απεικόνιση της πραγματικότητας και φθάνουν στα λάθη της τεχνικής της αναπαραγωγής των χαρτών. Βέβαια, είναι αδύνατο να εκμηδενιστούν, χρειάζεται όμως να καταβληθεί κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να μειωθούν τα σφάλματα σε αποδεκτά επίπεδα ως προς τις προδιαγραφές της σύνταξης του χάρτη. Κάθε μέθοδος θεματικής απεικόνισης συνοδεύεται και από τις δικές της πηγές σφαλμάτων, που οφείλονται στον τρόπο με τον οποίο

γίνεται η θεματική απεικόνιση και στον συμβολισμό. Ο δημιουργός ενός θεματικού χάρτη επιβάλλεται λοιπόν, να γνωρίζει αλλά και να λαμβάνει υπόψη του τις πηγές από τις οποίες δημιουργούνται τα σφάλματα, ώστε να είναι σε θέση να τα συνορθώσει.

## ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΡΟΚΕΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια ένα μεγάλο μέρος δεδομένων θεματικών απεικονίσεων συλλέγονται από τηλεπισκοπικές αποδόσεις. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται, κυρίως, στην μεγάλη τεχνολογική ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συσκευών και συστημάτων με τα οποία είναι εφοδιασμένοι οι δορυφόροι που βρίσκονται σε χρήση, και ενισχύουν τις δυνατότητες συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων.

Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφονται τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας και οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους γίνεται η καταγραφή της. Η εξοικείωση όσων ασχολούνται με την χαρτογραφία με τις βασικές αρχές της τηλεπισκόπησης, και η κατανόηση των δυνατοτήτων που προσφέρονται στην συλλογή ορισμένων θεματικών δεδομένων, αποτελούν απαραίτητα στοιχεία για την αποτελεσματική αξιοποίησή της στα πλαίσια της σύνθεσης θεματικών χαρτών.

### Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια- ακτινοβολία

Η ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον ήλιο (ηλιακή ακτινοβολία), προσπίπτει στην επιφάνεια της γης ή σε

αντικείμενα που βρίσκονται πάνω σ'αυτήν. Ένα μεγάλο μέρος της ακτινοβολούμενης αυτής ενέργειας ανακλάται, στην συνέχεια με τρόπο που εξαρτάται από το είδος και την μορφή των επιφανειών πρόσπτωσης.

Μία επιπρόσθετη ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας ή ακτινοβολίας εκπέμπεται σε συνεχή ρυθμό και από κάθε αντικείμενο που έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από 0°K (ή -273°C).

Η ακτινοβολούμενη αυτή ενέργεια ακολουθεί τους νόμους της θεωρίας των κυμάτων και περιγράφεται από τρία βασικά μεγέθη: το μήκος κύματος, την συχνότητα και την ταχύτητα μετάδοσης του κύματος.

Το μήκος κύματος, είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών του κύματος. Η συχνότητα, είναι ο αριθμός των κορυφών του κύματος που διέρχονται από κάποιο δεδομένο σημείο σ'ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τέλος, η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος ταυτίζεται με την ταχύτητα του φωτός. Επειδή η ταχύτητα του φωτός είναι μία σταθερά, η σχέση μεταξύ του μήκους κύματος και της συχνότητας είναι αντιστρόφως ανάλογη.

Στην τηλεπισκόπηση η αναφορά σε κάποιο συγκεκριμένο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος γίνεται χρησιμοποιώντας το μήκος κύματος. Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των υλικών που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης

αλλά και των συνθηκών μετάδοσης, η εκπεμπόμενη ή ανακλώμενη ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ποικίλει ως προς το μήκος κύματος από τις πολύ μικρές τιμές που αντιστοιχούν στις ακτίνες γ και Χ, (περίπου 0.2 μm), ως τα ραδιοκύματα (μερικά km). Γιά να είναι δυνατή η σύγκριση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μεταξύ διαφορετικών σιμάτων, χρησιμοποιείται σαν αναφορά η συμπεριφορά ενός θεωρητικού μοντέλου, του μέλανος σώματος.

Το μέλαν σώμα έχει συγκεκριμένη φασματική κατανομή στην εκπεμπόμενη ενέργεια. Έτσι, η ενέργεια δεν κατανέμεται ισόποσα στα διάφορα μήκη κύματος. Λόγω της επιλεκτικής απορρόφησης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από "υλικά" που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, όπως οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα και το όζον, η διερχόμενη ακτινοβολία επηρεάζεται σε συγκεκριμένες ζώνες μηκών κύματος. Η επίδραση αυτή γίνεται αντιληπτή στην καταγραφή της ακτινοβολίας πάνω στην επιφάνεια της γης, ύστερα από το πέρασμά της από την ατμόσφαιρα. Στην συνέχεια εμφανίζονται και άλλες μεταβολές, καθώς η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ανακλάται ή εκπέμπεται από την γη πίσω στην ατμόσφαιρα γιά να καταγραφεί από ένα σύστημα τηλεπισκόπησης.

Παράλληλα με την απορρόφηση, η ατμοσφαιρική διάχυση επηρεάζει την

ένταση και τα μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που καταγράφεται σ' ένα σύστημα τηλεπισκόπησης.

Η συνδυασμένη επίδραση της γήινης ατμοσφαιρικής απορρόφησης και διάχυσης έχει σαν αποτέλεσμα, την μη ισόποση κατανομή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στα διάφορα μήκη κύματος. Οι ζώνες του φάσματος που η ατμοσφαιρική αραίωση είναι μικρή ονομάζονται παράθυρα και είναι αυτές που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση.

Το συνεχές φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, γιά λόγους ευκολίας, έχει διαιρεθεί σε ζώνες όπως είναι η υπεριώδης, η ορατή, η υπέρυθρη και η ζώνη των μικροκυμάτων. Τα όρια αυτών των ζωνών δεν είναι καθορισμένα με απόλυτη ακρίβεια και μπορούν να θεωρηθούν σαν ζώνες μετάδοσης. Από την εικόνα 4 μπορεί να διαπιστωθεί, ότι μόνο ένα μικρό τμήμα της συνολικής ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας αποτελεί την ορατή ζώνη (περίπου από 0.4μm ως 0.7μm). Δηλαδή, το ανθρώπινο μάτι ευσταθτοποιείται μόνο στο μικρό αυτό τμήμα του συνολικού φάσματος. Στην φωτογραφία είναι δυνατή η καταγραφή μηκών κύματος από 0.3μm ως 1.2μm, ή διαφορετικά, είναι δυνατή η καταγραφή μιάς ζώνης τριπλάσιας σε μέγεθος από την ζώνη στην οποία ευσταθτοποιείται το ανθρώπινο μάτι. Η καταγραφή μηκών

κιμάτων μεγαλύτερων από 1.2μm είναι δυνατή με συσκευές διαφορετικές από την φωτογραφική μηχανή.

### Συσκευές καταγραφής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανιχνεύεται με φωτογραφικά και μη φωτογραφικά μέσα.

Η φωτογραφία είναι το αποτέλεσμα της χημικής αντίδρασης μεταξύ του γαλακτώματος και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα μη φωτογραφικά μέσα είναι το αποτέλεσμα της μετατροπής της εκπεμπόμενης ή της ανακλωμένης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε ηλεκτρικά σήματα, επομένως, σε ψηφιακές καταγραφές. Οι ψηφιακές αυτές καταγραφές εύκολα μετατρέπονται σε εικόνες με την βοήθεια του ΗΥ.

Επειδή το ποσό της ενέργειας που ανακλάται ή εκπέμπεται μεταβάλλεται στα διάφορα μήκη κύματος η ταυτόχρονη ανίχνευση σε διάφορες ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, παρέχει δεδομένα που απεικονίζουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ του αντικειμένου και του φόντου του. Μιά ανίχνευση τέτοιου τρόπου ονομάζεται *πολυφασματική* και υλοποιείται με φωτογραφικούς ή μη ανιχνευτές. Με την χρησιμοποίηση στην συνέχεια κατάλληλων φίλτρων δημιουργούνται

εικόνες με ποικιλία χρωμάτων, ώστε συγκεκριμένοι συνδυασμοί φίλτρων να αποδόσουν με μεγάλη σαφήνεια την επιθυμητή πληροφορία.

Τα συστήματα καταγραφής της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας διακρίνονται σε αναλογικά και ψηφιακά.

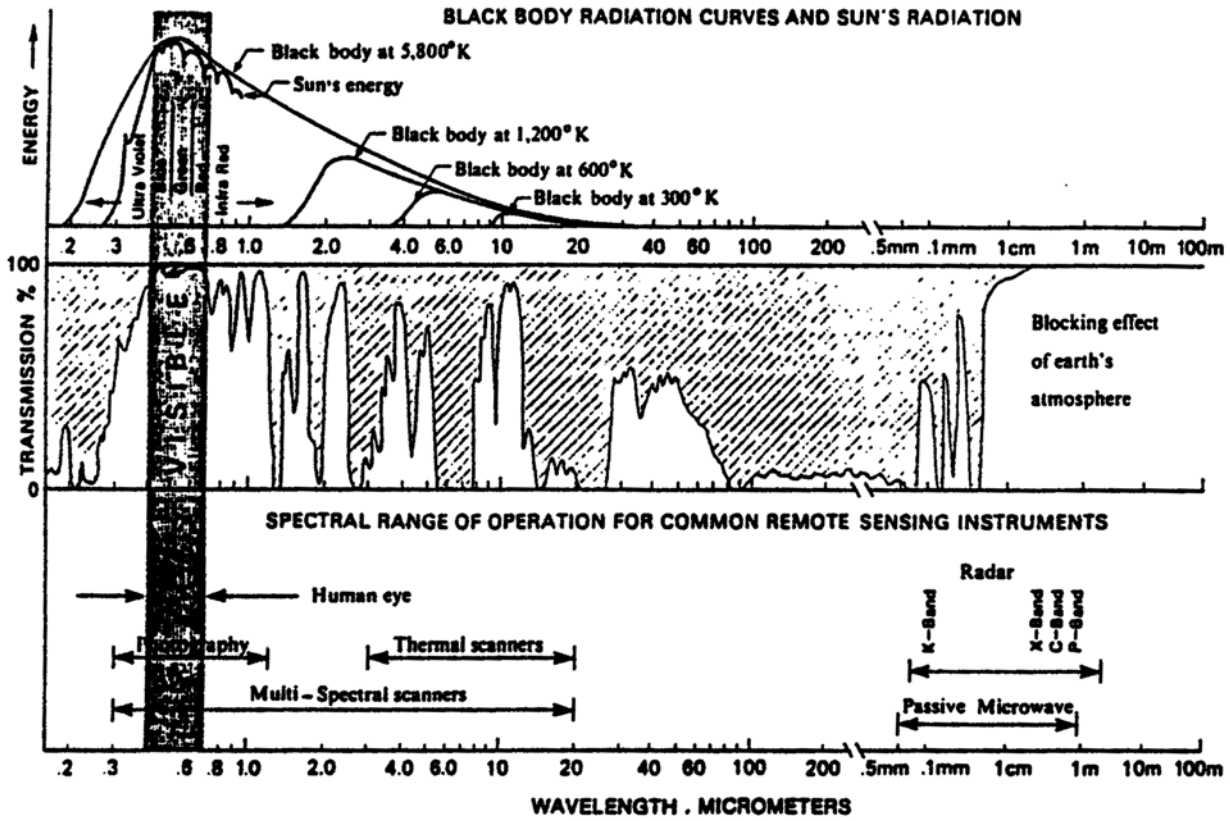
Με τα αναλογικά συστήματα τηλεπισκόπησης ανιχνεύεται η ζώνη από 0.3 ÷ 1.2μm του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με τις ακόλουθες εικόνες :

- (1) Ασπράμαυρες φωτογραφίες.
- (2) Εγχρωμες φωτογραφίες.

Η γεωμετρία των εικόνων των αναλογικών συστημάτων είναι η κεντρική προβολή (ο χάρτης σε αντίθεση είναι σε ορθή προβολή). Η ακρίβεια των συστημάτων αυτών εξαρτάται από την εστιακή απόσταση του φακού με τον οποίο έγινε η λήψη, τα σφάλματα του φακού, την κλίση κατά την στιγμή της λήψης και τέλος από το ύψος πτήσης.

Τα ψηφιακά συστήματα καταγραφής λέγονται και δέκτες ή σαρωτές. Με τα συστήματα αυτά μπορεί να καταγραφεί σχεδόν ολόκληρο το υπόλοιπο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η καταγραφή γίνεται σε μαγνητικές ταινίες υπό την μορφή διακριτών ηλεκτρικών παλμών (σήματα). Η ανίχνευση προέρχεται από πολύ μικρά τμήματα της επιφάνειας της γης. Η εικόνα των σαρωτών έχει πολυπλοκότερη γεωμετρία από αυτή των φωτογραφιών.





Εικόνα 4

Οι παραμορφώσεις των δεδομένων που συλλέγονται, οφείλονται εν μέρει στην γεωμετρία της διάταξης της συσκευής αλλά και στις διαταραχές που υφίσταται το όχημα (δορυφόρος) με το οποίο μεταφέρεται η συσκευή. Με τους πολυφασματικούς δέκτες καταγράφεται ταυτόχρονα η ζώνη του ορατού, η κοντινή ζώνη με το υπέρυθρο καθώς και θερμικές ζώνες. Πολυφασματικά συστήματα που συλλέγουν θεματικά δεδομένα αποτελούν το σύστημα LANDSAT 5 TM και το SPOT. Για παράδειγμα, στο σύστημα LANDSAT 5 TM η καταγραφή γίνεται σε 7 ζώνες από τις οποίες οι 6 έχουν διακριτική ανάλυση 30 m και η έβδομη είναι η θερμική με διακριτική ανάλυση 120m. Η διάσταση κάθε εικόνας είναι 185km x 185km, το ύψος πτήσης των δορυφόρων του συστήματος 900km και η πληροφορία για ολόκληρη την επιφάνεια της γης μπορεί να ανανεώνεται κάθε 18 ημέρες.

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΡΟΚΡΥΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Οι σύγχρονες εξελίξεις της τεχνολογίας των ΗΥ επιτρέπουν, ή και επιβάλλουν για την καλύτερη αξιοποίηση, την μετατροπή της αναλογικής πληροφορίας που είναι ήδη απεικονισμένη σε χάρτες σε ψηφιακή μορφή. Η μετατροπή αυτή σαν διαδικασία ονομάζεται *ψηφιοποίηση* και γίνεται είτε με χειροκίνητη διαδικασία (ψηφιοποιητής) είτε με αυτόματα (σαρωτής). Με την διαδικασία της ψηφιοποίησης καταγράφονται οι συντεταγμένες των σημείων κάθε απεικονιζόμενης πληροφορίας σε υπάρχοντες χάρτες. Οι συντεταγμένες αυτές υφίστανται την διαδικασία της γεωγραφικής προσαρμογής με σκοπό να εκφραστούν στο σύστημα απεικόνισης του χάρτη. Ειδικότερα, εάν η ψηφιοποίηση έχει γίνει με αυτόματη διαδικασία, είναι απαραίτητο να μετατραπούν τα δεδομένα από πινακοποιημένη σε διανυσματική δομή.

### Ψηφιακά δεδομένα

Έχει αναφερθεί με έμφαση ότι, η χαρτογραφία σήμερα, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επιστήμη των ΗΥ. Η οργάνωση (data base) και δομή (data structure) της ψηφιακής πληροφορίας, προϊόν της συλλογής, αντιμετωπίζεται

ακολουθώντας τις αρχές της επιστήμης των ΗΥ. Οποσδήποτε η συνάφεια αυτή δεν σταματά στο επίπεδο της οργάνωσης και δομής των ψηφιακών δεδομένων, αλλά συναντάται και στα επόμενα στάδια, δηλαδή, στην επεξεργασία, την απόδοση κλπ.

### Ταξινόμηση ψηφιακών δεδομένων

Η ταξινόμηση των ψηφιακών δεδομένων διευκολύνει την όποια μελλοντική επεξεργασία τους με τον ΗΥ. Τα ψηφιακά δεδομένα μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερεις ομάδες. Η ταξινόμηση αυτή δεν έχει σχέση με την οπτική αντίληψη μιά εικόνας, αλλά με τον τρόπο που γίνεται η αναπαράσταση και επεξεργασία των ψηφιακών δεδομένων. Οι ομάδες αυτές, είναι :

- (1) Έγχρωμες εικόνες ή εικόνες με πλήρη διαβάθμιση του γκρι.
- (2) Διαδικές εικόνες.
- (3) Συνεχείς γραμμές.
- (4) Διακριτά σημεία ή πολύγωνα.

Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει ψηφιακά δεδομένα όπως η συνηθισμένη εικόνα της τηλεόρασης. Η εικόνα αναπαριστάται με έναν ή περισσότερους πίνακες, των οποίων τα στοιχεία είναι ακέραιοι αριθμοί (pixels). Η δεύτερη ομάδα ψηφιακών δεδομένων αφορά πάλι έναν πίνακα, τα στοιχεία του οποίου, τη φορά αυτή, είναι ένας διαδικός αριθμός, δηλαδή έχουν τις ακέραιες

τιμές 0 ή 1. Τα ψηφιακά δεδομένα της τρίτης ομάδας αποτελούν συνεχείς σειρές σημείων που αναπαρίστανται από τις συντεταγμένες τους. Τέλος, η τέταρτη ομάδα αποτελείται από σύνολα διακριτών σημείων. Τα σημεία αυτά καταγράφονται σαν σημειοσειρές συντεταγμένων, που ενώνονται μεταξύ τους είτε με ευθύγραμμα τμήματα, είτε με άλλου τύπου μαθηματικές γραμμές, είτε δεν ενώνονται καθόλου.

Ένα ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων ΨΜΥ αποτελείται από τις τιμές των υψομέτρων σε κορυφές ενός κανονικού τετραγωνικού κανάβου εκφρασμένες με ακεραίους αριθμούς, τότε τα ψηφιακά αυτά δεδομένα θα ανήκουν στην πρώτη ομάδα. Παράδειγμα ψηφιακών δεδομένων της δεύτερης ομάδας είναι η ψηφιοποίηση των υψομετρικών καμπύλων του χάρτη με σαρωτή. Διατηρώντας το ίδιο παράδειγμα της ψηφιοποίησης των υψομετρικών καμπύλων, τα ψηφιακά δεδομένα που τις αναπαράστουν θα μεταπέσουν από την δεύτερη, στην μορφή της τρίτης ομάδας, αν εφαρμοστεί σ'αυτά η διαδικασία της μετατροπής πινακοποιημένων δεδομένων σε διανυσματικά (raster to vector conversion). Τέλος εάν η ψηφιοποίηση των υψομετρικών καμπύλων του χάρτη έχει γίνει με ψηφιοποιητή, τότε τα ψηφιακά αυτά δεδομένα θα ανήκουν στην τέταρτη ομάδα.

### Λομή ψηφιακών δεδομένων

Η ταξινόμηση των ψηφιακών δεδομένων, που προηγήθηκε, καλύπτει δύο βασικές δομές για τα δεδομένα αυτά.

Η πρώτη αφορά την δόμηση των δεδομένων με την μορφή των στοιχείων ενός πίνακα, δηλαδή τις ομάδες (1) και (2). Η δομή αυτή ονομάζεται *πινακοποιημένη* (raster). Σύμφωνα με την πινακοποιημένη δομή των ψηφιακών δεδομένων, η θέση του φαινομένου καθορίζεται από την στήλη (συντεταγμένη X) και την γραμμή (συντεταγμένη Y) και η τιμή του φαινομένου από την τιμή του αντίστοιχου στοιχείου του πίνακα.

Η δεύτερη, αφορά την δόμηση των δεδομένων με σημειοσειρές συντεταγμένων, δηλαδή τις ομάδες (3) και (4). Η δομή αυτή ονομάζεται *διανυσματική* (vector). Τα ψηφιακά δεδομένα των σημειοσειρών συντεταγμένων ονομάζονται διανυσματικά, γιατί αν θεωρηθούν δύο διαδοχικά σημεία της σημειοσειράς, το πρώτο αφορά την αρχή του διανίσματος και το δεύτερο το πέρας, έτσι, με τον τρόπο αυτό των διαδοχικών διανυσμάτων, μπορεί να δομηθεί η ψηφιοποιημένη γραμμή.

Αν θεωρηθεί οποιαδήποτε εικόνα καταγραμμένη και με τις δύο βασικές δομές που αναφέρθηκαν, οι πρώτες παρατηρήσεις που προκύπτουν είναι :

(1) απαιτείται πολύ περισσότερη μνήμη

στην πινακοποιημένη από την διανυσματική μορφή,

(2) είναι περισσότερο κατάλληλη η πινακοποιημένη για την διαχείρισή της στον ΗΥ, ενώ η διαχείριση της διανυσματικής προσφέρεται περισσότερο για τον άνθρωπο.

Η δομή των ψηφιακών δεδομένων καθορίζει και την φιλοσοφία με την οποία γίνεται η επεξεργασία τους, ώστε να έχουν επικρατήσει δύο μέθοδοι διαχείρισης και επεξεργασίας: Η πινακοποιημένη και η διανυσματική.

#### Συσκευές ψηφιοποίησης

Οι συσκευές ψηφιοποίησης αποτελούν περιφερειακό εξοπλισμό ενός συστήματος ΗΥ πιά συγκεκριμένα ανήκουν στην ενότητα των μονάδων εισόδου. Τέτοιες συσκευές είναι πολλές σε είδος, αλλά οι σημαντικότερες για χαρτογραφικές εφαρμογές είναι οι ψηφιοποιητές (digitizers) και οι σαρωτές (scanners).

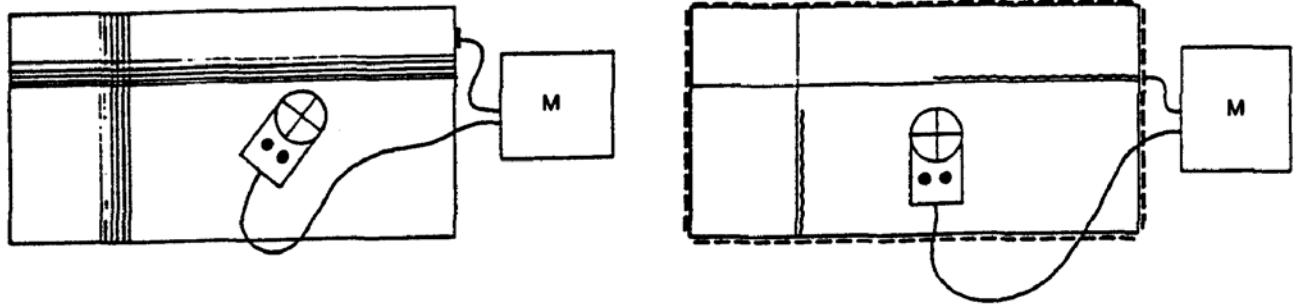
Οι ψηφιοποιητές (εικόνα 5) είναι ηλεκτρονικές ή ηλεκτρομαγνητικές συσκευές και αποτελούνται από μία επίπεδη επιφάνεια στην οποία τοποθετείται ο χάρτης που πρόκειται να ψηφιοποιηθεί και από το χειριστήριο. Οι διαστάσεις της επιφάνειας αυτής κυμαίνονται σε μέγεθος από 27cm x 27cm ως 1m x 1.5m.

Το χειριστήριο περιλαμβάνει μία σειρά από πλήκτρα (4 ως 16) για την είσοδο των δεδομένων και το σταυρόνιμα με το οποίο σκοπεύονται τα σημεία που ψηφιοποιούνται.

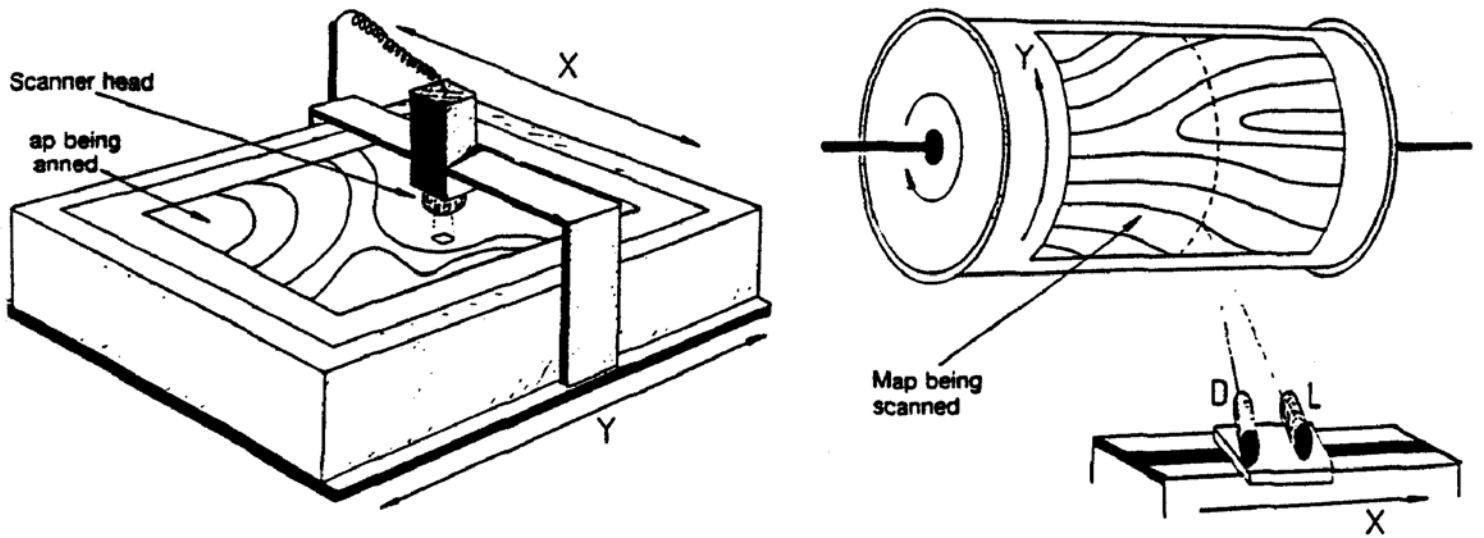
Η διακριτική ανάλυση των ψηφιοποιητών είναι της τάξης των 1000 γραμμών στην ίντσα (1000 lpi) ή 0.025mm. Η τυπική απόκλιση των συντεταγμένων των σημείων που ψηφιοποιούνται είναι συνήθως τριπλάσια της διακριτικής ανάλυσης του ψηφιοποιητή.

Η διαδικασία της χειροκίνητης ψηφιοποίησης είναι χρονοβόρα και κοπιαστική. Ο μέγιστος χρόνος συνεχούς ψηφιοποίησης για έναν εξασκημένο χειριστή είναι της τάξης των 4 ωρών. Μετά από 4 ώρες γίνονται σφάλματα λόγω κόπωσης. Τα δεδομένα που συλλέγονται με χειροκίνητη ψηφιοποίηση είναι διανυσματικά.

Οι σαρωτές (εικόνα 6) είναι ηλεκτρονικές συσκευές με τις οποίες γίνεται αυτόματη ψηφιοποίηση. Συνήθως ο δέκτης αποτελείται από δίοδο τύπου CCD (Charge Coupled Device) και η πηγή φωτός είναι χαμηλής ισχύος laser. Οι σαρωτές ανάλογα με το είδος της επιφάνειας που τοποθετείται ο χάρτης διακρίνονται σε επίπεδους και κυλινδρικούς. Η διακριτική τους ανάλυση φθάνει τα 25μm. Οι χάρτες που πρόκειται να ψηφιοποιηθούν με αυτόματη διαδικασία πρέπει να έχουν όσο το δυνατό καλύτερη ποιότητα. Από



Εικόνα 5



Εικόνα 6

μελέτες που έχουν γίνει, η αυτόματη ψηφιοποίηση σαν διαδικασία είναι 7 φορές ταχύτερη από την χειροκίνητη, όταν συλλέγονται γραμμικά δεδομένα.

Τα δεδομένα της αυτόματης ψηφιοποίησης είναι πινακοποιημένα και η μετατροπή τους σε διανυσματικά αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της επεξεργασίας ψηφιακών δεδομένων. Πρέπει να σημειωθεί επίσης, ότι ποτέ μιά αυτόματη διαδικασία ψηφιοποίησης δεν είναι δυνατό να ολοκληρωθεί σε ποσοστό 100%, χρειάζεται πάντα ένα τμήμα της δουλειάς να γίνει με χειροκίνητη διαδικασία.

πιό πάνω υλοποιούνται με την βοήθεια κατάλληλων αλγορίθμων. Η ανάλυση αυτών των αλγορίθμων είναι αντικείμενο του μαθήματος της ψηφιακής χαρτογραφίας και δεν κρίνεται σκόπιμο να γίνει εκτενέστερη ανάπτυξη στις σημειώσεις αυτές. Για περισσότερες πληροφορίες ο ενδιαφερόμενος μπορεί να ανατρέξει στην βιβλιογραφία που ακολουθεί.

#### **Μετατροπή πινακοποιημένων δεδομένων σε διανυσματικά**

Η διαδικασία της μετατροπής των ψηφιακών δεδομένων από πινακοποιημένη σε διανυσματική δομή, περιλαμβάνει τρεις βασικές φάσεις επεξεργασίας: την εκλέπτυνση της ψηφιακής εικόνας, τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών, από τοπολογική άποψη στοιχείων, της εικόνας και την καθ'αυτό μετατροπή σε διανύσματα. Βέβαια οι τρεις αυτές φάσεις επεξεργασίας δεν ολοκληρώνουν τον ζητούμενο στόχο της προετοιμασίας των ψηφιακών δεδομένων για τις ανάγκες των θεματικών απεικονίσεων, αλλά χρειάζονται ακόμη η φάση της διόρθωσης της εικόνας (editing). Κάθε μία από τις φάσεις που αναφέρθηκαν

## ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Κατά την διαδικασία της ψηφιοποίησης χαρτών, που ανήκει στη φάση συλλογής πληροφοριών, εισάγονται στον ΗΥ συντεταγμένες σημείων. Οι συντεταγμένες ανεξάρτητα από το είδος της μονάδας ψηφιοποίησης (ψηφιοποιητής ή σαρωτής) αποδίδονται σε ένα καρτεσιανό σύστημα αναφοράς, και είναι συνήθως εκφρασμένες σε φυσικές μονάδες της επιφάνειας ψηφιοποίησης (δηλαδή mm ή inches). Η πληροφορία, όμως, του χάρτη είναι καταγραμμένη είτε με γεωγραφικές ( $\varphi, \lambda$ ), είτε με καρτεσιανές ( $X, Y$ ) συντεταγμένες του συστήματος απεικόνισης. Η μετατροπή των γεωγραφικών συντεταγμένων σε καρτεσιανές του συγκεκριμένου συστήματος απεικόνισης και αντίστροφα, αποτελεί αντικείμενο της μαθηματικής χαρτογραφίας. Για την μετατροπή απαιτούνται μικρά υποπρογράμματα, όσα και τα συστήματα απεικόνισης σε χρήση, με τον αλγόριθμο των σχέσεων  $X=f(\varphi, \lambda)$ ,  $Y=g(\varphi, \lambda)$  και των αντιστρόφων τους. Στην συνέχεια πλέον μπορεί να θεωρηθεί ότι η πληροφορία του χάρτη εκφράζεται πάντα σε καρτεσιανές συντεταγμένες του συστήματος απεικόνισης.

Οι συντεταγμένες των σημείων που ψηφιοποιούνται, εκφρασμένες αποκλειστικά στο σύστημα αναφοράς της

μονάδας ψηφιοποίησης, δεν έχουν για προφανείς λόγους ένα γενικότερο χαρτογραφικό ενδιαφέρον. Απαιτείται, λοιπόν, μία διαδικασία που να μετατρέπει τις συντεταγμένες των σημείων από το σύστημα της μονάδας ψηφιοποίησης στο σύστημα απεικόνισης του χάρτη. Η διαδικασία ονομάζεται *γεωγραφική προσαρμογή συντεταγμένων*. Με την διαδικασία αυτή επιδιώκεται η επίλυση του γεωμετρικού προβλήματος της μετάθεσης και στροφής κατά την τυχαία τοποθέτηση του χάρτη πάνω στην επιφάνεια ψηφιοποίησης. Είναι γνωστό ότι ένας χάρτης, λόγω των ιδιοτήτων του υλικού, παραμορφώνεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και υγρασίας. Αλλά και ο τρόπος σύνταξης και αναπαραγωγής του έχει δημιουργήσει παραμορφώσεις σ' αυτόν. Το μοντέλο, λοιπόν, που θα επιλεγεί να επιλύσει το γεωμετρικό πρόβλημα καλό θα είναι να αφομοιώνει και τις παραμορφώσεις που έχει υποστεί ο χάρτης. Ένα τέτοιο μοντέλο είναι ο ομοπαράλληλος μετασχηματισμός.

### Ομοπαράλληλος μετασχηματισμός

Ο ομοπαράλληλος μετασχηματισμός (affine transformation) είναι ένα πλήρες γραμμικό μοντέλο διδιάστατου πολωνυμικού μετασχηματισμού. Ο μετασχηματισμός περιλαμβάνει έξι παραμέτρους που αποτελούν τους



αγνώστους του προβλήματος :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b & c \\ e & f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

όπου  $(X, Y)$  οι συντεταγμένες του συστήματος απεικόνισης του χάρτη,  $(x, y)$  οι συντεταγμένες του συστήματος της μονάδας ψηφιοποίησης και  $a, b, \dots, f$  οι έξι παράμετροι του μετασχηματισμού.

Το γεωμετρικό πρόβλημα της γεωγραφικής προσαρμογής των συντεταγμένων μπορεί να περιγραφεί έτσι ώστε να περιλαμβάνει μετάθεση  $(X_0, Y_0)$ , διαφορετική κλίμακα κατά  $X : M_x$  και  $Y : M_y$ , διαφορετική στροφή του άξονα  $X : \theta_x$  και  $Y : \theta_y$  και, με τον τρόπο αυτό να αφομοιώνει τις - συστηματικές - παραμορφώσεις όπως αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Οι σχέσεις που δίνουν την μετάθεση, τις στροφές και τις κλίμακες συναρτήσει των έξι παραμέτρων του ομοπαράλληλου μετασχηματισμού, είναι:

$$\text{μετάθεση : } \begin{aligned} X_0 &= a, \\ Y_0 &= d, \end{aligned}$$

$$\text{στροφές : } \begin{aligned} \theta_x &= \arctan \left[ \frac{-e}{b} \right], \\ \theta_y &= \arctan \left[ \frac{c}{f} \right], \end{aligned}$$

$$\text{κλίμακες : } \begin{aligned} M_x &= \sqrt{b^2 + e^2}, \\ M_y &= \sqrt{c^2 + f^2}. \end{aligned}$$

### Αλγόριθμος γεωγραφικής προσαρμογής

Έχει λοιπόν προκύψει ότι, για την αντιμετώπιση της γεωγραφικής προσαρμογής, το πρόβλημα ανάγεται στον προσδιορισμό των έξι παραμέτρων του ομοπαράλληλου μετασχηματισμού. Ο προσδιορισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια σημείων με γνωστές συντεταγμένες στο σύστημα απεικόνισης του χάρτη (σημεία γεωγραφικής προσαρμογής συντεταγμένων). Τα σημεία αυτά, συνήθως, προτιμάται να είναι τομές του καννάβου ή του πλέγματος μεσημβρινών και παραλλήλων. Για κάθε σημείο προκύπτουν δύο εξισώσεις, επομένως ο προσδιορισμός των έξι αγνώστων παραμέτρων απαιτεί να χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον 3 σημεία. Στην περίπτωση αυτή το πρόβλημα συνίσταται στην επίλυση ενός γραμμικού συστήματος έξι εξισώσεων με έξι αγνώστους, που μπορεί εύκολα να επιλυθεί αν η ορίζουσα των συντελεστών των αγνώστων είναι διαφορετική από μηδέν.

Επειδή η ψηφιοποιούμενη περιοχή συνήθως είναι εκτεταμένη, αλλά, ο σκοπός της γεωγραφικής προσαρμογής είναι, κυρίως, να αφομοιωθούν οι παραμορφώσεις στην έκταση του χάρτη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα σημεία κατά την επίλυση. Για  $n$  σημεία ( $n \geq 4$ ) σχηματίζονται  $2n$  εξισώσεις, και ο προσδιορισμός των έξι παραμέτρων απαιτεί διαδικασία

συνόρθωσης. Η συνόρθωση γίνεται με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Κατά την συνόρθωση θεωρείται ότι οι συντεταγμένες του χάρτη  $(X, Y)$  είναι τιμές σταθερές, δηλαδή δεν έχουν μεταβλητότητα. Αυτό, άλλωστε, είναι γεγονός που ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, δεδομένου ότι στόχος είναι να μετατραπούν οι συντεταγμένες  $(x, y)$  στις συμβατικές  $(X, Y)$ . Αν επιπλέον θεωρηθεί ότι και οι συντεταγμένες της μονάδας ψηφιοποίησης  $(x, y)$  δεν έχουν μεταβλητότητα, ή ότι η μεταβλητότητά τους είναι ασήμαντη για τις απαιτήσεις ακρίβειας της ψηφιοποίησης, τότε οι παρατηρήσεις που εκφράζονται από το μοντέλο του ομοπαράλληλου μετασχηματισμού μπορούν να συνορθωθούν με την μέθοδο των εμμέσων παρατηρήσεων και να προσδιοριστούν οι άγνωστοι παράμετροι. Λόγω της ιδιομορφίας, μάλιστα, των εξισώσεων παρατήρησης δεν χρειάζεται να αντιστραφεί ένας κανονικός πίνακας  $6 \times 6$  αλλά ένας πίνακας  $3 \times 3$ . Με τον τρόπο αυτό απλοποιούνται οι υπολογισμοί και μειώνεται ο χρόνος εκτέλεσης των πράξεων. Με την θεώρηση της επίλυσης, όπως αναπτύχθηκε μέχρι το σημείο αυτό, αντιμετωπίζεται η γεωγραφική προσαρμογή συντεταγμένων για τρέχουσες εργασίες ψηφιοποίησης χαρτών.

Οι συντεταγμένες, όμως, της

μονάδας ψηφιοποίησης  $(x, y)$  αποτελούν μετρήσεις και έχουν, επομένως, μεταβλητότητα. Η μεταβλητότητα αυτή μπορεί να θεωρηθεί σαν συνάρτηση της ακρίβειας της μονάδας ψηφιοποίησης ( $\sigma_D$ ) αφ'ενός και της διαχωριστικής ικανότητας του ματιού ( $\sigma_E$ ) του χειριστή (αποκλειστικά για τον ψηφιοποιητή) αφ'ετέρου. Η ακρίβεια της μονάδας ψηφιοποίησης αναφέρεται στα εγχειρίδια των οργάνων και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ  $\pm 0.25 \pm 1 \text{mm}$ . Εκτιμάται ότι, για έναν εξασκημένο χειριστή και λόγω των συνθηκών ψηφιοποίησης (δυνατότητα χρήσης μεγεθυντικού φακού και κατάλληλου φωτισμού), η διαχωριστική ικανότητα του ματιού είναι  $\pm 1 \text{mm}$ . Η ψηφιοποίηση επομένως ενός σημείου -μέτρηση  $(x, y)$ - θεωρείται ότι αποτελείται από δύο ανεξάρτητες διαδικασίες (για την περίπτωση του ψηφιοποιητή). Η πρώτη αφορά την αρχή της λειτουργίας του οργάνου, η δεύτερη την σκόπευση από τον χειριστή του συγκεκριμένου σημείου πάνω στον χάρτη. Η μεταβλητότητα επομένως των  $x$  και  $y$  είναι :

$$\sigma_o^2 = \sigma_D^2 + \sigma_E^2$$

Αν μονάδα ψηφιοποίησης είναι ο σαρωτής, δηλαδή η ψηφιοποίηση γίνεται αυτόματα χωρίς την επέμβαση χειριστή, η μεταβλητότητα των συντεταγμένων  $x$  και  $y$  θα εξαρτάται αποκλειστικά από

το όργανο:

$$\sigma_0^2 = \sigma_D^2$$

Σε κάθε εξίσωση παρατήρησης λοιπόν, θα υπεισέρχονται δύο μετρούμενες μεταβλητές, οι συντεταγμένες  $(x, y)$ , με μεταβλητότητες  $\sigma_x^2 = \sigma_0^2$  και  $\sigma_y^2 = \sigma_0^2$ . Η συνόρθωση με αυτές τις προϋποθέσεις διευκολύνεται αν γίνει σύμφωνα με την γενικευμένη μέθοδο. Οι προσωρινές τιμές για τις έξι παραμέτρους λαμβάνονται ύστερα από επίλυση σύμφωνα με την μέθοδο των έμμεσων παρατηρήσεων. Κατά την συνόρθωση με την γενικευμένη μέθοδο παρατηρείται ότι δεν χρειάζεται περισσότερη από μία επανάληψη, η διαφοροποίηση ουσιαστικά εμφανίζεται στον πίνακα μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας του αποτελέσματος. Από τον πίνακα αυτόν και την *a posteriori* τυπική απόκλιση προκύπτει η ακρίβεια και αξιοπιστία του συστήματος μοντέλου και μονάδας ψηφιοποίησης για την γεωγραφική προσαρμογή των συντεταγμένων. Κατά την συνόρθωση με την γενικευμένη μέθοδο έχουμε  $2n$  παρατηρήσεις - μετρήσεις, ο αριθμός των ανεξαρτήτων καθοριστικών παραμέτρων του μοντέλου είναι  $6$ , ο βαθμός ελευθερίας  $2n-6$ , ο αριθμός των αγνώστων παραμέτρων που ενδιαφέρουν  $6$  και ο αριθμός των συνθηκών  $2n$ .

Μεταβλητές εισόδου για τον αλγόριθμο που διαμορφώθηκε αποτελούν ο αριθμός των σημείων γεωγραφικής προσαρμογής, η κλίμακα του χάρτη και τα δύο σύνολα των συντεταγμένων, της μονάδας ψηφιοποίησης και του χάρτη. Μεταβλητές εξόδου είναι οι έξι παράμετροι του μετασχηματισμού, η *a posteriori* τυπική απόκλιση (κυρίως για τον εντοπισμό χονδροειδών λαθών), και εάν έχει επιλεγεί, ο πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των αγνώστων παραμέτρων, καθώς και ο πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των συντεταγμένων κάθε σημείου που ψηφιοποιείται από τον χάρτη σύμφωνα με τον νόμο μετάδοσης των σφαλμάτων. Οι πράξεις γίνονται με διπλή ακρίβεια και πριν από την επίλυση οι συντεταγμένες του χάρτη υφίστανται προεπεξεργασία απαλοιφής του συστηματικού μέρους της μετάθεσης και της κλίμακας του χάρτη, με σκοπό τον ακριβέστερο προσδιορισμό των παραμέτρων και την μείωση του σφάλματος στρογγύλευσης κατά την εκτέλεση των πράξεων από τον Η/Υ.

#### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Clarke K. C. *Analytical and computer cartography*. Prentice Hall, 1990.  
 Dent B. D. *Cartography Thematic Map Design*. (2nd ed.). Wm. C. Brown Pub.,

- 1990.
- Lehman E. and Ogrissek R. Thematic cartography. In *Basic cartography for students and technicians*, Vol. 2 (ed. Anson R. W.), ICA, Elsevier Applied Science Pub., London, 1984.
- Mikhail F. M. and F. Ackermann. *Observations and Least Squares*. T. Y. Crowell Co., 1976.
- Μπαλοδήμου Α. Μ. *Ειδικά θέματα θεωρίας Σφαλμάτων και Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων*. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ., Αθήνα, 1983.
- Muller J. C. The concept of error in cartography, *Cartographica*, Vol. 24, No. 2, pp. 1-15. 1987 .
- Νάκος Β. *Ψηφιακή απεικόνιση χαρτογραφικών φαινομένων βασισμένη στη θεωρία της κλασματικής γεωμετρίας. Εφαρμογή στο τοπογραφικό ανάγλυφο με ψηφιακά μοντέλα*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 1990.
- Robinson A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muercke. *Elements of Cartography*, (5<sup>th</sup> edition). John Wiley and Sons, 1984.
- Παρασχάκης Ι., Μ. Παπαδοπούλου και Π. Πατιάς. *Αυτοματοποιημένη Χαρτογραφία*. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη, 1990.
- Παρασχάκης Ι., Μ. Παπαδοπούλου και Π. Πατιάς. *Σχεδίαση με ΗΥ*. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη, 1990.
- Pavlidis T. *Algorithms for Graphics and Image Processing*. Computer Science Press, 1982.
- Peuquet D. J. and A. R. Boyle. *Raster scanning, processing and plotting of cartographic documents*. SPAD Systems, 1984.
- Star J. and J. Estes. *Geographic Information Systems. An Introduction*. Prentice Hall, 1990.
- Τσούλος Λ. *Ψηφιακή Χαρτογραφία*. Τομέας Τοπογραφίας ΕΜΠ. Αθήνα, 1991.



**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ****Γεωγραφικά φαινόμενα****Επεξεργασία γεωγραφικών δεδομένων**

Η καταγραφή των γεωγραφικών φαινομένων γίνεται με αριθμούς και πολυπληθείς ομάδες δεδομένων. Για να μπορεί κάποιος να αντιληφθεί ένα θέμα πρέπει να αρθεί η σύγχυση και πολυπλοκότητα, που δημιουργεί π.χ. ένας μεγάλος πίνακας από αριθμούς. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της χαρτογραφικής διαδικασίας, δηλαδή συνθέτοντας και στη συνέχεια διαβάζοντας ένα χάρτη που απεικονίζει τα δεδομένα.

Η χαρτογραφική επεξεργασία έχει σαν σκοπό, την αποτελεσματική (ευκρινή, αξιόπιστη και καταληπτή) απεικόνιση των φαινομένων - θεμάτων, μέσω των μεταβλητών που επιλέχθηκαν να συλλεγούν.

Το σύνολο αυτό των υπολογισμών, των συνηθισμένων στατιστικών μετρήσεων (π.χ. μέσες τιμές, αναλογίες), μπορεί να θεωρηθεί ότι υποκαθιστά ορισμένες χαρτογραφικές διαδικασίες γνωστές από την γενική χαρτογραφία όπως είναι η απλοποίηση και η κατηγοριοποίηση. Επομένως, η επεξεργασία μ'αυτή την έννοια μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί μέρος της χαρτογραφικής γενίκευσης.

Κάθε φαινόμενο είτε συγκεκριμένο (δρόμος) είτε αφηρημένο (θρησκευτική πίστη) που αναφέρεται στον γεωγραφικό χώρο, με την έννοια ότι έχει προσδιοριστεί ή είναι προσδιορίσιμη η θέση του, αποτελεί γεωγραφικό φαινόμενο. Συνήθως οι γεωγραφικές μεταβλητές με την βοήθεια των οποίων προσδιορίζεται η θέση ενός γεωγραφικού φαινομένου είναι πολύπλοκες. Η πολυπλοκότητα των γεωγραφικών μεταβλητών αφ'ενός, ο χαρακτήρας και οι ιδιότητες των δεδομένων με τα οποία καταγράφονται τα γεωγραφικά φαινόμενα αφ'ετέρου, για να απεικονιστούν με σωστό τρόπο σε έναν χάρτη, χρειάζεται να υποστούν κάποια προετοιμασία με την μορφή της επεξεργασίας, που στην χαρτογραφία ονομάζεται χαρτογραφική επεξεργασία.

Πρώτα απαιτείται η συσχέτιση της θέσης μεταξύ των δεδομένων, πράγμα που θεωρείται δεδομένο αν και αρκετές φορές ο καθορισμός της θέσης δεν είναι πάντα εύκολος.

Ισης σημασίας, είναι και η συστηματική προσέγγιση και περιγραφή των γεωγραφικών μεταβλητών και η ταξινόμησή τους σε κατηγορίες. Η ταξινόμηση γίνεται σύμφωνα με ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των δεδομένων.

### Ταξινόμηση γεωγραφικών δεδομένων

Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες γεωγραφικών δεδομένων εξετάζοντας τις διαστάσεις τους :

- σημειακά,
- γραμμικά,
- επιφανειακά και
- ογκομετρικά.

**Σημειακά δεδομένα:** Το σημείο είναι μια αδιάστατη θέση. Η κατηγορία αυτή αφορά δεδομένα που αναφέρονται σε μία τοποθεσία ή σε κάποιο σημείο και μπορούν να επαναλαμβάνονται σε διακριτές θέσεις.

Τέτοια δεδομένα μπορούν να είναι βάθη θαλασσών, διασταυρώσεις δρόμων, και αν μιλάμε για μεγάλη αφάιρηση μιά ολόκληρη πόλη, ή συνοπτικά χαρακτηριστικά μιάς περιοχής όπως π.χ. η μέση ετήσια παραγωγή. Τα δεδομένα αυτά αναφέρονται στο "κεντρικό" σημείο της περιοχής που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι το κέντρο βάρους της. Το ουσιαστικό χαρακτηριστικό των σημειακών δεδομένων είναι η συμπύκνωση του φαινομένου στη θέση του.

**Γραμμικά δεδομένα:** Είναι τα δεδομένα με μονοδιάστατο κυρίαρχο χαρακτηριστικό. Φαινόμενα που καταγράφονται με δεδομένα της κατηγορίας αυτής αν και μερικές φορές έχουν πλάτος, όπως π.χ. ένας δρόμος

(ποταμός κλπ.), η σχετική αναλογία του μήκους τους ως προς το πλάτος τους μας επιτρέπει να τα "αντιληφθούμε" σαν γραμμές. Παραδείγματα γραμμικών δεδομένων είναι η ακτογραμμή, η σιδηροδρομική γραμμή (συγκεκριμένα), τα όρια ανάμεσα σε διαφορετικές διοικητικές περιοχές, η πορεία διακίνησης υλικών, οι γραμμές διαχωρισμού ιδεών (αφηρημένα).

**Επιφανειακά δεδομένα:** Είναι τα διδιάστατα δεδομένα, με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την επιφανειακή κάλυψη του φαινομένου που αντιπροσωπεύουν. Το περιεχόμενο αυτής της κατηγορίας όπως και των άλλων είναι αρκετά μεγάλο. Τέτοια δεδομένα είναι, η εθνικότητα, η κύρια γλώσσα, η θρησκεία, το κλίμα κλπ.

**Ογκομετρικά δεδομένα:** Είναι τα δεδομένα με τριδιάστατο περιεχόμενο. Μπορούν να είναι διανοητικής υπόστασης (πληθυσμός πόλεως) ή περισσότερο απτά, όπως ο όγκος των κατακρημνύσεων σε μία περιοχή, ή ο όγκος παραγωγής κάρβουνου, μιάς περιοχής. Τα δεδομένα αυτά προκύπτουν με διάφορους τρόπους, από απλές αθροίσεις, αναφερόμενες σε μία επιφάνεια αναφοράς, ή αποτελούν γεωγραφική πυκνότητα δηλαδή αριθμό μονάδων ενός φαινομένου, ανά μονάδα επιφάνειας.

Η κατάταξη ενός φαινομένου δεν είναι μονοσήμαντα ορισμένη σε μία από τις τέσσερις παραπάνω κατηγορίες και εξαρτάται από τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε το φαινόμενο. Για παράδειγμα μία πόλη, σαν θέση μπορεί να ειπωθεί ή σαν σημειακό δεδομένο, ή σαν επιφανειακό (αναφερόμενοι στον πληθυσμό της).

Δεδομένου ότι ένας χάρτης είναι εν γένει διδιάστατος, ανεξάρτητα από την ταξινόμηση των γεωγραφικών δεδομένων ως προς τις διαστάσεις τους, υπάρχει το πρόβλημα της απεικόνισης των τριδιάστατων ή αλλιώς των ογκομετρικών δεδομένων. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την ένταξη της κατηγορίας αυτής, ανάλογα με το θέμα και τον σκοπό του χάρτη, στις τρεις προηγούμενες κατηγορίες δεδομένων (σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά). Για παράδειγμα, ο πληθυσμός μπορεί να απεικονιστεί σαν να ενυπάρχει στην πόλη που αντιστοιχεί, με σημειακό σύμβολο, ή με ισαριθμικές καμπύλες (γραμμικό σύμβολο), ή τέλος στην επιφάνεια που αντιστοιχεί (επιφανειακό σύμβολο). Αντίστοιχα, ο όγκος του μεταφερόμενου κάρβουνου μέσω σιδηροδρομικής γραμμής μπορεί να απεικονιστεί με γραμμή (γραμμικό σύμβολο).

### Συνέχεια και ομαλότητα των γεωγραφικών φαινομένων

Μερικά γεωγραφικά φαινόμενα είναι ασυνεχή ή διακριτά με την έννοια ότι κατανέμονται στον γεωγραφικό χώρο σε ανεξάρτητα τμήματα διακριτά μεταξύ τους χωρίς να εμφανίζονται στις ενδιάμεσες θέσεις. Παραδείγματα τέτοιων φαινομένων είναι τα κτίρια, οι βιομηχανικές ζώνες, οι πόλεις, οι διαδρομές μετακινήσεων.

Σε αντίθεση με αυτά, υπάρχουν φαινόμενα των οποίων η κατανομή είναι συνεχής. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία πάνω στην γήινη επιφάνεια, το ανάγλυφο, οι χρήσεις γης κλπ. Είναι όμως ανθρώπινα αδύνατη η μέτρηση ενός συνεχούς φαινομένου σ' όλες τις θέσεις που εμφανίζεται. Δηλαδή, τα δεδομένα είναι πάντα διακριτά-ασυνεχή. Με κατάλληλη επεξεργασία όμως, είναι δυνατή η απεικόνισή τους με μορφή που να αναπαριστά την συνέχειά τους. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι είναι διακριτές οντότητες, ο πληθυσμός επομένως πρέπει να καταταχθεί σαν ασυνεχής, όμως ο αριθμός των ανθρώπων που αναφέρονται σε μία επιφάνεια, με την έννοια της πυκνότητας (κάτοικοι ανά  $\text{km}^2$ ), αυτομάτως μετατρέπεται σε συνεχές φαινόμενο, μιά και όλες οι επιφάνειες θα έχουν κάποια τιμή (συμπεριλαμβανομένης και της τιμής μηδέν).



Τα γεωγραφικά φαινόμενα έχουν επίσης τον χαρακτήρα των εξομαλυμένων ή μη εξομαλυμένων κατανομών. Εξομαλυμένα φαινόμενα είναι αυτά για τα οποία η διαφοροποίηση από θέση σε θέση γίνεται σταδιακά και όχι απότομα (π.χ. η ατμοσφαιρική πίεση). Μη εξομαλυμένα φαινόμενα είναι αυτά των οποίων η διαφοροποίηση γίνεται απότομα στο όριο μεταξύ δύο περιοχών (π.χ. χήρεις γης).

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω, συνήθως, τα επιφανειακά δεδομένα είναι μη εξομαλυμένα, ενώ τα ογκομετρικά εξομαλυμένα.

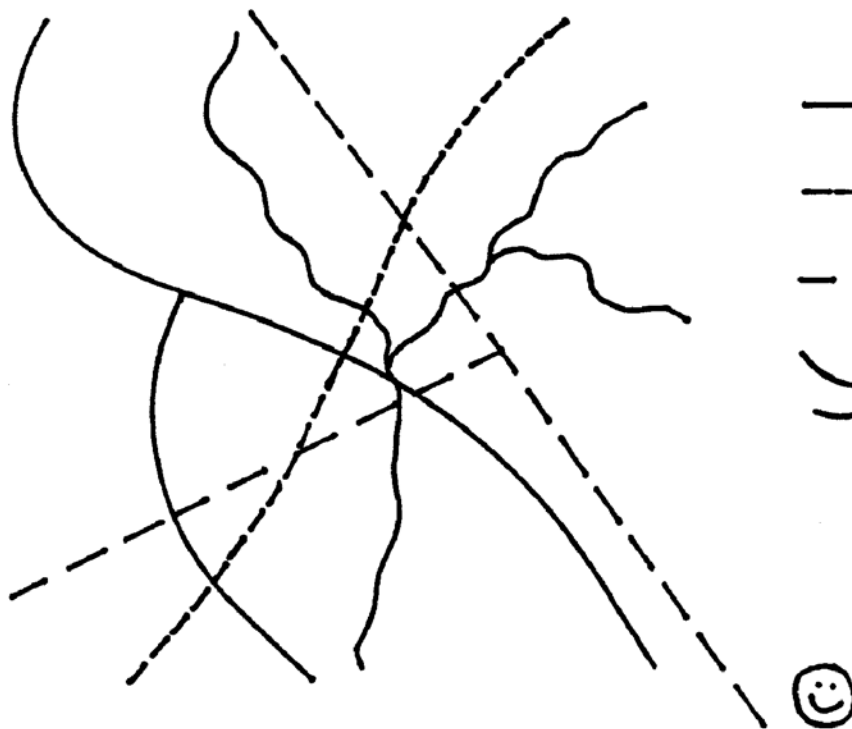
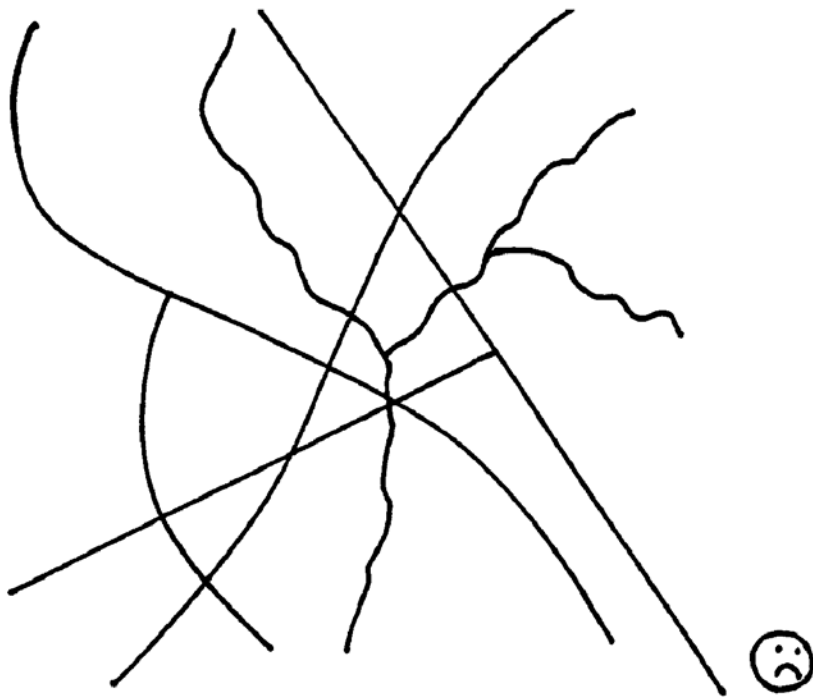
#### Σύστημα ιεράρχησης γεωγραφικών δεδομένων

Τα σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά και ογκομετρικά δεδομένα είναι αναγκαία για τον καταγραφή της μορφής των γεωγραφικών φαινομένων. Με την ταξινόμηση αυτή, γίνεται η γεωγραφική κατάταξη ως προς τον χώρο και ικανοποιείται με τον τρόπο αυτό μία σημαντική λειτουργία του χάρτη, όμως η λειτουργία του χάρτη προϋποθέτει και άλλα στοιχεία διαφοροποίησης των δεδομένων, μιά και υπάρχουν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις μέσα σε κάθε μία από τις πιο πάνω κατηγορίες δεδομένων. Ένας χάρτης που απεικονίζει όλες τις θέσεις των

ποταμών, των δρόμων, των ορίων και των σιδηροδρόμων, σαν γραμμικά δεδομένα, αλλά αδυνατεί να απεικονίσει ποιό είναι το καθένα, προφανώς είναι άχρηστος (εικόνα 7). Για την χαρτογραφία η πιο σημαντική μέθοδος περιγραφής και παρατήρησης χαρακτηριστικών και ταξινόμησης σε κατηγορίες, είναι αυτή που αναφέρεται σε τρεις κλίμακες ιεράρχησης. Η μέθοδος αυτή λέγεται σύστημα ιεράρχησης και οι τρεις κλίμακες είναι κατά σειρά :

η ονομαστική κλίμακα,  
η κλίμακα τάξης και  
η κλίμακα διαστήματος.

**Ονομαστική κλίμακα:** Αναφέρεται στην απομόνωση των ουσιαστικών χαρακτηριστικών ενός συνόλου φαινομένων, το κριτήριο διαφορισμού στηρίζεται σε ποιοτικές συσχετίσεις, αδιαφορώντας τελείως για τις ποσοτικές. Παραδείγματα της κατηγορίας αυτής του συστήματος ιεράρχησης αποτελεί η διαφοροποίηση μεταξύ πόλης, πυροσβεστικού κρουού, δένδρου, στύλου ΔΕΗ κλπ. (για σημειακά δεδομένα). Επίσης, μεταξύ δρόμου, ποταμού, σιδηροδρομικής γραμμής, ακτογραμμής κλπ. (για γραμμικά δεδομένα). Ακόμα, μεταξύ θρησκευτικής πίστης, ειδών καλλιεργειών, χήρσεων γης κλπ. (για επιφανειακά δεδομένα). Τέλος, μεταξύ



- δρόμοι
- - - - - σιδ/δρομοι
- - - - - όρια
- ~ ~ ~ ~ ~ ποτάμια

Εικόνα 7

ανάγλυφου, πληθυσμού, παραγωγής, ατμοσφαιρικής πίεσης κλπ. (γιά ογκομετρικά δεδομένα).

**Κλίμακα τάξης:** Αναφέρεται σε ποσοτική διαφόριση που εκφράζεται από μετρήσεις οι οποίες ανάγονται σε τάξη μεγέθους. Στην κατηγορία αυτή, μας ενδιαφέρει μόνο η τάξη μεγέθους, καθώς οι μετβλητές μεταβάλλονται από την μικρότερη στην μεγαλύτερη τιμή, χωρίς να γίνεται αναφορά γιά συγκεκριμένη αριθμητική τιμή. Γιά 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 "διαβάσει" τον χάρτη να συμπεράνει γιά ορισμένες από τις σημειακές, γραμμικές, επιφανειακές και ογκομετρικές μεταβλητές, συγκρίνοντάς τις με άλλες, ότι είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες ή λιγότερο σημαντικές, νεώτερες ή παλαιότερες κλπ., αλλά αδυνατεί να συμπεράνει συγκεκριμένα μεγέθη διαφοροποίησης.

**Κλίμακα διαστήματος:** Η συγκεκριμένη κατηγορία προσθέτει την πληροφορία γιά το διάστημα μεταξύ των τάξεων μεγέθους στην περιγραφή του φαινομένου που επιτελεί η προηπούμενη κατηγορία. Γιά να χρησιμοποιήσουμε την κλίμακα διαστήματος, πρέπει προηπούμενως να έχουμε ορίσει την στοιχειώδη μονάδα με την οποία εκφράσουμε την ποσότητα της

διαφοροποίησης σαν πολλαπλάσιό της. Γιά παράδειγμα, διαφοροποιούμε τις θερμοκρασίες χρησιμοποιώντας σαν μονάδα μέτρησης τους βαθμούς Κελσίου ( $^{\circ}\text{C}$ ). Τις πόλεις, χρησιμοποιώντας σαν μονάδα τον άνθρωπο (μονάδα πληθυσμού). Τα υψόμετρα, χρησιμοποιώντας σαν μονάδα το μέτρο (m).

Αν και με την κλίμακα διαστήματος οι σημειακές, γραμμικές, επιφανειακές και ογκομετρικές μεταβλητές διαμορφώνουν όλο και μεγαλύτερη πληροφόρηση στον χρήστη σε σχέση με την ονομαστική και κλίμακα τάξης, ο χρήστης του χάρτη πρέπει να είναι προσεκτικός στα συμπεράσματά του σε σχέση με την φύση της στοιχειώδους μονάδας που έχει επιλεγεί να μετρηθεί το μέγεθος. Γιά παράδειγμα, δεν είναι σωστό να αντιληφθεί κανείς ότι θερμοκρασία  $40^{\circ}\text{C}$  σημαίνει δύο φορές θερμότερη απ'ότι θερμοκρασία  $20^{\circ}\text{C}$ .

Οι τρεις κλίμακες (πίνακας 4), ονομαστική, κλίμακα τάξης και διαστήματος, προοδευτικά εμβαθύνουν στην περιγραφή των φαινομένων. Κάθε πληροφορία διαχωρίζεται ποιοτικά (ονομαστική κλίμακα), στη συνέχεια προστίθεται η τάξη μεγέθους με την οποία διακμαίνεται (κλίμακα τάξης) και τέλος ορίζεται το συγκεκριμένο μέγεθός της μέσα στην τάξη μεγέθους που βρίσκεται (κλίμακα διαστήματος).

Γεωγραφικά φαινόμενα	Σημειακά	Γραμμικά	Επιφανειακά	Ογκομετρικά
Ονομαστική κλίμακα	Πόλη	Δρόμος	Τύπος εδάφους	Βροχόπτωση
Κλίμακα τάξης	Μεγάλη πόλη	Βασική οδική αρτηρία	Ποιότητα Αγαθών	Μεγάλη Βροχόπτωση
Κλίμακα διαστήματος	Πληθυσμός	Οριο αντοχής	Ικανότητα Παραγωγής	Υψος Βροχόπτωσης

Πίνακας 4

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Ένα μεγάλο μέρος αντικειμένων θεματικών χαρτών σήμερα (και πιθανά μεγαλύτερο στο μέλλον) αφορά βασικά χάρτες που απεικονίζουν στατιστικές πληροφορίες. Οι χάρτες αυτοί απεικονίζουν ήδη εκδομένες στατιστικές, είτε απεικονίζουν δεδομένα των οποίων η επεξεργασία ακολουθεί στατιστικές μεθόδους. Η πρώτη περίπτωση είναι προφανής, η δεύτερη λιγότερο προφανής αλλά πιθανά μεγαλύτερης σημασίας. Για παράδειγμα, το είδος του εδάφους είναι ένας τρόπος έκφρασης της στατιστικής μέσης τιμής των εδαφών. Συνθέτοντας επομένως ένα χάρτη εδαφών, απαιτείται η απεικόνιση των ειδών των εδαφών σε κατηγορίες. Η εικόνα που δημιουργείται από δορυφορικούς δέκτες προϋποθέτει την ανάλυσή της και την επεξεργασία της με στατιστικές μεθόδους. Οι εθνικές προδιαγραφές για την ακρίβεια των χαρτών μεγάλης κλίμακας στηρίζονται σε στατιστική ανάλυση. Παραπέρα, πολλά από τα δεδομένα με τα οποία εργάζεται ο χαρτογράφος, αποτελούν δείγματα που συλλέγονται με διάφορους τρόπους και η αναπαράσταση της πραγματικότητας μέσω αυτών, δεν είναι δυνατόν να υλοποιηθεί εκτός αν ο χαρτογράφος έχει μια ξεκάθαρη εικόνα της αξιοπιστίας των δεδομένων και της σχετικής καταλληλότητας των διάφορων

στατιστικών μετρήσεων.

Ο χαρτογράφος πρέπει, λοιπόν, να χρησιμοποιήσει στην εργασία του στατιστικές τεχνικές. Κάθε χαρτογράφος, επομένως, πρέπει να είναι εξοικειωμένος με ορισμένα βασικά περιεχόμενα των στατιστικών μεθόδων.

Το πρώτο βήμα στην χαρτογραφική επεξεργασία, είτε ο χάρτης είναι γενικός είτε θεματικός, είναι να αποφασισθεί η ιεραρχική αξιολόγηση των διαφόρων κατηγοριών δεδομένων που θα απεικονιστούν. Πρέπει να επιλεγούν οι βασικές μορφές μέσα από τις οποίες θα απεικονιστούν τα δεδομένα, για παράδειγμα, εάν κάθε ομάδα δεδομένων θα αντιμετωπίζεται σαν διακριτή ή συνεχή κατανομή. Υστερα από την βασική αυτή απόφαση και επιλογή, ο χαρτογράφος μπορεί να περάσει στην χειρισμό μίας πληθώρας προβλημάτων που αφορούν τα δεδομένα.

Καθώς τα στατιστικά δεδομένα προέρχονται από διαφορετικές πηγές, συνήθως είναι αναγκαίο να ομογενοποιηθούν ώστε να προκύψουν συγκρίσιμες τιμές. Για παράδειγμα, οι διάφορες χώρες χρησιμοποιούν διαφορετικές μονάδες μετρήσεων, συχνά οι μονάδες αυτές πρέπει να μετατραπούν σε μια κοινή για λόγους καθαρά ομοιομορφίας. Αν χρειαστεί να δημιουργηθεί ένας χάρτης ενεργειακών αποθεμάτων θα πρέπει να μετατραπούν οι μονάδες όγκου και βάρους στο ίδιο

σύστημα για να προκύψουν συγκρίσιμες τιμές. Συχνά, είναι αναγκαίο μέσω της στατιστικής επεξεργασίας να αφαιρεθούν δεδομένα που δεν ζητείται η απεικόνισή τους, π. χ. η προετοιμασία ενός χάρτη αγροτικού πληθυσμού αναφερόμενου σε δεδομένα περιφερειών της χώρας. Οι συνολικοί πληθισμοί και τα άλλα απαραίτητα δεδομένα περιέχονται, συνήθως, στα στοιχεία πινάκων μίας γενικότερης απογραφής των περιφερειών. Οι πληθισμοί και τα λοιπά στοιχεία των κατηγοριών που δεν ενδιαφέρει να απεικονιστούν, προφανώς θα αφαιρεθούν από την γενική απογραφή των περιφερειών.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό παράδειγμα στατιστικής επεξεργασίας είναι οι γνωστοί περιφερειακοί ισοθερμικοί χάρτες. Το αντικείμενο των χαρτών αυτών είναι η συσχέτιση ανάμεσα στις θερμοκρασίες, το εύρος και τις μάζες του αέρα. Όμως, η τοπική επίδραση του ανάγλυφου πρέπει να αφαιρεθεί, η αφαίρεση αυτή επιτυγχάνεται με την μετατροπή της τιμής της θερμοκρασίας ώστε να αντιστοιχεί στην στάθμη της θάλασσας.

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας για την ομογενοποίηση των στατιστικών δεδομένων, το επόμενο βήμα είναι να μετατραπούν σε δεδομένα ικανά να απεικονιστούν. Τέτοια στατιστικά μεγέθη είναι οι λόγιοι, πυκνότητες, ποσοστά, δυναμικά, τα

οποία υπολογίζονται πριν από την σχεδίαση του χάρτη.

Η στατιστική επεξεργασία προϋποθέτει προφανώς υπολογισμούς, οι υπολογισμοί αυτοί ανάλογα με τον όγκο και την πολυπλοκότητα τους γίνονται με την βοήθεια Η/Υ επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση χρόνου και ακρίβεια στα αποτελέσματα. Στη περίπτωση όμως αυτή, απαιτείται να έχουν επιλεγεί και δημιουργηθεί τα κατάλληλα προγράμματα.

#### Πρωτογενή και παράγωγα δεδομένα

Όλοι οι χάρτες ανήκουν σε μιά από τις δύο κατηγορίες: να απεικονίζουν απόλυτες, παρατηρούμενες ποιότητες ή ποσότητες, είτε παράγωγες ποιότητες ή ποσότητες.

Παραδείγματα της πρώτης κατηγορίας είναι χάρτες που απεικονίζουν διάφορες κατηγορίες χρήσεων γης, τα συγκοινωνιακά δίκτυα, τις παραγωγές αγαθών, το ανάγλυφο κλπ. Οι ποιότητες ή ποσότητες των παρατηρήσεων αυτών αφορούν μιά μοναδική κατηγορία δεδομένων, και εκφράζονται από τον χάρτη με απόλυτους όρους σε σχέση με κάποια μετρητική κλίμακα π. χ. περιοχή πρασίνου, εξαγωγή υδροηλεκτρικής ισχύος ανά περιφέρεια ή αριθμός κατοίκων ανά περιφέρεια. Σ' αυτή την ομάδα μπορούν να παρασταθούν μαζί, πολλοί πιθανοί συνδυασμοί και διάφορα

είδη τιμών. Σε καμιά περίπτωση όμως, δεν εκφράζονται τα δεδομένα αλληλοσυσχετιζόμενα, όπως κατανάλωση υπηρεσιών κατά κεφαλή ή ποσοστά μεταβολής πυκνότητας πληθυσμού.

Στη δεύτερη κατηγορία χαρτών απεικονίζονται παράγωγες τιμές που εκφράζουν είτε κάποιο είδος συναθροίσεων ή σχέσεις ανάμεσα σε δύο ομάδες από δεδομένα. Για παράδειγμα, κάτοικοι ανά km<sup>2</sup>, μέση τιμή θερμοκρασιών μηνός Ιουνίου του τρέχοντος έτους, κατά κεφαλή εισόδημα, περιοχές ομοιόμορφων κλίσεων εδάφους. Η κατηγορία, παράγωγων χαρτών, περιλαμβάνει τέσσερεις γενικές ομάδες σχέσεων: τις μέσες τιμές, τις αναλογίες, τις πυκνότητες και τα δυναμικά.

Κάθε μία από τις ομάδες αυτές αναλύεται παρακάτω στις σημειώσεις, πρέπει όμως να δοθεί μεγάλη προσοχή στο ότι οι ποσότητες αυτές, και ειδικά οι μέσες τιμές και οι αναλογίες, μπορεί να οδηγήσουν σε λάθος συμπεράσματα αν δεν έχουν κατανοηθεί πλήρως τα χαρακτηριστικά και η επεξεργασία των δεδομένων από τον χαρτογράφο, και έχουν παρουσιαστεί με λάθος τρόπο στον χρήστη.

### Μέσες τιμές

Οι μέσες τιμές αποτελούν ίσως το πλέον κοινό παράδειγμα παράγωγου

μεταβλητής. Συχνά καλούνται μετρίρεις μέσης τάσης ή έκφρασης ενός φαινομένου επειδή η ποιότητα ή ποσότητα που έχει συλλεγεί χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει μία ομάδα από ποιότητες ή ποσότητες. Υπάρχουν πολλοί τύποι μέσων τιμών αλλά γενικά μόνο τρεις συναντούν συχνή εφαρμογή στη θεματική χαρτογραφία.

### Αριθμητικός μέσος

Ο αριθμητικός μέσος έχει ευρεία εφαρμογή. Πολλοί χάρτες όπως κλίματος, εσόδων, παραγωγής, και άλλων στοιχείων που σχετίζονται με τη μελέτη του φυσιολογικού και πολιτιστικού χαρακτήρα περιοχών στηρίζονται στους αριθμητικούς μέσους που προκύπτουν από την αναγωγή μεγάλων ποσοτήτων στατιστικών δεδομένων. Ο αριθμητικός μέσος συμβολίζεται με  $\bar{X}$  και δίνεται από τη σχέση :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N},$$

όπου  $\sum X$  είναι το άθροισμα όλων των τιμών της μεταβλητής  $X$  και  $N$  ο αριθμός των συμβάντων της  $X$ .

Ορισμένες φορές ο αριθμητικός μέσος πρέπει να προκύπτει ύστερα από τη χρήση βαρών. Για παράδειγμα, ένας

χάρτης της Ελλάδας που απεικονίζει τον αριθμό των αγροτεμαχίων ανά στρέμμα για τους διάφορους νομούς, μέσω δεδομένων σε επίπεδο επαρχίας. Δεδομένου ότι το μέγεθος των επαρχιών ποικίλει, εάν δώσουμε ίσο βάρος σε όλες τις τιμές τότε ο αριθμητικός μέσος που θα προκύψει θα είναι πλασματικός για τον κάθε νομό. Για τον λόγο αυτό όταν οι τιμές της μεταβλητής  $X$  κατανέμονται σε μία επιφανειακή έκταση πρέπει να χρησιμοποιούμε σαν βάρος την επιφανειακή τους έκταση. Αυτό επιτυγχάνεται εύκολα με το να πολλαπλασιαστεί η τιμή μεταβλητής  $X$  με το εμβαδόν της περιοχής που αντιστοιχεί, να αθροίσουμε τα γινόμενα αυτά και να τα διαιρέσουμε με το συνολικό εμβαδόν. Μία γενική έκφραση του αριθμητικού μέσου με βάρη δίνεται από τη σχέση :

$$\bar{X} = \frac{\sum aX}{\sum a},$$

όπου το  $\sum aX$  εκφράζει το άθροισμα των γινομένων κάθε τιμής της μεταβλητής  $X$  πολλαπλασιασμένης με την επιφάνεια  $a$  που αντιστοιχεί και  $\sum a$  την συνολική επιφάνεια. Ο αριθμητικός μέσος που προκύπτει από την διαδικασία αυτή λέγεται συχνά και γεωγραφικός μέσος.

### Μεσαία τιμή

Η μεσαία τιμή αποτελεί έναν άλλο τρόπο μέτρησης της μέσης τάσης, έκφρασης ενός φαινομένου. Εάν ταξινομήσουμε κατά αύξουσα σειρά όλες τις τιμές μίας μεταβλητής από την μικρότερη ως την μεγαλύτερη, η μεσαία τιμή είναι η τιμή που αντιστοιχεί στη μέση αυτής της ταξινόμησης. Μία γενική έκφραση της μεσαίας τιμής  $X$ , δίνεται από την σχέση :

$$X = X(N/2),$$

όταν  $X(i) < X(i+1) < X(i+2)$   
και  $i = 1, \dots, N - 2,$

όπου  $X$  είναι οι τιμές της μεταβλητής και  $N$  ο αριθμός των συμβάντων της  $X$ . Αυτό σημαίνει ότι οι μισές τιμές θα είναι μεγαλύτερες και οι μισές μικρότερες από την μεσαία τιμή. Σύμφωνα με το παράδειγμα που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα, μπορούμε να απεικονίσουμε την μεσαία τιμή στην ίδια περίπτωση. Αυτή προκύπτει αν οι τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε επαρχία ταξινομηθούν κατά αυξανόμενη σειρά οπότε πάρουμε σαν αντιπροσωπευτική τιμή, αυτήν που θα αντιστοιχεί στην μεσαία θέση.

Ομως, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα, αν οι επαρχίες ποικίλουν ως προς το μέγεθος, τότε επηρεάζεται και η τιμή για τον νομό, οπότε μεσαία τιμή πρέπει να προκύψει χρησιμοποιώντας βάρη. Όταν γίνει



αυτό, τότε ο γεωγραφικός μέσος αντιπροσωπεύει την τιμή κάτω και πάνω από την οποία αντιστοιχεί η μισή από την συνολική επιφάνεια. Η μέθοδος απαιτεί να ταξινομηθούν κατά αύξουσα σειρά οι επιφάνειες και οι αντίστοιχες τιμές. Ξεκινώντας από την αρχή, είτε από το τέλος της σειράς αθροίζουμε διαδοχικά τις επιφάνειες κάθε τιμής. Η μεσαία τιμή είναι αυτή που αντιστοιχεί σε εκείνο το άθροισμα που είναι ίσο με το μισό του συνολικού εμβαδού.

#### Τυπική τιμή

Η τυπική τιμή αποτελεί τον τρίτο τρόπο έκφρασης της μέσης τιμής ενός φαινομένου. Είναι η τιμή ή το χαρακτηριστικό που εμφανίζεται με την μεγαλύτερη συχνότητα. Μιά γενική έκφραση της τυπικής τιμής  $X$ , δίνεται από την σχέση :

Αν  $f(X)$  η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής  $X$ ,

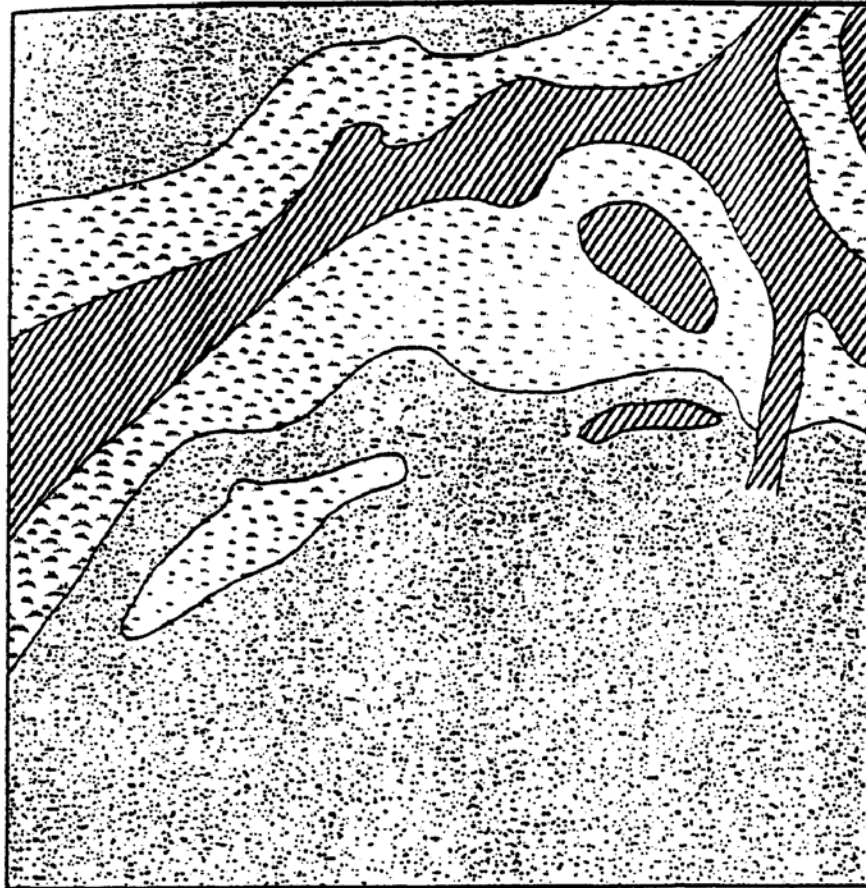
$X = X_i :$

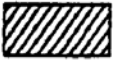


$X_i = \max \{f(X_1), \dots, f(X_N)\},$

όπου  $N$  ο αριθμός των συμβάντων της  $X$ .

Η τυπική τιμή αποτελεί το βασικότερο μέγεθος απεικόνισης σε χάρτες που επικρατεί η επίδραση πολλών ειδών επιφανειακών φαινομένων. Τέτοια δεδομένα αποτελούν οι χρήσεις

γης, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά, η βλάστηση, οι γλωσσολογικές περιοχές κλπ. Ο υπολογισμός της τυπικής τιμής συχνά είναι πολύ απλός, όπως στην περίπτωση π.χ. ενός κάματος που έχει πλειοψηφίσει σε κάποιες εκλογές, το κυριότερο καίσιμο που χρησιμοποιείται στη λειτουργία των εργοστασίων. Οι χάρτες μεγάλης κλίμακας ονομαστικών κατανομών, π.χ. χρήσεων γης, απλά εντοπίζουν τις κατηγορίες απεικονίζοντας τα όριά τους. Έτσι, κάθε τέτοια τυπική τιμή είναι απόλυτη, με την έννοια ότι μέσα στα όριά της δεν παρεμβάλλεται κάποια άλλη. Από την άλλη μεριά, για χάρτες μικρής κλίμακας, είναι πολύ πιο δύσκολο να απεικονιστούν τέτοιες κατανομές, γιατί οι διάφορες κατηγορίες είναι πλέον πολύ μικρές σε επιφάνεια. Στις περιπτώσεις αυτές, η τυπική τιμή πρέπει να προσδιοριστεί όπως ορίζεται από την παραπάνω σχέση δηλαδή να είναι αυτή που καταλαμβάνει αναλογικά με τις άλλες, τη μεγαλύτερη επιφάνεια. Τελικά, ολόκληρη η απεικονιζόμενη επιφάνεια χωρίζεται σε μικρά τμήματα και η τυπική τιμή υπολογίζεται για καθένα από αυτά. Πολλές φορές η επιλογή δεν είναι πάντα εύκολη (π.χ. εικόνα 8).



-  δάσος
-  θαμνώδης έκταση
-  βοσκότοποι

Εικόνα 8

Ο προσδιορισμός της τυπικής ποιότητας μίας περιοχής μπορεί να είναι λανθασμένος εκτός, αν η κατανομή που απεικονίζεται είναι οφθαλμοφανής. Ακόμα και τότε είναι πιθανό δύο ή περισσότερες κατηγορίες να καταλαμβάνουν περίπου ίσες επιφάνειες. Όσο μικραίνουν όμως τα τμήματα αυτά τόσο μειώνονται τέτοιου είδους προβλήματα.

Ένα λοιπόν από τα τρία είδη προσδιορισμού της μέσης τιμής θα αναπαριστά αξιόπιστα τον χαρακτήρα της κατανομής του φαινομένου. Σε αντίθετη περίπτωση η κατανομή του φαινομένου μέσω της μέσης τιμής δεν θα είναι αντιπροσωπευτική. Για το λόγο αυτό υπάρχουν δείκτες που περιγράφουν κατά πόσο ο αριθμητικός μέσος, η μεσαία τιμή και η τυπική τιμή μπορούν να χαρακτηρίσουν μία σειρά από δεδομένα. Οι δείκτες αυτοί για ορισμένες περιπτώσεις περιγράφονται παρακάτω σε ξεχωριστή ενότητα.

### Αναλογίες

Είναι η δεύτερη κατηγορία παράγωγων μεγεθών που προκύπτουν από μετρήσεις, εκφράζονται σαν λόγοι, ρυθμοί μεταβολής, αναλογίες και ποσοστά. Η κατηγορία αυτή αναφέρεται σε μετρήσεις ενός φαινομένου ανά μονάδα

κάποιου άλλου φαινομένου, ή κάποιο στοιχείο από τα δεδομένα αποχωρίζεται και συγκρίνεται με το σύνολο. Για παράδειγμα, χάρτες που απεικονίζουν το ποσοστό των βροχερών ημερών, ρυθμούς θνησιμότητας, ή ταχύτητα αύξησης-μείωσης των φαινομένων. Σ' αυτή την ομάδα η απεικονιζόμενη αριθμητική τιμή κανονικά θα είναι το αποτέλεσμα μίας από τις παρακάτω σχέσεις :

λόγος ή ρυθμός μεταβολής :  $\frac{na}{nb}$ ,

αναλογία :  $\frac{na}{N}$ ,

ποσοστό :  $\frac{na}{N} \times 100$ ,

όπου  $na$  είναι ο αριθμός μίας κατηγορίας, αντίστοιχα  $nb$  μίας άλλης κατηγορίας και  $N$  ο συνολικός αριθμός όλων των κατηγοριών. Τέτοια στατιστικά μεγέθη ορισμένες φορές χαρακτηρίζουν μια γεωγραφική μέση τιμή. Παράδειγμα, οι δώδεκα κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο προκύπτουν από την διαίρεση του αριθμού των κατοίκων διά του συνολικού αριθμού των τετραγωνικών χιλιομέτρων στον οποίο αντιστοιχούν. Ο λόγος σχετίζεται με την πυκνότητα για την οποία θα αναφερθούμε παρακάτω.

Οι χάρτες που περιλαμβάνουν

παράγωγες πληροφορίες απεικονίζουν διαφοροποιήσεις από θέση σε θέση στην απεικονιζόμενη συσχέτιση και συνήθως προετοιμάζονται με αθροίσεις στατιστικών δεδομένων, είτε ως προς την επιφάνεια που αντιστοιχούν είτε σε σχέση με το χρόνο. Η καταλληλότητα της ποσότητας προφανώς εξαρτάται από την συγκεκριμένη χρήση για την οποία γίνονται.

Πρέπει να δίνεται προσοχή στην χρήση των ποσοστών, λόγων και ρυθμών μεταβολής σε σχέση με την αριθμητική τιμή που υπολογίζεται και το ίδιο το φαινόμενο. Δηλαδή, να αποφεύγονται συμπεράσματα όπως 100% αγροκτήματα με τρακτέρ, όταν υπάρχει σε μιά εκτεταμένη περιοχή ένα μόνο αγρόκτημα αλλά με τρακτέρ.

Επίσης, δεν πρέπει να εκφράζουμε με λόγο ποσότητες που δεν συγκρίνονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, δεν πρέπει να υπολογίζουμε τον αριθμό των τρακτέρ ανά αγρόκτημα, διαιρώντας τον συνολικό αριθμό των τρακτέρ με τον συνολικό αριθμό των αγροκτημάτων σε μιά επαρχία εκτός αν το μέγεθος των αγροκτημάτων (ή κάποιο άλλο κυρίαρχό τους στοιχείο) είναι σημαντικό.

### Πυκνότητες

Η τρίτη κατηγορία παράγωγων ποσοτήτων αποτελείται από το μέγεθος που συχνά

ονομάζουμε πυκνότητες. Τέτοιου είδους μετρήσεις προτιμώνται στις περιπτώσεις που το κύριο ενδιαφέρον ανάγεται σε γεωγραφικής αναφοράς πύκνωση ή αραιώση διακριτών φαινομένων. Παραδείγματα αποτελούν οι χάρτες του αριθμού κατοίκων (δένδρων, αγελάδων ή οποιοδήποτε άλλο γεωγραφικό φαινόμενο) ανά  $\text{km}^2$ , ή το μέσο διάστημα επίδρασης μεταξύ φαινομένων όπως σταθμοί εξυπηρέτησης ή σημεία συλλογής αλληλογραφίας. Η πυκνότητα υπολογίζεται από τη σχέση :

$$D = \frac{N}{A},$$

όπου  $N$  είναι ο συνολικός αριθμός του φαινομένου που αναφέρεται στην υπό μελέτη περιοχή, για παράδειγμα επαρχία, και  $A$  είναι το εμβαδόν της περιοχής αυτής.

Το μέσο διάστημα επίδρασης μεταξύ των φαινομένων, ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης της πυκνότητας υπολογίζεται από την σχέση :

$$S = 1.0746 \sqrt{\left[ \frac{A}{N} \right]},$$

όπου  $S$  είναι το μέσο διάστημα των στοιχείων ή η μέση απόσταση μεταξύ τους, εκφρασμένη σε αντίστοιχη γραμμική μονάδα με αυτή του εμβαδού  $A$ , με την παραδοχή ότι τα στοιχεία του φαινομένου  $N$  είναι ισαπέχοντα

μεταξύ τους, δηλαδή κατανέμονται σε εξαγωγικό κίναβο. Εάν δεχτούμε ότι η κατανομή στο χώρο των σημείων είναι σε τετραγωνικό κίναβο τότε το μέσο διάστημα λέγεται ενδογειτονική ισαποχή και εκφράζεται με την τετραγωνική ρίζα του αντίστροφου της πυκνότητας του πληθυσμού.

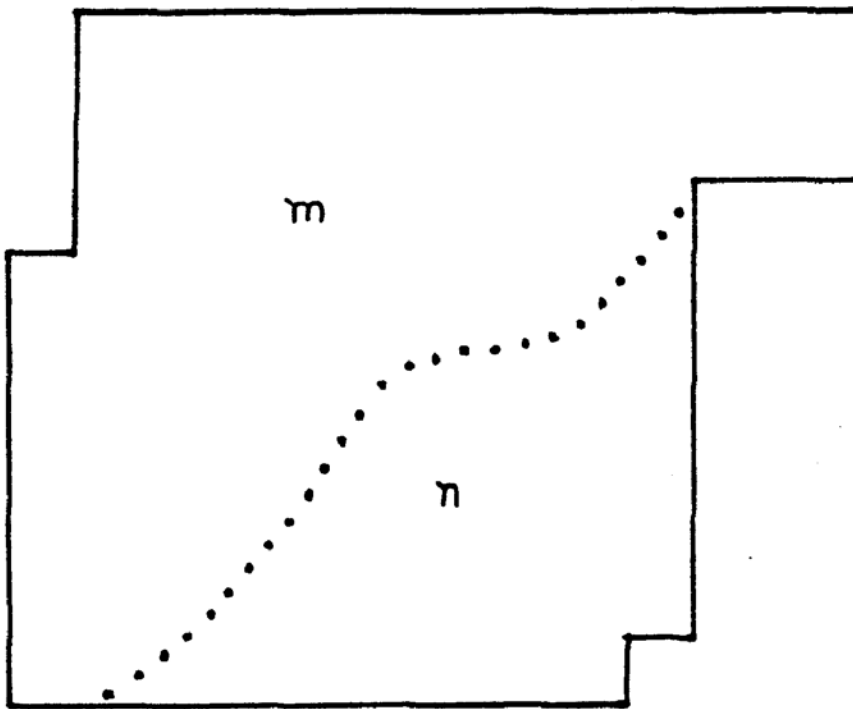
Η πυκνότητα αποτελεί στατιστικό μέγεθος που εκφράζει τις επιφανειακές κατανομές καλύτερα από οποιοδήποτε άλλο στατιστικό μέγεθος (π.χ. αναλογίες, λόγοι και ποσοστά). Σε πολλές περιπτώσεις, η τιμή της πυκνότητας που προκύπτει από τον συνολικό αριθμό των τιμών των φαινομένων και το συνολικό εμβαδόν της στατιστικής μονάδας του χώρου που έχει επιλεγεί, δεν αναδεικνύει τους συγκεκριμένους παράγοντες του θέματος που μας ενδιαφέρει να απεικονίσουμε. Για παράδειγμα, η σχέση ανάμεσα σε αριθμό ατόμων και παραγωγική έκταση σε περιοχή που επικρατεί ο γεωργικός χαρακτήρας, είναι περισσότερο χρήσιμη από την αναλογία, απλά, του πληθυσμού ως προς επιφάνεια. Εάν τα δεδομένα μας το επιτρέπουν, μπορούμε ευκολότερα να συσχετίσουμε τον πληθυσμό με την καλλιεργούμενη έκταση, ή με την παραγωγική έκταση που προκύπτει με κάποιο άλλο τρόπο ή με κάποια άλλη γεωγραφική έκταση, που θα είναι χρήσιμη για μία αντικειμενική ανάλυση.

Όταν δουλεύουμε με πυκνότητες και

μέσα διαστήματα, περιοριζόμαστε στην λεπτομέρεια που μπορούμε να παραστήσουμε από τα μεγέθη των στατιστικών μονάδων επιφάνειας (δηλαδή κοινοτήτων, επαρχιών, νομών). Γενικά, όσο μεγαλύτερες είναι οι μονάδες αυτές τόσο μικρότερες θα είναι και οι μεταβολές στις τιμές τους. Σε αρκετές περιπτώσεις τα αρχικά δεδομένα συμπληρώνονται και από άλλες πηγές με σκοπό να παραστήσουν μια κατανομή τόσο κοντά στην πραγματικότητα όσο είναι δυνατόν.

Ένας σχετικά ακριβής τρόπος να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι να γίνει εκτίμηση της πυκνότητας ενός τμήματος της εξεταζόμενης περιοχής χρησιμοποιώντας συμπληρωματικά δεδομένα. Στη συνέχεια είναι αναγκαίο να συνορθωθεί η τιμή για το υπόλοιπο τμήμα ώστε οι τροποποιήσεις να συμβιβάζονται με τα αρχικά δεδομένα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει με τον παρακάτω τρόπο (εικόνα 9.)

Ας θεωρήσουμε, για παράδειγμα, μία περιοχή προς μελέτη με γνωστή πυκνότητα,  $D$ . Ας θεωρήσουμε παρ'όλα αυτά ότι η περιοχή διαιρείται σε δύο τμήματα, το πρώτο  $m$  με αναλογία  $am$  της συνολικής έκτασης και το δεύτερο  $n$ , αντίστοιχα με  $1-am$  αναλογία της συνολικής έκτασης. Εάν η πυκνότητα για το τμήμα  $n$  είναι η  $Dn$ , αυτή υπολογίζεται θεωρώντας ότι και τα δύο τμήματα μαζί πρέπει να έχουν



$D = 90$  μονάδες

$D_{\mu} = 15$  μονάδες

$\alpha_{\mu} = 0.7$  μονάδες

.....

$D_{\eta} = 265$  μονάδες

Εικόνα 9

πυκνότητα  $D$ , δηλαδή από την σχέση :

$$D_n = \frac{D - a_m D_m}{1 - a_m},$$

Τα  $D_m$  και  $a_m$  μπορούν να εκτιμηθούν χωρίς μεγάλες απαιτήσεις ακριβείας. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεχίζεται αυτοεπαναλαμβανόμενη σε υποπεριοχές μέχρι να εξαντληθούν τα στατιστικά δεδομένα που διαθέτουμε (εικόνα 10).

### Δυναμικά

Το τέταρτο είδος παράγωγων ποσοτήτων αποτελούν τα δυναμικά. Χρησιμοποιούμε τα δυναμικά στις περιπτώσεις των φαινομένων, που η επίδραση στο γειτονικό τους χώρο είναι ανάλογη με το μέγεθος της τιμής τους, και αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης των θέσεων που εντοπίζονται.

Επειδή η θεώρηση αυτή αντλείται από τους φυσικούς νόμους που διέπουν την βαρυτική έλξη μεταξύ μαζών, ονομάζεται βαρυτική μέθοδος. Έχει μεγάλη εφαρμογή σε απεικονίσεις οικονομικών και πολιτιστικών στοιχείων.

Η τιμή του δυναμικού σε κάθε σημείο προκύπτει από το άθροισμα της τιμής του φαινόμενου στο σημείο αυτό με την επίδραση των τιμών από όλα τα άλλα σημεία. Το δυναμικό  $P_i$  στη θέση  $i$  του φαινομένου  $X$  θα δίνεται από την

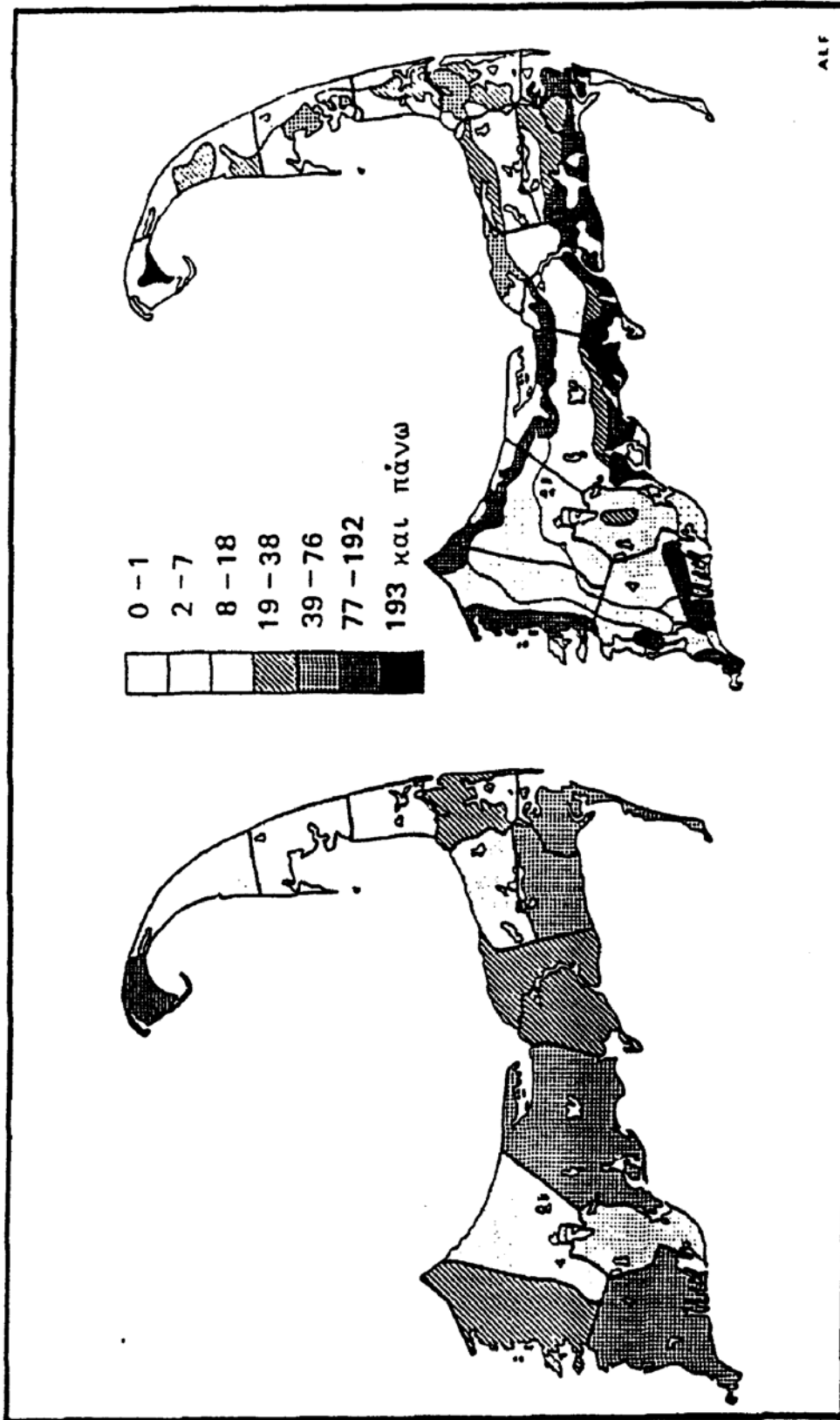
σχέση :

$$P = X_i + \sum \frac{X_j}{d_{ij}},$$

όπου  $X_j$  η τιμή του φαινομένου  $X$  σε κάθε άλλη θέση  $j$  και  $d_{ij}$  η απόσταση μεταξύ των εκάστοτε θέσεων  $i$  και  $j$ . Η προετοιμασία ενός χάρτη δυναμικού απαιτεί η άθροιση αυτή να επαναληφθεί για κάθε θέση, με τη βοήθεια αναγκαστικά  $H/Y$ , γιατί για παράδειγμα ο προσδιορισμός των δυναμικών σε 50 διαφορετικές θέσεις χρειάζεται περισσότερους από 2500 υπολογισμούς. Τα αποτελέσματα των απεικονιζόμενων τιμών εκφράζονται για τα διάφορα σημεία στις μονάδες του φαινομένου  $X$ . Για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων στρογγύλευσης συνήθως η απόσταση διαιρείται με μία σταθερή τιμή (π.χ. την μέγιστη τιμή των αποστάσεων).

### Σχέση μεταξύ αριθμητικού μέσου και τυπικής απόκλισης

Στην μεγάλη πλειοψηφία των χαρτών απεικονίζονται συνήθως μέσες τιμές αριθμητικών δεδομένων προσδιορίζοντας τον αριθμητικό μέσο. Όλα τα είδη της επίδρασης του χρόνου σε γεωγραφικά φαινόμενα όπως είναι οι βροχοπτώσεις, οι μετακινήσεις (επιβατών), η παραγωγή αγαθών, κλπ. συνήθως αναπαρίστανται στους θεματικούς



Εικόνα 10



χάρτες απεικονίζοντας την μέση τιμή που υπολογίζεται από μεγάλες ομάδες δεδομένων εφαρμόζοντας τις σχέσεις που αναπτύχθηκαν παραπάνω. Ο υπολογισμός της μέσης τιμής, με ή χωρίς βάρη, είναι σχετικά εύκολη διαδικασία, αλλά το κατά πόσο η μέση αυτή τιμή εκφράζει αντιπροσωπευτικά την εκτίμηση για την "κεντρική τάση" της συγκεκριμένης εκάστοτε ομάδας των δεδομένων δεν είναι και τόσο απλό να εκτιμηθεί.

Εάν οι ομάδες των παρατηρήσεων, όπως οι χαμηλότερες θερμοκρασίες κάθε ημέρας, ή ο αριθμός των αυτοκινήτων που διέρχεται από ένα σημείο μεταξύ 4.00 και 5.00 μ.μ. καθημερινά, εμπίπτουν σε ένα στενό εύρος διακίμανσης και τότε η μέση τιμή της ομάδας είναι γενικά μία καλή εκτίμηση. Αντίθετα αν οι τιμές ποικίλουν πολύ, που σημαίνει ότι έχουν μεγάλη διασπορά, τότε η μέση τιμή δεν αποτελεί μία καλή εκτίμηση. Η πιο χρήσιμη μέτρηση της διασποράς ή διαφορετικά ένας δείκτης της διασποράς είναι η στατιστική ποσότητα που ονομάζεται *τυπική απόκλιση*, η οποία αποτελεί κριτήριο του εύρους της απόκλισης των παρατηρήσεων όσον αφορά την απομάκρυνσή τους από τη μέση τιμή. Η τυπική απόκλιση βασίζεται σε ένα σημαντικό κομμάτι της στατιστικής ανάλυσης γνωστό σαν *κανονική κατανομή*, που περιγράφει την συχνότητα με την οποία διάφορες τιμές

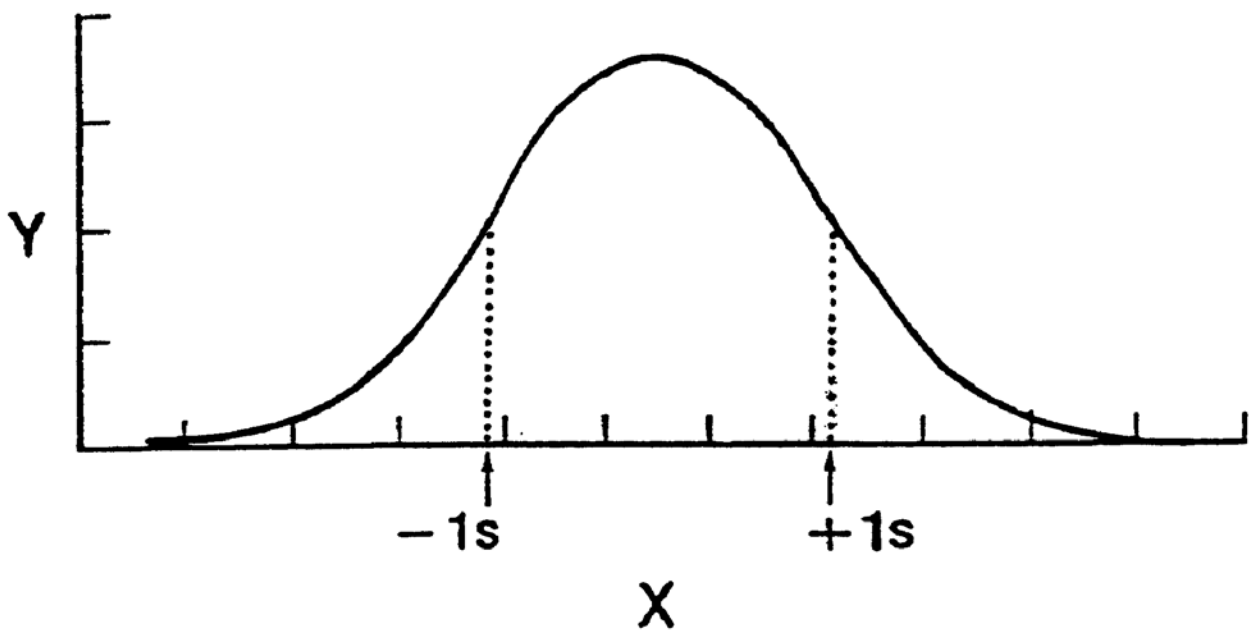
εμφανίζονται σε ένα σύνολο παρατηρήσεων. Η κανονική κατανομή αναπαριστά μια ιδεατή ομάδα παρατηρήσεων, στηριγμένη στη θεωρία των πιθανοτήτων και προσεγγίζει ικανοποιητικά ένα μεγάλο αριθμό φαινομένων (Εικόνα 11).

Σε μία ιδανική κανονική κατανομή οι γειτονικές τιμές του μέσου όρου εμφανίζουν την μεγαλύτερη συχνότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση δηλαδή η απομάκρυνση μίας τιμής από τη μέση τιμή, τόσο μικρότερη είναι και η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται. Στο διάγραμμα της συχνότητας εμφάνισης των τιμών (άξονας Y) ως προς τιμές των παρατηρήσεων (άξονας X), η κανονική κατανομή εμφανίζεται σαν μία καμπύλη που ομοιάζει με τη μορφή καμπάνας γνωστή σαν *κανονική καμπύλη*.

Η τυπική απόκλιση (S) είναι ένας τρόπος να εκφραστεί η διασπορά των τιμών γύρω από την μέση τιμή της κανονικής κατανομής και δίνεται από την σχέση :

$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N},$$

όπου η διαφορά (X- $\bar{X}$ ) είναι μεταξύ της τιμής και της μέσης τιμής και N ο αριθμός των παρατηρήσεων. Στην προηγούμενη σχέση αλλά και σ'αυτές που ακολουθούν ο αριθμός των παρατηρήσεων θεωρείται ότι είναι πολύ



Εικόνα 11

Η καμπύλη της κανονικής κατανομής.  
(Καμπύλη Gauss.)

μεγάλος. Για λόγους διευκόλυνσης στους υπολογισμούς χρησιμοποιούμε την ισοδύναμη σχέση :

$$S^2 = \frac{\sum X^2}{N} - \bar{X}^2,$$

Σε περίπτωση που τα δεδομένα εμφανίζουν επιφανειακή έκταση και έχει χρησιμοποιηθεί το εμβαδόν σαν βάρος, τότε η τυπική απόκλιση εκφράζεται από την σχέση :

$$S^2 = \frac{\sum aX^2}{A} - \left[ \frac{\sum aX}{A} \right]^2,$$

Όπως φαίνεται στην πρώτη από τις σχέσεις αυτές, η τυπική απόκλιση είναι η τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου των τετραγώνων των αποκλίσεων των τιμών από τον αριθμητικό μέσο της κατανομής, ή αλλιώς επειδή η μέση τιμή των τετραγώνων των αποκλίσεων ονομάζεται *μεταβλητότητα*, τότε η τυπική απόκλιση είναι η τετραγωνική ρίζα της μεταβλητότητας. Τέλος, η τυπική απόκλιση συχνά αναφέρεται και σαν μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

Χαρακτηριστικό της τυπικής απόκλισης είναι ότι η ζώνη κατά 1S δεξιά και αριστερά από τον αριθμητικό μέσο της κανονικής κατανομής περιλαμβάνει κάτι περισσότερο από τα 2/3 (68.27%) όλων των τιμών. Συνεπώς, όσο μικρότερη είναι η τιμή της τυπικής απόκλισης, τόσο κοντύτερα

είναι τοποθετημένες οι τιμές γύρω από τον αριθμητικό μέσο, που σημαίνει τελικά ότι χαρακτηρίζει αντιπροσωπευτικά την ομάδα των τιμών. Γραφικά, το εμβαδόν κάτω από την κανονική καμπύλη για την πιο πάνω ζώνη είναι το 68.27% της συνολικής. Παραπέρα, αν διευρύνουμε την ζώνη αυτή μέχρι 2S αντίστοιχα δεξιά και αριστερά από τον αριθμητικό μέσο, η κανονική κατανομή θα περιλαμβάνει περίπου τα 3/4 (75%) των παρατηρήσεων.

Ο αριθμητικός μέσος και η τυπική απόκλιση χρησιμοποιούνται ευρέως για περιγραφή και εξαγωγή στατιστικών συμπερασμάτων. Οι χάρτες κατανομών όπως π.χ. της βροχόπτωσης, της πιθανότητας οριακής θερμοκρασίας κ.α., σχετίζονται με την τυπική απόκλιση. Επιπρόσθετα, με την περιγραφική της χρησιμότητα καθορίζονται και τα όρια των κατηγοριών των απεικονιζομένων κατανομών. Έχει προταθεί, στις περιπτώσεις καθορισμού των ορίων κατηγοριών μέσω του αριθμητικού μέσου και της τυπικής απόκλισης, να περιλαμβάνεται και σύγκριση με κατανομές ως προς τον χρόνο για την απεικόνιση στατιστικών αναλύσεων κατανομών ρυθμών γεννήσεων και θανάτων, ασθενειών ή εισοδήματος.

θα μπορούσε να σκεφτεί κάποιος ότι οι αριθμητικοί μέσοι και οι τυπικές αποκλίσεις προέρχονται αποκλειστικά από άμεσα μετρημένα αριθμητικά

δεδομένα, όπως π.χ. εκδόσεις μετεωρολογικών δεδομένων, αναφορές απογραφών, αναφορές αγροτικής και βιομηχανικής παραγωγής και άλλα παρόμοια. Από την άλλη μεριά όμως, δεν είναι σπάνιο για την θεματική χαρτογραφία να προκύψουν τα δεδομένα από πληροφορία που ήδη έχει απεικονιστεί σε χάρτες (π.χ. μελέτη του αναγλύφου) και να υποστούν στην συνέχεια την στατιστική επεξεργασία.

Ένας άλλος δείκτης είναι το *τυπικό σφάλμα του μέσου όρου*. Πολλοί χάρτες έχουν φτιαχτεί από δεδομένα που προέρχονται από δειγματοληψία ή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελούν ένα δείγμα. Για παράδειγμα, μπορεί να υπολογιστεί η μέση τιμή από κάθε δέκατη παρατήρηση ενός φαινομένου μίας ομάδας παρατηρήσεων μεγάλης έκτασης, δηλαδή, κανονική δειγματοληψία. Είναι δυνατόν επίσης να υπολογιστεί η μέση τιμή από μία σειρά παρατηρήσεων θερμοκρασιών, ας πούμε για τα τελευταία 50 χρόνια. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να θεωρηθούν επίσης σαν δείγματα, γιατί αποτελούν μόνο ένα μέρος από όλες τις πιθανές τιμές. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι θερμοκρασίες πριν από 50 χρόνια δεν μετέχουν. Είναι φυσικό να θεωρηθεί ότι η μέση τιμή που υπολογίζεται από ένα δείγμα δεν μπορεί να είναι ίδια με αυτή του συνολικού πληθυσμού. Μία συμπερασματική διατύπωση της αξιοπιστίας της μέσης τιμής του

δείγματος, μπορεί να υπολογιστεί από την τυπική απόκλιση του μέσου όρου. Συχνά λέγεται και τυπικό σφάλμα του μέσου όρου,  $S_x$ , και προκύπτει από την σχέση :

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{N}},$$

όπου  $S$  είναι η τυπική απόκλιση των τιμών και  $N$  ο αριθμός των τιμών από τις οποίες προκύπτει ο μέσος όρος.

Γιά το τυπικό σφάλμα του μέσου όρου είναι σημαντικά τα παρακάτω σημεία :

1. Όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση των τιμών του δείγματος, τόσο μικρότερη είναι η αξιοπιστία του μέσου όρου που προκύπτει από αυτές τις τιμές.
2. Όσο μικρότερος είναι ο αριθμός του δείγματος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του μέσου όρου, τόσο λιγότερη εμπιστοσύνη μπορούμε να έχουμε σ' αυτόν.

### ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ

Πολλές φορές η δημιουργία θεματικών χαρτών προϋποθέτει μιά ειδική μέθοδο επεξεργασίας των δεδομένων γνωστή σαν παρεμβολή. Η αναγκαιότητα της ιδιαίτερης αυτής μεθόδου επεξεργασίας μπορεί να αναδειχθεί μέσα από παραδείγματα που προκύπτουν από ορισμένες περιπτώσεις απεικόνισης θεματικών δεδομένων.

Όταν τα πολύγωνα ενός χωροπληθή χάρτη απεικονίζουν τα όρια υποδιαίρεσης των χωρικών ενότητων, τα δεδομένα παρέχουν πληροφορία για τον χώρο μεταξύ των ορίων των πολυγώνων είτε με την μορφή μιάς γενικευμένης μέσης τιμής είτε κάποιας άλλης αντιπροσωπευτικής τιμής. Παρέχεται, δηλαδή, στον αναγνώστη του χάρτη πληροφορία για περιοχές του χώρου που δεν έχουν συλλεγεί δεδομένα.

Συχνά, οι θέσεις των δεδομένων συλλογής γεωγραφικών φαινομένων κατανέμονται στον χώρο είτε σε τυχαίες θέσεις είτε με κάποια κανονική διάταξη στην περιοχή μελέτης (π.χ. στις κορυφές ενός τετραγωνικού κανόβου). Υπάρχουν περιπτώσεις, που κάθε σημείο από τα δεδομένα της συλλογής σχετίζεται και επομένως αντιπροσωπεύει μιά ολόκληρη χωρική ενότητα και άλλες όχι.

Ανεξάρτητα των περιπτώσεων είναι δυνατό από κάθε τέτοιο σύνολο χωρικών δεδομένων να προσδιοριστεί η τιμή ή η

ιδιότητα σε θέσεις για τις οποίες δεν έχουν συλλεγεί δεδομένα. Η επεξεργασία προσδιορισμού των τιμών ή των ιδιοτήτων γεωγραφικών φαινομένων σε σημεία που δεν ανήκουν στο σύνολο των θέσεων των δεδομένων-παρατηρήσεων αλλά περιβάλλονται από αυτό, ονομάζεται παρεμβολή. Θα πρέπει, λοιπόν, με την παρεμβολή να εξασφαλίζεται εν γένει ότι, αν δύο σημεία βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους, να έχουν αντίστοιχα και παραπλήσιες τιμές ή ιδιότητες και μάλιστα, περισσότερο απ'ότι δύο σημεία που απέχουν σημαντικά μεταξύ τους. Αντίθετα, αν μιά περιοχή είναι ταξινομημένη σαν "ομοιογενής" γεωγραφική ενότητα, όπως για παράδειγμα σε έναν γεωλογικό ή εδαφολογικό χάρτη ή χάρτη καλλιεργειών, τότε με την παρεμβολή μπορεί να μην αποδίδεται η πληροφορία μεταβολής της ιδιότητας μέσα στον χώρο που καταλαμβάνει η συγκεκριμένη γεωγραφική ενότητα.

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται ορισμένες από τις πιο γνωστές μεθόδους παρεμβολής και αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο οι διάφορες τεχνικές παρεμβολής μπορούν να βοηθήσουν στο στάδιο της επεξεργασίας αρκετών θεματικών απεικονίσεων.

### Μέθοδοι παρεμβολής

Ακολουθώντας αυτά που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα όταν το αντικείμενο της θεματικής απεικόνισης είναι η κατανομή στον χώρο γεωγραφικών φαινομένων όπως, για παράδειγμα, τα είδη των εδαφών ή η στάθμη των υπογείων υδάτων, οι θερμοκρασίες κλπ., η επεξεργασία απαιτεί την εφαρμογή κάποιας κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής. Στο σύνολο, λοιπόν, των σημείων των δεδομένων θα προσαρμοστεί ένα μοντέλο, με την βοήθεια του οποίου θα υπολογίζεται η τιμή ή θα προσδιορίζεται η ιδιότητα στις υπόλοιπες επιθυμητές θέσεις. Επομένως, το βασικό πρόβλημα στην διαδικασία της παρεμβολής είναι να χρησιμοποιηθεί εκείνο το μοντέλο που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα και απεικονίζει το γεωγραφικό φαινόμενο με την μεγαλύτερη αξιοπιστία.

Ανάλογα με το αν ο στόχος της διαδικασίας της παρεμβολής είναι να προσδιοριστούν ιδιότητες ή να υπολογιστούν τιμές, οι μέθοδοι παρεμβολής που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες των θεματικών απεικονίσεων διακρίνονται σε δύο ομάδες :

- (α) Στις βαθμωτές μεθόδους παρεμβολής.
- (β) Στις συνεχείς μεθόδους

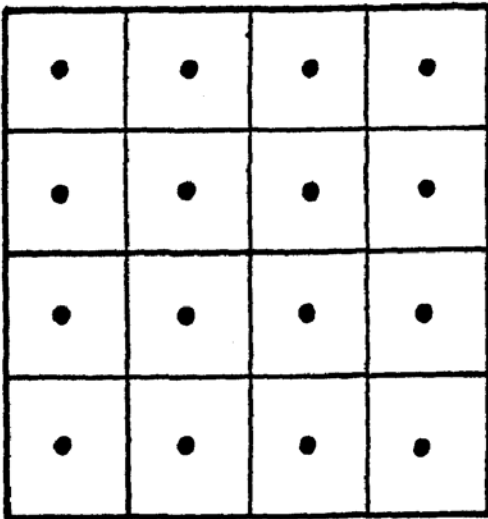
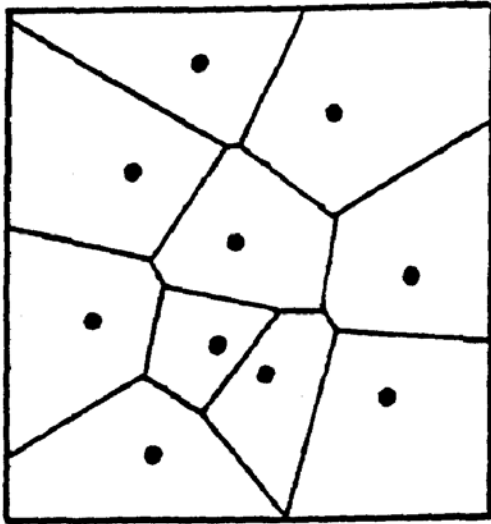
παρεμβολής.

Στην πρώτη ομάδα, γίνεται προσπάθεια να ακολουθηθεί ένα μοντέλο που να προσδιορίζει τις χωρικές ενότητες στις οποίες το γεωγραφικό φαινόμενο διατηρεί την συγκεκριμένη ιδιότητα. Στην δεύτερη ομάδα, προσομοιώνεται το γεωγραφικό φαινόμενο με μία επιφάνεια ή γραμμή (ανάλογα με τις διαστάσεις του) με την βοήθεια μίας μαθηματικής συνάρτησης.

### Βαθμωτές μέθοδοι παρεμβολής

Οι μέθοδοι της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται για την δημιουργία σημαντικών θεματικών χαρτών όπως, για παράδειγμα, οι χωροπληθείς χάρτες, οι εδαφολογικοί, οι γεωλογικοί, θεματικοί χάρτες ειδών καλλιεργειών ή χάρτες χρήσεων γης, κυρίως δηλαδή για την απεικόνιση ποιοτικών δεδομένων.

Η τεχνική με την οποία γίνεται η παρεμβολή βασίζεται στο γεγονός ότι, οι μεταβολές των ιδιοτήτων γίνονται στα όρια των χωρικών ενότητων και μέσα σ' αυτά η ιδιότητα κατανέμεται με ομοιογενή και ισότροπο τρόπο. Έχουμε, δηλαδή, όλα τα χαρακτηριστικά ενός βαθμωτού μοντέλου. Έτσι λοιπόν, η παρεμβολή γίνεται, είτε με αλγόριθμους ανίχνευσης ακμών (γνωστούς από την θεωρία επεξεργασίας εικόνων), είτε με αλγόριθμους που



Εικόνα 12

Πολύγωνα Thiessen.  
Γιά ακανόνιστη και κανονική  
διάταξη σημείων

ορίζουν πολύγωνα σχεδιάζοντας τις μεσοκαθέτους μεταξύ όλων των σημείων των δεδομένων. Τα πολύγωνα αυτά είναι γνωστά σαν πολύγωνα *Thiessen*, ή πολύγωνα *Voronoi*, ή τέλος πολύγωνα *Dirichlet* (εικόνα 12).

Ακολουθώντας την τεχνική των πολυγώνων *Thiessen*, σε μία διδιάστατη κατανομή σημείων (δεδομένα συλλογής) η ιδιότητα, σε κάποια θέση για την οποία δεν έχει γίνει συλλογή στοιχείων, θα προσδιορίζεται από το κοντινότερο σημείο των δεδομένων. Ο προσδιορισμός γίνεται χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο κατάλληλο να υπολογίσει αν ένα σημείο βρίσκεται εντός ή εκτός ενός πολυγώνου.

θα πρέπει, όμως, να αναφερθούν σχετικά με τις βαθμωτές μεθόδους παρεμβολής και ορισμένα σημεία που δημιουργούν προβλήματα στην δημιουργία θεματικών χαρτών.

Πρώτα, το μέγεθος και το σχήμα της διάταξης των σημείων των δεδομένων επηρεάζει το αποτέλεσμα της παρεμβολής. Πολλές φορές τα πολύγωνα έχουν ακανόνιστα ή ασυνήθιστα σχήματα, ειδικά στα όρια των δεδομένων.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι η αυξημένη πιθανότητα εσφαλμένων εκτιμήσεων ιδιοτήτων επειδή η περιοχή μέσα σε κάθε πολύγωνα χαρακτηρίζεται από μία και μόνο παρατήρηση και αυτή μπορεί να είναι λανθασμένη.

### Συνεχείς μέθοδοι παρεμβολής

Με την δεύτερη αυτή ομάδα μεθόδων παρεμβολής διαμορφώνεται μιά μαθηματική συνάρτηση επιφάνειας ή γραμμής, η οποία περιγράφει τις συνεχείς μεταβολές των γεωγραφικών φαινομένων στον χώρο. Πολλές φορές σκοπός της διαδικασίας της παρεμβολής είναι να προσδιοριστούν οι μεγάλου εύρους μεταβολές των γεωγραφικών φαινομένων ή οι συνολικές τους τάσεις. Αντίθετα άλλες φορές χρειάζεται να προσδιοριστούν τοπικά χαρακτηριστικά του γεωγραφικού φαινομένου.

Οι μέθοδοι παρεμβολής με τις οποίες κατασκευάζεται ένα ενιαίο μοντέλο από το σύνολο των σημείων των δεδομένων (παρατηρήσεις), ονομάζονται ολικές. Αντίστοιχα, οι μέθοδοι παρεμβολής με τις οποίες κατασκευάζεται ένα μοντέλο, για κάθε σημείο ή για μιά μικρή ομάδα γειτονικών σημείων, του οποίου προσδιορίζεται η τιμή, από ένα υποσύνολο των σημείων των δεδομένων (παρατηρήσεις), των γειτονικών του σημείων, ονομάζονται τοπικές.

Οι ολικές μέθοδοι παρεμβολής έχουν προφανώς μειωμένες δυνατότητες καταγραφής τοπικών χαρακτηριστικών. Χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την απαλλοιφή συνολικών χαρακτηριστικών των γεωγραφικών φαινομένων, πριν από την εφαρμογή μιάς τοπικής μεθόδου

παρεμβολής. Οι τοπικές μέθοδοι παρεμβολής έχουν την δυνατότητα να καταγράφουν τοπικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών φαινομένων. Επίσης, τα τοπικά αυτά χαρακτηριστικά να μην επηρεάζουν τις παρεμβαλλόμενες τιμές σε απομακρυσμένες περιοχές.

Το πλήθος των μεθόδων αυτής της ομάδας είναι πολύ μεγάλο. Μιά συστηματική αναφορά σ'αυτές θα ήταν έξω από τους στόχους αλλά και το αντικείμενο αυτών των σημειώσεων, θα αναπτυχθούν μόνο ορισμένες από αυτές, όσες κρίνονται απαραίτητες για το αντικείμενο της θεματικής χαρτογραφίας. Όσοι ενδιαφέρονται για περισσότερες πληροφορίες μπορούν να ανατρέξουν στην βιβλιογραφία που παρατίθεται.

Από τις μεθόδους που αναφέρονται εδώ, οι επιφάνειες (-γραμμές) τάσεις και οι σειρές Fourier αποτελούν ολικές μεθόδους παρεμβολής, ενώ οι συναρτήσεις σύνδεσης (splines) και η κινούμενη μέση τιμή αποτελούν τοπικές μεθόδους παρεμβολής.

### Επιφάνειες - γραμμές τάσεις

Η μέθοδος αυτή αποτελεί την απλούστερη των μεθόδων παρεμβολής και στηρίζεται σε ένα μοντέλο πολυωνυμικής παλινδρόμησης. Στα σημεία των δεδομένων προσαρμόζεται μιά γραμμή ή επιφάνεια (ανάλογα με



τις διαστάσεις των δεδομένων) χρησιμοποιώντας την μέθοδο των ελαχίστων δεδομένων.

θεωρώντας ότι το αντικείμενο της παρεμβολής είναι μία επιφάνεια, η γενική μορφή των πολωνυμικών συναρτήσεων είναι :

$$f(X, Y) = \sum_{r+n \leq p} (b_{rn} X^r Y^n),$$

$$P = (p + 1)(p + 2)/2,$$

όπου,  $p$  η τάξη της επιφάνειας τάσης και  $P$  ο αριθμός των συντελεστών  $b_{rn}$  των πολωνύμων. Οι συντελεστές των πολωνύμων προσδιορίζονται με την βοήθεια της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων, ελαχιστοποιώντας την ποσότητα :

$$\sum \{Z(X, Y) - f(X, Y)\}^2$$

όπου,  $Z$  η τιμή του γεωγραφικού φαινομένου

Οι επιφάνειες τάσεις αποτελούν συναρτήσεις που εξομαλύνουν τα δεδομένα. Σαν επιφάνειες, σπάνια περνούν από τα αρχικά δεδομένα, εκτός αν αυτά είναι πολύ λίγα και η τάξη της επιφάνειας μεγάλη.

### Σειρές Fourier

Οι σειρές Fourier περιγράφουν μονοδιάστατα και διδιάστατα

γεωγραφικά φαινόμενα με γραμμικούς συνδυασμούς ημιτόνων και συνημιτόνων κινήτων.

Οι μονοδιάστατες σειρές Fourier έχουν χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση χρονοσειρών και σε πολλές εφαρμογές κλιματολογικών μεταβολών. Οι διδιάστατες σειρές Fourier έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε γεωλογικές και γεωφυσικές εφαρμογές, καθώς επίσης και στην τηλεπισκόπηση (ψηφιακή επεξεργασία εικόνας).

Σαν επεξεργασία είναι αρκετά χρονοβόρα και πολύπλοκη και περιορίζεται σε γεωγραφικά φαινόμενα που εμφανίζουν περιοδικότητα.

### Συνάρτηση σύνδεσης (splines)

Η συνάρτηση σύνδεσης (splines), προσομοιώνει με μαθηματική διαδικασία ένα σχεδιαστικό όργανο το "φιδάκι", που χρησιμοποιείται για την σχεδίαση ομαλών καμπύλων οι οποίες διέρχονται από συγκεκριμένα σημεία.

Η συνάρτηση σύνδεσης αποτελείται από πολλές (τιμηματικές) πολωνυμικές συναρτήσεις μικρής τάξης. Κάθε μία από αυτές (τιμήμα) προσαρμόζεται με ακρίβεια σε ένα μικρό μέρος των δεδομένων, ενώ διατηρείται η συνέχεια της συνάρτησης στο σύνολο, συνδέοντας τα διαδοχικά τμήματα με τρόπο που να την εξασφαλίζει. Ο τρόπος αυτός βασίζεται στην ταύτιση των τιμών των

παραγώγων στα σημεία που ενώνονται τα διάφορα τμήματα της συνάρτησης.

Η γενική μορφή των τμηματικών συναρτήσεων σύνδεσης  $S(X)$  είναι :

$$S(X) = S_i(X), \quad X_i < X < X_{i+1},$$

$$i = 0, 1, \dots, k - 1,$$

$$S_i(j)(X_i) = S_{i+1}(j)(X_i),$$

$$j = 0, 1, \dots, r - 1,$$

$$i = 0, 1, \dots, k - 1.$$

Τα σημεία  $X_0, \dots, X_{k-1}$ , που υποδιαιρούν το διάστημα  $X_0, X_k$  σε  $k$  υποδιαστήματα ονομάζονται *κάβοι*. Η συνάρτηση σύνδεσης  $S_i(X)$  αποτελείται από πολυώνυμο βαθμού  $m$ . Ο όρος  $r$  χρησιμοποιείται για να αποδώσει τις συνθήκες στις συναρτήσεις σύνδεσης. Όταν το  $r = 0$ , δεν υπάρχουν συνθήκες στη συνάρτηση σύνδεσης. Όταν  $r = 1$ , η συνάρτηση σύνδεσης είναι συνεχής χωρίς καμιά συνθήκη για την συνέχεια των παραγώγων της. Ο μεγαλύτερος αριθμός συνθηκών υπάρχει, όταν  $r = m$ . Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνάρτησης σύνδεσης αποτελεί η περίπτωση όπου  $r = m = 3$ , που ονομάζονται *κυβικές συναρτήσεις σύνδεσης* (cubic splines). Στην περίπτωση αυτή εξασφαλίζεται η συνέχεια μέχρι την δεύτερη παράγωγο.

Οι συναρτήσεις σύνδεσης προσφέρουν ένα μαθηματικό μοντέλο παρεμβολών κατάλληλο για τοπικά χαρακτηριστικά γεωγραφικών φαινομένων. Είναι κατάλληλες επίσης στις περιπτώσεις που αντικείμενο της

επεξεργασίας είναι η εξομάλυνση των δεδομένων. Προβλήματα στην εφαρμογή τους δημιουργούνται στο μοίρασμα των δεδομένων στα τμήματα της συνάρτησης και στην αδυναμία της άμεσης εκτίμησης των σφαλμάτων κατά την παρεμβολή.

### Κινοούμενη μέση τιμή

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος παρεμβολής είναι η μέθοδος της κινούμενης μέσης τιμής. Κατά την μέθοδο αυτή, η τιμή ενός γεωγραφικού φαινομένου σε σημείο, το οποίο δεν βρίσκεται στα δεδομένα, υπολογίζεται από την μέση τιμή ενός τμήματος των δεδομένων γειτονικών του σημείου. Το σύνολο των γειτονικών αυτών σημείων των δεδομένων της συλλογής ονομάζεται *παράθυρο παρεμβολής*. Σε μια διαδικασία παρεμβολής σε κανονική διάταξη σημείων, τα σημεία αυτά αποτελούν τα κέντρα των παραθύρων παρεμβολής. Η κινούμενη μέση τιμή δίνεται από την σχέση :

$$Z = \frac{\sum Z(X_i)}{n},$$

όπου,  $Z$  η κινούμενη μέση τιμή, δηλαδή η παρεμβαλλόμενη τιμή,  $Z(X_i)$  τα δεδομένα του παραθύρου παρεμβολής και  $n$  ο αριθμός τους.

Το μέγεθος του παραθύρου

παρεμβολής έχει καθοριστική επίδραση στην μορφή και στον βαθμό εξομάλυνσης του αποτελέσματος της παρεμβολής.

Επειδή η επίδραση των κοντινών σημείων των παρατηρήσεων πρέπει να είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι των απομακρυσμένων, στον προσδιορισμό της μέσης τιμής χρησιμοποιείται συχνά και κάποια συνάρτηση βάρους. Έτσι η παρεμβαλλόμενη τιμή προσδιορίζεται από την σχέση :

$$Z = \sum W_i Z(X_i), \sum W_i = 1.$$

Η συνάρτηση βάρους  $W$ , είναι μία φθίνουσα συνάρτηση εξαρτώμενη από την απόσταση  $d$ , μεταξύ του παρεμβαλλόμενου σημείου και των σημείων του παράθυρου παρεμβολής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα συναρτήσεων βάρους αποτελούν οι ακόλουθες :

$$W(d) = \frac{1}{d^n}, n = 1/2, 1, 2, 3, \dots$$

$$W(d) = e^{-ad}, a = \text{σταθερά.}$$

Το πλήθος των δεδομένων επηρεάζει προφανώς την παρεμβαλλόμενη τιμή αλλά και τον χρόνο εκτέλεσης των υπολογισμών. Συνήθως τα αποτελέσματα της παρεμβολής είναι ικανοποιητικά όταν τα σημεία του παράθυρου παρεμβολής κυμαίνονται μεταξύ 4 και 12. Η κινούμενη μέση τιμή δίνει πολύ καλά αποτελέσματα σε επεξεργασία θεματικών δεδομένων με σκοπό την

εξομάλυνσή τους. Η τελευταία διαπίστωση βέβαια, συνοδεύεται και με την αδυναμία να καταγραφούν με μεγάλη αξιοπιστία, κατά την παρεμβολή, οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές του γεωγραφικού φαινομένου.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahlberg J. H., E. N. Nilson and J. L. Walsh. *The Theory of Splines and Their Applications*. Academic Press, 1967.
- Burrough P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, 1987.
- Clarke K. C. *Analytical and computer cartography*. Prentice Hall, 1990.
- Dent B. D. *Cartography Thematic Map Design*. (2nd ed.). Wm. C. Brown Pub., 1990.
- Lancaster R. and K. Salkauskas. *Curve and Surface Fitting. An introduction*. Academic Press, 1986.
- Mikhail F. M. and F. Ackermann. *Observations and Least Squares*. T. Y. Crowell Co., 1976.
- Μπαλοδήμου Α. Μ. *Θεωρία σφαλμάτων και Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων*. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ., Αθήνα, 1990.
- Νάκος Β. *Ψηφιακή απεικόνιση χαρτογραφικών φαινομένων βασισμένη στη θεωρία της κλασματικής*

γεωμετρίας. Εφαρμογή στο τοπογραφικό ανάγλυφο με ψηφιακά μοντέλα. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 1990.

Robinson A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muercke. *Elements of Cartography*, (5<sup>th</sup> edition). John Wiley and Sons, 1984.

Pavlidis T. *Algorithms for Graphics and Image Processing*. Computer Science Press, 1982.

Schut G. H. Review of interpolation methods for Digital Terrain Models. *The Canadian Surveyor*, Vol. 30, No. 5, 1976, pp. 389-412.

Star J. and J. Estes. *Geographic Information Systems. An Introduction*. Prentice Hall, 1990.

Walpole R. E. and R. H. Myers. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. (2<sup>nd</sup> ed.). McMillan Pub. Co., 1978.



## ΑΠΟΔΟΣΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το τρίτο στάδιο της χαρτογραφικής διαδικασίας, το οποίο ακολουθεί τα στάδια της συλλογής και της επεξεργασίας των δεδομένων, είναι η απεικόνιση, ή η γραφική απόδοση, όπως διαφορετικά αναφέρεται. Στο στάδιο αυτό, περιλαμβάνονται όλες οι επί μέρους διαδικασίες που προσδιορίζουν:

- 1) την μορφή του χάρτη σαν συνόλου και
- 2) τα γραφικά στοιχεία που τον συνθέτουν σαν εικόνα, δηλαδή τα σύμβολα που απεικονίζουν τα δεδομένα, τα γράμματα και οι αριθμοί που συμπληρώνουν την περιγραφή του γεωγραφικού χώρου και την εικόνα της κατανομής του φαινομένου.

### Δεδομένα θεματικών Χαρτών

Αντικείμενα θεματικής απεικόνισης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορούν να αποτελέσουν, όλα τα φαινόμενα ή χαρακτηριστικά του φυσικού, ή ανθρωπογενούς χώρου, εφόσον η κατανομή τους στο χώρο παρουσιάζει ενδιαφέρον. Από την διαπίστωση αυτή προκύπτει ότι είναι πάρα πολλά τα δεδομένα και με πολλές διαφοροποιήσεις είδους, μεγέθους, κατηγορίας, πλήθους χαρακτηριστικών.

Το πλήθος και η ποικιλία των θεματικών δεδομένων, κάνουν ανέφικτη

την τυποποίηση του τρόπου απεικόνισης τους και ιδιαίτερα τον τρόπο συμβολισμού τους, ώστε να υπάρχει καθιερωμένος τρόπος γραφικής απόδοσης για κάθε τύπο δεδομένων. Υπάρχουν όμως γενικοί κανόνες, οι οποίοι προκύπτουν από τους περιορισμούς που βάζουν οι αρχές και τα όρια της οπτικής αντίληψης και του γραφισμού, αρχές που πρέπει να τηρηθούν για να εξασφαλιστεί η επιτυχία του χάρτη.

Οι τρόποι γραφικής απόδοσης που προκύπτουν με βάση τα κριτήρια ικανοποίησης των κανόνων του γραφισμού και της οπτικής αντίληψης, είναι δεσμευτικοί για τον χαρτογράφο, κατασκευαστή του χάρτη. Συγχρόως του αφήνουν περιθώρια επιλογής μεταξύ των διαφόρων γραφικών στοιχείων που μπορεί να χρησιμοποιήσει για την επιτυχή δημιουργία της απεικόνισης. Στο σημείο αυτό, της επιλογής μεταξύ των κατάλληλων, του καλλίτερου συστήματος γραφικής απόδοσης, κυρίαρχο ρόλο παίζει η εμπειρία και η έμφυτη καλαισθησία του χαρτογράφου.

Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου αυτού, θα αναλυθούν οι εναλλακτικοί τρόποι απόδοσης των διαφόρων τύπων δεδομένων, σύμφωνα με την λογική που αναπτύχθηκε προηγουμένα, αλλά και με την πρακτική που εφαρμόζεται στην πράξη, σημείο καθοριστικό, σύμφωνα με τους κανόνες της οπτικής αντίληψης.

Για να γίνει δυνατή η διαχείριση

των θεματικών δεδομένων και να οριστούν οι τρόποι γραφικής τους απόδοσης, δηλαδή για να γίνει μετασχηματισμός των χωρικών δεδομένων σε χαρτογραφικά δεδομένα, χρειάζεται να γίνει κάποια κατηγοριοποίηση. Η λογική που εφαρμόζεται σ' αυτό τον μετασχηματισμό και αποτελεί οδηγό στην επιλογή των συμβόλων και του τύπου απεικόνισης του χάρτη, στηρίζεται στην διαφοροποίησή τους αφενός με βάση τις γεωμετρικές διαστάσεις του "μέσου" συλλογής τους στο χώρο, αφετέρου στο είδος της πληροφορίας που περιγράφουν. Η διαφοροποίηση αυτή δίνεται από τον πίνακα 5. Σ' αυτόν, οι τρεις οριζόντιες γραμμές προσδιορίζουν τις χωρικές ιδιότητες των δεδομένων που θα απεικονιστούν, πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα διαχωρίζονται αν έχουν συλλεγεί από σημεία, από επιφάνειες, ή κατά μήκος γραμμών.

Όταν οι χωρικές ιδιότητες των δεδομένων, συνδυαστούν με τα τρία βασικά επίπεδα μέτρησης του είδους της πληροφορίας που περιέχουν (ποιοτικές, ποσοτικές), στα οποία αναφέρονται οι τρεις κατακόρυφες στήλες, προκύπτουν εννέα χωριστές κατηγορίες, για την κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί ένας, ή περισσότεροι τρόποι συμβολισμού. Για τις δύο πρώτες στήλες του σχήματος τα πράγματα είναι αρκετά ξεκάθαρα κι απλά, όπως θα φανεί παρακάτω.

Στην τρίτη στήλη του πίνακα η οποία αντιστοιχεί στα ποσοτικά, αριθμητικά δεδομένα, υπάρχουν ορισμένες διαφορές μεταξύ των δεδομένων που δημιουργούν παραπέρα διαιρέσεις από αυτές του πίνακα, οι οποίες και θα αναλυθούν.

#### Χωρικές ιδιότητες των δεδομένων σε σχέση με τον τρόπο συλλογής

Τα δεδομένα συλλέγονται από σημεία, γραμμές ή επιφάνειες, και αναφέρονται αντίστοιχα σαν σημειακά, γραμμικά ή επιφανειακά δεδομένα. Το φαινόμενο που προσδιορίζουν τα δεδομένα αυτά μπορεί να έχει στον γεωγραφικό χώρο σημειακή, γραμμική ή επιφανειακή κατανομή. Συχνά όμως η φύση του φαινομένου και ο τρόπος συλλογής των δεδομένων που το προσδιορίζουν, δεν συμπίπτουν, όσον αφορά τις διαστάσεις στο χώρο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις της μη σύμπτωσης, στη λογική της χαρτογραφικής απεικόνισης είναι πιο σημαντική η μορφή των δεδομένων και λιγότερο σημαντική η φύση του φαινομένου που αντιπροσωπεύουν.

Για παράδειγμα, η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι ένα φαινόμενο που εκτείνεται σε μία επιφάνεια. Τα δεδομένα που το προσδιορίζουν είναι

	ΠΟΙΟΤΙΚΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ	
	Ονομαστική	Τάξη	Διάστημα
Σημείο			
Επιφάνεια			
Γραμμές			

Πίνακας 5

Διαστάσεις των θέσεων αναφοράς των δεδομένων  
σε σχέση με το σύστημα ιεράρχησης.



οι μετρήσεις ενός δικτύου σταθμών, άρα αναφέρονται σε σημεία. Αυτή η διάσταση του τρόπου συλλογής των δεδομένων είναι και το βασικό κριτήριο για τον τρόπο χαρτογραφικής απόδοσης του φαινομένου.

Υπάρχει μιά ασάφεια στο πότε ένα φαινόμενο, που καταλαμβάνει κάποια επιφάνεια, αντιμετωπίζεται χαρτογραφικά σαν επιφανειακό ή σαν σημειακό, στην διαδικασία απεικόνισής του. Το πρόβλημα έχει σχέση με την κλίμακα απόδοσης και την αντίστοιχη γενίκευση που υφίστανται τα χαρτογραφικά δεδομένα, έτσι ώστε το ίδιο φαινόμενο να αποδίδεται άλλοτε σημειακά και άλλοτε επιφανειακά, (εικόνα 13).

Ένα άλλο θέμα που αντιμετωπίζεται διαφορετικά απ'όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι τα ποσοτικά σημειακά δεδομένα. Όπως θα αναπτυχθεί στην αντίστοιχη ενότητα, η φύση του φαινομένου επηρεάζει το τρόπο απόδοσής του και πιά συγκεκριμένα, διαφορετικά αποδίδεται ένα συνεχές φαινόμενο και διαφορετικά ένα διακριτό.

#### **Επίπεδα μέτρησης δεδομένων**

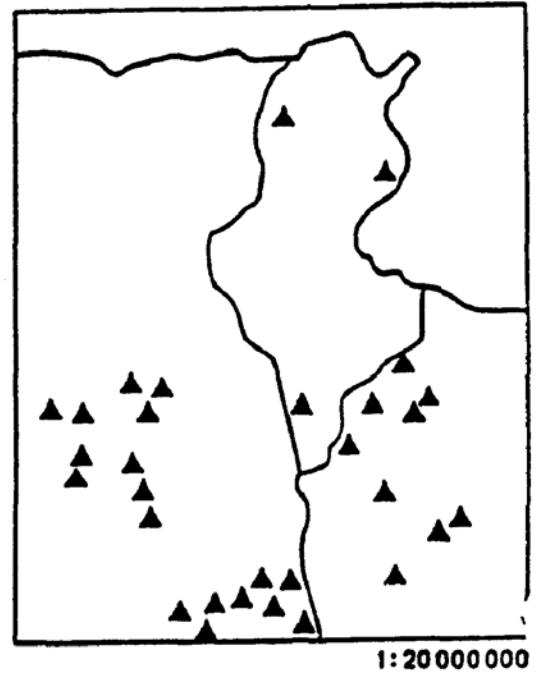
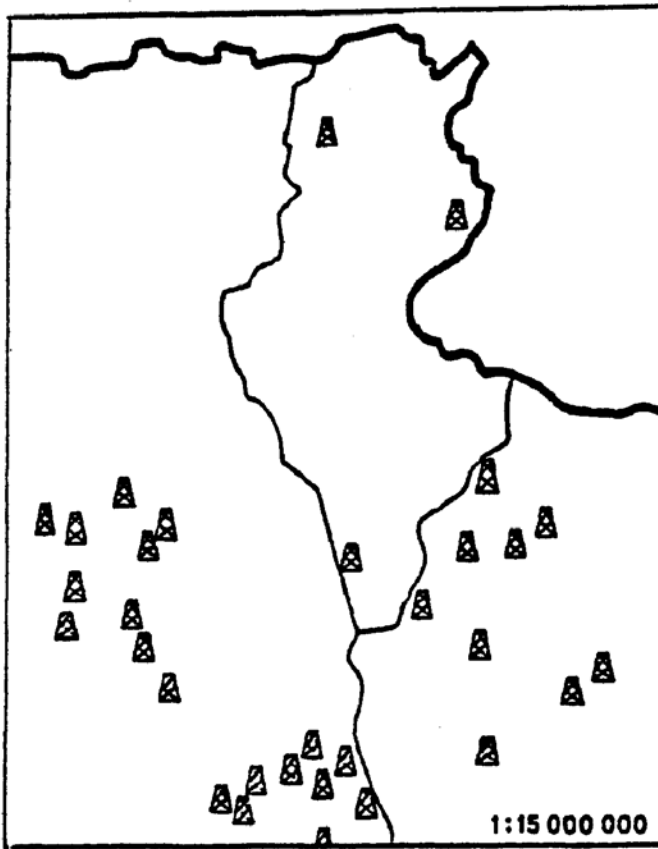
Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες δεδομένων με βάση το είδος της πληροφορίας που αποδίδουν. Η μία κατηγορία είναι τα δεδομένα ποιοτικού

χαρακτήρα, και η άλλη κατηγορία είναι τα δεδομένα που εκφράζονται μέσω κάποιου αριθμού, κάποιας μέτρησης ή κάποιας ποσότητας, και γι'αυτό λέγονται ποσοτικά δεδομένα, στην ίδια κατηγορία περιλαμβάνονται τα δεδομένα που διαφέρουν σε τάξη μεγέθους, όπως μικρό-μεγάλο, πολύ-λίγο, σημαντικό-ασήμαντο κλπ.

Τα ποσοτικού χαρακτήρα δεδομένα διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με το είδος του αριθμού που εκφράζει την ποσότητά τους, δηλαδή με το αν οι αριθμοί αυτοί είναι απόλυτοι αριθμοί, μέσοι όροι, ποσοστά κλπ. Αυτές οι διαφοροποιήσεις επηρεάζουν και τον τρόπο απόδοσης των δεδομένων, όπως θα φανεί στις επόμενες ενότητες.

#### **Το υπόβαθρο ενός θεματικού χάρτη**

Τα αντικείμενα απεικόνισης ενός θεματικού χάρτη είναι δεδομένα ποιοτικού ή ποσοτικού χαρακτήρα που προσδιορίζουν ή περιγράφουν κάποιο φαινόμενο. Η απεικόνιση αυτών των δεδομένων στηρίζεται στη χρησιμοποίηση συμβόλων για την απόδοσή τους στη γεωγραφική θέση που αναφέρονται. Συνήθως, για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης χρησιμοποιείται κάποιος τοπογραφικός χάρτης, που είτε υπάρχει είτε κατασκευάζεται γι' αυτό τον σκοπό. Και στις δύο περιπτώσεις χρειάζεται



Εικόνα 13

κάποια μελέτη ώστε η πληροφορία που περιέχει το υπόβαθρο να βοηθά τη σύνδεση του απεικονιζομένου φαινομένου με το γεωγραφικό χώρο.

Συχνά, κυρίως όταν χρησιμοποιούνται ήδη υπάρχοντες τοπογραφικοί χάρτες, απαιτείται κάποια αφαίρεση πληροφοριών που δεν είναι απαραίτητες στη συγκεκριμένη θεματική απεικόνιση ενώ αντίθετα μειώνουν την εύκολη και γρήγορη αντίληψη του χάρτη από τον αναγνώστη. Άλλες φορές πάλι χρειάζεται συμπλήρωση του υποβάθρου, με πληροφορίες που δεν αναφέρονται πάντα σ'ένα τοπογραφικό χάρτη αλλά είναι σημαντικές για να προσδιορίσουν τον γεωγραφικό χώρο, όπως για παράδειγμα τα διοικητικά όρια κλπ.

Στην επιλογή του υποβάθρου χρειάζεται να ελεγχθεί και το προβολικό σύστημα με το οποίο είναι φτιαγμένο. Είναι γνωστό ότι, παραμορφώσεις γεωμετρικών μεγεθών που δεν δυσκολεύουν τη χρήση ενός τοπογραφικού χάρτη, μπορεί να αλλοιώνουν την μορφή του και να δίνουν λανθασμένη εντύπωση στην απεικόνιση ενός φαινομένου. Δυστυχώς δεν υπάρχει συγκεκριμένος τύπος προβολικού συστήματος που να είναι κατάλληλος για κάθε θεματικό χάρτη. Το μόνο που μπορεί να αναφερθεί εδώ, και αφορά μιά μεγάλη κατηγορία θεματικών χαρτών είναι η χρήση ισοδύναμων προβολών, οι οποίες είναι

κατάλληλες για την απεικόνιση φαινομένων τα οποία αναφέρονται σε επιφάνειες και παίζει ρόλο η σύγκριση της μεγέθους των επιφανειών. Άλλοτε πάλι, αρκεί ένα απλό περίγραμμα της περιοχής αναφοράς, χωρίς πρόσθετες τοπογραφικές πληροφορίες, για να φανεί η κατανομή του φαινομένου που απεικονίζεται.

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### Δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία

Τα δεδομένα αυτής της κατηγορίας αναφέρονται σε διαφορετικού τύπου πληροφορίες:

Σε πληροφορίες οι οποίες είναι περιγραφικού περιεχομένου, που αναφέρονται σε σημεία του χώρου.

Σε πληροφορίες των οποίων οι γεωμετρικές τους διαστάσεις δεν έχουν φυσική σημασία, στη συγκεκριμένη κλίμακα απεικόνισης.

Τέλος, σε πληροφορίες που ο σκοπός της απεικόνισης εστιάζεται στο σημείο εμφάνισης του φαινομένου.

Ο συμβολισμός αυτών των δεδομένων γίνεται μέσω σημειακών συμβόλων που διαφέρουν σε σχήμα ώστε να μην υπονοείται οποιαδήποτε σχέση μεταξύ των δεδομένων, αλλά αντίθετα να παρουσιάζεται μ'ευκρίνεια η ποιοτική τους διαφορά. Στους θεματικούς χάρτες αυτής της κατηγορίας γίνεται πολύ συχνά χρήση των εικονογραφικών συμβόλων.

Η αντιπροσωπευτικότητα των συμβόλων σε σχέση με τον χαρακτήρα και την μορφή του φαινομένου που απεικονίζουν, είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία ενός χάρτη που απεικονίζει δεδομένα διαφοροποιημένα ως προς το επίπεδο της ονομαστικής κλίμακας. Δηλαδή, τα

σχήματα ή οι αποχρώσεις να θυμίζουν τα φαινόμενα που απεικονίζουν (π.χ. θάλασσα - μπλε, δάσος - πράσινο, εκκληρία - σταυρός, κλπ.). Επίσης, μιιά έντονη ποιοτική διαφορά μεταξύ των δεδομένων να αποδίδεται με κάποιο αντίστοιχο οπτικό διαχωρισμό, π.χ. με αντίθετες αποχρώσεις ή τελείως διαφορετικά σχήματα (Εικόνα 14).

### Δεδομένα που αναφέρονται σε επιφάνειες

Πολλοί θεματικοί χάρτες έχουν αντικείμενο την απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται σε επιφάνειες κι έχουν ποιοτικές και μόνο διαφορές. Παραδείγματα αποτελούν χάρτες χρήσεων γης (καλλιέργειες, βιομηχανίες, κατοικίες, δάση) ή χάρτες κλιματολογικών συνθηκών (υγρασία, θερμοκρασία, πίεση). Οι οπτικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τα σύμβολα που απεικονίζουν τέτοια φαινόμενα είναι η απόχρωση και το μοτίβο. Απαγορευτικές είναι οι οπτικές μεταβλητές που υπονοούν οποιαδήποτε είδους ιεράρχηση, όπως είναι η ένταση. Επίσης, χρειάζεται προσοχή στην επιλογή των μοτίβων ώστε τα σημειακά σύμβολα του μοτίβου να παρουσιάζουν αντιπροσωπευτικά το είδος των δεδομένων που απεικονίζεται (π.χ. μοτίβο με δεντράκια για δάση), ή τις αποχρώσεις τους (π.χ. πράσινο



για καλλιέργειες). Στην περίπτωση της γραμμωσκιάς πρέπει πάντα οι γραμμές να σχεδιάζονται κάθετες ή οριζόντιες και ποτέ πλάγιες, μιά και έχει αποδειχθεί ότι ο αναγνώστης ακολουθεί την φορά της γραμμωσκιάς και δυσκολεύεται ο τρόπος αφομοίωσης της πληροφορίας. Όταν τέτοιοι χάρτες γίνονται με την βοήθεια Η/Υ, υπάρχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες παραγωγής μοτίβων και αποχρώσεων. Όταν πάλι σχεδιάζονται με το χέρι, υπάρχουν στο εμπόριο ράστερ σε αρκετά μεγάλη ποικιλία.

Κάτι που συχνά παρουσιάζεται σε χάρτες αυτού του τρόπου απόδοσης, είναι η σύμπτωση δύο ποιοτικά διαφορετικών δεδομένων στην ίδια περιοχή. Ο τρόπος αντιμετώπισης είναι ο συμβολισμός και των δύο αυτών πληροφοριών, με το σύμβολο που προκύπτει από τον συνδυασμό των δύο ανεξαρτήτων συμβόλων των δεδομένων. Σαν παράδειγμα, αν το ένα δεδομένο συμβολίζεται με κάθετη γραμμωσκιά και το άλλο με οριζόντια, η περιοχή της επικάλυψης θα συμβολίζεται με την σύμπτωση των δύο.

Σαν κανόνας για τα διάφορα μοτίβα ισχύει η προτίμηση σε αυτά που προέρχονται από σημειακά μικρά σε μέγεθος σύμβολα ή και κουκίδες και όχι οι γραμμωσκιές.








Όταν τα δεδομένα που πρέπει να απεικονιστούν σ'επιφάνειες, του ίδιου χάρτη, είναι πάρα πολλά, η

αντιμετώπισή τους με επιλογή διαφορετικών μοτίβων αντίστοιχου αριθμού, θα έχει σαν αποτέλεσμα ένα πολύπλοκο στην ανάγνωση και αναγνώριση πληροφοριών, χάρτη. Ένας τρόπος αποφυγής του προβλήματος, είναι η προσπάθεια ταξινόμησης των δεδομένων σε ομάδες που έχουν κάτι κοινό και αντίστοιχη ομαδοποιημένη επιλογή συμβόλων που να αποδίδουν αυτή την ομαδοποίηση. Για παράδειγμα, αν τα δεδομένα είναι: δάση, οπωροφόρα, εληές, αμπέλια, σιτηρά, λαχανικά, χέρσα, αμμώδεις εκτάσεις, βραχώδεις εκτάσεις, έλη, κατοικημένες περιοχές, βιομηχανικές ζώνες, εμπορικά κέντρα, μια προφανής ομαδοποίηση είναι η ακόλουθη :








δάση	σιτηρά
οπωροφόρα	λαχανικά
εληές	
αμπέλια	
χέρσα	κατοικία
αμμώδεις εκτάσεις	βιομηχανία
βραχώδεις εκτάσεις	εμπόριο
έλη	

Τα αντίστοιχα σύμβολα θα πρέπει να επιλεγούν έτσι ώστε να ανήκουν σ'αυτές τις ομάδες. Έτσι λοιπόν θα επιλεγούν τέσσερα πράσινα μοτίβα (με διαφορετικά σημειακά σύμβολα, αλλά όλα πράσινα) για την πρώτη ομάδα. Δύο διαφορετικά μοτίβα σε πράσινη απόχρωση, διαφορετική από την απόχρωση της προηγούμενης δεύτερης ομάδας. Κίτρινης απόχρωσης μοτίβα για



-  δάση
-  οπωρώφωρα
-  εληές+αμπέλια
-  χέρσα
-  βραχώδεις εκτάσεις
-  αμμώδη εδάφη
-  έλη



-  δάση
-  οπωρώφωρα
-  εληές+αμπέλια
-  χέρσα
-  βραχώδεις εκτάσεις
-  αμμώδη εδάφη
-  έλη

Χάρτες ποιότητας εδάφους και καλλιεργειών.

Στον χάρτη A τα δεδομένα απεικονίζονται χωρίς καμιά ταξινόμηση.

Στον χάρτη B τα ίδια δεδομένα, ποιοτικού χαρακτήρα, ταξινομούνται σε κατηγορίες.

Εικόνα 15

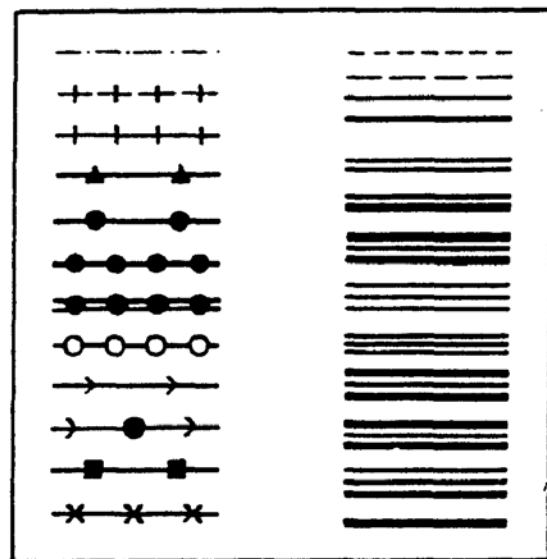
την τρίτη ομάδα, και μοτίβα διαφορετικών αποχρώσεων, αντίστοιχα, για την τέταρτη ομάδα. Έτσι, ο αναγνώστης αντί να χαθεί σ' ένα παζλ 13 αποχρώσεων ή μοτίβων θάναί σε θέση από την αρχή να ξεχωρίσει τις 4 ομάδες δεδομένων και μετά να αναγνωρίσει τις υποδιαιρέσεις τους. Τέτοιου είδους ομαδοποιήσεις μπορούν να επιτευχθούν στις πιο πολλές κατηγορίες δεδομένων, όμως, άλλοτε είναι προφανής η ομαδοποίηση και άλλοτε χρειάζεται από τον χαρτογράφο μια πιο βαθιά μελέτη των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων των δεδομένων, για να γίνει μια σωστή ομαδοποίηση. Μία κατάταξη των δεδομένων τυχαία, χωρίς καμιά λογική, θα έδινε λάθος πληροφορία και θάταν καθοριστική για την αποτυχία του χάρτη.

Γενικά πρέπει η επιλογή των συμβόλων να στηρίζεται σε κάποια λογική, να έχουν κάποια σχέση μ' αυτό που απεικονίζουν. Είτε να του μοιάζουν, είτε να το θυμίζουν, επειδή έχουν καθιερωθεί (εικόνα 15).

#### Δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές

Όσα αναπτύχθηκαν, για τα δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία κι επιφάνειες, ισχύουν και για τα ποιοτικά δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές. Δηλαδή, τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να

απεικονιστούν με επιμήκη σύμβολα διαφορετικού σχήματος ή απόχρωσης (Εικόνα 16). θεματικοί χάρτες που να έχουν σαν αντικείμενο πληθώρα αντίστοιχων δεδομένων είναι συνήθως οι χάρτες που απεικονίζουν δίκτυα μεταφορών ή παροχών (όπως π.χ. ηλεκτρισμού, νερού, τηλεφωνικά κλπ.).



Εικόνα 16

Συχνά, σε τέτοιους χάρτες τα δεδομένα είναι πάρα πολλά και απαιτείται η ομαδοποίησή τους για να είναι δυνατή ή εύκολη η ανάγνωση του χάρτη. Για παράδειγμα, σε χάρτη που απεικονίζει δίκτυα νερού και ηλεκτρικού επιλέγονται δύο διαφορετικές αποχρώσεις και με διαφορετικού σχήματος γραμμές απεικονίζονται οι επιμέρους διαφοροποιήσεις, όπως υπόγεια -



επιφανειακά - εναέρια κοκ. (Χάρτης  
07).

**ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ  
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ ΤΑΞΗΣ**

Δεδομένα αυτής της κατηγορίας προκύπτουν, είτε από την συλλογή όταν δεν υπάρχουν στοιχεία αριθμητικά, είτε από την απλοποίηση την οποία αποφασίζει ο χαρτογράφος, όταν δεν ενδιαφέρει τον αντικειμενικό σκοπό του χάρτη η απόδοση των αριθμητικών τιμών των δεδομένων.

**Δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία**

Όλα τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των αντίστοιχων ποιοτικών δεδομένων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εδώ με την αλλαγή του μεγέθους ή της έντασης, για να δείξουν τη διαφορά ως προς την κλίμακα τάξης. Το μικρό-μεγάλο μέγεθος δίνει τη διαφορά μικρού-μεγάλου. Η σκούρα-ανοικτή ένταση δίνει τη διαφορά σημαντικό-ασήμαντο. Με συνδυασμό των δύο αυτών οπτικών μεταβλητών (μεγέθους και έντασης) μπορεί να αποδοθούν και συνδυασμοί δεδομένων π.χ. μικρό αλλά σημαντικό (μικρό μέγεθος-σκούρα ένταση) και μεγάλο αλλά ασήμαντο (μεγάλο μέγεθος-ανοικτή ένταση). (Εικόνα 17).

**Δεδομένα που αναφέρονται  
σε επιφάνειες**

Ο διαφορισμός των δεδομένων σε κλίμακα τάξης που αναφέρονται σ'επιφάνειες, είτε έχει ποσοτικό χαρακτήρα (υψηλή - χαμηλή απόδοση καλλιέργειας, μεγάλη - μικρή βροχόπτωση, πολύ - μέτρια - μικρή ηλιοφάνεια), είτε έχει χαρακτήρα σπουδαιότητας ή μη.

Και τα δύο αντιμετωπίζονται με διαφοροποίηση ή της έντασης γραμμωσκιάς, ή της έντασης κάποιας απόχρωσης, ή ενός μοτίβου που με αλλαγή της πυκνότητας των σημειακών συμβόλων του, αλλάζει η έντασή του. Αν στον ίδιο χάρτη συμπίπτουν δύο φαινόμενα τα οποία είναι διαφορισμένα σε κλίμακες τάξης, πρέπει πρώτα να επιλεγούν δύο διαφορετικά μοτίβα ή αποχρώσεις που θα απεικονίσουν την ποιοτική διαφορά των δεδομένων και μετά στο καθένα από αυτά να δοθούν διαβαθμίσεις έντασης που να απεικονίσουν τις διαφορές της κλίμακας τάξης. (Εικόνα 18)

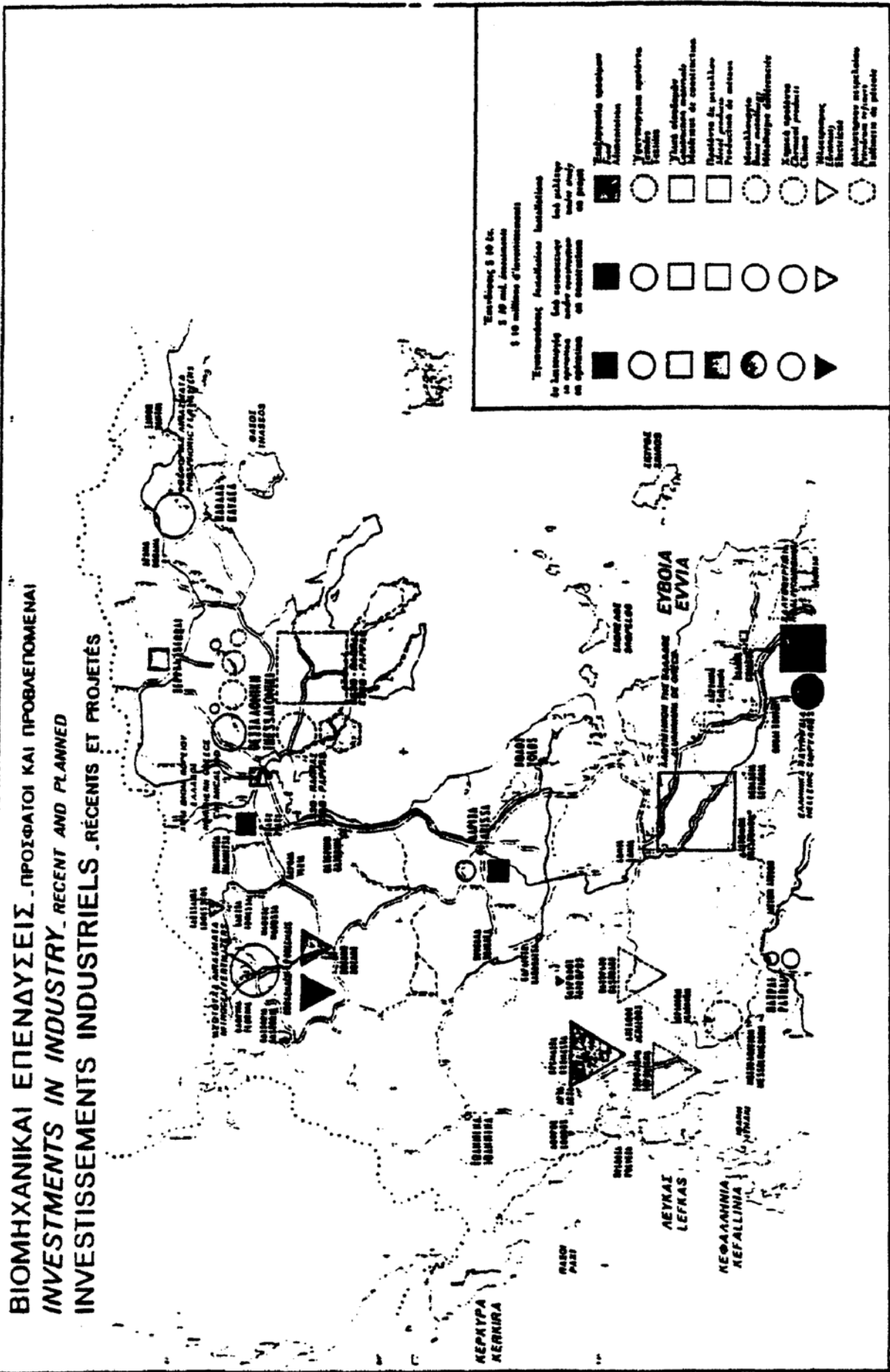
**Δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές**

Τα δεδομένα στην περίπτωση αυτή αναφέρονται σε γραμμικά φαινόμενα για παράδειγμα, δρόμοι διαφορετικής σημασίας, σύνορα με διαβαθμίσεις που απορέουν από την έκταση που

προσδιορίζουν (επαρχία, νομός, περιφέρεια, κράτος) ή δίκτυα που χωρίζονται τα στοιχεία τους σε τάξεις μεγέθους, και γραμμές ροής χωρίς αριθμητικά στοιχεία μεν, αλλά με κάποιες διαφοροποιήσεις μεγέθους. Όλα αντιμετωπίζονται με γραμμικά σύμβολα συνήθως της ίδιας μορφής (του ίδιου σχήματος) των οποίων μεταβάλλεται το πάχος.

Η διακεκομμένη γραμμή χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με τη συνεχή για να δείξει το λίγο-πολύ, ή το δευτερείον-πρωτείον στοιχείο.

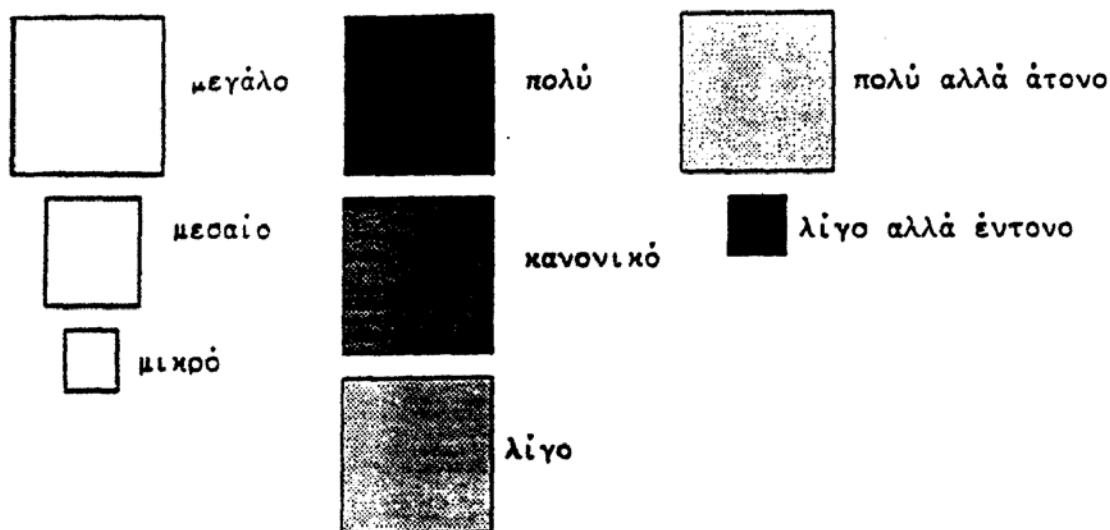
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ - ΠΡΟΪΦΑΤΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΑΙ  
 INVESTMENTS IN INDUSTRY - RECENT AND PLANNED  
 INVESTISSEMENTS INDUSTRIELS - RÉCENTS ET PROJÉTÉS



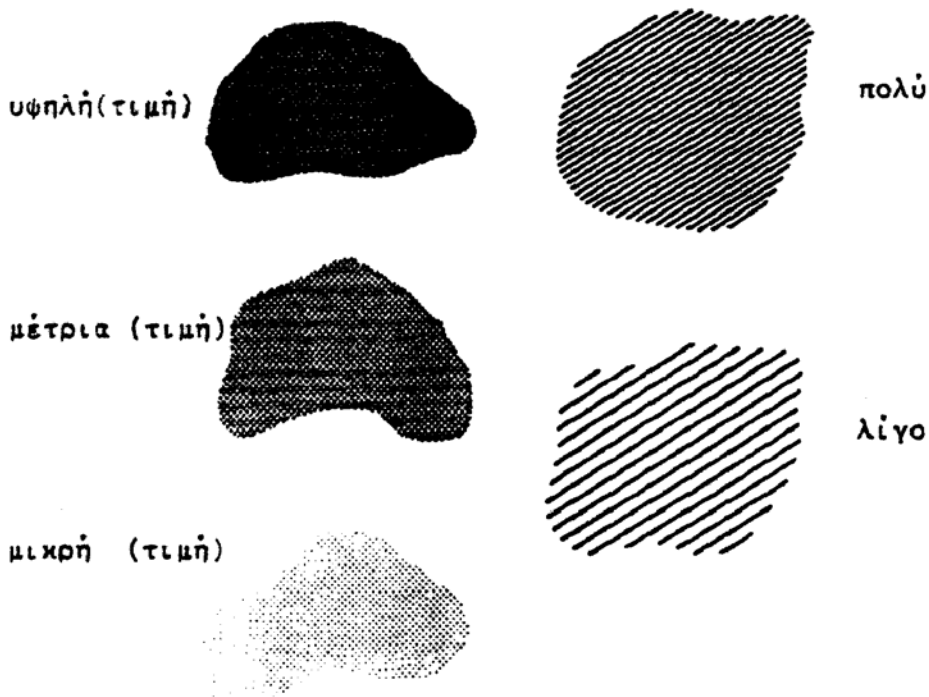
Εικόνα 17

Συμβολισμός δεδομένων διαφορισμένων ως προς την κλίμακα τάξης

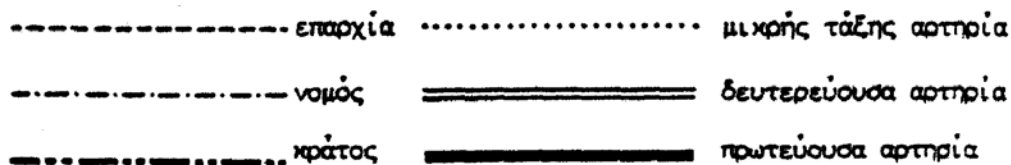
1. Για δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία



2. Για δεδομένα που αναφέρονται σ' επιφάνειες



3. Για δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές



Εικόνα 18

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΟΣΩΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### Δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία

Τα φαινόμενα που προσδιορίζονται από ποσοτικά δεδομένα που αναφέρονται σε σημεία είναι δύο ειδών :

(1) Τα συνεχή φαινόμενα, που καταλαμβάνουν κάποια επιφάνεια στο γεωγραφικό χώρο αλλά τα δεδομένα που τα προσδιορίζουν αναφέρονται σε σημεία π.χ. σύννεφο ρύπανσης (γεωγραφικό φαινόμενο) - σταθμοί μέτρησης (δεδομένα) και,

(2) τα διακριτά φαινόμενα που είναι σημειακά και τα δεδομένα προσδιορίζουν τις τιμές των φαινομένων σ'αυτά τα σημεία π.χ. παραγωγή μεταλλείων.

Οι δύο αυτές κατηγορίες αντιμετωπίζονται διαφορετικά στη χαρτογραφική απόδοση, παρόλο που το αντικείμενο απεικόνισης είναι το ίδιο, δηλαδή οι διαφορετικές τιμές ενός φαινομένου σε σχέση με τους τόπους όπου αναφέρονται αυτές οι τιμές.

### Συνεχή φαινόμενα

Επειδή αυτά τα φαινόμενα καταλαμβάνουν κάποια επιφάνεια, έστω και αν οι πληροφορίες γι'αυτά δίνονται σε σημεία, απεικονίζονται

σαν συνεχή, με σκοπό να αποδοθεί η κατανομή του φαινομένου στο χώρο, έστω και αν αυτό δίνει την ψεύτικη εντύπωση στον αναγνώστη του χάρτη ότι υπάρχουν δεδομένα για κάθε σημείο της επιφάνειας που απεικονίζεται.

Υπάρχουν δύο ειδών σημειακά δεδομένα για συνεχή φαινόμενα, τα άμεσα και τα έμμεσα. Τα άμεσα, προέρχονται από μετρήσεις που δεν έχουν υποστεί καμιά επεξεργασία, π.χ. υψόμετρα, βάθη, πάχος βράχου. Τα έμμεσα, προέρχονται από κάποια μικρή ή μεγάλη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων όπως μέσοι όροι, ποσοστά κλπ., τιμές που δεν είναι πραγματικές με την έννοια του να μετρήθηκαν, αλλά όμως, προσδιορίζουν το φαινόμενο. Και τα δύο αυτά είδη σημειακών δεδομένων αντιμετωπίζονται χαρτογραφικά, με τον ίδιο τρόπο.

Αν το φαινόμενο είναι πραγματικά συνεχές, είναι δικαιολογημένη η παραδοχή ότι οι τιμές μεταξύ των γνωστών σημείων μεταβάλλονται γραμμικά. Αυτή είναι μια λογική υπόθεση που μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να μην συμπίπτει με την πραγματικότητα, διευκολύνει όμως την εύρεση τιμών μεταξύ των γνωστών σημείων, για να γίνει δυνατή η απεικόνιση του φαινομένου. Για παράδειγμα, αν το αντικείμενο απεικόνισης είναι το σύννεφο ατμοσφαιρικής ρύπανσης και υπάρχουν τιμές σε δύο σταθμούς για το SO<sub>2</sub>, 30

και 60 μονάδες συγκέντρωσης αντίστοιχα, το να υποθέσουμε την ομαλή μεταβολή του φαινομένου μεταξύ των δύο αυτών σταθμών, σημαίνει ότι στο μέσον της απόστασής τους θα έχουμε την τιμή 45. Το πιθανό λάθος, σε μια τέτοια εκτίμηση είναι ότι μπορεί να μην είναι ομαλή η μεταβολή μεταξύ των δύο σταθμών και το 45 σαν τιμή να μην εμφανίζεται ακριβώς στη μέση.

Δύο είναι οι τρόποι χαρτογραφικής απόδοσης αυτών των φαινομένων: οι ισარიθμικές καμπύλες και η στατιστική επιφάνεια.

### Ισαριθμικές καμπύλες

Στους χάρτες ισარიθμικών καμπύλων το απεικονιζόμενο μέγεθος παρουσιάζεται με γραμμές ίσης τιμής. Οι καμπύλες αυτές δηλαδή, αποτελούν το γεωμετρικό τόπο των σημείων που το φαινόμενο έχει την ίδια τιμή. Χαρακτηριστική εφαρμογή αυτού του τρόπου απόδοσης είναι οι υψομετρικές καμπύλες, όπου το φαινόμενο απεικόνισης είναι το ανάγλυφο.

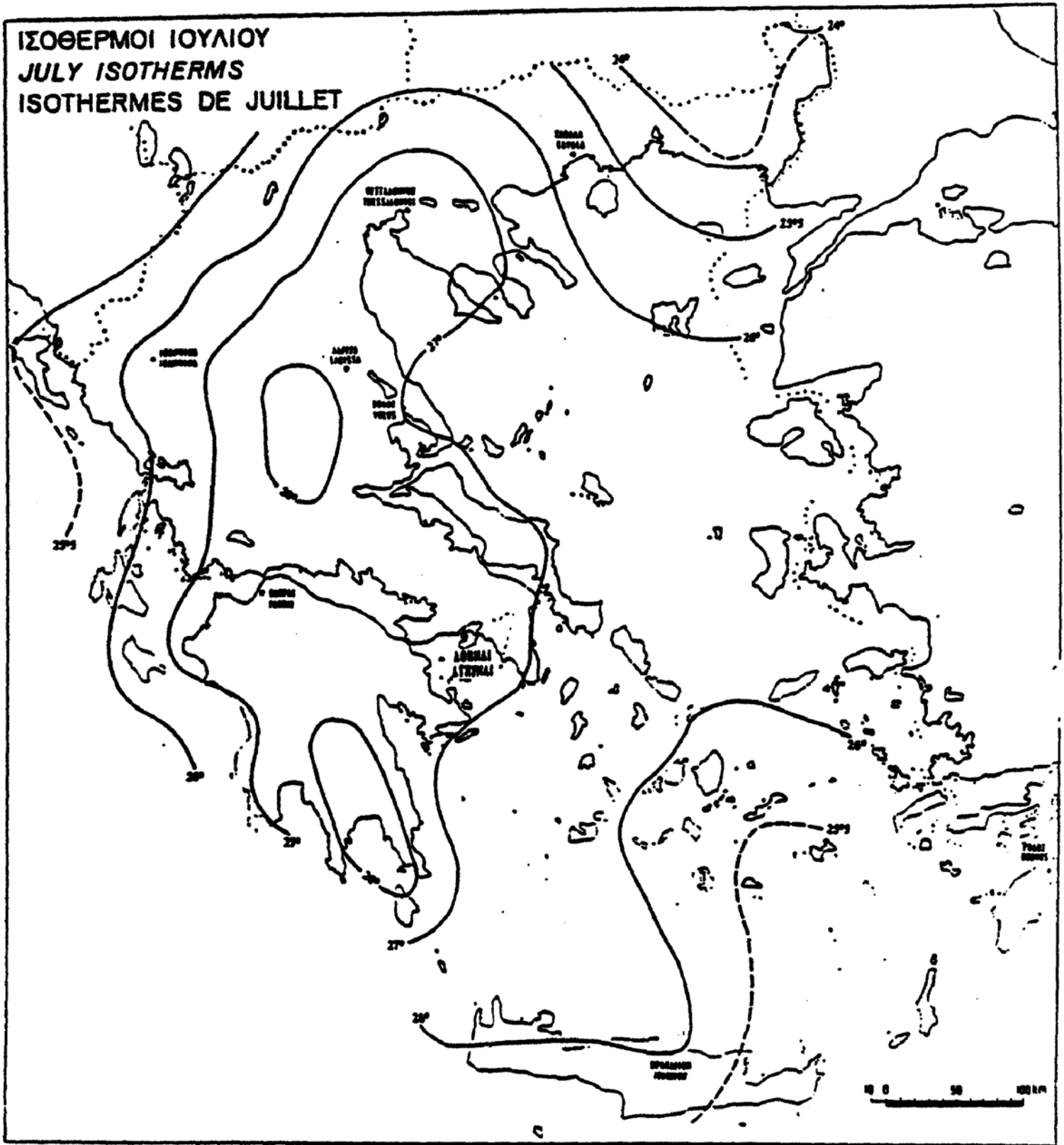
Ο όρος ισარიθμικές καμπύλες είναι ένας από τους πολλούς που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν την αντίστοιχη κατηγορία χαρτών. Στη διεθνή βιβλιογραφία, συναντώνται κι άλλοι όροι όπως ισοπληθείς, ισογραμμικές, ισομετρικές ή και έχουν

σαν δεύτερο συνθετικό την ονομασία του φαινομένου που απεικονίζουν όπως ισοθερμικές (για την θερμοκρασία).

Όταν οι τιμές των ίσων γραμμών δεν προέρχονται από μετρήσεις, αλλά είναι παράγωγα μεγέθη (πυκνότητες, μέσοι όροι κλπ), τότε λέγονται ισοπληθείς. (Σικόνες 19, 20).

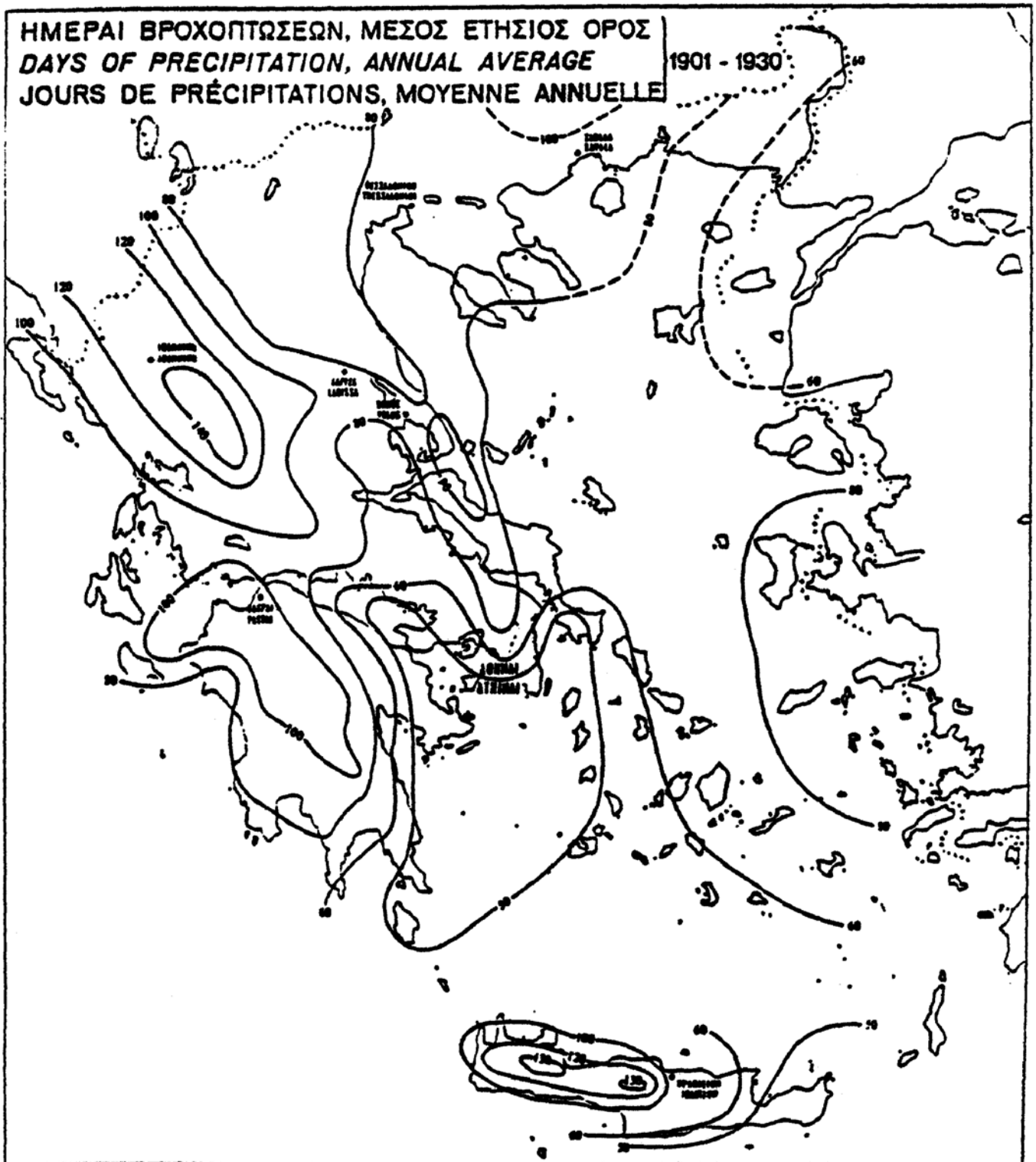
Θεωρητικά η ισარიθμική απεικόνιση είναι μιá τριδιάστατη απεικόνιση, που έχει σκοπό να παρουσιάσει τον όγκο που σχηματίζει η κατανομή του φαινομένου στο χώρο. Ο όγκος αυτός σχηματίζεται αφ'ενός από μιá επιφάνεια αναφοράς που συνήθως είναι η επιφάνεια του συστήματος αναφοράς του χάρτη, αφ'ετέρου από τις τιμές της κατανομής που αναφέρονται σε σημεία αυτής της επιφάνειας.

Οι ισარიθμικές καμπύλες προκύπτουν από τις τομές της επιφάνειας που σχηματίζουν οι τιμές της κατανομής από επίπεδα παράλληλα προς την επιφάνεια αναφοράς και προβολή των τομών αυτών στο χάρτη. Στην πράξη αυτό δύσκολα συμβαίνει γιατί συνήθως αυτό που διαθέτει ο χαρτογράφος είναι μιá σειρά τιμών της κατανομής, και καλείται με βάση αυτά να χαράξει τις ισარიθμικές καμπύλες. Έτσι με γραμμικές παρεμβολές μεταξύ των γνωστών σημείων, προσδιορίζονται κι άλλες τιμές και γίνεται δυνατή η χάραξη των ισარიθμικών. Στο τελικό χάρτη θα πρέπει να υπάρχουν τα σημεία των γνωστών τιμών, στα οποία



Εικόνα 19





Εικόνα 20

στηρίχθηκε ο χαρτογράφος για να φτιάξει τις ισαριθμικές. Με τον τρόπο αυτό θα είναι σε θέση ο αναγνώστης να εκτιμήσει την ποσότητα της πληροφορίας, και τη σωστή ή όχι κατανομή των γνωστών σημείων.

Η χάραξη των ισαριθμικών καμπύλων δεν είναι μιὰ απλή δουλειά. Ο χαρτογράφος συχνά έρχεται αντιμέτωπος με διάφορες δυσκολίες όπως δεδομένα από λίγους σταθμούς μέτρησης, άρα λίγα γνωστά σημεία, κακή κατανομή των σημείων αυτών στο χώρο, ή ύπαρξη σταθμών σε θέσεις που δεν είναι οι κατάλληλες για να προσδιορίσουν την κατανομή του φαινομένου στο χώρο. Πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι οι σταθμοί μέτρησης διαφόρων φαινομένων δεν τοποθετούνται πάντα μελετημένα ώστε στο σύνολό τους να περιγράφουν το φαινόμενο, ούτε ιδρύονται όλοι οι σταθμοί την ίδια χρονική στιγμή. Έτσι ο χαρτογράφος έχει συχνά στην διάθεσή του δεδομένα που πρέπει να τα αναλύσει και επεξεργαστεί, λαμβάνοντας υπόψη του τις αδυναμίες συλλογής, πριν χαράξει τις ισαριθμικές. Ίσως χρειαστεί να παραλείψει δεδομένα που δεν είναι αξιόπιστα ή και να κάνει πρόσθετες μετρήσεις.

Στις περιπτώσεις που τα γνωστά σημεία δεν έχουν ικανοποιητική κατανομή στο χώρο, ή δεν είναι αρκετά πυκνά για να δώσουν τη μορφή του φαινομένου στη κλίμακα απόδοσης,

είναι προτιμότερο να δειχθεί αυτή η αδυναμία (π.χ. με διακεκομμένες καμπύλες), παρά να δοθεί μια πλήρης απεικόνιση που να στηρίζεται σε υποθέσεις.

Ένα άλλο σημείο άξιο προσοχής είναι η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο. Αν αυτοί οι παράγοντες διαφοροποιούνται μεταξύ των γνωστών σημείων μέτρησης, αυτό θα επηρεάζει τον προσδιορισμό των ισαριθμικών μέσω γραμμικής παρεμβολής. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι όσο πυκνή κι αν είναι η πληροφορία, ποτέ δεν θα είναι "πλήρης". Επομένως η χάραξη των ισαριθμικών ποτέ δεν θα δείχνει την "ακριβή" εικόνα του φαινομένου.

Όταν οι τιμές του φαινομένου αντιπροσωπεύουν μιὰ πυκνότητα ή κάποιο λόγο, ο τρόπος χάραξης των ισοπληθών (η επιλογή μεθόδου παρεμβολής και η ισαποχή τους) εξαρτάται :

- (1) Από την έκταση και το μέγεθος των μοναδιαίων επιφανειών στις οποίες αναφέρονται τα στατιστικά δεδομένα,
- (2) από την θέση των γνωστών σημείων μέσα σ' αυτές τις επιφάνειες που αναφέρεται η τιμή του φαινομένου.

Η ισαποχή των καμπύλων μπορεί να μετσβάλεται με αριθμητική ή γεωμετρική κλίμακα. Το μέγεθος των μοναδιαίων στατιστικών επιφανειών επίσης, προσδιορίζει τον αριθμό και την πυκνότητα των σημείων που θα

χρησιμοποιηθούν για την παρεμβολή, άρα και την ακρίβειά τους.

Υπάρχει μιά δυσκολία στην τοποθέτηση των σημείων μέσα στην επιφάνεια, που εξαρτάται από το πόσο κανονικό είναι το σχήμα της και από την μορφή του φαινομένου. Η επιφάνεια μπορεί να είναι μιά διοικητική μονάδα, π. χ. νομός, επαρχία ή κοινότητα. Και τίθεται το ερώτημα στο χαρτογράφο: "θα πρέπει να τοποθετήσει το σημείο στο κέντρο της περιοχής ή στο κέντρο βάρους εμφάνισης του φαινομένου;" Έχουν μελετηθεί και οι δύο περιπτώσεις και δεν υπάρχει επικρατέστερη μέθοδος που να λύνει το πρόβλημα κι έτσι είναι θέμα του χαρτογράφου να δώσει την λύση ανάλογα με το είδος του φαινομένου και τον τρόπο συλλογής των στατιστικών δεδομένων.

### Στατιστική Επιφάνεια

Η δυνατότητα χαρτογραφικής απόδοσης δεδομένων με Η/Υ επιτρέπει την κατασκευή της στατιστικής επιφάνειας, δηλαδή της απόδοσης του όγκου που καταλαμβάνουν τα συνεχή τριδιάστατα φαινόμενα του χώρου. Είναι μιά εναλλακτική λύση της απόδοσης με ισ αριθμικές καμπύλες, που είναι ιδιαίτερα παραστατική. Ο όγκος που καταλαμβάνει το φαινόμενο ορίζεται από την επιφάνεια αναφοράς και από τα

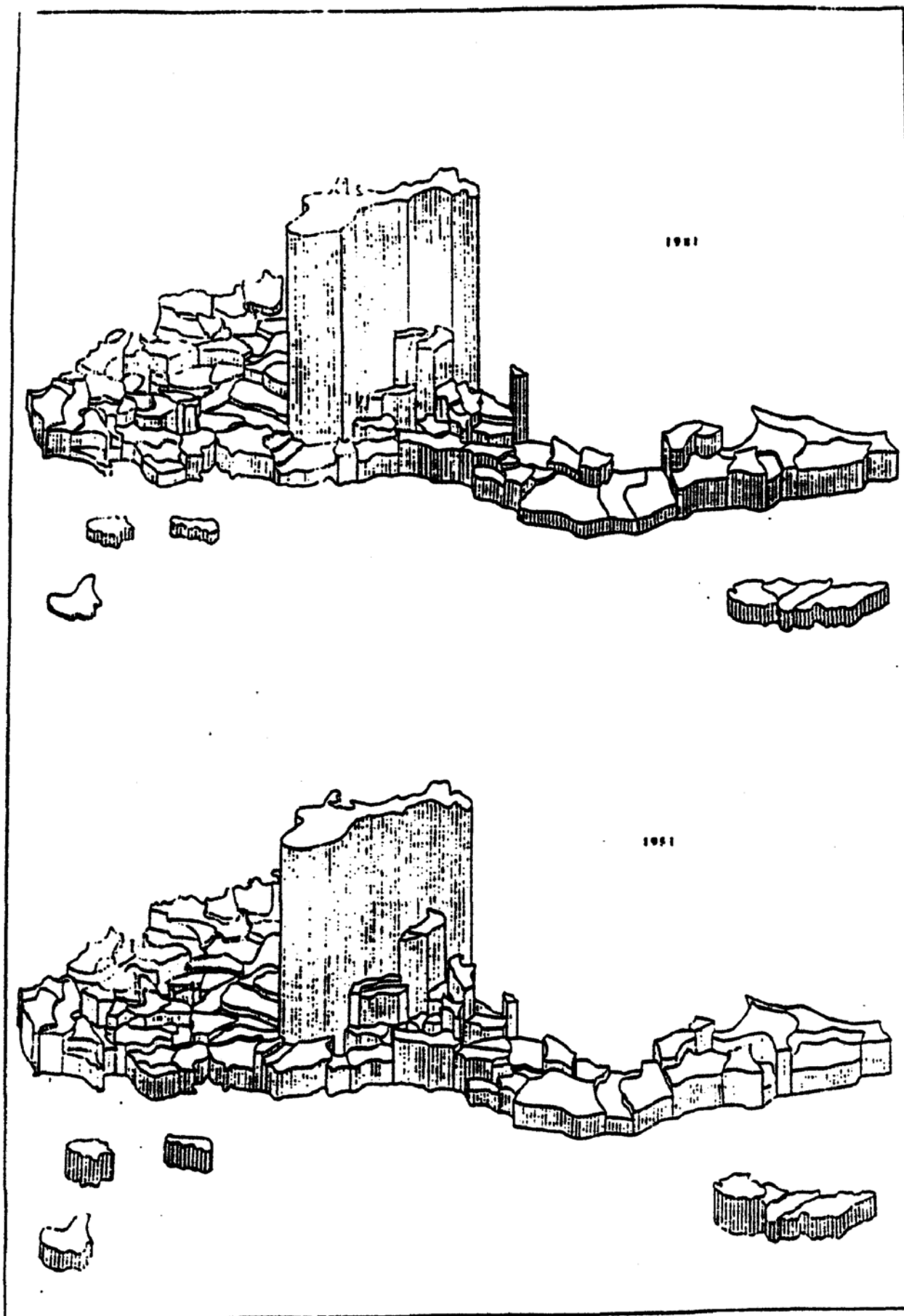
"ύψη" που αντιστοιχούν στις τιμές του φαινομένου στα γνωστά σημεία.

Η κατασκευή της στατιστικής επιφάνειας στηρίζεται στην πλάγια προβολή αυτού τού όγκου στο επίπεδο του χάρτη (εικόνα 21). Η επιφάνεια που ορίζουν οι τιμές του φαινομένου συνήθως απεικονίζεται σαν συνεχής, με κάποια γραμμοσκίαση, ή με εναλλαγές έντασης κάποιας απόχρωσης (εικόνα 22).

Η πυκνή γραμμοσκίαση δείχνει την ύπαρξη μεγάλων κλίσεων, η αραιή των ομαλών, η αλλαγή διεύθυνσης της γραμμοσκιάς δε, τα αντίστοιχα υψόμενα ή κοιλώματα της επιφάνειας. Φυσικά υπάρχουν περιοχές της επιφάνειας αυτής που δεν φαίνονται (δεν σχεδιάζονται) γιατί λόγω της πλάγιας προβολής βρίσκονται πίσω από υψόμενα της επιφάνειας. Οι χάρτες αυτοί γίνονται συνήθως με την βοήθεια Η/Υ γιατί σχεδιάζονται δύσκολα με το χέρι.

### Διακριτά φαινόμενα

Τα διακριτά φαινόμενα, ακριβώς επειδή εμφανίζονται μόνο στα σημεία όπου και αναφέρονται τα δεδομένα, απεικονίζονται με σημειακά σύμβολα. Γίνεται δε χρήση του μεγέθους του συμβόλου για να απεικονιστούν οι διαφορετικές τιμές του φαινομένου. Τα σύμβολα αυτά λέγονται βαθμωτά, επειδή



Εικόνα 21



το μέγεθός τους αλλάζει βάσει κάποιας κλίμακας (βαθμίδας), όχι της ίδιας πάντα. Αν στην αλλαγή του μεγέθους προστεθεί και αλλαγή απόχρωσης της επιφάνειας που καταλαμβάνει το σύμβολο, μπορούν να απεικονίσουν και ποιοτικές διαφορές, π.χ. ποσότητες εξόρυξης μεταλλείων - απόδοση μέσω του μεγέθους του συμβόλου και είδος μεταλλεύματος - απόδοση με το χρώμα του συμβόλου.

Το πιο διαδεδομένο τέτοιο σύμβολο είναι ο κύκλος, παρόλο που χρησιμοποιούνται και τετράγωνα, κύβοι, σφαίρες, στήλες.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι καθορισμού της κλίμακας μεταβολής του μεγέθους των βαθμωτών συμβόλων. Ο πρώτος είναι να κλιμακωθούν τα μεγέθη έτσι ώστε να απεικονίζουν πραγματικές τιμές και ο δεύτερος τα μεγέθη να αντιστοιχούν σε ομάδες ή κατηγορίες τιμών.

#### **Βαθμωτά σημειωτικά σύμβολα που απεικονίζουν πραγματικές τιμές**

Η κλίμακα μεταβολής του μεγέθους του συμβόλου μπορεί να είναι γραμμική, επιφανειακή ή και τριδιάστατη.

Σαν γενική διαπίστωση για όλες αυτές τις περιπτώσεις "κλιμάκωσης" του μεγέθους των συμβόλων, ισχύει (και θα δειχθεί παρακάτω) ότι όσα σύμβολα καταλαμβάνουν μικρό χώρο και

δεν δημιουργούν πρόβλημα επικάλυψής τους πάνω στα όρια του χάρτη, δεν δίνουν τη σωστή εντύπωση του μεγέθους των τιμών που απεικονίζουν. Αντίθετα αυτά που επιλέγονται με κριτήριο να δώσουν στον αναγνώστη τη σωστή αντίληψη του μεγέθους που απεικονίζουν, δημιουργούν πρόβλημα στην τοποθέτησή τους στο χάρτη λόγω "χωρητικότητας".

#### **Μεταβολή μεγέθους συμβόλων με γραμμική κλίμακα**

Το σύμβολο που το μέγεθός του αλλάζει με γραμμική κλίμακα για να απεικονίσει διαφορετικές τιμές ενός φαινομένου είναι η στήλη. Το μήκος της στήλης προσδιορίζεται έτσι ώστε να είναι ανάλογο των τιμών που απεικονίζονται, δηλαδή αν μια τιμή είναι διπλάσια κάποιας άλλης, οι αντίστοιχες στήλες να έχουν μήκη, η μια διπλάσιο της άλλης. Οι στήλες είναι σαν σύμβολα εύκολα να σχεδιαστούν και πολύ εύκολα στην ερμηνεία τους. Το πρόβλημα που δημιουργείται από την χρήση τους, είναι ότι στην περίπτωση που καταλαμβάνουν πολύ χώρο (μεγάλες διαφορές τιμών, μεγάλες διαφορές μηκών) επικαλύπτονται, και δημιουργούν πρόβλημα σχεδίασης και ερμηνείας.

Ο προσδιορισμός του μήκους των

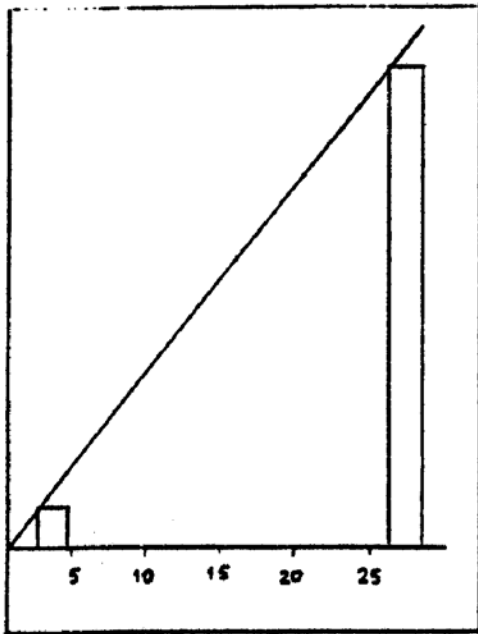
στηλών μπορεί να γίνει με σταδιακά πειράματα. Επιλέγονται διάφορες τιμές μονάδας μήκους που αντιστοιχούν στις προς απεικόνιση τιμές του φαινομένου, ελέγχονται τα αντίστοιχα μεγέθη των στηλών της μικρότερης και της μεγαλύτερης τιμής κι αν αυτά δεν ικανοποιούν τη συγκεκριμένη απόδοση, δοκιμάζεται άλλη τιμή. Πρακτικά η διαδικασία αυτή διευκολύνεται με τη χρήση της γραφικής κλίμακας, όπου οι προς απεικόνιση τιμές σχεδιάζονται σε ένα οριζόντιο άξονα (υπό κλίμακα), και στην μεγαλύτερη τιμή σχεδιάζεται κάθετα προς τον άξονα μια στήλη. Από την κορυφή αυτής της στήλης φέρεται η ευθεία που καταλήγει στο μηδέν του οριζόντιου άξονα. Όλες οι άλλες στήλες προσδιορίζονται από τις τιμές του οριζόντιου άξονα και καταλήγουν στην πλάγια ευθεία.

Σε περίπτωση που η μικρότερη στήλη δεν είναι ικανοποιητικού μεγέθους, γίνεται δεύτερο πείραμα με μεγαλύτερη στήλη για την μεγαλύτερη τιμή του φαινομένου. Αντί για στήλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ορθογώνια παραλληλεπίπεδα που το ύψος τους να προσδιορίζεται αναλογικά με τις τιμές και είναι πιο όμορφα σαν σύμβολα. (Εικόνα 23).

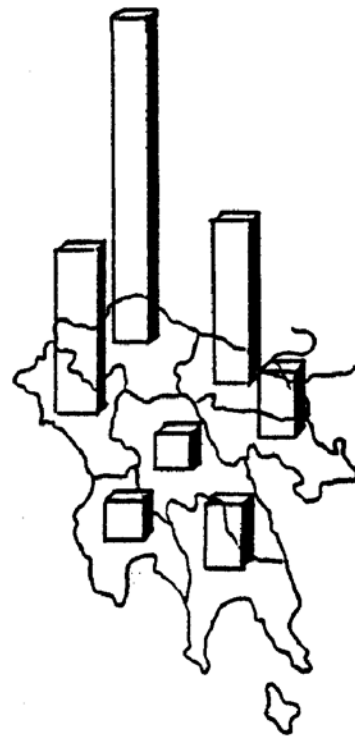
### Μεταβολή μεγέθους συμβόλων με επιφανειακή κλίμακα

Τα σημειακά σύμβολα που το μέγεθός τους μεταβάλλεται βάσει επιφανειακής κλίμακας για να αποδώσει ποσοτικές μεταβολές φαινομένων είναι το τετράγωνο κι ο κύκλος, των οποίων τα εμβαδά υπολογίζονται έτσι ώστε να είναι ανάλογα των τιμών που απεικονίζουν. Ο λόγος που χρησιμοποιούνται αυτά τα σύμβολα, στο μεγαλύτερο ποσοστό των θεματικών χαρτών (συμβολισμού ποσοτικών δεδομένων σημειακού χαρακτήρα), είναι η δυνατότητα που έχουν να απεικονίζουν τιμές με μεγάλου εύρους διαφορές. Τέτοιες, μεγάλου εύρους τιμές, θα ήταν ανέφικτο να απεικονιστούν με σύμβολα που το μέγεθός τους να μεταβάλλεται με γραμμική κλίμακα. Έχουν ένα μειονέκτημα που εντοπίζεται στο τρόπο που ερμηνεύονται τα μεγέθη τους από τον αναγνώστη. Η αντιμετώπιση του μειονεκτήματος αναλύεται παρακάτω.

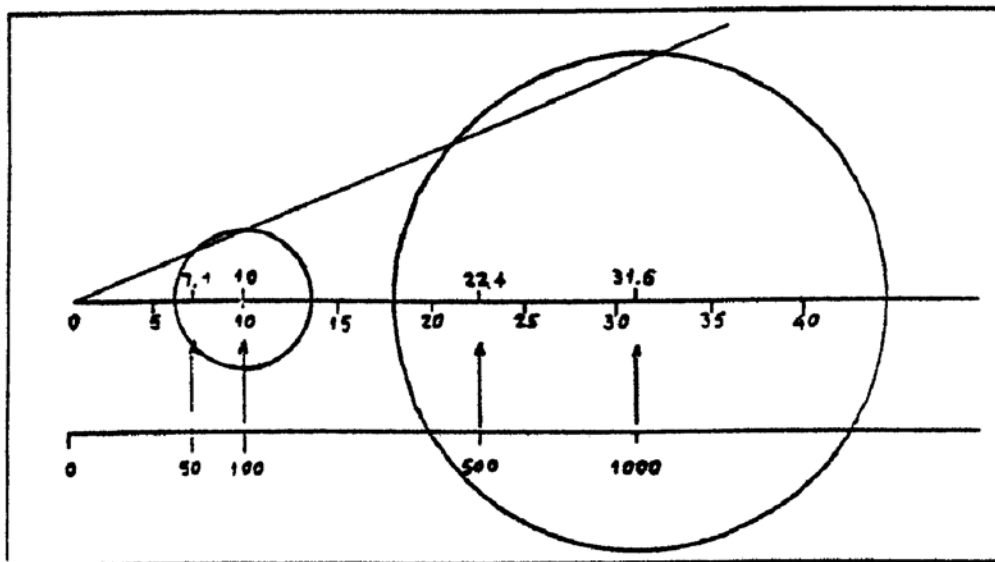
Σύμφωνα με την επιφανειακή κλίμακα τα μεγέθη των συμβόλων που μεταβάλλονται ανάλογα με τις ποσότητες που συμβολίζουν είναι τα εμβαδά τους. Με βάση αυτή την αρχή για να υπολογιστούν τα μεγέθη ενός τέτοιου συμβόλου σε μία συγκεκριμένη απεικόνιση χρειάζεται να βρεθούν μία σειρά από τιμές ακτίων κύκλων ή μία σειρά τιμών πλευρών τετραγώνων, οι οποίες να δίνουν αντίστοιχα εμβαδά



Γραφικός τρόπος προσδιορισμού μεγέθους συμβόλου που μεταβάλλεται με γραμμική κλίμακα



Παράδειγμα συμβολισμού με κολώνες αντί για στήλες (μεταβολή μεγέθους συμβόλου με γραμμική κλίμακα).



Γραφικός τρόπος προσδιορισμού μεγέθους συμβόλου που μεταβάλλεται μ' επιφανειακή κλίμακα.



κύκλων, ή τετραγώνων, ανάλογα των δεδομένων τιμών του φαινομένου. Στην πράξη φτιάχνεται ένας πίνακας με στήλες. Στην πρώτη στήλη γράφονται οι τιμές του φαινομένου. Στη δεύτερη στήλη οι τετραγωνικές ρίζες των τιμών αυτών. Κατόπιν γίνονται διάφορες δοκιμές για να προσδιοριστούν τα μικρότερα και τα μεγαλύτερα μεγέθη συμβόλων που προκύπτουν από τα δεδομένα και προσδιορίζεται έτσι κάποιος συντελεστής που μετατρέπει τις τετραγωνικές ρίζες των τιμών σε μονάδες μήκους ακτίνων κύκλου ή πλευρών τετραγώνου. Ο συντελεστής γράφεται στην τρίτη στήλη και με πολλαπλασιασμό των τιμών δεύτερης και τρίτης στήλης, προκύπτει η τέταρτη στήλη, που δίνει τις τιμές των ακτίνων ή των πλευρών των συμβόλων.

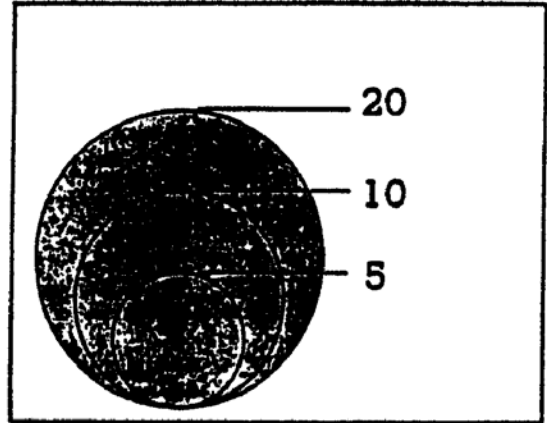
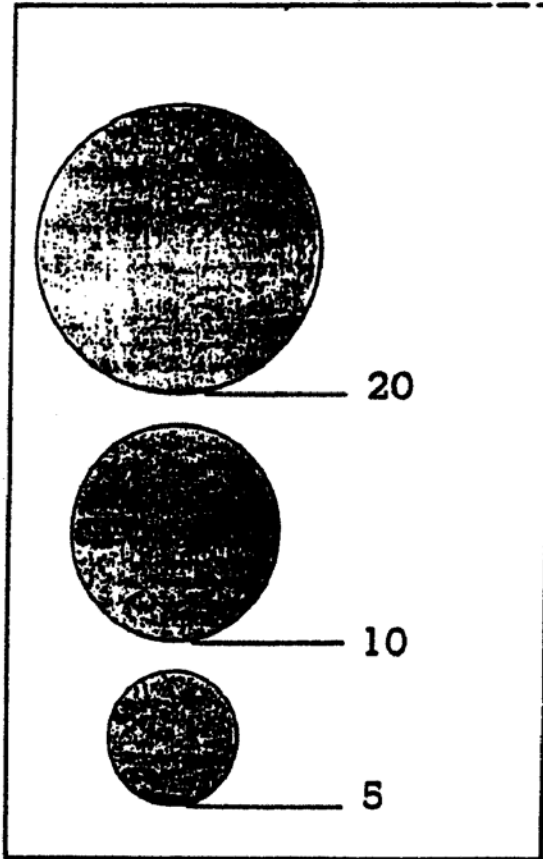
Μιά εναλλακτική πρακτική είναι η γραφική λύση του προβλήματος όπως χρησιμοποιήθηκε και προηγουμένα. Δηλαδή, σε ένα οριζόντιο άξονα τοποθετούνται υπό κάποια κλίμακα οι τετραγωνικές ρίζες των τιμών. Σχεδιάζεται κάποιος κύκλος που το μέγεθός του να διευκολύνει την συγκεκριμένη απεικόνιση, με κέντρο τη μεγαλύτερη τιμή πάνω στον άξονα. Χαράζεται η ευθεία που ενώνει το μηδέν του οριζόντιου άξονα, με το σημείο της περιφέρειας του κύκλου που βρίσκεται από την ακτίνα την κάθετη προς τον άξονα. Αλλάζοντας το μέγεθος του μεγαλύτερου κύκλου προκύπτουν

διαφορετικές πλάγιες γραμμές οι οποίες ορίζουν και τις ακτίνες των άλλων κύκλων, πάντα όμως οι ακτίνες αυτές θα είναι ανάλογες της τετραγωνικής ρίζας των τιμών. Με την γραφική μέθοδο, χωρίς μετρήσεις οι ακτίνες προσδιορίζονται με τον διαβήτη και σχεδιάζονται αμέσως οι κύκλοι στον χάρτη (εικόνα 23).

Στη περίπτωση μεγάλου εύρους τιμών που δεν μπορεί να αποφευχθεί η επικάλυψη των συμβόλων, διακόπτεται η σχεδίαση της περιφέρειας του μεγαλύτερου κύκλου και σχεδιάζεται πλήρης η περιφέρεια του μικρότερου. Όταν ο ένας μικρός κύκλος βρίσκεται μέσα σε κάποιο μεγαλύτερο, αν οι κύκλοι είναι έγχρωμοι αφήνεται ένα κενό δύο χιλιοστών γύρω από τον μικρό κύκλο για να ξεχωρίζει.

Ο τρόπος που αναφέρονται τα σύμβολα αυτά στις πληροφορίες του υπομνήματος, είναι ή με κύκλους που εφάπτονται σε κάποιο σημείο, ή με κύκλους των οποίων μεταβάλλεται σταδιακά το μέγεθος, ανάλογα με το χώρο που διατίθεται για το υπόμνημα. (Εικόνα 24).

Ο παραπάνω τρόπος υπολογισμού των βαθμωτών συμβόλων, είναι μεν αντιπροσωπευτικός με την έννοια ότι το εμβαδόν του συμβόλου μεταβάλλεται με την ίδια αναλογία που μεταβάλλεται και η ποσότητα που απεικονίζει, δημιουργεί όμως και διάφορα προβλήματα όπως είναι τα πολύ μεγάλα



Δύο τρόποι αναφοράς κύκλων (συμβόλων) στο υπόμνημα του χάρτη.

Εικόνα 24

μεγέθη συμβόλων όταν το προς απεικόνιση μέγεθος έχει πολύ μεγάλο εύρος τιμών. Επίσης από πειράματα έχει δειχθεί ότι για τον αναγνώστη η εντύπωση που δίνει ένα σχήμα διπλάσιο σε εμβαδόν από ένα άλλο, δεν είναι αυτή του διπλάσιου, αλλά μικρότερο από διπλάσιο. Αυτό είναι σημαντική παρατήρηση μια και ο κύριος σκοπός του χάρτη είναι να δώσει τη σωστή οπτική αντίληψη αυτού που απεικονίζει. Ένας τρόπος να διορθωθεί αυτή η λάθος εκτίμηση των μεγεθών του συμβόλου είναι ο υπολογισμός τους βάσει μιας διαδικασίας που προτείνει ο James Flannery, και έχει προκύψει από πειράματα.

Σύμφωνα με αυτήν:

(1) Προσδιορίζονται οι λογάριθμοι των τιμών των δεδομένων.

(2) Πολλαπλασιάζονται οι τιμές αυτές με τον συντελεστή 0.57.

(3) Προσδιορίζονται οι αντιλογάριθμοι των αριθμών που πρόκυψαν από το (2) και αυτοί οι αντιλογάριθμοι, που ονομάζονται διαφοροποιημένες ρίζες, χρησιμοποιούνται σαν τιμές δεδομένων ώστε να βρεθούν ακτίνες κύκλων ανάλογες των τετραγωνικών τους ριζών (εικόνα 25).

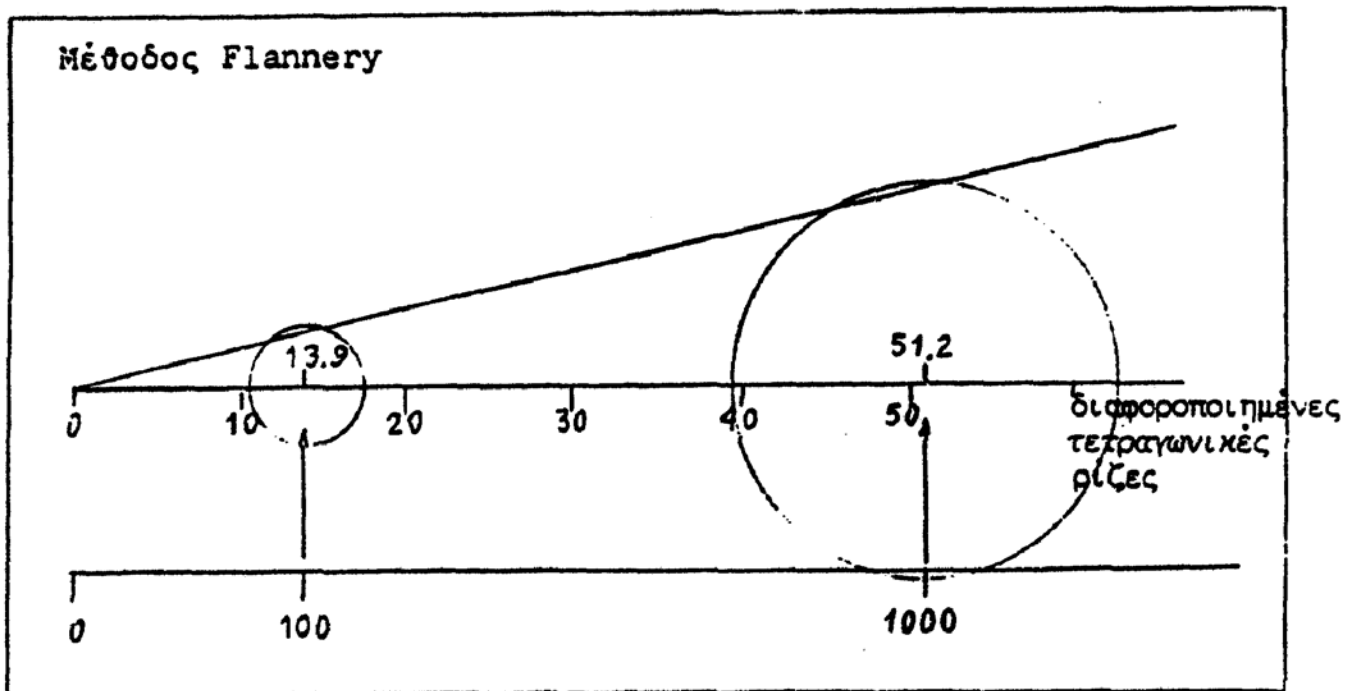
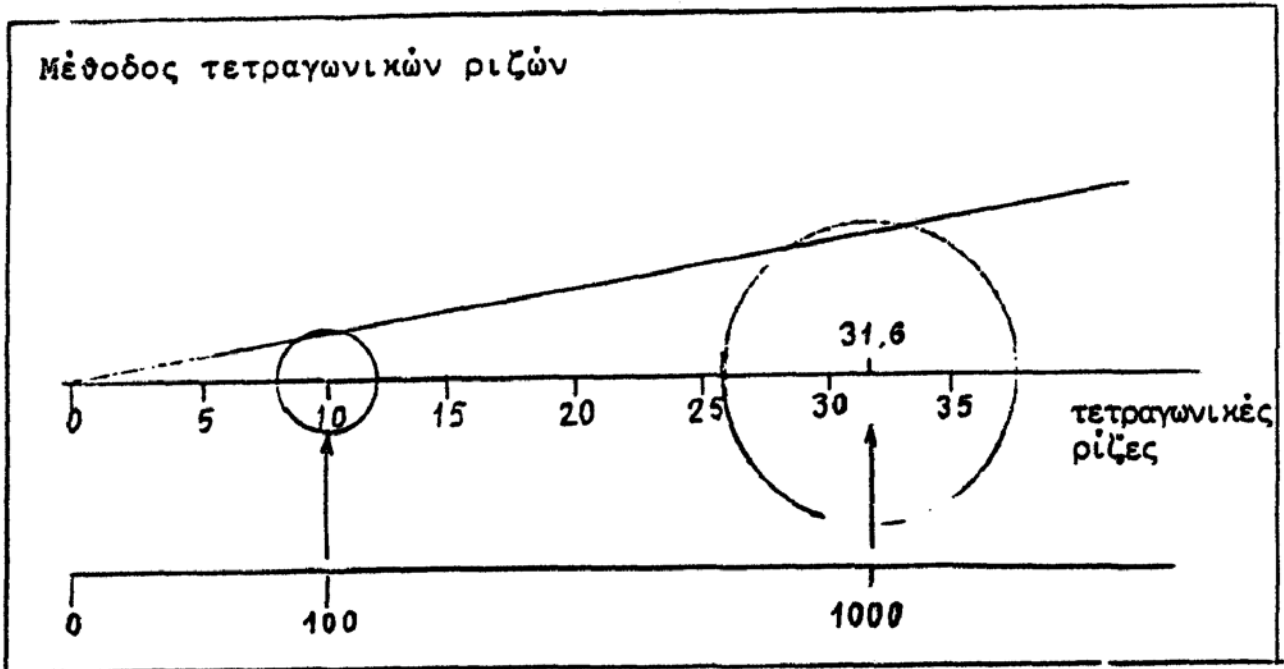
Ο χαρτογράφος λοιπόν μπορεί να επιλέξει τη μέθοδο Flannery ή την απλή γραφική μέθοδο για τον προσδιορισμό των ακτίνων των κύκλων. Είναι όμως δυνατό να γίνει συνδυασμός

και των δυο μεθόδων, όπου στον οριζόντιο άξονα της γραφικής μεθόδου θα τοποθετήσει τις τιμές που προκύπτουν από το στάδιο (3) της μεθόδου Flannery.

Οι κύκλοι σαν σύμβολα είναι πολύ επιτυχημένη επιλογή, όταν τα δεδομένα αναφέρονται και σε επιμέρους συστατικά ενός φαινομένου. Σ'αυτή την περίπτωση το μέγεθος του κύκλου απεικονίζει την ολική ποσότητα και χωρίζεται σε κυκλικούς τομείς που απεικονίζουν (μέσω του εμβαδού τους) τις ποσότητες των συστατικών του φαινομένου. Χρησιμοποιείται εδώ και κάποια άλλη οπτική μεταβλητή για να δώσει την ποιοτική διαφορά των συστατικών (χρώμα ή μοτίβο).

Η εφαρμογή τέτοιου είδους συμβολισμού έχει αποδειχθεί επιτυχημένη ιδιαίτερα ως αφορά την εκτίμηση των ποσοτικών σχέσεων από τον αναγνώστη του χάρτη.

Στο υπόμνημα φυσικά πρέπει να αναφέρονται οι συμβολισμοί των επιμέρους συστατικών. Συνήθως δε αναφέρονται και οι συνολικές για την έκταση του χάρτη αναλογίες τους. Αυτό δείχνεται είτε με στήλη μήκους όσο η συνολική ποσότητα και χωρισμένη ώστε να δίνει τις ποσότητες των συστατικών, είτε με ένα κύκλο, ο οποίος συμβολίζει τα συνολικά δεδομένα με τον ίδιο τρόπο που αναπτύχθηκε πιο πάνω. Ο κύκλος είναι καλύτερη επιλογή συμβολισμού σ'ένα



Παραδείγματα προσδιορισμού ακτίνων κύκλων με υπολογισμό τετραγωνικών ριζών αφ'ενός και διαφοροποιημένων τετραγωνικών ριζών (Flannery) αφ'ετέρου, για τις ίδιες τιμές.

Εικόνα 25

χάρτη, δημιουργεί όμως πρόβλημα η χρήση του γιατί προκύπτουν μεγάλα μεγέθη συμβόλων. (Εικόνες 26, 27)

### Μεταβολή μεγέθους συμβόλων με τριδιάστατη κλίμακα

Τα πλεονεκτήματα των σημειακών συμβόλων που το μέγεθός τους μεταβάλλεται γραμμικά ή επιφανειακά είναι πολλά, όπως αναφέρθηκαν προηγουμένα και γι' αυτό είναι αυτό χρησιμοποιούνται πολύ συχνά. Υπάρχει όμως ένα σημαντικό πρόβλημα που δεν λύνεται με αυτά κι' αυτό προκύπτει όταν τα δεδομένα έχουν τιμές πολύ μεγάλου εύρους, οπότε ούτε τα μεταβαλλόμενα με επιφανειακή κλίμακα σύμβολα δεν μπορούν να απεικονίσουν και την μικρότερη και την μεγαλύτερη τιμή. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μόνη λύση είναι η χρησιμοποίηση τριδιάστατων συμβόλων (π.χ. σφαίρες ή κύβους), όπου ο όγκος τους να είναι ανάλογος των τιμών που συμβολίζουν.

Ο σχεδιασμός των συμβόλων αυτών γίνεται με ακτίνες ή πλευρές ανάλογες της κυβικής ρίζας των δεδομένων τιμών. Η διαδικασία εύρεσης των ακτίνων είναι ίδια με αυτή που ακολουθείται για τους κύκλους (όταν βέβαια υπολογιστούν οι λογάριθμοι των τιμών, δεν διαιρούνται διά δύο αλλά διά τρία).

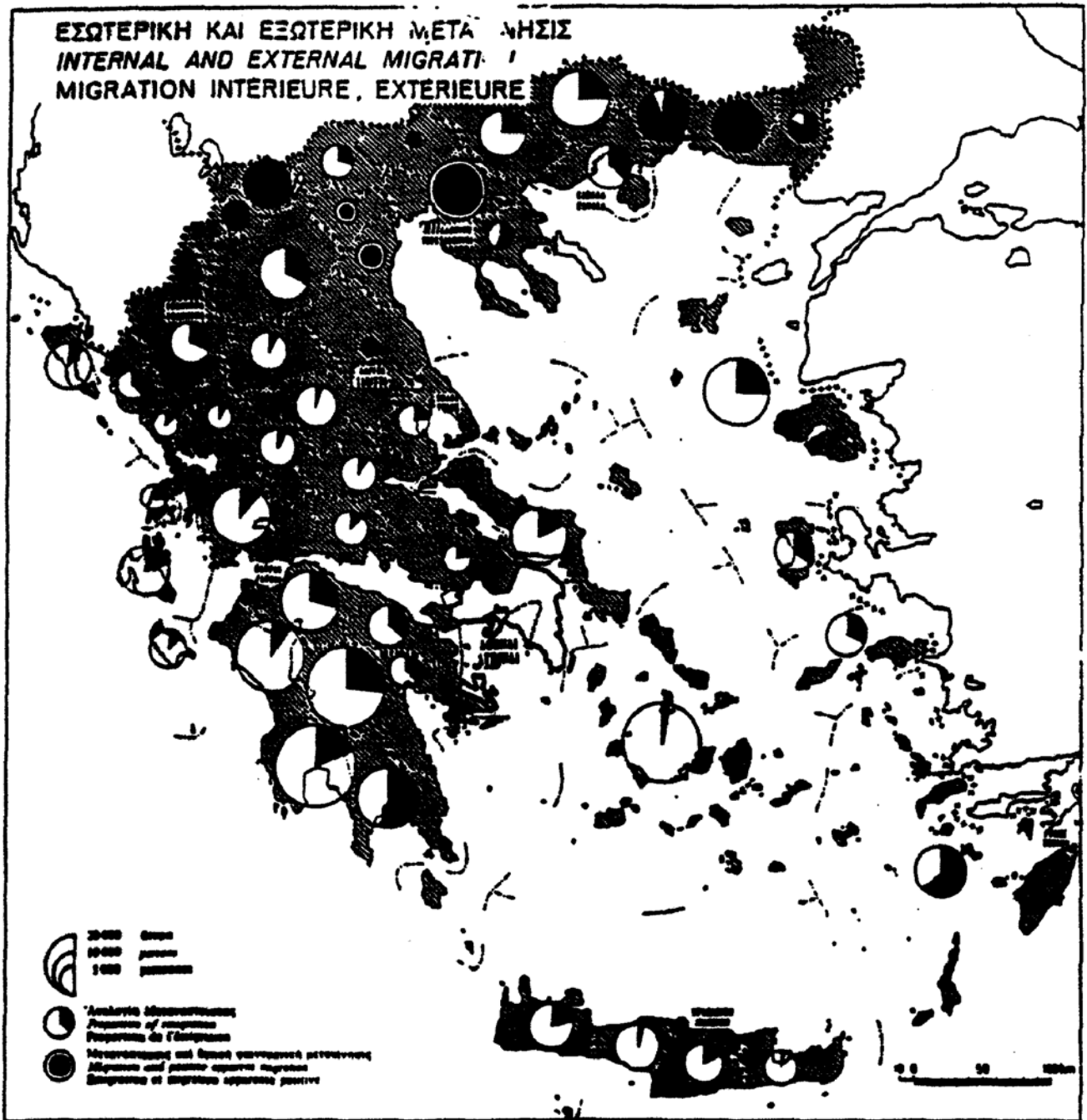
Δίνοντας λύση στο πρόβλημα

απεικόνισης τιμών μεγάλου εύρους, τα τριδιάστατα σύμβολα θα είχαν μεγάλη εφαρμογή, αν δεν γίνονταν δύσκολα κατανοητές οι μεταβολές του μεγέθους τους. Από πειράματα έχει αποδειχθεί ότι ο αναγνώστης του χάρτη βλέπει τον κύβο ή τη σφαίρα να μεταβάλλονται σαν τετράγωνα και κύκλοι και δεν αντιλαμβάνεται τις μεταβολές του όγκου. Γι' αυτούς τους λόγους τα τριδιάστατα σύμβολα χρησιμοποιούνται σπάνια και γίνεται προσπάθεια σε μεγάλου εύρους δεδομένα να παραλείπονται οι πολύ μικροί αριθμοί σαν αμελητέοι και οι υπόλοιποι να απεικονίζονται με σύμβολα που μεταβάλλονται με επιφανειακή κλίμακα.

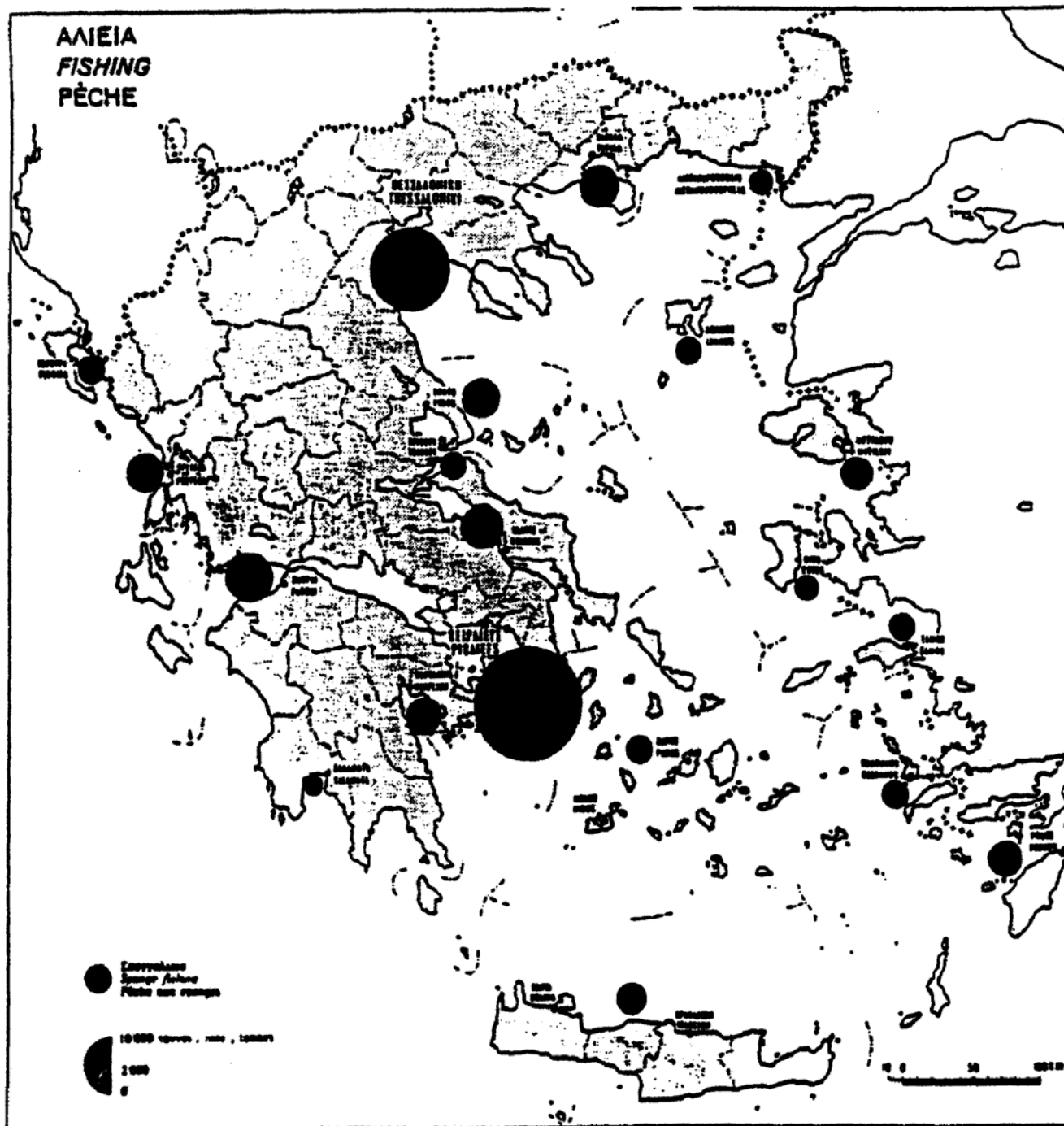
### Σημειακά σύμβολα που απεικονίζουν ομαδοποιημένες τιμές

Υπάρχουν δύο λόγοι στους οποίους βασίζεται η άποψη ότι η κλιμάκωση του μεγέθους σημειακών συμβόλων για να απεικονίσουν πραγματικές τιμές δεν είναι η καλλίτερη λύση.

Ο πρώτος λόγος είναι τα όρια αντίληψης του αναγνώστη του χάρτη, που δεν του επιτρέπουν να αντιληφθεί δηλ την ποσότητα της πληροφορίας που περιέχουν τα σύμβολα. Ειδικότερα, αυτό αφορά τους κύκλους (εκτός αυτών που έχουν κατασκευαστεί με τη μέθοδο Flannery), τις σφαίρες και τους κύβους.



Εικόνα 28



Εικόνα 27

Ο δεύτερος λόγος είναι ότι όταν οι πραγματικές τιμές των δεδομένων είναι πολυπληθείς και συνήθως είναι, στο υπόμνημα δίνονται ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά μεγέθη των συμβόλων, κι έτσι ο αναγνώστης υποχρεώνεται να παρεμβάλλει τα μεγέθη των συμβόλων του χάρτη μαθαίνοντας τελικά, περίπου την ποσότητα που απεικονίζουν και όχι την πραγματική τους τιμή. Για αυτούς τους δύο λόγους είναι προτιμότερη και γίνεται στις αντίστοιχες εφαρμογές, ομαδοποίηση των τιμών και συμβολισμός της κάθε ομάδας τιμών με ένα σύμβολο, οπότε και τα μεγέθη του συμβόλου θα είναι όσες οι ομάδες των τιμών. Αυτά τα μεγέθη του συμβόλου μπορούν να αναφέρονται όλα στο υπόμνημα οπότε είναι πολύ απλή η οπτική τους ερμηνεία. Για να είναι τα σύμβολα χαρακτηριστικά της ομάδας τιμών που απεικονίζουν, κατασκευάζονται έτσι ώστε το μέγεθός τους να αναλογεί στη μέση τιμή της ομάδας τιμών που απεικονίζουν.

Συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους απόδοσης πραγματικών τιμών δηλαδή την μέθοδο των πραγματικών τιμών με αυτή των ομαδοποιημένων, φαίνεται ότι:

(1) Στην απεικόνιση πραγματικών τιμών ο χάρτης περιέχει λεπτομερείς ποσοτικές πληροφορίες, δύσκολα όμως κατανοητές.

(2) Στην απεικόνιση ομαδοποίησης των τιμών, ο χάρτης μεταδίδει λιγότερη

πληροφορία από αυτή που διατίθεται γίνεται όμως πιο εύκολα κατανοητή.

Γι' αυτό πριν αποφασίσει ο χαρτογράφος ποιά μέθοδο θα ακολουθήσει, πρέπει να εξετάσει τον τρόπο που αυτά τα προβλήματα θα επηρεάσουν την συγκεκριμένη απεικόνιση. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι σε σειρές χαρτών τέτοιου περιεχόμενου, θέλει προσοχή η τήρηση της ίδιας κλίμακας τιμής δεδομένου-μεγέθους συμβόλου.

#### Συμβολισμός ποσοτικών δεδομένων που αναφέρονται σε επιφάνειες

Πάρα πολλές, ποσοτικού περιεχομένου πληροφορίες, αναφέρονται σε επιφάνειες οι οποίες είναι είτε συγκεκριμένες περιοχές που προσδιορίζονται από την εμφάνιση κάποιου φαινομένου, είτε διοικητικές μονάδες (κοινότητα, δήμος, νομός κλπ.), στις οποίες αναφέρονται τα δεδομένα συλλογής. Τα δεδομένα τέτοιου είδους πληροφοριών μπορεί να είναι είτε απόλυτες τιμές (π.χ. πληθυσμός, παραγωγή προϊόντων), ή αριθμητικές τιμές που είχαν προκύψει από κάποια στατιστική επεξεργασία (π.χ. πυκνότητα πληθυσμού). Αυτή η τελευταία διάκριση διαφοροποιεί και τον τρόπο χαρτωγραφικής απόδοσης.



### Απόλυτες τιμές που αναφέρονται σε επιφάνειες

Ακριβώς επειδή τα δεδομένα αναφέρονται σε επιφάνειες, μιά πρώτη σκέψη θα ήταν η απεικόνισή τους, με κάποιο επιφανειακό σύμβολο, που να δίνει τον ποσοτικό χαρακτήρα των δεδομένων, δηλαδή με μεταβολές έντασης. Αυτός ο τρόπος απόδοσης χωρίς να είναι "λάθος" δίνει κάποιες εντυπώσεις που αλλοιώνουν την πληροφορία. Ας θεωρηθεί, σαν παράδειγμα η απεικόνιση του πληθυσμού ανά δήμο, του νομού Αττικής. Επιλέγοντας σαν επιφανειακό σύμβολο την γραμμοσκιά, θα αντιστοιχηθούν οι μεγάλες τιμές του πληθυσμού σε πυκνές γραμμοσκιές και όσο μικραίνουν οι τιμές θα αραιώνει η γραμμοσκιά. Αν δύο δήμοι έχουν τον ίδιο πληθυσμό αλλά διαφορετικές εκτάσεις, η κάλυψή τους με την ίδια γραμμοσκιά θα δώσει την εντύπωση της ομοιόμορφης κατανομής του πληθυσμού σ' αυτές τις δύο περιοχές. Θα ερμηνευθεί, δηλαδή, σαν απεικόνιση πυκνότητας. Μιά τέτοιου είδους ερμηνεία θα ήταν λανθασμένη μιά και οι δύο δήμοι έχουν διαφορετική πυκνότητα.

Γι' αυτούς τους λόγους αποφεύγεται η χρήση επιφανειακών συμβόλων στις απεικονίσεις απολύτων τιμών. Τα πιο κατάλληλα συστήματα απεικόνισης εδώ είναι :

Τα σημειακά σύμβολα, όπως

αναπτύχθηκαν προηγουμένα, που με το μέγεθός τους αποδίδουν τις τιμές των δεδομένων. Είναι πολύ αντιπροσωπευτικός τρόπος απεικόνισης, παρ' όλο που η πληροφορία δεν αναφέρεται σε σημείο. Το σύμβολο τοποθετείται στο κέντρο βάρους της περιοχής που αναφέρεται η τιμή (εικόνα 28).

Ο χάρτης κουκίδων, είναι ένας δεύτερος τρόπος απεικόνισης απολύτων τιμών (που αναφέρονται σε επιφάνειες). Έχει μεγάλη εφαρμογή σε αυτής της κατηγορίας τα φαινόμενα, και παρ' όλες τις δυσκολίες κατασκευής του, ακριβώς επειδή δίνει πολύ αντιπροσωπευτική εικόνα του τι απεικονίζει είναι πολύ διαδεδομένος. Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο απεικόνισης, η τιμή του φαινομένου που αναφέρεται σε κάποια επιφάνεια, συμβολίζεται από ορισμένο αριθμό κουκίδων που τοποθετούνται μέσα στα όρια αυτής της επιφάνειας.

Σκοπός αυτής της απεικόνισης είναι όχι τόσο να δώσει τις απόλυτες τιμές του φαινομένου, όσο να δείξει μέσω αυτών των τιμών, τη κατανομή του φαινομένου στο σύνολο της περιοχής. Γι' αυτό το λόγο απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει ένας χάρτης κουκίδων, είναι να υπάρχουν δεδομένα για επιφάνειες που είναι υποδιαίρεσεις των επιφανειών που θα απεικονιστεί η κατανομή. Σαν παράδειγμα, για να



κατασκευαστεί ο χάρτης κουκίδων πληθυσμού των νομών της Ελλάδας, πρέπει τα δεδομένα να αναφέρονται στις κοινότητες ή δήμους του κάθε νομού. Τα όρια αυτά σχεδιάζονται στο χάρτη πρόχειρα για να βοηθήσουν στην τοποθέτηση των κουκίδων και παραλείπονται στον τελικό χάρτη.

Επόμενο βήμα είναι η επιλογή του μεγέθους της κουκίδας και η τιμή που θα αντιπροσωπεύει. Η επιλογή αυτή έχει μία δυσκολία γιατί πρέπει να είναι τέτοιο το μέγεθος της κουκίδας ώστε στις περιοχές μεγάλης τιμής του φαινομένου, να διακρίνονται οι τελείες (χωρίς να συμπίπτουν η μία με την άλλη), στις δε περιοχές μικρής τιμής, άρα αραιάς κάλυψης κουκίδων, να μην είναι πολύ λίγες και να χάνονται. Όσο αφορά την έκταση που καταλαμβάνει η κουκίδα, στους μικρής κλίμακας χάρτες είναι πολύ μεγαλύτερη (μέχρι και 200 φορές) από την πραγματική έκταση που εμφανίζεται το φαινόμενο, χωρίς αυτό όμως να επηρεάζει τη σωστή εντύπωση που δίνει δηλαδή τη σχετική πυκνότητα της κατανομής.

Αφού προσδιοριστεί η τιμή της κουκίδας, προκύπτει αμέσως ο αριθμός των κουκίδων που θα πρέπει να σχεδιαστεί σε κάθε επιφάνεια. Οι κουκίδες μετά σχεδιάζονται ώστε να ισοπέχουν μεταξύ τους στις επιμέρους επιφάνειες για τις οποίες υπάρχουν τα δεδομένα. Τέλος σβήνονται τα όρια

αυτών των επιμέρους επιφανειών και προκύπτει το τελικό προϊόν που δίνει την κατανομή του φαινομένου και έχει και μετρητική αξία, με την έννοια του αν μετρηθούν οι κουκίδες μιάς περιοχής προκύπτει κι η τιμή του φαινομένου στη συγκεκριμένη περιοχή.

Όταν δεν είναι διαθέσιμα τα στοιχεία για τις υποδιαιρέσεις των επιφανειών είναι ευθύνη του χαρτογράφου να λάβει υπ' όψη του άλλα στοιχεία του χώρου που θα βοηθήσουν στην σωστή κατανομή των κουκίδων στην έκταση που αναφέρονται. Για παράδειγμα, αν το αντικείμενο απεικόνισης είναι η κατανομή του πληθυσμού, η τοποθέτηση των κουκίδων, περιορίζεται στα όρια των κατοικημένων περιοχών και όχι στις ορεινές και αγροτικές εκτάσεις, οι οποίες πρέπει να μείνουν κενές στο χάρτη, για να έχει νόημα αυτή η απεικόνιση.

Τα πλεονεκτήματα ενός χάρτη κουκίδων είναι:

Η απεικόνιση της πραγματικής τιμής του φαινομένου μέσω του μεγέθους της κουκίδας και του πλήθους των κουκίδων για μία συγκεκριμένη περιοχή.

Η ασυνεχής μορφή απόδοσης του φαινομένου ιδιαίτερα αντιπροσωπευτική για την παρουσίαση της κατανομής φαινομένων που εμφανίζονται σε ασυνεχείς μονάδες (π.χ. άνθρωποι, ζώα). Οι σποραδικές εμφανίσεις του

φαινομένου απεικονίζονται με σποραδική εμφάνιση των κουκίδων.

Η δυνατότητα απεικόνισης περισσότερων από ένα φαινομένων (με διαφορετικού χρώματος ή σχήματος κουκίδες). Αυτή είναι μορφή χάρτη όχι συνηθισμένη, που μπορεί όμως να εφαρμοστεί όταν είναι χρήσιμη η σύγκριση δύο τέτοιου είδους φαινομένων.

Η απόδοση της πραγματικής κατανομής του φαινομένου που δεν δίνεται αν τα συγκεκριμένα δεδομένα αποδοθούν με διαφοροποιήσεις έντασης.

Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα στους χάρτες κουκίδων.

Το πιο βασικό είναι η δυσκολία επιλογής του σωστού μεγέθους της κουκίδας και της τιμής που θα απεικονίζει. Αν επιλέγει μικρή τιμή προκύπτουν πολλές κουκίδες στις περιοχές μεγάλων τιμών, ενώ αν στην κουκίδα δοθεί μεγάλη τιμή μερικές περιοχές μπορεί να μείνουν κενές.

Ένα δεύτερο μειονέκτημα είναι η ανάγκη ύπαρξης στοιχείων για την κατανομή του φαινομένου μέσα στην έκταση αναφοράς του.

Τέλος, μια δυσκολία παρουσιάζει και η σχεδίαση των κουκίδων, όταν ο χάρτης γίνεται με το χέρι και όχι με την βοήθεια Η/Υ (εικόνα 29).

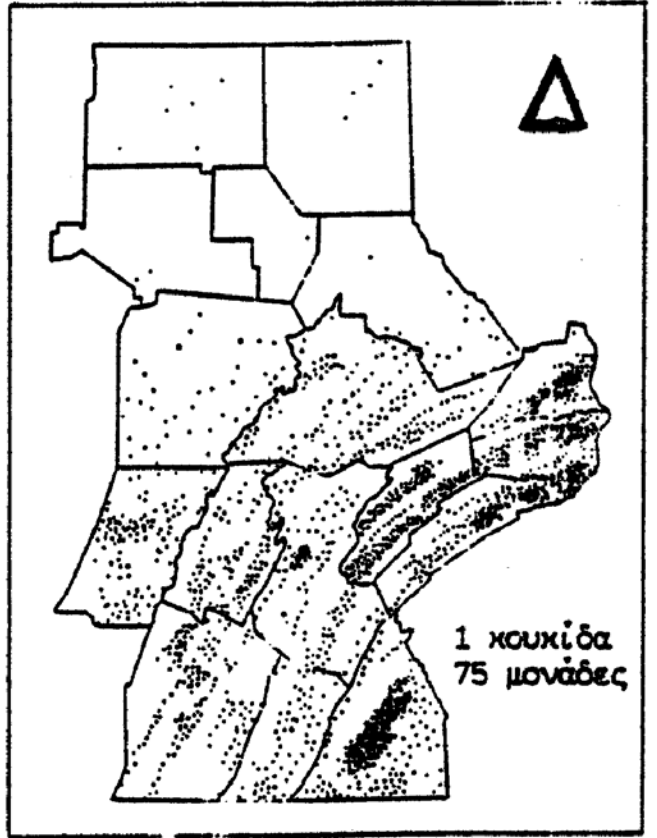
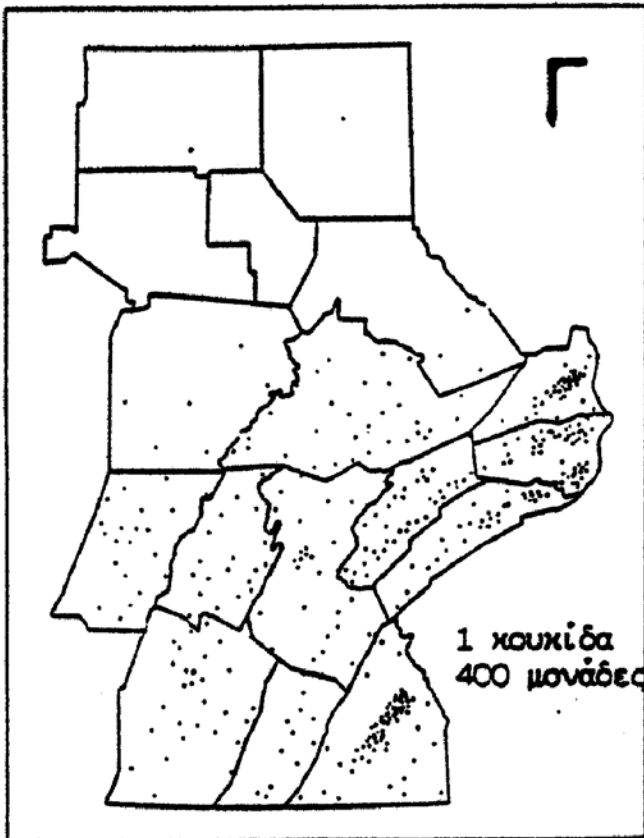
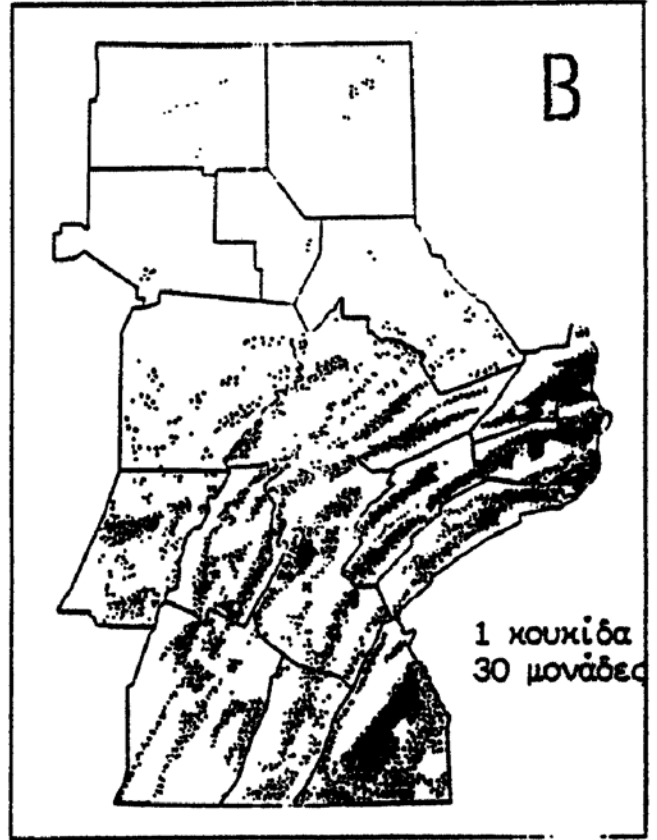
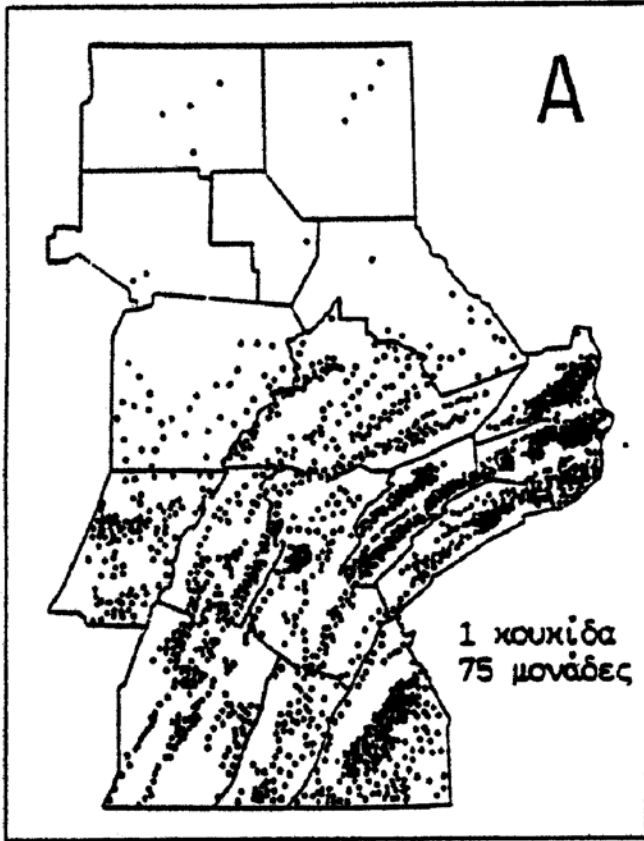
Το χαρτόγραμμα είναι ένας τρίτος τρόπος απόδοσης απολύτων τιμών που αναφέρονται σε επιφάνειες. Εδώ παύει

να ισχύει η έννοια της κλίμακας του χάρτη και το μέγεθος των επιφανειών στις οποίες αναφέρονται τα δεδομένα, λειτουργεί σαν σύμβολο απόδοσης τιμών. Εισάγεται δηλαδή μία νέα κλίμακα επιφανειακή, όπου μία μοναδιαία επιφάνεια αντιστοιχεί σε κάποια τιμή του φαινομένου που απεικονίζεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μία εντυπωσιακή αλλαγή της μορφής του τοπογραφικού υψάθρου που παρουσιάζει έτσι τις τιμές του φαινομένου. Οι μετασχηματισμένες με αυτό τον τρόπο επιφάνειες μπορεί και να τοποθετούνται στη σχετική μεταξύ τους θέση χωρίς να ενώνονται, οπότε είναι κι εύκολη η κατασκευή τους. Το συνεχές όμως χαρτόγραμμα, αυτό δηλαδή που η συνολική επιφάνεια κρατάει τη μορφή της και οι επιμέρους περιοχές σχεδιάζονται ώστε να συνορεύουν όπως και στην κανονική γεωγραφική θέση (διατήρηση της συνέχειας του γεωγραφικού χώρου), είναι πιο παραστατικό, παρ'όλο που είναι δύσκολο στην κατασκευή του.

Η διαδικασία κατασκευής ενός χαρτογράμματος επιγραμματικά είναι η εξής:

Γίνεται αφαίρεση όλης της πληροφορίας του υψάθρου του χάρτη, πλην των ορίων των επιφανειών που αναφέρονται τα δεδομένα.

Απλοποιούνται τα όρια αυτά με γραμμές κάθετες, οριζόντιες και πλάγιες, συνήθως σε διεύθυνση 45° ως



Παράδειγμα αλλαγής μεγέθους και τιμής της κουκίδας για την απόδοση των ίδιων δεδομένων.

προς τη βάση του χάρτη.

Ορίζεται η μοναδιαία τιμή του φαινομένου, που αντιστοιχεί στη μοναδιαία τιμή της επιφάνειας (συνήθως  $1 \text{ cm}^2$ ).

Προκύπτει ο αριθμός των  $\text{cm}^2$  που θα καταλάβει η κάθε επιφάνεια.

Με χρήση τετραγωνισμένου κανόβου με υποδιαίρεση ίδια με την μοναδιαία επιφάνεια που επιλέχτηκε ( $1 \text{ cm}^2$ ), σχεδιάζονται τα όρια ώστε να μοιάζει το σχήμα τους με αυτό του αρχικού υπέβαθρου, να ακολουθούν την ίδια σχετική μεταξύ τους θέση και σε απλοποιημένη μορφή, γραμμές κάθετες, οριζόντιες και με κλίση συνήθως  $45^\circ$  ως προς τη βάση του χάρτη.

Το αποτέλεσμα είναι αρκετά ενδιαφέρον ιδιαίτερα όταν οι τιμές του φαινομένου είναι τελείως διαφορετικές από τις αντίστοιχες εκτάσεις των επιφανειών που αναφέρονται. (Βλ. κλίμακα 30).

#### Πυκνότητες και άλλοι λόγοι που αναφέρονται σε επιφάνειες

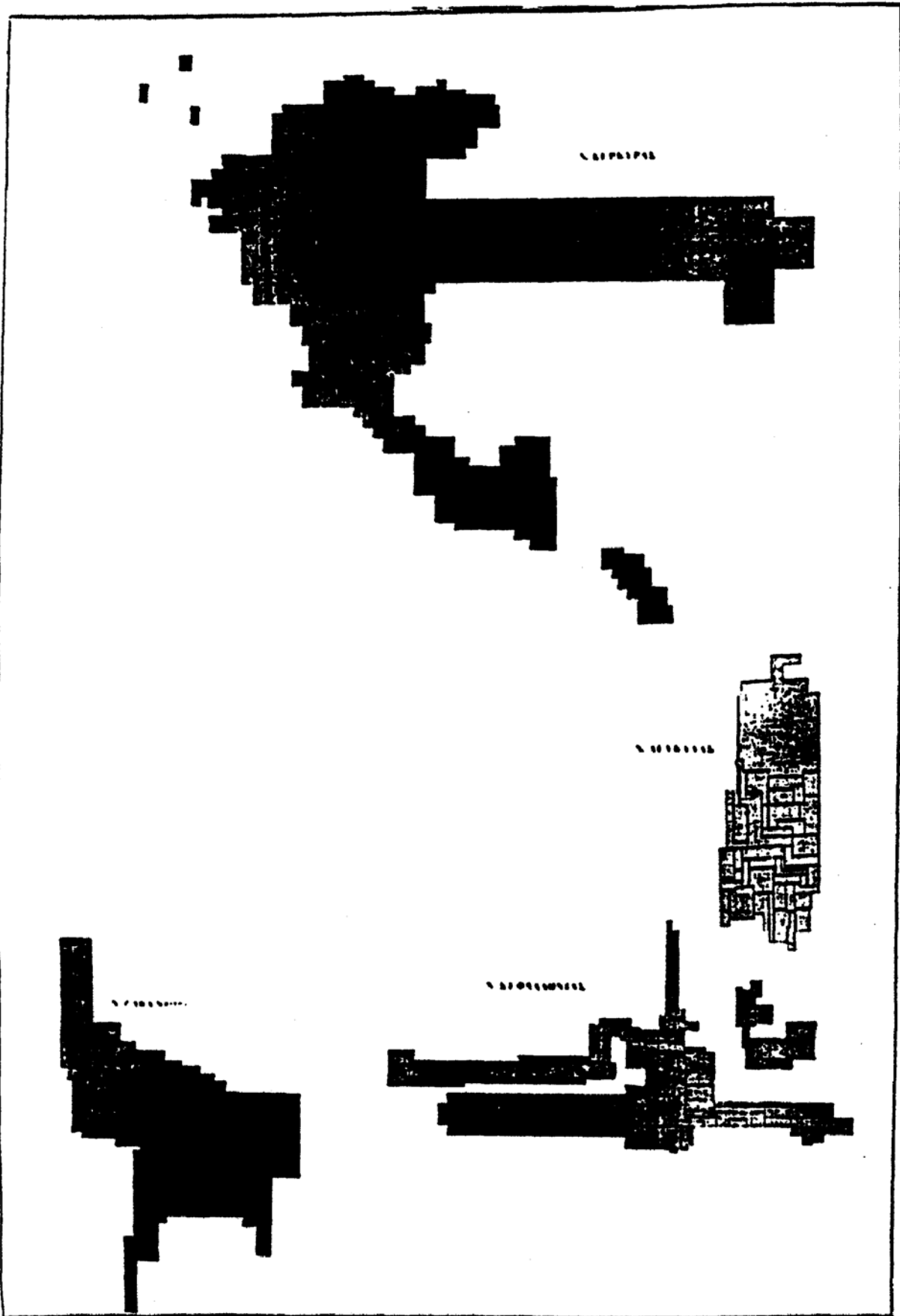
Διαφορετική είναι η αντιμετώπιση για την απόδοση ποσοτικών μεγεθών αναφερομένων σε επιφάνειες, όταν αυτά τα μεγέθη δεν είναι άμεσα προκύπτοντες αριθμοί, αλλά έχουν υποστεί κάποια στατιστική επεξεργασία.

Επειδή τα αριθμητικά αυτά μεγέθη

έχουν προκύψει από την επεξεργασία τιμών σε σχέση με την επιφάνεια που αναφέρονται, απεικονίζονται με επιφανειακά σύμβολα.

Ο χωροπληθής χάρτης είναι η πιο απλή, διαδομένη και αντιπροσωπευτική απεικόνιση στατιστικών δεδομένων που αναφέρονται σε επιφάνειες. Βασικό του αντικείμενο είναι να συμβολιστούν οι τιμές των δεδομένων σε όλη την έκταση που εμφανίζονται. Επιλέγεται λοιπόν η ένταση σαν οπτική μεταβλητή και γίνεται αντιστοίχιση τιμών του φαινομένου με διαβαθμίσεις έντασης, οπότε καλύπτονται οι επιφάνειες με τις εντάσεις που ανταποκρίνονται στη τιμή που έχει το φαινόμενο στις επιφάνειες αυτές. Η ένταση μπορεί να αναφέρεται σε κάποια απόχρωση, ή να δημιουργείται από γραμμοσκιά.

Η πρώτη δυσκολία αυτής της μεθόδου απόδοσης, είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγάλος αριθμός εκτάσεων στον ίδιο χάρτη. Το ανθρώπινο μάτι μπορεί όπως είναι γνωστό να διακρίνει μέχρι έξη εντάσεις μίας απόχρωσης. Γι' αυτό γίνεται ομαδοποίηση των τιμών σε έξη ή λιγότερες ομάδες που απεικονίζονται με αντίστοιχες διαβαθμίσεις έντασης. Στο υπόμνημα του χάρτη σχεδιάζονται δείγματα των συμβόλων αυτών με τις αντίστοιχες τιμές που διακυμαίνεται κάθε ομάδα.



Εικόνα 30



Με τις τελευταίες εξελίξεις της αυτοματοποιημένης χαρτογραφικής διαδικασίας φαίνεται πως είναι δυνατή και η χωροπληθής απεικόνιση χωρίς απαραίτητη ομαδοποίηση των δεδομένων. Κι' αυτό γιατί ένας αυτόματος σχεδιαστής μπορεί να δώσει άπειρες διαβαθμίσεις έντασης κάποιας απόχρωσης ή διαγράμμισης. Αν αυτή η προοδευτική αλλαγή της έντασης παρουσιαστεί στο υπόμνημα, γίνεται αντιστοίχιση όλων των τιμών του φαινομένου και σχεδιάζεται ο χωροπληθής χάρτης έτσι ώστε η κάθε επιφάνεια να έχει την ένταση που αντιστοιχεί στην τιμή της. Τότε ο αναγνώστης εύκολα αναγνωρίζει στο υπόμνημα την ένταση που έχει κάθε περιοχή και διαβάσει τη τιμή του φαινομένου σε αυτή.

Υπάρχει μία αμφισβήτηση για την υιοθέτηση της μεθόδου ομαδοποίησης των τιμών στις χωροπληθείς απεικονίσεις. Το γεγονός είναι ότι η απεικόνιση ομαδοποιημένων τιμών απλοποιεί τα δεδομένα, χάνεται πληροφορία, διαφορές που υπάρχουν εξαφανίζονται, όμως ο χάρτης είναι πιο εύκολος στην κατασκευή και αντιληπτός στην ανάγνωση. Όταν όμως ο χάρτης φτιάχνεται χωρίς την βοήθεια ΗΥ η ομαδοποίηση των τιμών είναι απαραίτητη.

Ένα σύστημα είναι ομάδες τιμών (μέχρι 6) του ίδιου αριθμητικού εύρους.

Άλλο σύστημα είναι ομάδες που το αριθμητικό εύρος αυξάνεται με γεωμετρική πρόοδο όσο ανεβαίνουν οι τιμές.

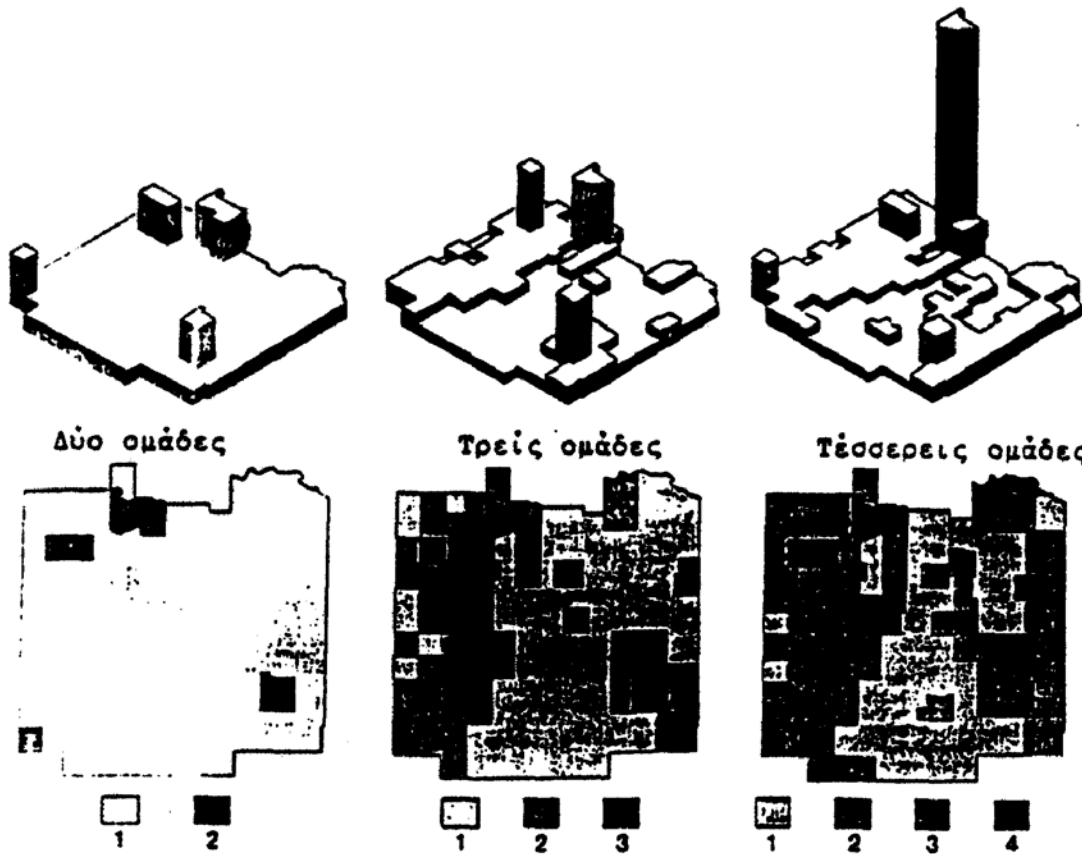
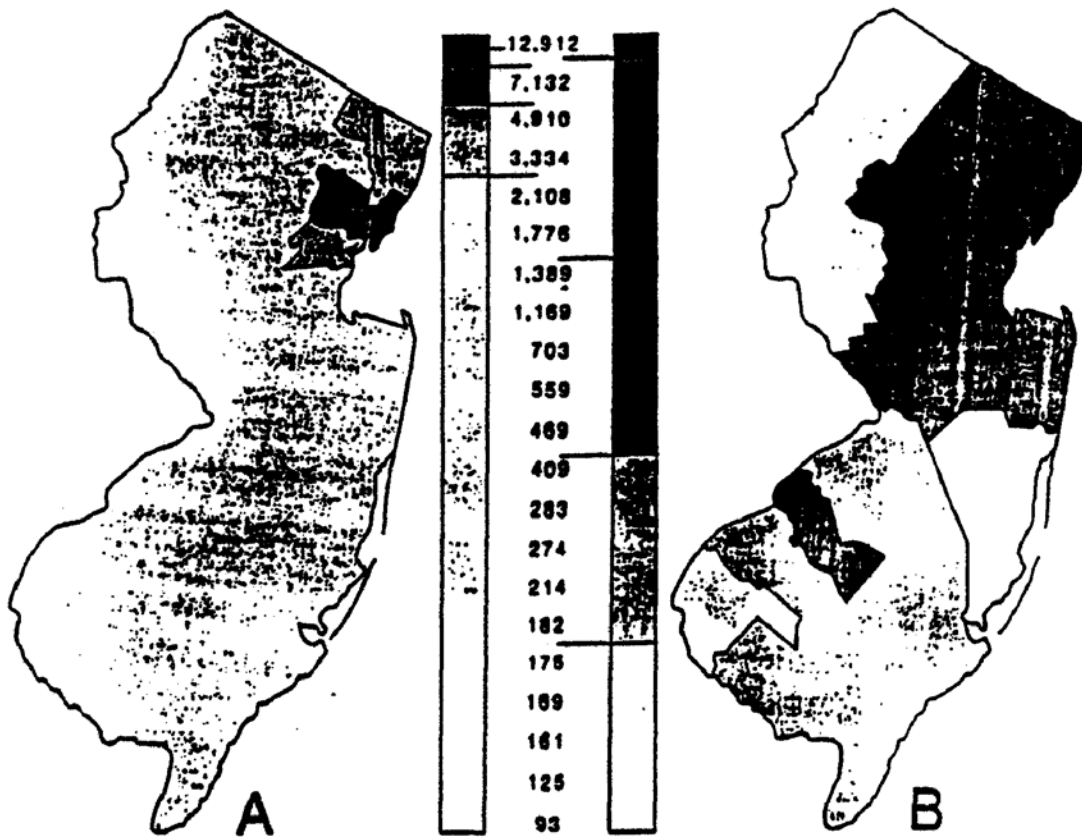
Τέλος, ένα άλλο σύστημα ομαδοποίησης είναι ομάδες που η κάθε μία να έχει το ίδιο πλήθος επιφανειών. Για να γίνει η επιλογή του κατάλληλου συστήματος ομαδοποίησης, πρέπει να καταταγούν οι τιμές των δεδομένων κατά μέγεθος, να προσδιοριστεί ο αριθμός των εκτάσεων που αντιστοιχούν σ' αυτές και να εξεταστεί το αποτέλεσμα που θα προκύπτει από τις εναλλακτικές λύσεις. Αν, για παράδειγμα οι τιμές του φαινομένου έχουν μεγάλο εύρος, όμως η πληθώρα των εκτάσεων είναι συγκεντρωμένη σε μικρού εύρους τιμές, το να επιλεγεί το σύστημα ίδιου αριθμητικού εύρους θάταν λάθος, γιατί η πληροφορία θα χανόταν συμβολίζοντας σε μεγάλη έκταση διαφορετικές τιμές με τον ίδιο τρόπο. (Εικόνα 31).

Οι χωροπληθείς χάρτες γίνονται πολύ απλά και με το χέρι όταν δεν είναι δυνατή η χρήση ΗΥ. Οι εντάσεις που δημιουργούνται με την γραμμοσκία είναι ο πιο απλός τρόπος σχεδίασης. Υπάρχουν όμως και αυτοκόλλητες επιφάνειες σε μεγάλη ποικιλία που δίνουν δυνατότητες για πολύ ωραία αποτελέσματα.

Μία εναλλακτική λύση στη



Παραδείγματα τρόπου ομαδοποίησης τιμών για κατασκευή χωροπληθούς απεικόνισης-στατιστικής επιφάνειας.



Εικόνα 31

χωροπληθή απεικόνιση αποτελεί ο πυκνομετρικός χάρτης. Συνήθως εφαρμόζεται όταν τα δεδομένα δεν αναφέρονται σε ενιαίες μοναδιαίες επιφάνειες, ή όταν υπάρχουν επιμέρους στοιχεία που μπορούν να δώσουν περισσότερες πληροφορίες απ'ότι δίνει η χωροπληθής απεικόνιση, για την κατανομή του φαινομένου. Η φύση των φαινομένων επίσης, μπορεί να μην κάνει αντιπροσωπευτική τη χωροπληθή απεικόνιση π.χ. φαινόμενα μη συνεχούς κατανομής, όπως η πυκνότητα πληθυσμού που αναφέρεται στην έκταση μιάς κοινότητας, όταν η κοινότητα αυτή περιλαμβάνει και καλλιεργημένες περιοχές.

Γιά να γίνει λοιπόν ένας πυκνομετρικός χάρτης, χρειάζονται εκτός από τις τιμές των δεδομένων πρόσθετα στοιχεία που να προσδιορίζουν την κατανομή του φαινομένου μέσα στην επιφάνεια.

Η κατασκευή ενός πυκνομετρικού χάρτη γίνεται περισσότερο κατανοητή μέσα από ένα παράδειγμα.

Ας υποθεθεί ότι το προς απεικόνιση φαινόμενο είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, και τα δεδομένα αναφέρονται σε κοινότητες. Αν μιάς κοινότητας η πυκνότητα πληθυσμού είναι 200 κατ./km<sup>2</sup>, και τα πρόσθετα στοιχεία δείχνουν ότι η μισή έκταση της κοινότητας έχει βουνά χωρίς κατοικημένες περιοχές, είναι λογικό στην απεικόνιση να χωριστεί η

έκταση της κοινότητας σε δύο ζώνες. Η μία ζώνη, η ορεινή, να απεικονιστεί σαν να μην έχει πληθυσμό και η υπόλοιπη μισή να έχει 400 κατ./km<sup>2</sup>. Αν τα πρόσθετα στοιχεία δείχνουν ότι εκτός από την ορεινή περιοχή, η υπόλοιπη έκταση της κοινότητας χωρίζεται σε αγροτικές περιοχές 80% και αστικές περιοχές 20%, θεωρώντας ότι η μέση πυκνότητα αστικών περιοχών είναι 1000 κατ./km<sup>2</sup>, εφαρμόζεται ο εξής απλός συλλογισμός :

$$20\% \times 1000 + 80\% \times X = 400.$$

$$\text{Επομένως : } X = 250,$$

απ'όπου προκύπτει μια τρίτη υποδιαίρεση της περιοχής. Στην απεικόνιση λοιπόν του φαινομένου, η εν λόγω κοινότητα δεν θα καλυφθεί με ένα επιφανειακό σύμβολο που να ισοδυναμεί με πυκνότητα 200κατ./km<sup>2</sup> αλλά θα χωριστεί σε τρεις κατηγορίες που θα ισοδυναμούν με πυκνότητες 0κατ./km<sup>2</sup>, 250κατ./km<sup>2</sup>, 1000κατ./km<sup>2</sup> που θα καταλαμβάνουν αντίστοιχα τα 50%, 40% και 10% της όλης έκτασης. Τα όρια των εκτάσεων αυτών προσδιορίζονται από το τοπογραφικό υψόμετρο. (Εικόνα 32).

Ένας τρίτος τρόπος χαρτογραφικής απόδοσης στατιστικών μεγεθών είναι η *βαθμωτή στατιστική επιφάνεια*. Ένας τέτοιος χάρτης απεικονίζει ακριβώς την ίδια πληροφορία που δίνει κι ο

αντίστοιχος χωροπληθής. Επιπλέον με την βαθμωτή στατιστική επιφάνεια απεικονίζονται όλες οι τιμές των δεδομένων χωρίς να απαιτείται η ομαδοποίησή τους. Η βαθμωτή στατιστική επιφάνεια είναι μια προοπτική προβολή του στερεού που σχηματίζεται από την επιφάνεια αναφοράς και τα πρίσματα που έχουν βάση τις μοναδιαίες επιφάνειες, που αναφέρονται τα δεδομένα και ύψος τις τιμές των δεδομένων, σε κάποια γραμμική κλίμακα. Αυτός ο τρόπος απεικόνισης εκτός του ότι είναι πολύ παραστατικός, δίνει λύση και σε περιπτώσεις μεγάλου αριθμητικού εύρους τιμών, που μιά ομαδοποίηση για χωροπληθή απεικόνιση θα ήταν δύσκολο να μην αλλοιώσει τα δεδομένα.

Ο *ισοπληθής* χάρτης είναι μιά άλλη μορφή απόδοσης επιφανειακών στατιστικών μεγεθών. Και αυτός ο τρόπος απόδοσης έχει το πλεονέκτημα να μην απαιτεί ομαδοποίηση των δεδομένων, όπως είναι και εύκολος στην κατασκευή του. Η χάραξη των *ισοπληθών* στηρίζεται στην ίδια λογική και μεθοδολογία με αυτή των *ισαριθμικών*. Η διαφορά στην ονομασία τους, δηλώνει και τη διαφορά του είδους των δεδομένων :

Ισαριθμική :  
Άμεσα μετρημένα αριθμητικά δεδομένα.

Ισοπληθής :

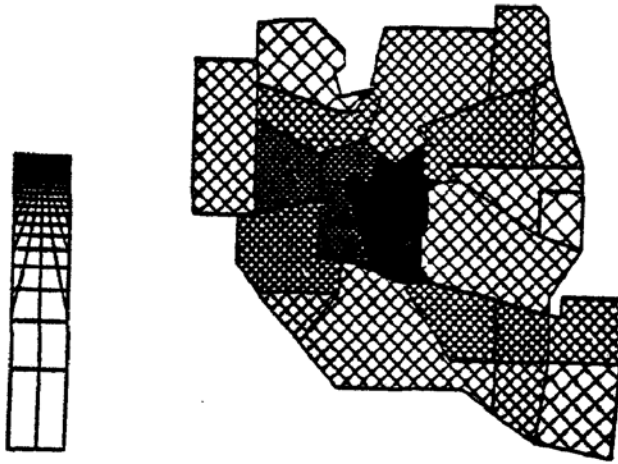
Στατιστικά μεγέθη.

Γιά να κατασκευαστούν οι *ισοπληθείς* γίνεται μιά παραδοχή. Τα δεδομένα που αναφέρονται σε επιφάνεια θεωρείται ότι αναφέρονται στο κέντρο βάρους της επιφάνειας αυτής.

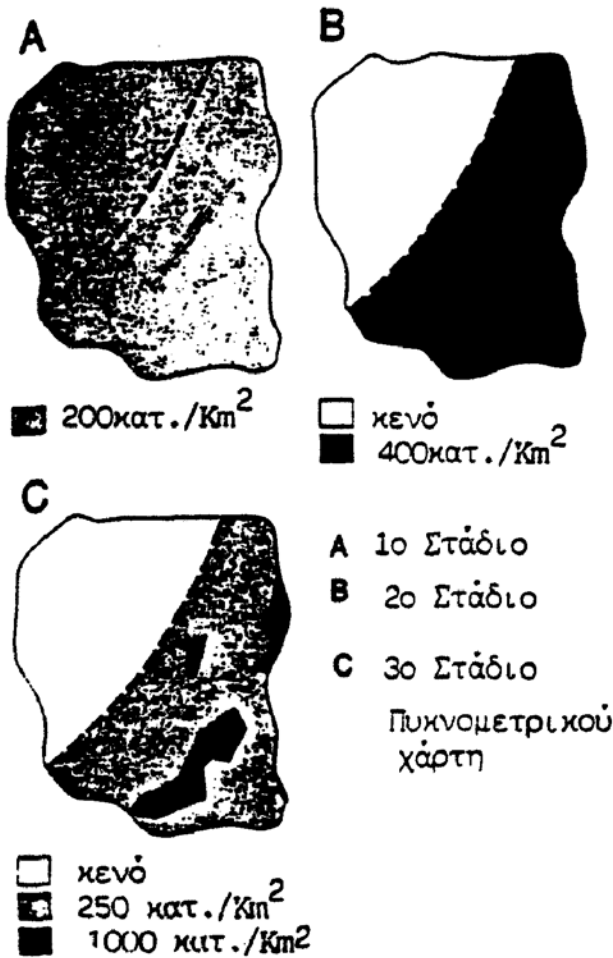
Υπάρχει μια αντίρρηση στο τρόπο αυτό απόδοσης που στηρίζεται στη συνεχή και ομαλή παρουσίαση των δεδομένων, τα οποία έχουν βαθμωτό χαρακτήρα με την έννοια της διαφορετικής τιμής σε κάθε μοναδιαία επιφάνεια. Μια άλλη άποψη όμως που στηρίζει την καταλληλότητα της *ισοπληθούς* απεικόνισης, είναι ότι οι *ξαφνικές* αλλαγές των τιμών στα όρια των επιφανειών, προέρχονται από την επεξεργασία των δεδομένων (λόγοι ή πυκνότητες που αναφέρονται στην επιφάνεια) κι όχι από τη φύση των φαινομένων.

Η ακρίβεια με την οποία αποδίδουν το φαινόμενο οι *ισοπληθείς*, είναι διαφορετική από αυτή των *ισαριθμικών*. Στις *ισαριθμικές* απεικονίσεις το φαινόμενο αλλάζει τιμή από σημείο σε σημείο και η ακρίβεια χάραξής τους εξαρτάται από τα δεδομένα σημεία μέτρησης. Εξαρτάται δηλαδή από τον βαθμό με τον οποίο αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα το γεωγραφικό φαινόμενο και την κατανομή του στον γεωγραφικό χώρο.

Στις *ισοπληθείς* απεικονίσεις τα σημεία γνωστών τιμών είναι μόνο τα



Παράδειγμα χωροπληθούς χάρτη με δείγμα υπομνήματος



Παράδειγμα πυκνομετρικού χάρτη σε τρία στάδια απόδοσης

κέντρα βάρους των μοναδιαίων επιφανειών. Ενδιάμεσες τιμές δεν υπάρχουν, γι' αυτό κι η ακρίβεια εξαρτάται από το μέγεθος αυτών των επιφανειών. Αν είναι μικρές σε έκταση οι μοναδιαίες επιφάνειες, η ισοδιάσταση που θα επιλεγεί, βάσει της κλίμακας του χάρτη, θάχει σαν αποτέλεσμα να μην περνούν πολλές ισοπληθείς από μιά έκταση. Το αντίθετο συμβαίνει σε μεγάλης έκτασης μοναδιαίες επιφάνειες όπου δίνεται η ψευδαίσθηση ότι το φαινόμενο έχει διαφορετικές τιμές μέσα στην ίδια μοναδιαία επιφάνεια.

Στον τελικό χάρτη πρέπει να εμφανίζονται τα όρια των μοναδιαίων επιφανειών, τα κέντρα βάρους που έχουν θεωρηθεί σαν γνωστά σημεία αναφοράς των δεδομένων και η αφετηρία χάραξης των υψομετρικών.

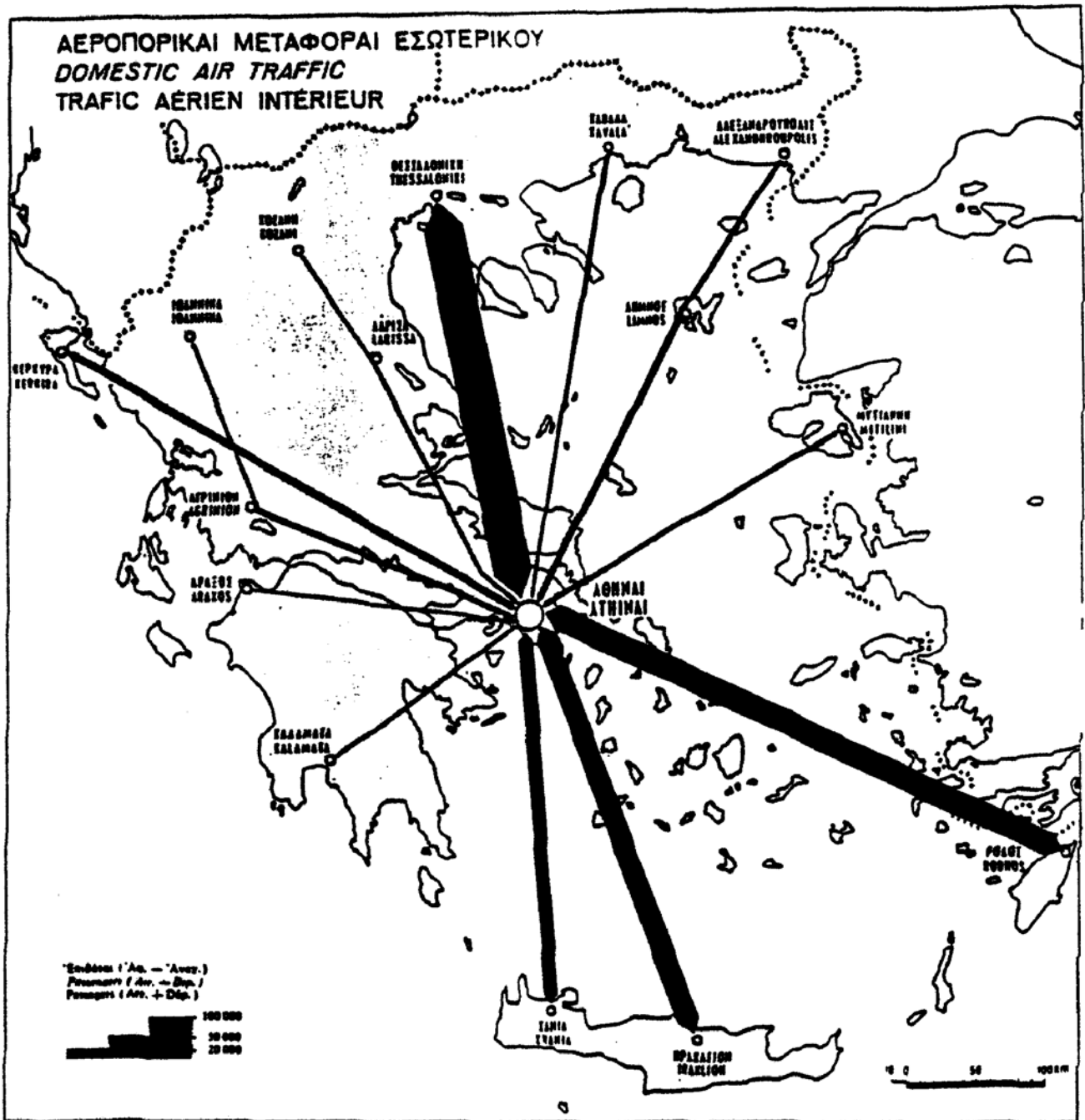
Ένας πέμπτος τρόπος απόδοσης αυτής της κατηγορίας δεδομένων είναι η *συνεχής στατιστική επιφάνεια*, που αποτελεί εναλλακτική λύση της ισοπληθούς απεικόνισης. Σαν χαρτογραφικό σύστημα απόδοσης έχει ήδη αναλυθεί προηγουμένα. Για τα συγκεκριμένα (επιφανειακά) δεδομένα στηρίζεται στις ίδιες παραδοχές με την ισοπληθή απεικόνιση, δίνει και ίδιες πληροφορίες με αυτή ίσως πιά παραστατικά.

### Ποσοτικά δεδομένα που αναφέρονται σε γραμμές

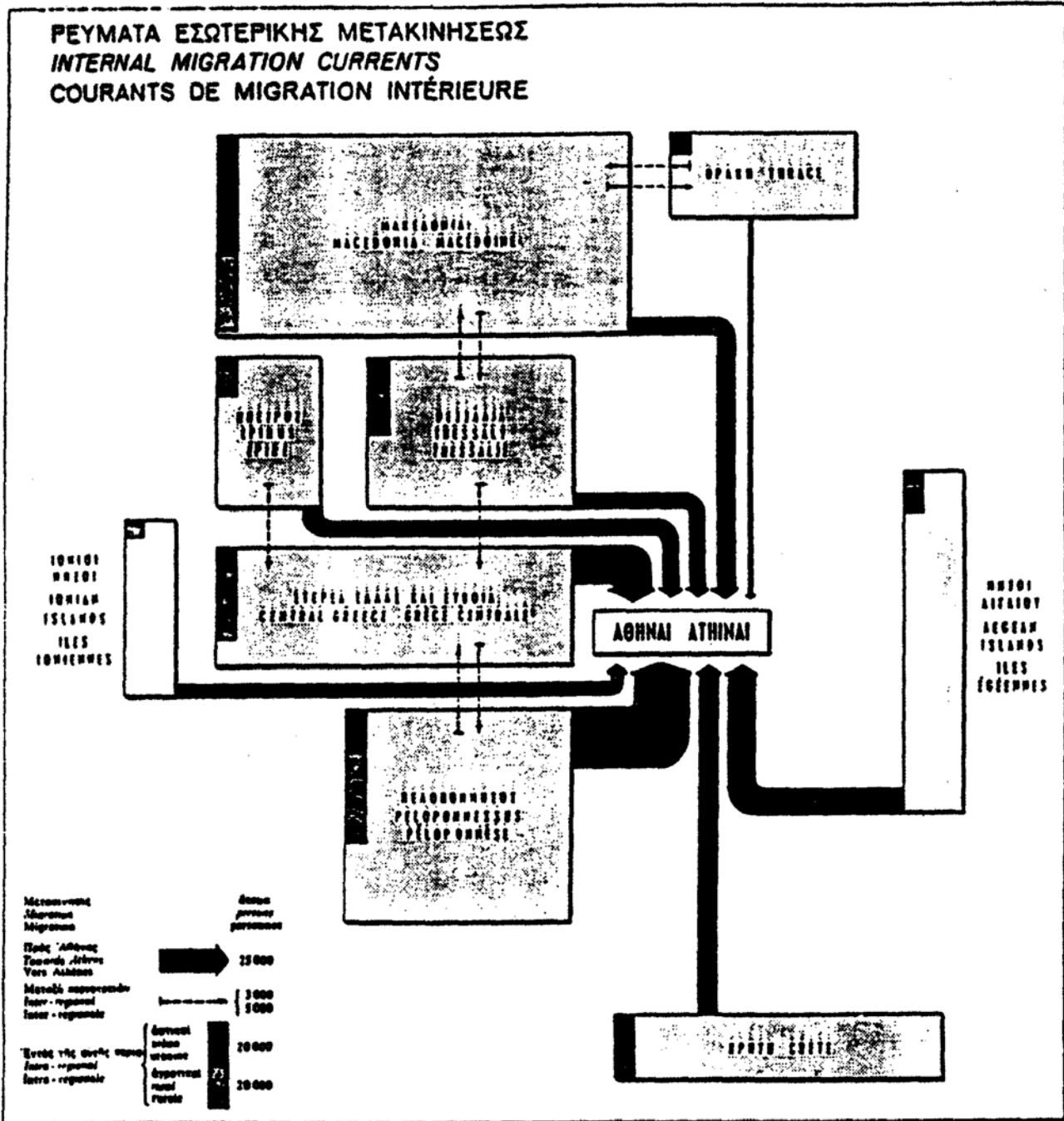
Τα φαινόμενα που τα δεδομένα τους έχουν ποσοτικό χαρακτήρα κι αναφέρονται σε γραμμικά στοιχεία είναι λίγα σε σχέση με την πληθώρα των δύο άλλων κατηγοριών που αναπτύχθηκαν προηγουμένα. Αυτό δεν σημαίνει πως δεν αποτελούν μιά ενδιαφέρουσα μορφή απόδοσης πληροφοριών. Τέτοιες πληροφορίες είναι οι σχετικές με παντός είδους μετακινήσεις και ροές. (Εικόνες 33, 34, 35).

Ο συμβολισμός επιτυγχάνεται με γραμμικά σύμβολα και το μέγεθος (πάχος γραμμής) είναι η οπτική μεταβλητή που προσδιορίζει την ποσότητα που απεικονίζουν. Για να ξεχωρίζουν τα σύμβολα αυτά, από τα τυχόν άλλα γραμμικά στοιχεία του υποβάθρου του θεματικού χάρτη, πρέπει στη σχεδίαση να εφαρμόζονται οι κανόνες της οπτικής αντίληψης. Δηλαδή, να εφαρμόζονται εκείνες οι οπτικές μεταβλητές που δίνουν σαν οπτικό αποτέλεσμα το διαφορετικό επίπεδο παρουσίασης υποβάθρου και θεματικών δεδομένων (π.χ. αποχρώσεις που φαίνονται πιά κοντά στον αναγνώστη).

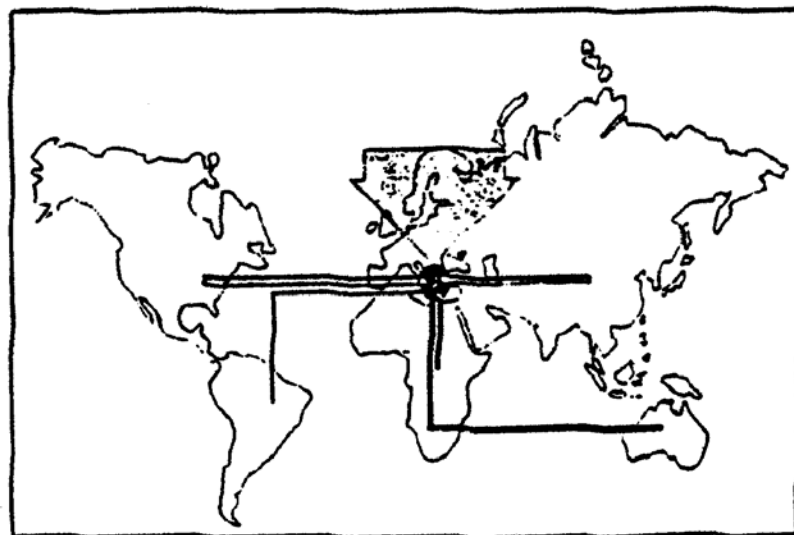
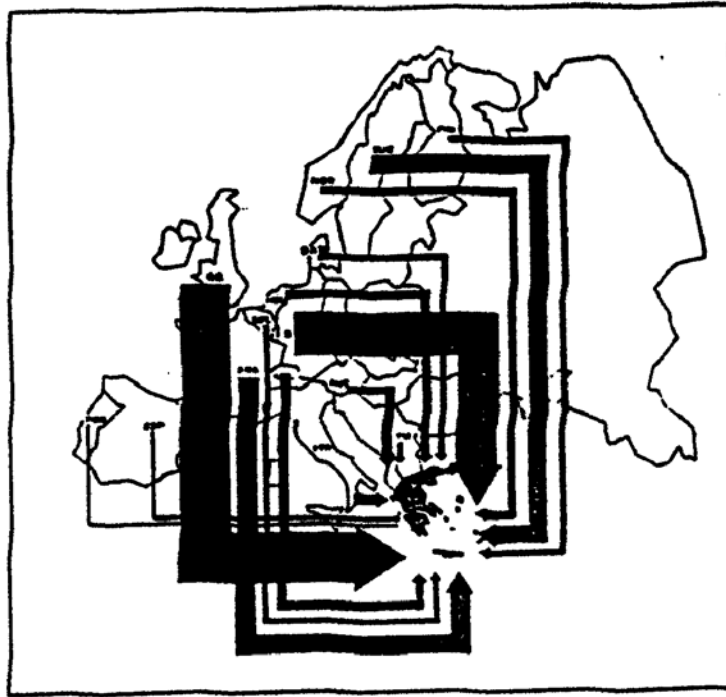
Αν τα ποσοτικά δεδομένα έχουν μεγάλο αριθμητικό εύρος, η γραμμική κλίμακα προσδιορισμού του πάχους των συμβόλων μπορεί να μην δίνει λύση και



Εικόνα 33



Εικόνα 34



Εικόνα 35



να χρειαστεί ομαδοποίηση των τιμών. Για την ομαδοποίηση ισχύουν όσα αναφέρθηκαν προηγουμένα για τα σημειακά και επιφανειακά δεδομένα.

Αν τα γραμμικά σύμβολα είναι εκτενή και σε πλάτος και σε μήκος και αποτελούνται από κάποια σκούρα απόχρωση για να μην χάνεται η αίσθηση της συνέχειας του υποβάθρου ιδιαίτερα τα γραμμικά σύμβολα, πρέπει να διακρίνονται έστω και με διακοπή του θεματικού συμβολισμού (εικόνα 38).

Ο πίνακας 6 που ακολουθεί αποτελεί μια συνοπτική εικόνα των όσων αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

**ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Τα όσα αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες ενότητες αναφέρονται στις εφαρμογές των κανόνων της Χαρτογραφίας για την απεικόνιση των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών ενός φαινομένου. Ο χάρτης όμως, λειτουργεί και σαν μέσο οπτικής παρουσίασης περισσότερων του ενός φαινομένων, δηλαδή περισσότερων του ενός συνόλου δεδομένων, με σκοπό την ανάδειξη των μεταξύ τους σχέσεων.

Οι πληροφορίες που προκύπτουν από τέτοιου είδους απεικονίσεις αφορούν, είτε την σύγκριση της συνολικής μορφής των απεικονιζομένων φαινομένων, είτε τον αλληλοσυσχετισμό των τιμών τους σε διάφορα σημεία του χώρου, όπου τα φαινόμενα αυτά συνυπάρχουν. Ανάλογα στοιχεία μπορούν να προκύψουν και από την σύγκριση διαφορετικών χαρτών, όπου σε κάθε χάρτη απεικονίζονται ξεχωριστά τα εξεταζόμενα φαινόμενα. Είναι όμως και πιο παραστατικό και πιο εύκολο για την μελέτη και ανάλυση των φαινομένων που εξετάζονται, να περιέχονται σ' ένα χάρτη, όλα τα δεδομένα που τα προσδιορίζουν.

Υπάρχουν δύο τρόποι αντιμετώπισης της γραφικής απόδοσης περισσότερων του ενός φαινομένων.

1) Η *χαρτογραφική συσχέτιση*, η οποία στηρίζεται στην συνδυασμένη γραφική απόδοση των δεδομένων που αναφέρονται στα φαινόμενα, οπότε τα συμπεράσματα

της συσχέτισής τους, προκύπτουν από την ανάγνωση και ερμηνεία του χάρτη.

2) Η *απόδοση των στατιστικών μετρήσεων* (συσχέτισης), δηλαδή η γραφική απόδοση των τιμών των στατιστικών μεγεθών βάση των οποίων προσδιορίζεται ο βαθμός και η μορφή της σχέσης των φαινομένων.

Οι δύο αυτοί τρόποι αντιμετώπισης αναπτύσσονται παρακάτω χωριστά, διότι είναι διαφορετικές οι μέθοδοι συμβολισμού των δεδομένων που εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση.

**Η χαρτογραφική συσχέτιση**

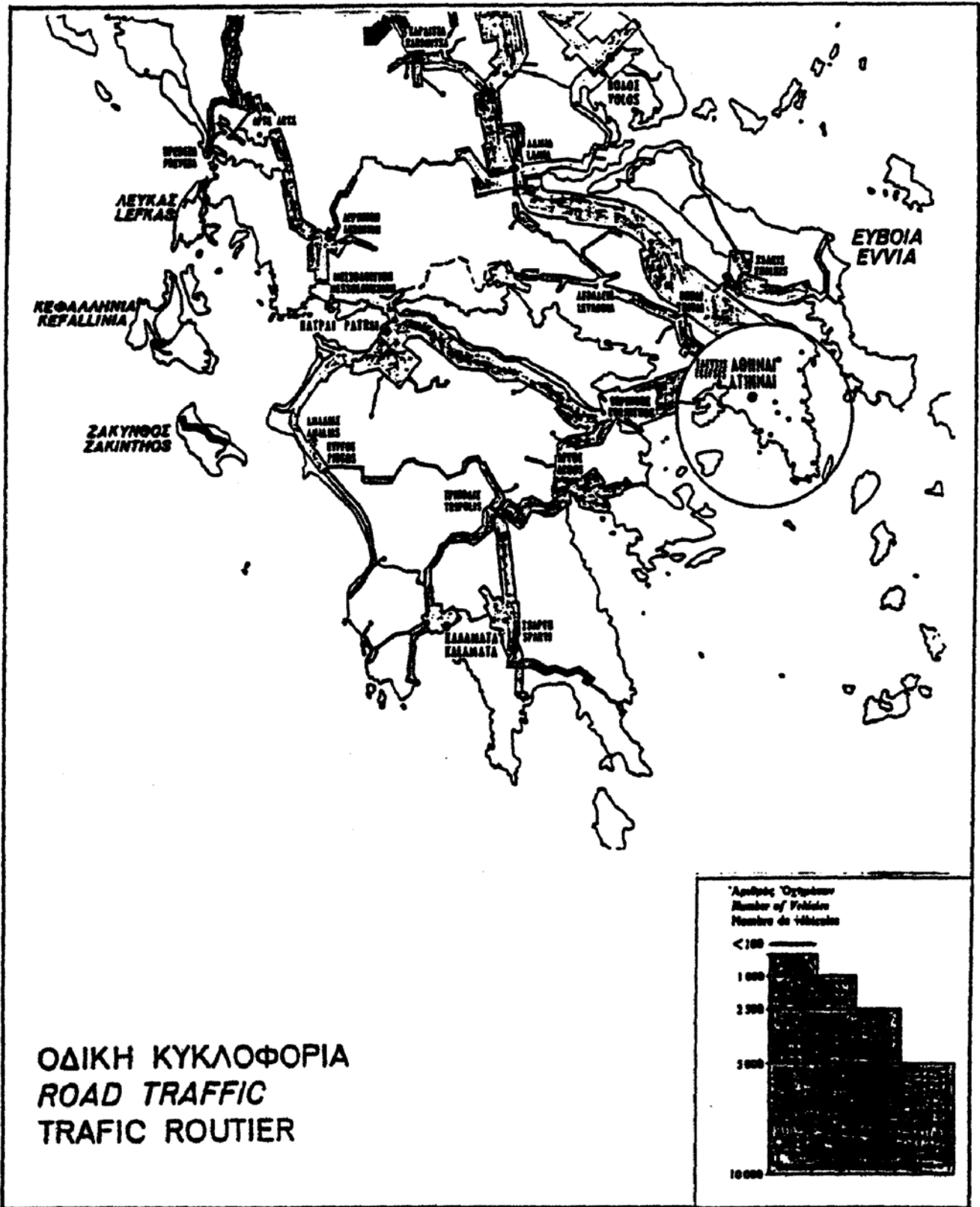
Τα δεδομένα των φαινομένων που αποτελούν αντικείμενο γραφικής απόδοσης στον ίδιο χάρτη, μπορεί να είναι ποιοτικά ή ποσοτικά, σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Τα παραδείγματα που ακολουθούν αποτελούν τρεις αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις τέτοιων συνδυασμών.

[Κατηγορία εδαφών-είδος καλλιεργειών]  
(συνδυασμός δύο ποιοτικών δεδομένων),

[κλίσεις εδάφους-είδος καλλιεργειών]  
(συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων),

[κλίσεις εδάφους-μεγέθη παραγωγής]  
(συνδυασμός δύο ποσοτικών δεδομένων).

Η επιλογή του σωστού τρόπου απεικόνισης των φαινομένων, γίνεται σε δύο φάσεις :



Εικόνα 36

	ΠΟΙΟΤΙΚΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ	
	Ονομαστική	Τάξη	Διάστημα
Σημείο	Σημειακά σύμβολα διαφορετικού σχήματος	Σημειακά σύμβολα διαφορετικού μεγέθους	
Επιφάνεια	Επιφανειακά σύμβολα με απόχρωση ή μοτίβο	Επιφανειακά σύμβολα με ένταση	
Γραμμή	Γραμμικά σύμβολα διαφορετικού σχήματος	Γραμμικά σύμβολα με μέγεθος και ένταση	Γραμμικά σύμβολα με μέγεθος

Πίνακας 6

Στην πρώτη φάση τα δεδομένα κάθε φαινομένου, αντιμετωπίζονται σαν να ήταν αυτά και μόνο αντικείμενο γραφικής απόδοσης και εφαρμόζονται οι χαρτογραφικοί κανόνες, όπως έχουν αναπτυχθεί στις προηγούμενες ενότητες.

Στην δεύτερη φάση, οι δύο τρόποι γραφικής απόδοσης (των δύο φαινομένων) εξετάζονται ως προς την οπτική αντίθεση που δημιουργούν, με την συνίπαρξή τους στον ίδιο χάρτη, καθώς και για το αν είναι ευανάγνωστο και μέσα στα όρια των κανόνων της οπτικής αντίληψης, το αποτέλεσμα της συνδυασμένης γραφικής απόδοσής τους.

Αν εξαιτίας της φύσης των δεδομένων προκύψει συνδυασμός σημειακών συμβόλων, ή γραμμικών, όπως επίσης επιφανειακού συμβόλου με σημειακά ή γραμμικά σύμβολα, η απόδοση είναι σχετικά απλή και δεν χρειάζεται ιδιαίτερη μεταχείριση, γι' αυτό άλλωστε το λόγο αναζητούνται τέτοιες λύσεις. Πιο πολύπλοκες είναι οι περιπτώσεις που και τα δύο σύνολα δεδομένων απεικονίζονται με επιφανειακά σύμβολα. Οι οπτικές μεταβλητές που θα επιλεγούν για τον συμβολισμό αυτών των δεδομένων, θα πρέπει να μελετηθούν ώστε να εξασφαλίζουν στον αναγνώστη:

- 1) την ευκρίνεια της ανάγνωσής τους,
- 2) την δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων που αφορούν την αλληλοσυσχέτισή τους.

Συνδυασμοί οπτικών μεταβλητών που εξοικονομούν αυτές τις προϋποθέσεις, είναι η απόχρωση (για ποιοτικά δεδομένα), σε συνδυασμό με κουκίδες ή γραμμωσικά ή ισαριθμικές γραμμές, (για ποσοτικά). Επίσης ο συνδυασμός της έντασης για το ένα σύνολο δεδομένων, με κουκίδες ή γραμμωσικά ή ισαριθμικές γραμμές για το άλλο, όταν και τα δύο σύνολα δεδομένων είναι ποσοτικά, αποτελεί επιτυχημένο τρόπο απόδοσης.

Για την απεικόνιση δύο συνόλων ποσοτικών δεδομένων, ένας παραστυτικός τρόπος απόδοσης του ενός συνόλου είναι το χαρτόγραμμα, σε συνδυασμό με την χωροπληθή απεικόνιση του άλλου φαινομένου. Με την μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η αντικατάσταση σημειακών συμβόλων τα οποία απεικονίζουν απόλυτους αριθμούς (που αναφέρονται σε επιφάνειες).. Προϋπόθεση για την απόδοση του φαινομένου που επιλέγεται να απεικονισθεί με χαρτόγραμμα, είναι τα δεδομένα να αναφέρονται σε επιφάνειες που αποτελούν διοικητικές περιοχές, ή γεωγραφικές ενότητες, γνωστού σχήματος στον αναγνώστη, ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτή η αλλοίωση των σχημάτων, η οποία οφείλεται στην αλλαγή της κλίμακας λόγω εφαρμογής της μεθόδου του χαρτογράφματος.

Ο συμβολισμός με χρήση της έντασης για την απόδοση και των δύο φαινομένων, θα πρέπει γενικά να

αποφεύγεται. Προκύπτει συνήθως από την σύνθεση δύο χωροπληθών χαρτών που στον καθένα απεικονίζεται κάποιο φαινόμενο και χρειάζεται να γίνει μελέτη των σχέσεων των δύο φαινομένων. Ο χάρτης ο οποίος προκύπτει από τον συνδυασμό των δύο άλλων είναι συνήθως δύσκολος στην ερμηνεία, γι' αυτό και είναι προτιμότερη η μετατροπή του ενός χωροπληθή χάρτη, σε ένα άλλο σύστημα απεικόνισης (ισαριθμικό π.χ.).

Ιδιαίτερος τρόπος αντιμετώπισης απαιτείται όταν και οι δύο κατηγορίες των δεδομένων είναι ποιοτικού χαρακτήρα και τέτοιων χαρτογραφικών διαστάσεων, που να συμβολίζονται με επιφανειακά σύμβολα π.χ. είδη εδαφών - είδη καλλιεργειών. Ο πιο επιτυχημένος τρόπος συμβολισμού, σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι η χρήση χρώματος (απόχρωση σαν οπτική μεταβλητή) για το ένα σύνολο δεδομένων, σε συνδυασμό με το μοτίβο για το άλλο.

Με αντίστοιχες διαδικασίες αντιμετωπίζονται οι περιπτώσεις ταυτόχρονης απόδοσης σ' ένα χάρτη περισσοτέρων του ενός φαινομένων. Στις περιπτώσεις αυτές βέβαια ο κίνδυνος να αλλοιωθεί η ευκρίνεια του χάρτη από το πλήθος των πληροφοριών είναι μεγάλος και αποτελεί το βασικότερο πρόβλημα στο στάδιο της σύνθεσης. Το χαρτόγραμμα αποτελεί και εδώ μια λύση στα προβλήματα που

δημιουργούνται, όταν βέβαια επιτρέπει την χρήση του το είδος των δεδομένων.

### Γραφική απόδοση των στατιστικών μετρήσεων συσχέτισης.

Η μελέτη των σχέσεων των φαινομένων όπως προκύπτουν από την χαρτογραφική συσχέτιση, είναι ενδιαφέρουσα και δίνει σαφή εικόνα των θέσεων και περιοχών σύμπτωσης των φαινομένων, καθώς και των διαφορών τους, στοιχεία χρήσιμα σε μελέτες και αναλύσεις δεδομένων του χώρου. Αυτό που δεν επιτυγχάνεται όμως, με την χαρτογραφική συσχέτιση, είναι η απόδοση των επί μέρους τιμών καθώς και της συνολικής μορφής της σχέσης τους. Ο τρόπος που μπορεί να αποδοθεί γραφικά μια τέτοια πληροφορία, είναι μέσω της απεικόνισης των αποτελεσμάτων της στατιστικής συσχέτισης των τιμών των δύο φαινομένων. Η πληροφορία αυτή μπορεί να απεικονισθεί ή σε διαγραμματική μορφή, ή και με βάση το υπόβαθρο του χώρου αναφοράς των φαινομένων.

Ο πιο απλός στην κατασκευή του, αλλά συγχρόνως και ιδιαίτερα κατάλληλος τρόπος γραφικής απόδοσης στατιστικής συσχέτισης είναι το διάγραμμα, όπου οι τιμές των φαινομένων σχεδιάζονται σε σύστημα δύο αξόνων (έναν για κάθε σύνολο τιμών) και προκύπτει η ευθεία

παλινδρομήσης. Τα διαγράμματα εντόσσονται σε ένα ξεχωριστό κεφάλαιο της θεματικής χαρτογραφίας που έχει αντικείμενο μελέτης τους τρόπους γραφικής απόδοσης στατιστικών μεγεθών και αναπτύσσονται σε επόμενη ενότητα των σημειώσεων.

Η γραφική απόδοση της σχέσης των φαινομένων ολοκληρώνεται με την απόδοση του συντελεστή συσχέτισης, ο οποίος προσδιορίζει ουσιαστικά και τον βαθμό συσχέτισής τους, καθώς και με την γραφική απόδοση των υπολοίπων, μέσω των οποίων προσδιορίζονται οι αποκλίσεις των τιμών των δεδομένων από την ευθεία παλινδρόμησης. Για την γραφική απόδοση των τιμών του συντελεστή συσχέτισης γίνεται χρήση ισαριθμικών, αλλά και χωροπληθών απεικονίσεων, για την δε απόδοση των τιμών των υπολοίπων, οι χωροπληθείς απεικονίσεις είναι ιδιαίτερα αντιπροσωπευτικές.

## ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Ένα εξαιρετικά χρήσιμο και ευέλικτο μέσο για την παρουσίαση, ερμηνεία και ανάλυση αριθμητικών δεδομένων, αποτελούν τα διαγράμματα και τα γραφήματα. Η παρουσίαση των αριθμητικών δεδομένων γίνεται με απλό, σαφή και αποτελεσματικό τρόπο, κατάλληλο για συγκρίσεις των τιμών, των τάσεων που επικρατούν και για συσχετίσεις των δεδομένων.

Η λογική και η πρακτική κατασκευής στατιστικών διαγραμμάτων δεν είναι μιά στεγνή μηχανιστική διαδικασία. Αντίθετα, απαιτεί λογική και διεργασίες που τονίζουν και υποβοηθούν την γραφική επικοινωνία. Ένα διάγραμμα που σχεδιάζεται με επιτυχία, πολλές φορές είναι ισοδύναμο με μεγάλους πίνακες αριθμών, ή με αρκετές παραγράφους κειμένου.

Τα πλεονεκτήματα ενός διαγράμματος, συνοψίζονται στα εξής:

(1) Η καλή και σύμφωνη με τους κανόνες του γραφισμού σχεδίαση ενός διαγράμματος, ισοδυναμεί με την μετατροπή ενός κουραστικού για μελέτη πίνακα αριθμητικών δεδομένων, σε μιά ενδιαφέρουσα εικόνα, ελκυστική για ανάγνωση, παρατήρηση, ερμηνεία.

(2) Τα διαγράμματα που απεικονίζουν στατιστικά στοιχεία αποτελούν μιά πολύ σημαντική μορφή επικοινωνίας. Αποτελούν σαφές και ακριβές μέσο

μετάδοσης ενός μηνύματος. Επί πλέον, οι οπτικές σχέσεις όπως προκύπτουν μέσα από ένα διάγραμμα ή ένα γράφημα, είναι περισσότερο καταληπτές και εντυπώνονται ευκολότερα στην μνήμη.

(3) Η χρήση διαγραμμάτων και γραφημάτων μειώνει σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για την ουσιαστική κατανόηση μεγάλου όγκου στατιστικών δεδομένων.

(4) Τα διαγράμματα και τα γραφήματα δημιουργούν μιά περιεκτική εικόνα ενός προβλήματος, μέσα από την οποία γίνεται πιο ολοκληρωμένα και πιο σωστά η κατανόησή του, σε αντίθεση με ένα κατάλογο ο οποίος περιέχει τα ίδια δεδομένα.

(5) Τα διαγράμματα και τα γραφήματα μπορούν να αναδείξουν κριμμένα γεγονότα και σχέσεις και να βοηθήσουν μιά αναλυτικότερη εξέταση ή έρευνα ενός προβλήματος.

Παρόλο που οι γραφικές τεχνικές έχουν πολλά πλεονεκτήματα και τα γραφήματα είναι αποτελεσματικά μέσα παρουσίασης δεδομένων, δεν μπορούν να αντικαταστήσουν σ' όλες τις περιπτώσεις έναν πίνακα, ή άλλους τρόπους παράστασης. Χρειάζεται ιιτηνή γνώση του αντικείμενου για να μπορεί κάποιος να ξεχωρίζει πέρα από τα πλεονεκτήματα, τα όρια των γραφικών τεχνικών, πότε να τις χρησιμοποιεί και πότε όχι, να επιλέγει την πιο κατάλληλη μορφή για κάθε περίπτωση.

Στην κατεύθυνση αυτή βρίσκονται οι



επόμενες παράγραφοι αυτής της ενότητας.

### Ταξινόμηση διαγραμμάτων και γραφημάτων

Γιά να θεμελιωθεί μιά κατάταξη των διαγραμμάτων και των γραφημάτων χρειάζονται κάποια κριτήρια. Σαν βάση για την οποιαδήποτε ταξινόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθούν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω κριτήρια :

- (1) Ο σκοπός του γραφήματος,
- (2) Οι συνθήκες χρήσης του,
- (3) Το είδος των συγκρίσεων που πρέπει να γίνουν και των σχέσεων που πρέπει να αναδειχθούν,
- (4) Η μορφή του.

Όσο αφορά τον σκοπό για τον οποίο γίνεται το γράφημα, η έμφαση πρέπει να δίνεται είτε :

- (α) στην μετάδοση της πληροφορίας -μέσω της γραφικής επικοινωνίας- είτε,
- (β) στην ανάλυση, είτε
- (γ) στους υπολογισμούς.

Σύμφωνα με το δεύτερο κριτήριο, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες θα γίνεται χρήση του διαγράμματος, δίδουν ως αποτέλεσμα: (α) διαγράμματα που αναρτώνται στον τοίχο ή σε εκθέσεις, (β) διαγράμματα για διοικητικά θέματα, (γ) διαγράμματα για να προβληθούν σαν διαφάνειες (slides), (δ) διαγράμματα που

συνοδεύουν διαλέξεις και (ε) διαγράμματα για βιβλία, περιοδικά και άλλους ομοειδείς τρόπους αναπαραγωγής.

Με βάση το τρίτο κριτήριο που αναφέρθηκε, το είδος των συγκρίσεων που πρόκειται να γίνουν, τα διαγράμματα κατατάσσονται ως εξής:

- (α) ως προς το μέγεθος των μεταβλητών που απεικονίζονται,
- (β) ως προς την απεικόνιση διαχρονικών φαινομένων,
- (γ) ως προς την απεικόνιση κατανομών στο χώρο,
- (δ) ως προς την επαλληλία των φαινομένων που αναπαριστούν και,
- (ε) ως προς τις συχνότητες ή τις συσχετισμένες κατανομές που απεικονίζουν.

Σύμφωνα με το τέταρτο κριτήριο, την μορφή του διαγράμματος, η κατάταξη γίνεται ανάλογα με την τεχνική που ακολουθείται για την σχεδίασή του. Έτσι προκύπτουν διαγράμματα με ορθογώνιες συντεταγμένες, ιστογράμματα, λογαριθμικά διαγράμματα, μικτές γραφικές μορφές, εικονογραφημένα διαγράμματα, διαγράμματα σε προβολή, χάρτες.

### Βασικές αρχές σχεδίασης διαγραμμάτων

Σαν πρώτο βήμα στην διαδικασία σχεδίασης ενός διαγράμματος,

χρειάζεται να γίνει εξοικείωση με τα δεδομένα που πρόκειται να μετασχηματιστούν σε γραφική μορφή. Στην συνέχεια, γίνεται επιλογή των κυριότερων χαρακτηριστικών ενός συνόλου δεδομένων και η μετατροπή τους σε σαφή, απλή, ελκυστική και ενδιαφέρουσα γραφική μορφή. Η γραφική απόδοση στατιστικών δεδομένων απαιτεί ικανή γνώση των στατιστικών μεθόδων, που εφαρμόζονται για την ανάλυσή τους, καθώς και του θέματος-προβλήματος το οποίο περιγράφουν τα δεδομένα.

Οι βασικότεροι από τους παράγοντες που καθορίζουν την σχεδίαση είναι οι παρακάτω :

- (1) Η φύση των δεδομένων,
- (2) Το μέσο στο οποίο γίνεται η γραφική απόδοση,
- (3) Ο σκοπός του διαγράμματος,
- (4) Ο διαθέσιμος χρόνος για την προπαρασκευή του και,
- (5) Ο χρήστης στον οποίον απευθύνεται το διάγραμμα.

#### Σχεδίαση διαγραμμάτων-γραφημάτων

Η ορθή σχεδίαση των διαγραμμάτων απαιτεί να ληφθούν υπ' όψη, τέσσερις κυρίως, παράγοντες :

- (1) Το μέγεθος,
- (2) Οι αναλογίες των διαστάσεων,
- (3) Η τοποθέτηση - τα περιθώρια,
- (4) Η σύνθεση.

*Μέγεθος.* Οι διαστάσεις ενός διαγράμματος θα πρέπει να σχετίζονται με :

- (α) την ευκολία στην κατασκευή,
- (β) την δυνατότητα να αναδεικνύεται το θέμα και να γίνεται αντιληπτό και,
- (γ) την αρμονία σε σχέση με την υπόλοιπη παρουσίαση. Πολλές φορές η τελική παρουσίαση του διαγράμματος γίνεται ύστερα από σμίκρυνση ή μεγέθυνση του πρωτοτύπου, πράγμα που επηρεάζει τις τελικές του διαστάσεις.

*Αναλογίες διαστάσεων.* Οι αναλογίες των διαστάσεων του διαγράμματος πρέπει να συνδυάζονται αρμονικά με το μέσο της παρουσίασης. Η ορθογώνια μορφή έχει επικρατήσει, για λόγους αισθητικής, ως προς την τετράγωνη. Ειδικά για τα στατιστικά διαγράμματα έχει καθιερωθεί η αναλογία 1:2.

*Τοποθέτηση-περιθώρια.* Η τοποθέτηση του διαγράμματος σε μία σελίδα θα πρέπει να συμφωνεί με τις απαιτήσεις της καλής σχεδίασης και της ευκολίας στην ανάγνωση. Για την διευκόλυνση της ανάγνωσης, το διάγραμμα θα πρέπει να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε η ανάγνυσή του να γίνεται με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και στις υπόλοιπες σελίδες. Σε περίπτωση που η τοποθέτηση γίνεται κατά πλάτος, τότε ο τίτλος του διαγράμματος τοποθετείται στο αριστερό περιθώριο

και η ανάγνωση γίνεται ύστερα από δεξιόστροφη περιστροφή. Το περιθώριο του διαγράμματος θα πρέπει να είναι συμβιβαστό με το μέγεθος του μέσου, στο οποίο απεικονίζεται.

**Σύνθεση.** Η ορθή σύνθεση καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο τα επιμέρους στοιχεία του διαγράμματος συνδέονται αρμονικά δημιουργώντας ένα σύνολο. Η κατάλληλη ισορροπία των στοιχείων του διαγράμματος επιτυγχάνεται με ρυθμίσεις του μεγέθους, του οπτικού βάρους του σχήματος και της θέσης των στοιχείων, δίνοντας μεγαλύτερη σημασία στα δύο πρώτα. Ο σχεδιασμός καθενός από τα διάφορα στοιχεία θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τα υπόλοιπα. Αυτό δεν σημαίνει ότι θα μοιραστεί το ίδιο βάρος σε κάθε στοιχείο. Πολλές φορές, δίνεται έμφαση σ'ένα μόνο στοιχείο και τα υπόλοιπα εμφανίζονται ανάλογα με τη σημασία τους.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anson R. W. (ed.) *Basic Cartography for students and technicians*. Vol.2. International Cartographic Association. 1989.

Bertin J. *Graphics and Graphic Presentation Processing*. Walter de Gruyter, 1981.

Cuenin R. *Cartographie General. Notions generales et principes d'elabolation*. Editions Eyrolles, 1972.

Cuff D. J. and M. T. Matteson. *Thematic Maps. Their Design and Production*. Methmen & Co., 1982.

Dent B. D. *Cartography Thematic Map Production*. (2nd ed.). Wm. C. Brown Pub., 1990.

Dickinson G. C. *Statistical Mapping and the Presentation of Statistics*. Edward Arnold Ltd., 1970.

Harris D. *Computer Graphics and Applications*. Chapman and Hall, 1984.

Keats J. S *Cartographic design and production*. Longman, 1973.

Λιβιεράτος Ε. *Γενική Χαρτογραφία και εισαγωγή στη θεματική Χαρτογραφία*. Εκδόσεις Ζήτη, 1988.

Μητσακάκη Χ., Β. Νάκος, Α. Τσοῦλος και Β. Φιλιππακοπούλου. *Σημειώσεις Γενικής Χαρτογραφίας*. Τομέας Τοπογραφίας ΕΜΠ. 1988.

Robinson A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muehrcke. *Elements of Cartography*. (5th ed.). John Wiley & Sons, 1984.

Schmid C. F. and S. E. Schmid. *Handbook of Graphic Presentation*, (2nd edition). John Wiley & Sons, 1979.

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Καθορισμός της κλίμακας  
του συστήματος απεικόνισης  
και της γενίκευσης

Η κλίμακα του θεματικού χάρτη ή μιάς σειράς θεματικών χαρτών καθορίζεται από το είδος της πληροφορίας που απεικονίζεται σε συνδυασμό με τον βαθμό γενίκευσης των δεδομένων. Η κλίμακα εξαρτάται, επίσης, από το μέγεθος του χάρτη και την φυσική έκταση της περιοχής που απεικονίζεται. Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή της κατάλληλης κλίμακας του θεματικού χάρτη επηρεάζεται από τα ειδικότερα χαρακτηριστικά του θέματος που απεικονίζεται. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η πυκνότητα των δεδομένων καθώς επίσης και η αβεβαιότητα με την οποία έχει προσδιοριστεί η θέση τους. Οι δυνατότητες μιάς πιθανής τυποποίησης, εξαρτώνται και από τα εύρη των κλιμάκων των εκτυπωμένων υλικών, ιδιαίτερα αν η τυποποίηση κρίνεται απόλυτα αναγκαία.

Η τελική, οπτικά αντιληπτή, σαφήνεια του χάρτη συσχετίζεται άμεσα, με την επιλογή του συστήματος απεικόνισης των διαφόρων θεμάτων που ενδιαφέρουν. Η τελική οπτικά αντιληπτή σαφήνεια του χάρτη αποτελεί αντικείμενο επιλογής εκείνου του

συνδικισμού μεταξύ των διαφόρων συστημάτων απεικόνισης, που επιτρέπουν την αποτελεσματική επικοινωνία του χρήστη με τον χαρτογράφο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ελάχιστη χρονική διάρκεια για την ανάκτηση της πληροφορίας που απεικονίζεται, κατά την ανάγνωση του χάρτη από τον χρήστη. Το μέγεθος της απαραίτητης γενίκευσης εξαρτάται, άμεσα, από το είδος του θεματικού χάρτη, την κατάλληλη κλίμακα και το σύστημα απεικόνισης, όπως αυτά έχουν προσδιοριστεί από τον χαρτογράφο.

Κατά την αναγωγή της κλίμακας του χάρτη σε μικρότερη τιμή απαιτείται η αφαίρεση ή απλοποίηση ορισμένων λεπτομερειών, ή τελικά, η μετάβαση σε μία εναλλακτική μορφή συμβολισμού, με σκοπό να επιτευχθεί η αναγκαία σαφήνεια και πιστότητα των περιεχομένων πληροφοριών του θεματικού χάρτη (π.χ. η χρησιμοποίηση επιφανειακών συμβόλων στην θέση σημειακών).

Η εφαρμογή αυτών των αρχών της γενίκευσης στην θεματική χαρτογραφία, εξαρτάται από τον ιδιαίτερο σκοπό του χάρτη. Οι χαρακτηριστικές διεργασίες της γενίκευσης (επιλογή, απλοποίηση, επαγωγή και ταξινόμηση) πρέπει να τεκμηριώνονται στο σχέδιο οργάνωσης της έκδοσης του χάρτη. Το σχέδιο οργάνωσης της έκδοσης του χάρτη πρέπει να περιλαμβάνει αναφορές που

αφορούν παράγοντες όπως:

(1) Προδιαγραφές της αναμενόμενης ακρίβειας στην τοποθέτηση και ευθυγράμμιση των συμβόλων ως προς το πλέγμα των γεωγραφικών συντεταγμένων ή οποιουδήποτε άλλου συστήματος αναφοράς.

(2) Καθορισμός των οριακών τιμών των απεικονιζομένων μεταβλητών.

(3) Ορια ταξινόμησης των δεδομένων, ανάλογα με την κλίμακα και τον σκοπό του παραγόμενου χάρτη.

#### Ηθρανογράφηση

και χρήση αυτοματοποιημένων τεχνικών

Οι τεχνικές διεργασίες της συλλογής και επεξεργασίας, που συνιστούν τα διάφορα στάδια της προετοιμασίας των χαρτών, πρέπει να ειδικθούν σαν ένα ολοκληρωμένο τμήμα της διαδικασίας του σχεδιασμού παραγωγής. Για λόγους οικονομίας, η δυνατότητα χρησιμοποίησης αυτοματοποιημένων συσκευών και νέας τεχνολογίας, σε αντικατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων παραγωγής, πρέπει να αναπτυχθεί με προσεκτικά βήματα, ώστε να επιλέγονται οι καταλληλότεροι συνδυασμοί τεχνικών για τους εκάστοτε σκοπούς. Αν και τα συστήματα συλλογής δεδομένων "υψηλής τεχνολογίας" - όπως ψηφιακή επεξεργασία δορυφορικών εικόνων, συστήματα διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων και συσκευές

αυτοματοποιημένης σχεδίασης - βρίσκονται υπό συνεχή αναθεώρηση, είναι σημαντικό η οικονομική απόδοση από την χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων να συσχετίζεται με τις πληροφοριακές ανάγκες της ομάδας των χρηστών. Στην παραγωγή θεματικών χαρτών ιδιαίτερα, το μέγεθος της επεξεργασίας είναι συχνά αρκετά μικρό ώστε να μην εξαντλούνται οι δυνατότητες της πιο εξελιγμένης υπάρχουσας τεχνολογίας.

#### Περιεχόμενο και μορφή

θεματικών χαρτών

Η εξωτερική εμφάνιση των θεματικών χαρτών χαρακτηρίζεται, σε μεγαλύτερο βαθμό απ'ότι οι τοπογραφικοί χάρτες, από έναν καθορισμένο αριθμό τμημάτων της συνολικής εικόνας του χάρτη, που βρίσκονται έξω από τα όρια της χαρτογραφουμένης περιοχής. Στα τμήματα αυτά της εικόνας του χάρτη τα υπομνήματα τονίζονται ιδιαίτερα, λόγω του μεγέθους, της μοναδικότητας και συχνά της πολυπλοκότητάς τους. Η μορφή και η έκταση της περιοχής που απεικονίζεται, η κλίμακα, το είδος της προβολής και οι διαστάσεις του χάρτη (που συνήθως προδιαγράφονται), επηρεάζουν αποφασιστικά τα στοιχεία που συνθέτουν την μορφή του χάρτη. Ιδιαίτερα, οι διαστάσεις του χάρτη πρέπει να επιλέγονται, κατάλληλα,

ώστε η τελική μορφή του να εμφανίζεται σαν σύνθεση των διαφόρων διακριτών τμημάτων, με σαφή και ισορροπο τρόπο.

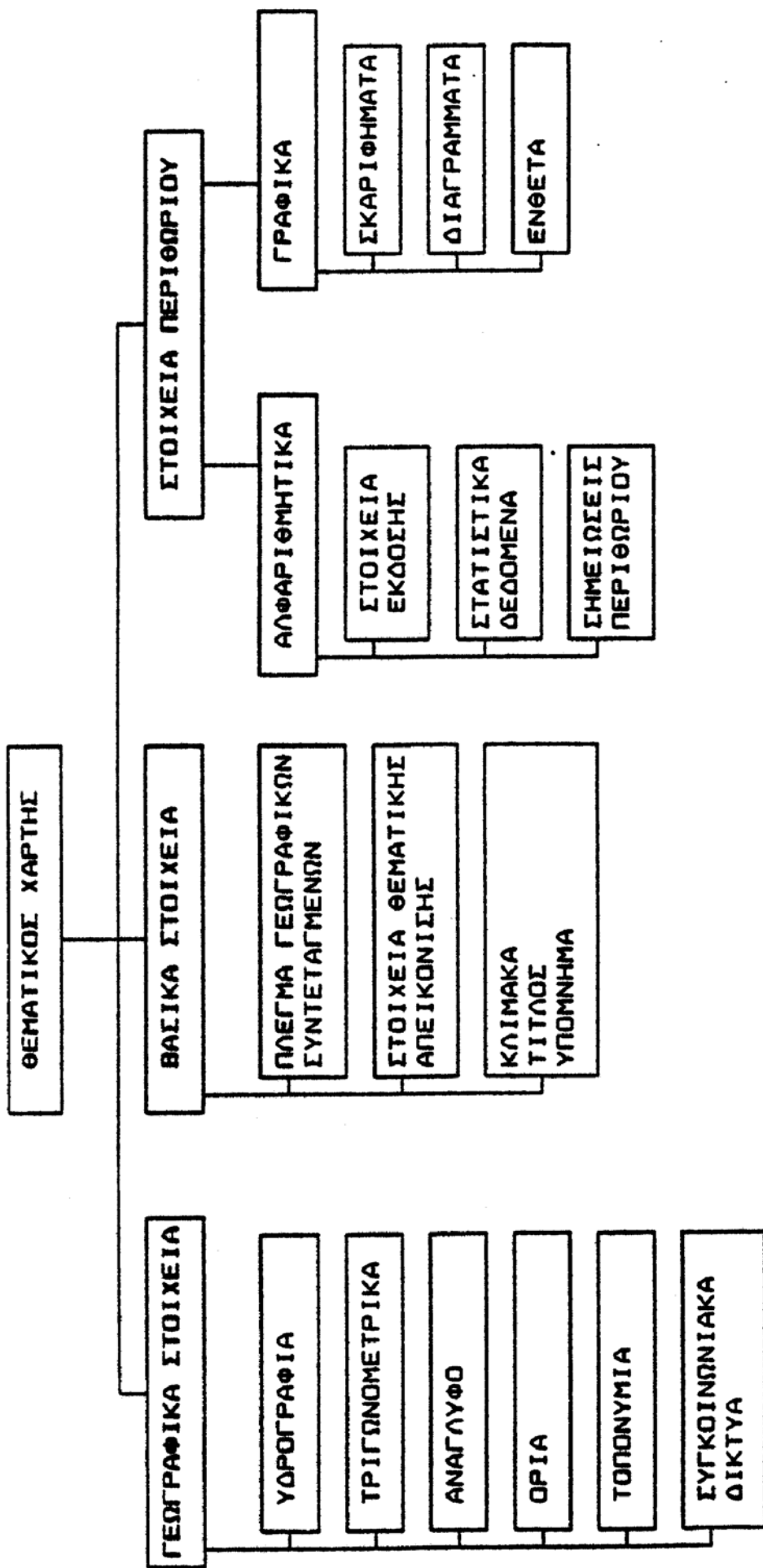
Οι περισσότεροι θεματικοί χάρτες έχουν ορθογώνιο σχήμα και είναι προσανατολισμένοι στη διεύθυνση του βορρά. Σε ορισμένες περιπτώσεις η απεικονιζόμενη περιοχή περιορίζεται από εσωτερική συνοριακή γραμμή. Τότε, η υπό μελέτη περιοχή πρέπει να εμφανίζεται σε έντονη αντίθεση με το υπόβαθρο του χάρτη. Στους θεματικούς χάρτες μικρών κλιμάκων, οι απεικονιζόμενες περιοχές εμφανίζονται συχνά με ακανόνιστη μορφή ομοιάζοντας με "ακτογραμμές". Η ύπαρξη κενών περιοχών, όσον αφορά το αντικείμενο απεικόνισης, μέσα στο πλαίσιο του χάρτη παρέχουν χρήσιμο χώρο για την τοποθέτηση άλλου τύπου πληροφοριών (ποσοτική κλίμακα απεικόνισης, υπόμνημα κ.λπ.) προσέχοντας, όμως, την οπτική ισορροπία της εικόνας και την αποφυγή της οπτικής σύγχυσης. Τα περιεχόμενα του θεματικού χάρτη περιλαμβάνουν, εν γένει, τα βασικά γεωγραφικά δεδομένα, τα δεδομένα του θέματος του χάρτη και τα διάφορα στοιχεία του περιθωρίου (δες τον πίνακα 7).

#### Υπόβαθρα θεματικών χάρτων

Η παραγωγή κάθε θεματικού χάρτη

απαιτεί την επιλογή ενός υπάρχοντος τοπογραφικού υπόβαθρου ή την σύνθεση ενός νέου υπόβαθρου. Σε κάθε περίπτωση το γεωγραφικό υπόβαθρο πρέπει να είναι κατάλληλο για την απόδοση και τοποθέτηση των δεδομένων. Ο χάρτης υπόβαθρο εξυπηρετεί σαν οδηγός την ακριβή σύνθεση και τοποθέτηση της θεματικής πληροφορίας. Τα συμπεριλαμβανόμενα χαρακτηριστικά της γεωγραφικής αναφοράς του υποβάθρου υποβοηθούν τις χωρικές διασυνδέσεις και συσχετίσεις των δεδομένων. Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά υποβοηθούν, επίσης, τις χωρικές συγκρίσεις και με αυτή την έννοια, συνιστούν ένα σημαντικό στοιχείο στους περισσότερους θεματικούς χάρτες.

Το είδος και η μορφή των δεδομένων που απεικονίζονται στους θεματικούς χάρτες εξαρτώνται από την πληροφορία του χάρτη υπόβαθρου, αντλώντας από αυτόν την απαιτούμενη ακρίβεια, λεπτομέρεια και πληρότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σαν υπόβαθρα είτε τοπογραφικοί χάρτες σε διάφορες κλίμακες, χωρίς να απαιτούν τροποποιήσεις είτε γεωμετρικές αναπαραστάσεις και χαρτογράμματα που χαρακτηρίζονται από έντονα απλοποιημένη μορφή, ανάλογα με το θέμα του χάρτη. Ο στόχος ανάπτυξης ενός ευανάγνωστου και σαφούς τρόπου μετάδοσης των γεωγραφικών πληροφοριών



Πίνακας 7



που ενσωματώνονται στον χάρτη, οδηγεί πολλές φορές σε αποκλίσεις ορισμένων γενικά αποδεκτών αρχών. Οι αποκλίσεις των αρχών αυτών αφορούν, κυρίως, την υλοποίηση ενός ομοιόμορφου βαθμού γενίκευσης όλων των στοιχείων του χάρτη υποβάθρου.

Στις χώρες με αναπτυγμένη χαρτογραφική παραγωγή, αποδείχθηκε στην πράξη η υιοθέτηση τριών ειδών χαρτών για χρήση υποβάθρου :

- (1) Τοπογραφικοί χάρτες και ορθοφωτοχάρτες.
- (2) Σύνθεση διακριτών στοιχείων υποβάθρου προερχομένων από διαφορούς τοπογραφικούς χάρτες.
- (3) Υπόβαθρα προερχόμενα από ειδικά ατλοποιημένους γεωγραφικούς χάρτες.

Η ενσωματωμένη οριζοντιογραφική ακρίβεια και οι περιλαμβανόμενες πληροφορίες σε μεγάλης κλίμακας τοπογραφικούς χάρτες που χρησιμοποιούνται σαν υπόβαθρο, προσφέρουν μεγάλη διευκόλυνση στον σωστό συμβολισμό των γεωγραφικών δεδομένων. Η απεριόριστη χρήση τους εμποδίζεται μόνο από την γενική μορφή των θεματικών συμβόλων, που πολλές φορές εμφανίζονται αρκετά συμπιεσμένα μεταξύ τους. Αποτέλεσμα, είναι η σύνθεση υποβάθρου και των θεματικών συμβόλων να εξαντλεί τα περιθώρια της ευανάγνωστης αναγνώρισης της πληροφορίας του θεματικού χάρτη. Έτσι, το υπόβαθρο χωρίς τροποποιήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε

περιπτώσεις που απεικονίζονται σημειακά και γραμμικά σύμβολα με περιορισμένη πολυπλοκότητα (π.χ. σε οδικούς ή τουριστικούς χάρτες). Οι ίδιοι περιορισμοί ισχύουν και για τους ορθοφωτοχάρτες, στους οποίους οι σύνθετες λεπτομέρειες της εικόνας τους, μπορούν να δημιουργήσουν οπτικό "θόρυβο" σε σημαντικό βαθμό, που να επηρεάζει αρνητικά την αναγνώριση των θεματικών συμβόλων.

Για τους λόγους που αναπτύχθηκαν, η χρησιμοποίηση τροποποιημένων στοιχείων από διάφορους συνδυασμούς τοπογραφικών χαρτών, αποτελούν τα καταλληλότερα υπόβαθρα για τα θεματικά φαινόμενα που πρόκειται να απεικονιστούν. Ιδιαίτερα, τα υπόβαθρα μπορούν να περιλαμβάνουν γεωδαιτικές πληροφορίες, διοικητικά όρια, υδρογραφικά στοιχεία, οικισμούς και δίκτυα επικοινωνιών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, επίσης, περιλαμβάνουν λεπτομέρειες του αναγλύφου, τοπωνύμια και πολιτιστικά όρια. Για παράδειγμα, τέτοιου είδους απλοποιημένους τοπογραφικούς χάρτες υποβάθρου, χρησιμοποιούνται στην σύνθεση ενός μεγάλης κλίμακας χάρτη ανάλυσης.

Ορισμένοι θεματικοί χάρτες, μικρής κλίμακας, απεικονίζουν γεωγραφικές μορφές που είναι ανεξάρτητες κλίμακας και κατά το μεγαλύτερό τους τμήμα σχετίζονται με διοικητικά ή στατιστικά όρια. Για την κατασκευή τους απαιτείται περιορισμένη επιλογή



των απεικονιζόμενων χαρακτηριστικών, τα οποία μπορούν να είναι γενικευμένα σε μεγάλο βαθμό. Για τους διαγραμματικούς χάρτες, που δημιουργούνται χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένες τεχνικές, απαιτείται δραστική απλοποίηση των διοικητικών ορίων. Σύμφωνα με αυτά που αναλύθηκαν, λοιπόν, είναι επιθυμητή η παραγωγή κλιμακωμένων σειρών ειδικά απλοποιημένων χαρτών - υποβάθρων που να καλύπτουν τις υπό μελέτη περιοχές. Τα υπόβαθρα αυτά μπορούν να είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ πεδίο θεματικών εφαρμογών, προετοιμάζοντας πρωτότυπα σχέδια για κάθε χαρακτηριστικό, του θέματος απεικόνισης.

### Στοιχεία του θεματικού χάρτη

Τα στοιχεία του θεματικού χάρτη δεν αποτελούνται μόνο από τις θεματικές πληροφορίες, αλλά και τα ειδικά εκείνα χαρακτηριστικά αναφοράς, που βοηθούν τον χρήστη να κατανοήσει τα δεδομένα του θέματος του χάρτη. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν σημαντικά στοιχεία ενός θεματικού χάρτη, όπως είναι ο τίτλος, το υπόμνημα και η κλίμακα (δες τον πίνακα 7).

Για πολλούς χάρτες το πλέγμα των μεσημβρινών και παραλλήλων αποτελεί την σημαντικότερη βάση αναφοράς. Η

βάση αυτή χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό όλων των στοιχείων, που απεικονίζονται στον χάρτη σε σχέση με τον γεωγραφικό χώρο. Υπάρχουν, όμως, και άλλα στοιχεία από τα οποία παρέχεται εφ'ίσου χρήσιμη πληροφορία στον χρήστη όσον αφορά τον γεωγραφικό χώρο. Τα στοιχεία αυτά σχετίζονται, λειτουργικά, με το θέμα του χάρτη και δεν συναντώνται, συνήθως, στους χάρτες γενικής χρήσης. Παραδείγματα των στοιχείων αυτών αποτελούν οι φυσικές ροές των υδάτων, περιοχές ειδικής δικαιοδοσίας, ακατοίκητες ή κατοικημένες περιοχές, διοικητικά όρια κλπ.

Στις περιπτώσεις θεματικών χαρτών μικρής κλίμακας παγκόσμιους χάρτες όπου απεικονίζονται εκτεταμένες περιοχές, πρέπει να επιλεγούν ή να σχεδιαστούν ειδικές προβολές, με γεωμετρικά χαρακτηριστικά κατάλληλα των απεικονιζόμενων θεματικών δεδομένων. Λόγω των διαφοροποιήσεων στην κλίμακα και των παραμορφώσεων που χαρακτηρίζουν κάθε προβολή, η τελική επιλογή της προβολής που θα χρησιμοποιηθεί στον θεματικό χάρτη εξαρτάται και από τις ιδιότητες της ισοδυναμίας ή συμμορφίας. Στους περισσότερους θεματικούς χάρτες επιλέγεται προβολή που να διατηρεί αναλλοίωτα τα εμβαδά, δηλαδή, να είναι ισοδύναμη.

Η απεικόνιση του πλέγματος των μεσημβρινών και παραλλήλων καθώς και

υποδιαϊρέσεών τους εξαρτάται, ιδιαίτερα στους θεματικούς χάρτες μικρής κλίμακας, από τις αλλοιώσεις που προκαλούνται από την προβολή και την φύση των γεωγραφικών σχέσεων μεταξύ του θέματος και του υποβάθρου. Στους θεματικούς χάρτες μεγάλων κλιμάκων, όπου εμφανίζονται πολλά τριγωνομετρικά σημεία το πλέγμα των μεσημβρινών και παραλλήλων ή το πλαίσιο του χάρτη μπορεί να παραληφθούν χωρίς να συνεπάγονται μειονεκτήματα.

Το περιεχόμενο του θεματικού χάρτη περιλαμβάνει όλα τα γραφικά στοιχεία που απεικονίζονται σε συνδυασμό με τις λεπτομέρειες του υποβάθρου. Δεν υπάρχει, συνήθως, σαφής διαχωρισμός μεταξύ των συμβόλων που χρησιμοποιούνται σε ένα τοπογραφικό ή θεματικό χάρτη. Γενικά, το υπόβαθρο περιέχει εκείνα τα στοιχεία που εξυπηρετούν τον προσανατολισμό του χρήστη στον χώρο, και τα οποία είναι απαραίτητα για την τοποθέτηση των θεματικών δεδομένων. Μιά σχετικά μικρή επιλογή συμβόλων είναι ικανή να απεικονίσει τα στοιχεία αυτά. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν, οι σύγχρονοι τοπογραφικοί χάρτες, που παράγονται σε διάφορες χώρες, τείνουν να αποκτήσουν μία σχεδόν ομοιόμορφη εμφάνιση.

Αντίθετα, τα γραφικά σύμβολα και συστήματα απεικόνισης που

χρησιμοποιούνται στην αναπαράσταση θεματικών πληροφοριών είναι κατά πολύ περισσότερο διαφοροποιημένα, εξ' αιτίας της τεράστιας ποικιλίας των γεωγραφικών θεμάτων ή των θεμάτων που ενδιαφέρουν τους χρήστες. Η επιλογή των συμβόλων και του συστήματος απεικόνισης εξαρτάται, κυρίως, από την γεωμετρική μορφή των γεωγραφικών φαινομένων και τον βαθμό της ποσοτικοποίησης των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την αναπαράστασή τους. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των συμβόλων είναι η χωρική ανάλυση των δεδομένων, η κλίμακα του χάρτη, οι συσχετίσεις με άλλα σύνολα δεδομένων και το ποσό της πληροφορίας που θα περιληφθεί στον χάρτη. Οι "δομές" των συστημάτων απεικόνισης, που καθορίζονται ύστερα από συνδυασμό των γραφικών συμβόλων, παρέχουν έναν θεματικό χάρτη οπτικά αποτελεσματικό, μόνο αν έχουν βέλτιστα εναρμονίσει το θέμα, το είδος της χρήσης του χάρτη (επίπεδο παρατήρησης) και το είδος των διαθέσιμων δεδομένων.

Μεταξύ των σημαντικών στοιχείων του θεματικού χάρτη ή μιάς σειράς θεματικών χαρτών συγκαταλέγεται και ο τίτλος του χάρτη. Ο τίτλος περιγράφει και τονίζει το θέμα του χάρτη και τοποθετείται είτε εντός είτε εκτός του περιθωρίου. Ο τίτλος μαζί με την περιοχή που απεικονίζεται, τα χρονολογικά στοιχεία, την πηγή των

δεδομένων, τον φορέα σύνταξης του υποβάθρου, το είδος και την κλίμακα του χάρτη, παρέχουν συνοπτικά και περιεκτικά την πληροφορία που περιλαμβάνει ο θεματικός χάρτης. Ο τίτλος πρέπει να χαρακτηρίζει το θέμα του χάρτη με περιεκτική και καταληπτή γλώσσα. Τέλος, η διαμόρφωσή του απαιτεί μεγάλη προσοχή δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει μιά σημαντική πηγή πληροφορίας για τον εντοπισμό, τη χρήση και αποθήκευση των χαρτών.

Το υπόμνημα είναι απαραίτητο στοιχείο όλων των ειδών των χαρτών, δεδομένου ότι ερμηνεύει την σημασία των απεικονιζομένων συμβόλων. Στο υπόμνημα ταξινομούνται και ορίζονται τα σύμβολα που απεικονίζονται στον χάρτη. Συνήθως, το υπόμνημα συνοδεύει τα διάφορα σύμβολα με ένα σύντομο επεξηγηματικό κείμενο. Σε σύνθετους θεματικούς χάρτες ο χώρος που καταλαμβάνει το υπόμνημα πολλές φορές πρέπει να είναι αρκετά εκτεταμένος, για να είναι δυνατή η παράθεση των συμβόλων των διαφόρων φαινομένων που ποικίλουν ως προς τον αριθμό και το είδος. Η διευθέτηση των διαφόρων τμημάτων του υπομνήματος προϋποθέτει την γραφική και εννοιολογική ταξινόμηση των στοιχείων που συνθέτουν τον χάρτη. Ενώ η διαχείριση των χαρτογραφικών συμβόλων γίνεται, κυρίως, ακολουθώντας γραφικούς κανόνες, η διατύπωση των ερμηνευτικών κειμένων των συμβόλων στο υπόμνημα

γίνεται ακολουθώντας την δομή μεταξύ των σχέσεων των συμβόλων. Τα τυπογραφικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται και η ισοκατανομή του χώρου, που καταλαμβάνουν τα διάφορα τμήματα του υπομνήματος, είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες της οπτικής του κατανόησης.

Τέλος, σημαντικό χαρακτηριστικό κάθε θεματικού χάρτη είναι η κλίμακα, καθώς αποτελεί την κυριότερη ποσοτική ένδειξη της θεματικής απεικόνισης. Αποδίδεται είτε με την μορφή του λόγου σμίκρυνσης (π.χ. 1:100000), ή με την μορφή της γραφικής κλίμακας.

#### Στοιχεία περιθωρίου

Όπως κάθε άλλο είδος χάρτη, ο θεματικός χάρτης περιλαμβάνει συμπληρωματικά στοιχεία, που τοποθετούνται στο περιθωρίο του, με σκοπό να υποβοηθήσουν τον χρήστη. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να υποδιαιρεθούν σε δύο ομάδες. Η πρώτη περιλαμβάνει σύντομα κείμενα και αλφαριθμητικά στοιχεία και η δεύτερη στοιχεία γραφικής μορφής (δες τον πίνακα 7). Το κυρίως θέμα του χάρτη, συχνά, ενισχύεται από συμπληρωματικές εικόνες, πίνακες ή κείμενα. Το υλικό αυτό μπορεί να αποδειχθεί πολύ σημαντικό στην ανάδειξη του σκοπού του θεματικού χάρτη και ο σχεδιασμός του απαιτεί μεγάλη προσοχή, ώστε να

μην διαταραχθεί ο συνολικός σχεδιασμός του χάρτη.

### Σχεδιασμός θεματικού χάρτη

Η έκφραση σχεδιασμός του χάρτη συσχετίζει τη χρήση του με τον κατάλληλο τρόπο της μετάδοσης στον χρήστη των πληροφοριών που παρέχουν τα γεωγραφικά δεδομένα, όπως απεικονίζονται πάνω στο υλικό του υποβάθρου και περιλαμβάνει μιά λογική και ισόρροπη διευθέτηση των γραφικών στοιχείων μέσα στην προβλεπόμενη για τον χάρτη έκταση. Ο συνολικός σχεδιασμός του χάρτη επιδρά στα διάφορα στάδια της επεξεργασίας για την παραγωγή των θεματικών χαρτών. Ενώ, η επιλογή των συμβόλων και του συστήματος απεικόνισης αποφασίζεται σύμφωνα με τον σχεδιασμό της παραγωγής, της έκδοσης και τα στάδια της σύνθεσης του θεματικού χάρτη, η πρακτική εφαρμογή των προτεινομένων λύσεων γίνεται κατά την διαδικασία της κατασκευής του χάρτη.

### Ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού

Λόγω των προβλημάτων που σχετίζονται με τα χαρτογραφικά μέσα και συστήματα απεικόνισης, ο βέλτιστος σχεδιασμός του θεματικού χάρτη απαιτεί την στενή συσχέτιση όλων των παραγόντων που

συμβάλλουν στην δημιουργία του προπαρασκευαστικού υλικού του χάρτη. Με τον σχεδιασμό του θεματικού χάρτη αντιμετωπίζονται τα προβλήματα των συγκεκριμένων διεργασιών, που απορρέουν κατά την διάρκεια της προπαρασκευαστικής φάσης. Τα προβλήματα αυτά, είναι :

(1) Η κριτική εκτίμηση και επαλήθευση του θεματικού υλικού για να διασφαλιστεί (με κατάλληλες ανεξάρτητες μεθόδους) η ακρίβεια, η αξιοπιστία, η πληρότητα και η ομοιογένεια των δεδομένων ολόκληρης της απεικονιζόμενης περιοχής.

(2) Η επιλογή και κατάλληλη γενίκευση των αναγκαίων στοιχείων που απεικονίζονται στον χάρτη. Η διαδικασία αυτή εξαρτάται από τον βαθμό ποσοτικοποίησης των δεδομένων που επεξεργάζονται, την μορφή των συμβόλων και την τεχνική που έχει υιοθετηθεί για τον σχεδιασμό των συμβόλων.

(3) Η επιλογή του κατάλληλου χαρτογραφικού συμβολισμού για την αποτελεσματική αναπαράσταση των θεματικών δεδομένων που απεικονίζονται, σε αναφορά με την γεωγραφική τους μορφή και δομή. Ακολουθώντας την λεπτομερειακή ανάλυση των συλλεγμένων δεδομένων, είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός του υπομνήματος, σαν οδηγός των περιεχομένων, της δομής και της έμφασης του χάρτη.

(4) Η διευθέτηση της δομής των στοιχείων που σχετίζεται με τα διάφορα συστήματα απεικόνισης και την πολυπλοκότητα των απεικονιζομένων γεωγραφικών πληροφοριών, γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψη την συμβατότητα των οπτικών μεταβλητών και τα επιθυμητά επίπεδα των γραφικών αντιθέσεων.

(5) Η υιοθέτηση ομοιομόρφων προδιαγραφών στην τοποθέτηση των συμβόλων και στην γενίκευση των γεωγραφικών δεδομένων για ολόκληρη την περιοχή που απεικονίζεται, ώστε να εξασφαλιστεί η συμβατότητα των διαφόρων τμημάτων του θεματικού χάρτη.

(6) Η διατήρηση προδιαγραφών της εκτύπωσης που να εξασφαλίζουν την ακρίβεια στην τοποθέτηση των θεματικών συμβόλων, σε σχέση με το υπόβαθρο.

(7) Η εκτίμηση των διαφορετικών επιπέδων σημαντικότητας των απεικονιζομένων δεδομένων και γραφική τους έκφραση μέσω ιεραρχημένης χρήσης των οπτικών μεταβλητών.

(8) Η σαφής διάκριση των κατηγοριών των θεματικών δεδομένων με κατάλληλες τροποποιήσεις των οπτικών μεταβλητών.

(9) Η επίτευξη οπτικής αρμονίας και σαφήνειας στην απεικόνιση των γεωγραφικών θεμάτων με ισορροπημένη διευθέτηση των στοιχείων του χάρτη.

#### Υπόλοιπα προβλήματα σχεδιασμού

Η τακτική της υιοθέτησης παράμοιου τρόπου συμβολισμού στην περίπτωση απεικόνισης συνόλων γεωγραφικών δεδομένων τα οποία σχετίζονται μεταξύ τους, πέρα από το γεγονός ότι διευκολύνει την αναγνώρισή τους και τονίζει την συμβατότητά τους, διευκολύνει επιπλέον την παραγωγή και αναθεώρηση του θεματικού χάρτη. Υφίσταται, επομένως, ένα βασικό ερώτημα κατά τον σχεδιασμό του θεματικού χάρτη που αφορά την δυνατότητα χρησιμοποίησης τυποποιημένων μεθόδων για την διευθέτηση των δεδομένων και την γραφική τους έκφραση. Μιά προσπάθεια συνολικής τυποποίησης των περιεχομένων και των συμβόλων, πιθανά να αποτύγχανε λόγω της υπερβολικά μεγάλης ποικιλίας των διεθνών προβλημάτων και των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Παρ' όλα αυτά είναι αναγκαία μία τυποποίηση των σειρών των θεματικών χαρτών ή, σε εθνικό επίπεδο, ορισμένων ατλάντων και ορισμένων θεματικών απεικονίσεων. Οι διεθνείς προσπάθειες στην κατεύθυνση της τυποποίησης, μετά από την παρέλευση σημαντικού χρονικού διαστήματος, οδηγήθηκαν σε συμφωνία όσον αφορά την χρήση συμβόλων μόνο για ορισμένες ομάδες και είδη θεματικών χαρτών (π.χ. γεωλογικοί και μετεωρολογικοί χάρτες και αεροναυτικά

διαγράμματα). Τέλος, η διεθνής συμφωνία όσον αφορά την αναγραφή των τοπωνυμίων αποτελεί μιά ουσιαστική συνεργασία με κατεύθυνση την τυποποίηση.

Οι θεματικοί χάρτες και οι άτλαντες, ιδιαίτερα αυτοί που βασίζονται σε στατιστικά δεδομένα ή που απεικονίζουν φαινόμενα με ραγδαία εξέλιξη ως προς τον χρόνο και τον χώρο, χρειάζεται απαραίτητα να αναγράφουν την χρονολογία συλλογής των δεδομένων. Ο σχεδιασμός τους, λοιπόν, πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη την αναγκαιότητα για περιοδική ενημέρωση των δεδομένων τους (π.χ. οικονομικοί και δημογραφικοί χάρτες και αεροναυτικά διαγράμματα). Εάν οι αναγκαίες αναθεωρήσεις γίνονται σε σύντομα χρονικά διαστήματα η χρησιμοποιούμενη κλίμακα, οι μέθοδοι συμβολισμού και η τεχνολογία ενημέρωσης, πρέπει να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες αυτές συνθήκες. Για παράδειγμα, ορισμένες φορές ένας θεματικός άτλαντας μπορεί να έχει εύκολα μετακινούμενες σελίδες.

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

### Οργάνωση και στάδια της κατασκευής

Η αυξανόμενη συνεχής εξερεύνηση του γεωγραφικού χώρου στις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες, αλλά και στις χώρες υπό ανάπτυξη, και οι αναγκαίες συνέπειες της προστάσιας του φυσικού περιβάλλοντος, απαιτούν την σημαντική και αυξανόμενη καταγραφή των γεωγραφικών πληροφοριών που αφορούν διάφορα φαινόμενα και τις συνθήκες ανάπτυξής τους. Οι θεματικοί χάρτες, σαν γραφικά μέσα μεταφοράς των γεωγραφικών πληροφοριών, αποκτούν συνεχώς όλο και μεγαλύτερη σημασία στην μετακίνηση των φυσικών, οικονομικών και δημογραφικών δεδομένων. Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της συνεισφοράς των γεωγραφικών δεδομένων στην διαδικασία λήψης αποφάσεων, σε όλα τα στάδια της μελέτης και κατασκευής των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Κατά συνέπεια, οι θεματικοί χάρτες αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των γεωεπιστημόνων, χωροτακτών, οικονομολόγων, στατιστικών, αγρονόμων, αρχιτεκτόνων, υδρολόγων και πολλών άλλων ειδικοτήτων. Ένας ευρύτερος κύκλος από πολιτικούς, επιστημονικούς, πολιτιστικούς φορείς ενδιαφέρεται ή, ακόμα, συμμετέχει

στην κατασκευή και χρήση των θεματικών χαρτών. Η παραγωγή των θεματικών χαρτών, με εξαίρεση εκείνων των διεργασιών της παραγωγής, οι οποίες προϋποθέτουν την εφαρμογή αυτοματοποιημένων τεχνικών, είναι ακόμα χρονοβόρα και υψηλού κόστους. Για τους λόγους αυτούς, είναι σημαντικό να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην παραγωγή αναγκαίων θεματικών χαρτών.

### Οργάνωση της παραγωγής θεματικού χάρτη

Το προκαταρκτικό στάδιο της παραγωγής αναφέρεται στην οργάνωση της συνεργασίας των μετεχόντων ειδικοτήτων και του χρονοδιαγράμματος που θα ακολουθηθεί. Στον πίνακα 8 απεικονίζεται το οργανόγραμμα παραγωγής που ακολουθείται για την κατασκευή θεματικών χαρτών σε χώρες με αναπτυγμένη χαρτογραφική παραγωγή. Όπως φαίνεται από το οργανόγραμμα η συνεργασία ή η κατανομή της εργασίας μεταξύ αυτών που επεξεργάζονται το θεματικό υλικό (σχεδιαστές χάρτη) και αυτών που κατασκευάζουν τον χάρτη (εκδότες και χαρτογράφοι), διαμορφώνεται σε κυρίαρχο χαρακτηριστικό της οργάνωσης της παραγωγής. Η ανάπτυξη της σύνθεσης του θεματικού χάρτη πρέπει να είναι στενά συνυφασμένη με τις προδιαγραφές



που επιλέχθηκαν να ακολουθηθούν. Ο καθορισμός αυτών που θα συνεργαστούν εξαρτάται, σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά πολύ από το επίπεδο της χαρτογραφικής αντίληψης και τις δυνατότητες των σχεδιαστών του χάρτη.

### Στάδια κατασκευής θεματικού χάρτη

Η παραγωγή ενός θεματικού χάρτη ή σειράς θεματικών χαρτών προϋποθέτει μια σύνθετη δομή οργάνωσης, ειδικευμένους επιστήμονες, χαρτογραφικό-σχεδιασμό και τεχνικά εφόδια. Ο πίνακας 9 απεικονίζει τη διάρθρωση και επιτρέπει την συνολική θεώρηση του εξειδικευμένου προσωπικού που απαιτείται για την κατασκευή ενός θεματικού χάρτη.

Στο πρώτο στάδιο (μεθοδολογική προετοιμασία και προδιαγραφές), θεμελιώνονται οι επιστημονικοί, τεχνικοί και οικονομικοί όροι για την παραγωγή σε συνδυασμό με τις βασικές προαπαιτήσεις του έργου. Ο τεχνικός σχεδιασμός περιλαμβάνει την τεκμηρίωση της σύνταξης του θεματικού χάρτη, την διαθέσιμη τεχνολογία και το χρονοδιάγραμμα, καθώς και τον προϋπολογισμό της συνολικής παραγωγής. Τα διάφορα αντικείμενα εργασίας απαιτούν την συμμετοχή των σχεδιαστών του προσωπικού επίβλεψης και των εκδοτών.

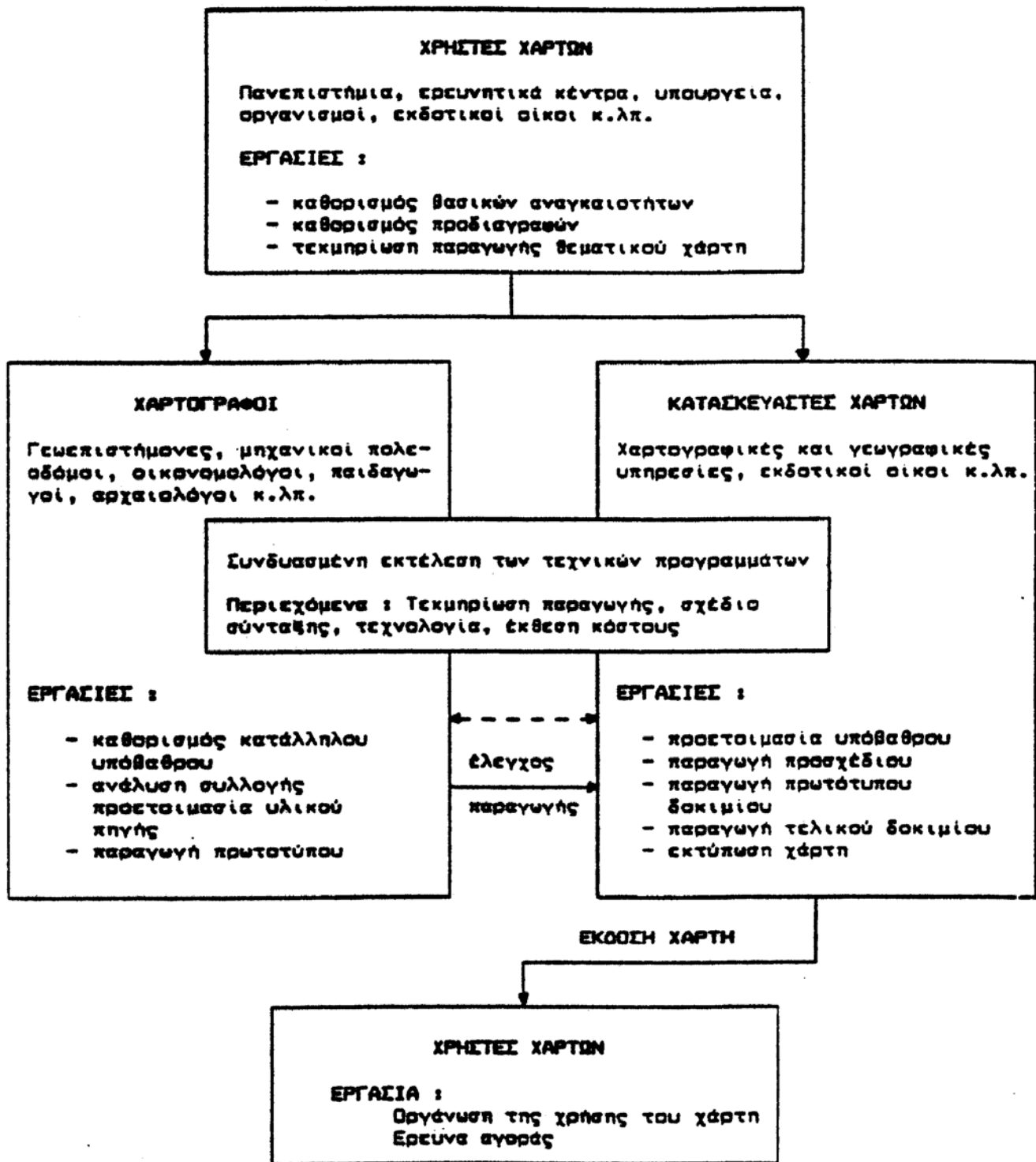
Το δεύτερο στάδιο (τεκμηρίωση)

σχετίζεται με την συλλογή, επαλήθευση και προετοιμασία του υλικού που συνθέτει το θέμα του χάρτη. Είναι, λοιπόν, καθοριστική η υπευθυνότητα των σχεδιαστών του χάρτη, δεδομένου ότι αυτοί καλλίτερα από οποιονδήποτε άλλον μπορούν να εκτιμήσουν το έργο και να ενσωματώσουν την κατάλληλη πληροφορία με βάση τις εξειδικευμένες τους γνώσεις. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει, για παράδειγμα, εργασίες πεδίου για την συλλογή θεματικών δεδομένων, ή την ερμηνεία λεπτομερειακών μορφών από αεροφωτογραφίες, ή δορυφορικές εικόνες.

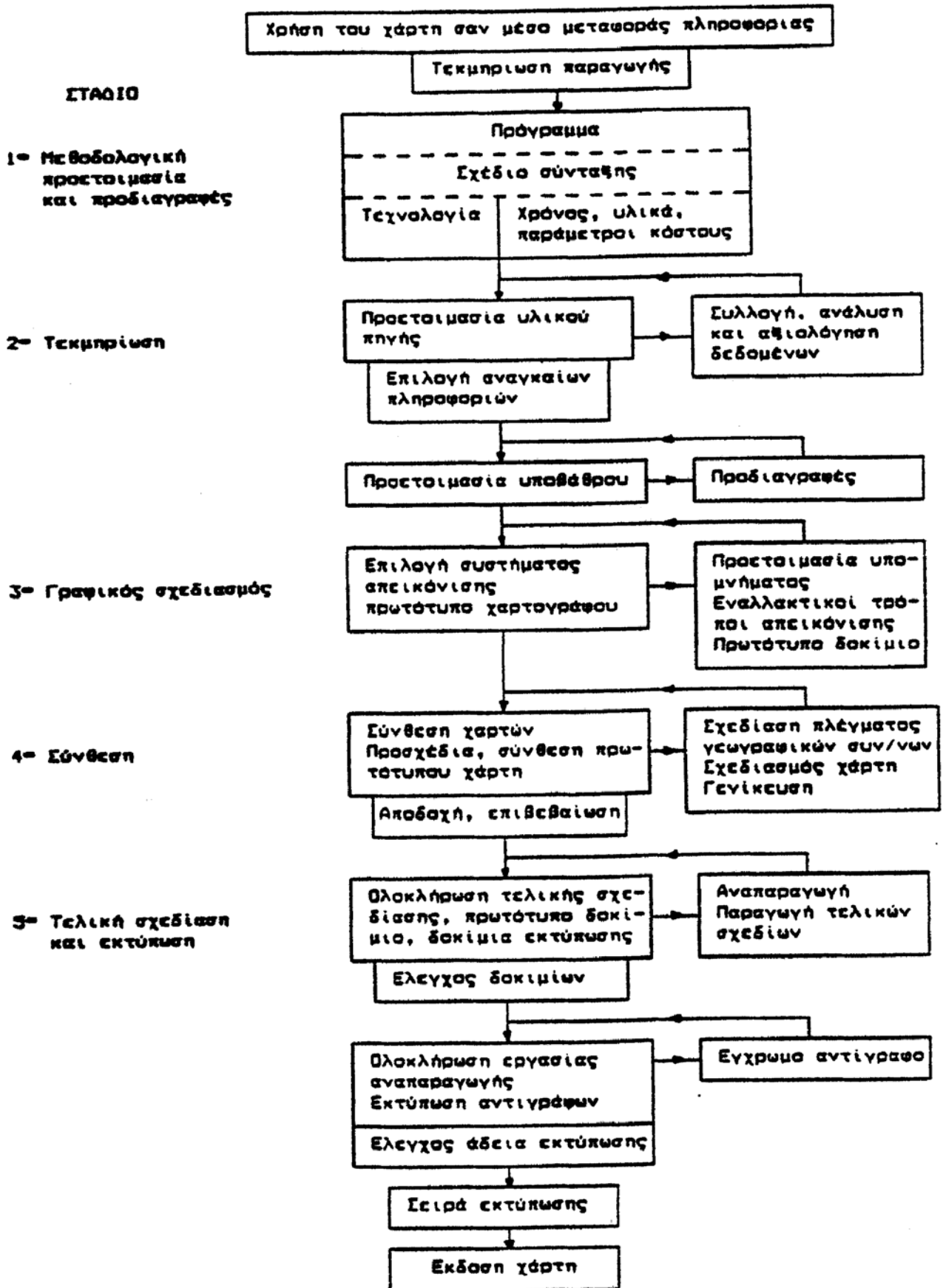
Κατά την διάρκεια του τρίτου σταδίου (γραφικός σχεδιασμός), γίνεται η επεξεργασία των θεματικών δεδομένων και ο μετασχηματισμός τους σε χαρτογραφικά σύμβολα. Το υλικό που δημιουργείται κατά το στάδιο αυτό εξαρτάται, ποιοτικά, από την χαρτογραφική γνώση και εμπειρία των σχεδιαστών και επίσης, από τον βαθμό της αλληλεπίδρασης και συνεργασίας τους, με τους εκδότες του χάρτη. Η φύση των κριτηρίων που παραδίνονται από τους σχεδιαστές εξασκεί ουσιαστική επιρροή στις διάφορες εργασίες που ακολουθούν.

Η σύνθεση, το τέταρτο στάδιο, αποτελεί το βασικότερο αντικείμενο της ενασχόλησης του χαρτογράφου. Η κυριότερη εργασία, που γίνεται στο στάδιο αυτό, είναι η μεταφορά στο





Πίνακας 8



Πίνακας 9

τοπογραφικό υπόβαθρο των γεωγραφικών δεδομένων, χρησιμοποιώντας τις σημειακές, γραμμικές ή επιφανειακές τεχνικές του χαρτογραφικού συμβολισμού, ακολουθώντας το προδιαγραμμένο σχέδιο των περιεχομένων του χάρτη. Ταυτόχρονα, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ο αναγκαίος βαθμός γενίκευσης, που είναι κατάλληλος για την κλίμακα και τον σκοπό του χάρτη. Κατά την διαδικασία της σύνθεσης γίνεται η προετοιμασία, ο μετασχηματισμός και η απόδοση των δεδομένων.

Το τελικό στάδιο (τελική σχεδίαση και εκτύπωση), περιλαμβάνει όλο το τεχνικό έργο που χρειάζεται για την παραγωγή των πρωτοτύπων, ώστε να είναι έτοιμα για αναπαραγωγή. Οι χαρτογράφοι, στο στάδιο αυτό, συνεργάζονται με το προσωπικό της αναπαραγωγής και της εκτύπωσης.

Η διαδικασία της κατασκευής ενός θεματικού χάρτη, με τον τρόπο που περιγράφηκε, αποτελεί αντικείμενο που μπορεί να υποστεί αρκετές τροποποιήσεις. Για παράδειγμα, τα στάδια της σύνθεσης και τελικής σχεδίασης μπορούν να συνδυαστούν στην περίπτωση απλών θεματικών απεικονίσεων, ή λόγω της προσεγγισμένης προετοιμασίας των πρωτοτύπων από τους σχεδιαστές.

## Σύνταξη θεματικού χάρτη

Η διαδικασία της σύνταξης είναι ένα συνεχές σύστημα επιστημονικής-τεχνικής επίβλεψης, που ξεκινά από την προετοιμασία του θεματικού χάρτη και επιδρά σε όλα τα στάδια που σχετίζονται με την παραγωγή του υλικού του χάρτη. Κανονικά, η διαδικασία αυτή γίνεται από μία ομάδα κάτω από την εποπτεία του προϊσταμένου της σύνταξης. Το αντικείμενο της διαδικασίας της σύνταξης έχει πολύ μεγάλη οργανωτική σημασία, δεδομένου ότι υποστηρίζει τις τεχνικές διαδικασίες, ή τις διαδικασίες παραγωγής. Ο καθοριστικός σκοπός της σύνταξης του χάρτη είναι η αποτελεσματική ολοκλήρωση του υποβάθρου με το κατάλληλο θεματικό περιεχόμενο, χρησιμοποιώντας το καλύτερα προσαρμοζόμενο σύστημα απεικόνισης ώστε να δημιουργηθεί η βέλτιστη γραφική αναπαράσταση των γεωγραφικών δεδομένων. Ο στόχος αυτός προϋποθέτει την στενή και επιτυχημένη συνεργασία μεταξύ των σχεδιαστών του θεματικού χάρτη, ή των άλλων ειδικοτήτων που δεν μετέχουν στην φάση της παραγωγής και των χαρτογράφων που αναλαμβάνουν την σύνθεσή του. Η εργασία που απαιτείται κατά την σύνταξη του χάρτη, μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις βασικές περιοχές, αντίστοιχες με αυτές της κατασκευής του χάρτη :

(1) Μελέτη προκαταρκτικής σύνταξης (πρώτο ως τρίτο στάδιο κατασκευής).

(2) Επιστημονική διεύθυνση και έλεγχος της σύνθεσης (τέταρτο στάδιο κατασκευής).

(3) Συστηματική επίβλεψη της προετοιμασίας των λεπτομερειών της έκδοσης (πέμπτο στάδιο κατασκευής).

Στην πρώτη από αυτές περιλαμβάνεται, ιδιαίτερα, η ανάπτυξη του σχεδίου της σύνταξης του θεματικού χάρτη και των άλλων κειμένων ή γραφημάτων που περιλαμβάνει. Επίσης, αποκαθίσταται η συνεργασία των σχεδιαστών στην προετοιμασία του υλικού και στην ανάπτυξη του γραφικού σχεδιασμού. Η δυνατότητα της προετοιμασίας του σχεδίου της σύνταξης προϋποθέτει δημιουργική ικανότητα, επιστημονική κρίση και χαρτογραφική εκπαίδευση. Το σχέδιο της σύνταξης καθορίζει τον σκοπό του θεματικού χάρτη, το μαθηματικό του υπόβαθρο (κλίμακα σμίκρυνσης, σύστημα προβολής), το υπόβαθρο, το υλικό συλλογής, την ανάπτυξη των περιεχομένων και την ταξινόμηση των θεμάτων που απεικονίζονται.

Επιπρόσθετα, με την σύνταξη του θεματικού χάρτη προδιαγράφονται οι μελέτες που αναφέρονται στον σχεδιασμό, οι οποίες περιλαμβάνουν τις προτάσεις για τον καθορισμό του υπομνήματος, τις αρχές της γενίκευσης και τα τοπωνύμια των γεωγραφικών χαρακτηριστικών που απεικονίζονται.

Οι δυνατότητες χρήσης θεματικού χάρτη, τα περιεχόμενα φύλλα χαρτών, το μοντέλο της σύνταξης αναφορικά με την σύνθεση του χάρτη, παρουσιάζονται σαν παράρτημα της έκδοσης.

Η οργάνωση και ο έλεγχος της σύνθεσης γίνεται σε διαρκή συνεργασία με τους σχεδιαστές, και ξεκινούν από την εξοικείωση με το σχέδιο της σύνταξης και την χρησιμοποίηση του υλικού συλλογής. Στην συνέχεια, εξετάζεται η παρακολούθηση των διεργασιών της σύνθεσης (ειδικά σε σχέση με τις προδιαγραφές της σύνταξης). Τέλος, ολοκληρώνεται με τον επανέλεγχο και τελική αποδοχή του δοκιμίου του χάρτη το πρωτότυπο της σύνθεσης.

Η επίβλεψη όσο αφορά την ποιότητα σχεδίασης περιλαμβάνει :

(1) Σταθερό ποιοτικό έλεγχο των εργασιών της σχεδίασης, χάραξης και συναρμολόγησης, σε σχέση με την γραφική ακρίβεια και ορθότητα του συμβολισμού.

(2) Έλεγχο και διόρθωση των ορίων των χρωμάτων στα επιφανειακά σύμβολα των δοκιμίων.

(3) Έγκριση για εκτύπωση ύστερα από την ρύθμιση των χρωματικών αποχρώσεων και της σειράς εκτύπωσης.

Στο τελευταίο αυτό στάδιο, υπάρχει μία ιδιαίτερα στενή συνεργασία μεταξύ των σχεδιαστών-τεχνικών και των ειδικών της αναπαραγωγής και εκτύπωσης.

### Σύνθεση θεματικού χάρτη

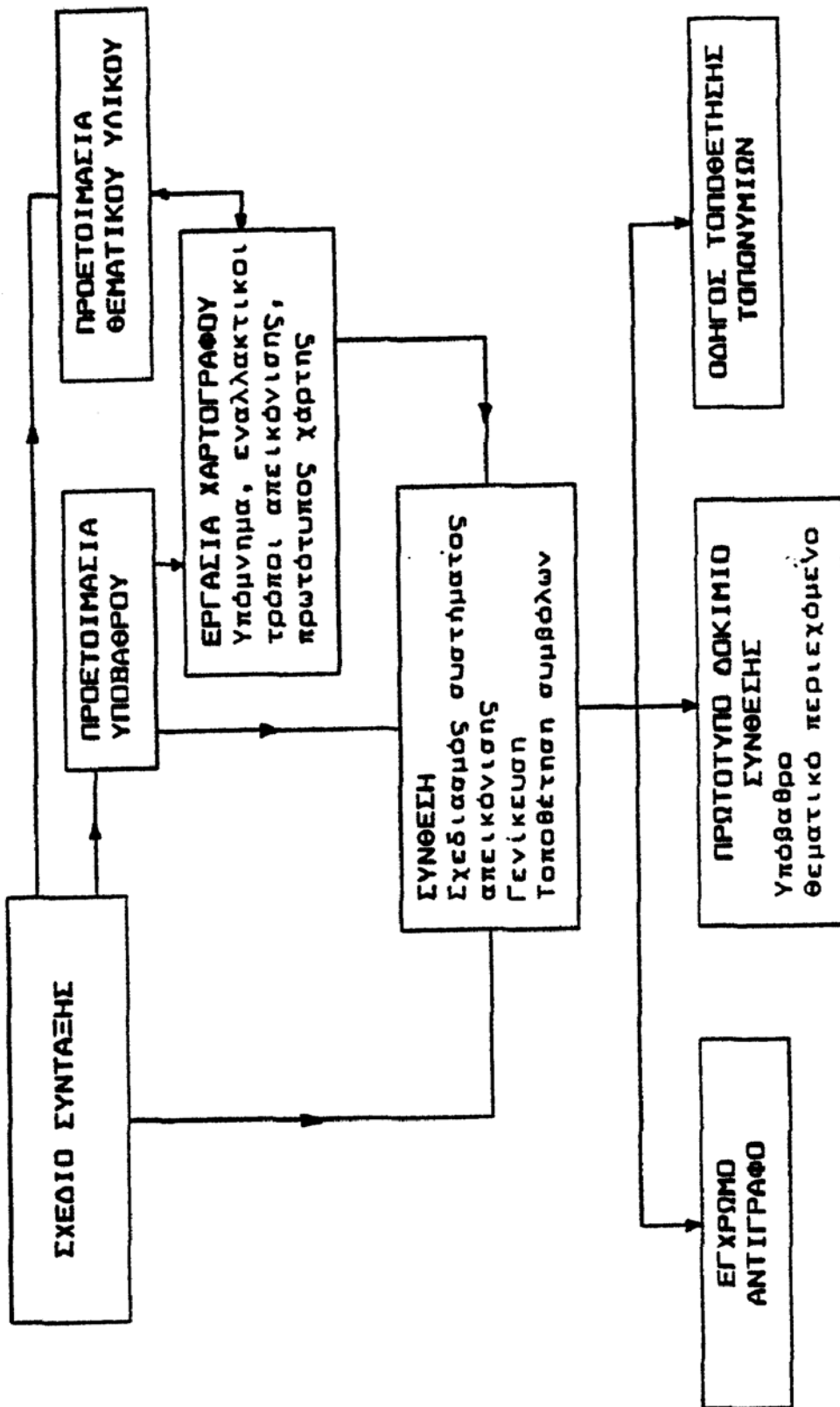
Η σύνθεση του θεματικού χάρτη συνίσταται στην συγχώνευση των πληροφοριών του υποβάθρου και του θέματος του χάρτη σε ενιαία γραφική μορφή, δηλαδή, σε ένα σύνθετο δοκίμιο. Στο δοκίμιο αυτό, η οριζοντιογραφία πρέπει να έχει τα καθιερωμένα επίπεδα ακρίβειας. Η σύνθεση, λοιπόν, εστιάζεται στην ορθή μετατροπή του θέματος σε χαρτογραφική μορφή (πίνακας 10). Στην μετατροπή αυτή περιλαμβάνεται η κατάλληλη τοποθέτηση στον χώρο των συμβόλων του χάρτη (σύμφωνα με το σχέδιο σύνταξης), σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του υποβάθρου ή του πλέγματος των μεσημβρινών και παραλλήλων. Η σύνθεση συσχετίζεται με τον βαθμό της χαρτογραφικής γενίκευσης, που εξαρτάται από την κλίμακα και το θέμα του χάρτη.

Η σειρά με την οποία γίνονται οι σχεδιαστικές εργασίες εξαρτάται με το είδος των δεδομένων, το σύστημα απεικόνισης και την μορφή του υλικού που δημιουργείται από τους σχεδιαστές και χαρτογράφους (π.χ. το δοκίμιο του υπομνήματος, τις προδιαγραφές, τα δοκίμια). Στην συνέχεια ακολουθεί η διαχείριση των σημειακών δεδομένων, η σχεδίαση των συμβόλων και των ορίων των επιφανειακών συμβόλων με σκοπό να περιοριστούν οι αναπόφευκτες μεταθέσεις ορισμένων λεπτομερειών

λιγότερης σημασίας. Το δοκίμιο της σύνθεσης δεν είναι απαραίτητο να σχεδιάζεται με την ποιότητα του τελικού προϊόντος όσο αφορά την γραμμογραφία και τις αποχρώσεις. Όμως, πέρα από την ακριβή τοποθέτηση, αποφασίζεται το ακριβές μέγεθος των χαρτογραφικών συμβόλων και διαγραμμάτων που κατασκευάζονται. Σε περίπλοκες περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμο να διερευνηθούν εναλλακτικοί τρόποι απεικόνισης με σκοπό την επιλογή της βέλτιστης λύσης.

### Προετοιμασία δοκιμών εκτύπωσης

Η δημιουργία ενός χάρτη σε μορφή δοκιμίου που να επιτρέπει την άμεση χρήση σαν αντίγραφο για αναπαραγωγή και εκτύπωση, δεν είναι κανονικά εφικτή για διάφορους τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Η διαδικασία της σύνθεσης απαιτεί την πλήρη συγκέντρωση του χαρτογράφου στο μέσο και τους τρόπους γραφικής απεικόνισης των δεδομένων σε μορφή δοκιμίου, χωρίς να παίρνει υπ' όψη του τις ιδιαίτερες εκείνες λεπτομέρειες που επιτρέπουν την άμεση χρήση και αναπαραγωγή σε πολλά αντίγραφα. Αντίθετα, η κύρια έμφαση κατά την διάρκεια της προετοιμασίας ενός πρωτοτύπου δοκιμίου για εκτύπωση, δίνεται στις τεχνικές διεργασίες που



Πίνακας 10

υιοθετούνται για να διασφαλιστεί η ομοιόμορφη γραφική ποιότητα του τελικού προϊόντος. Εμπειροί σχεδιαστές χαρτών και ειδικοί της διαδικασίας εκτύπωσης συνεργάζονται για τον σκοπό αυτό.

Η μορφή του πρωτοτύπου δοκιμίου αναπαραγωγής επηρεάζεται, κυρίως, από το είδος των οπτικών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν και τις διαθέσιμες μεθόδους αναπαραγωγής. Τα πρωτότυπα και οι έγχρωμες θεματικές απεικονίσεις ομαδοποιούνται πάντοτε σε χρωματικές αποκλίσεις ανάλογα με τα μελάνια που χρησιμοποιούνται κατά την εκτύπωση. Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των στοιχείων που συνθέτουν ένα θεματικό χάρτη, ο αριθμός των διακριτών σχεδίων που χρειάζονται στην εκτύπωση μπορεί να είναι μεγάλος. Για παράδειγμα, οι διάφορες χρωματικές αποκλίσεις που δημιουργούνται για την εκτύπωση ενός γεωλογικού χάρτη μπορεί ξεπερνούν τις είκοσι και να χρειάζονται ίσου αριθμού σχέδια.

Ο τρόπος αναπώθεσης των διαφόρων δοκιμίων σε ορθή θέση μεταξύ τους, είναι καθοριστικός για την ακριβή επίθεσή τους. Η ακριβής ταύτιση όλων των δοκιμίων έκδοσης, η γραφική ποιότητα των στοιχείων της γραμμογραφίας και της αναγραφής των τοπωνυμίων και των άλλων σχολίων και κειμένων, ελέγχονται στην διόρθωση της σύνταξης στο έγχρωμο μέσο

σχεδίασης (π.χ. αδιάσπαστο, διαφανές υλικό).

Υστερα από την ολοκλήρωση της κατασκευής του θεματικού χάρτη και κάθε άλλου είδους χάρτη, ακολουθεί η αναπαραγωγή με την εκτύπωση πολλών αντιγράφων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anson R. W. (ed.) *Basic Cartography for students and technicians*. Vol.2. International Cartographic Association. 1989.
- Cuenin R. *Cartographie General. Notions generales et principes d'elabolation*. Editions Eyrolles, 1972.
- Dent B. D. *Cartography Thematic Map Production*. (2nd ed.). Wm. C. Brown Pub., 1990.
- Keats J. S *Cartographic design and production*. Longman, 1973.
- Robinson A. H., R. D. Sale, J. L. Morrison and P. C. Muehrcke. *Elements of Cartography*. (5th ed.). John Wiley & Sons, 1984.

## ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η εντυπωσιακή ανάπτυξη της τεχνολογίας των αυτοματοποιημένων μεθόδων διαχείρισης πληροφοριών τα τελευταία χρόνια, που είναι αποτέλεσμα εξέλιξης διαφόρων τομέων επιστήμης και τεχνικής, είχε σαν επακόλουθο την δημιουργία νέων τρόπων σύνδεσης και συνεργασίας της χαρτογραφίας, με τις γεωεπιστήμες και την γεωγραφία. Τα αντικείμενα μελέτης των επιστημών αυτών, αποτελούν και τα αντικείμενα απεικόνισης της χαρτογραφίας και έτσι η ανάγκη για συνεργασία μεταξύ των αντίστοιχων ειδικοτήτων ήταν πάντα υπαρκτή. Όμως οι σημερινές συνθήκες δημιουργίας των συστημάτων πληροφοριών γης και γενικότερα των συστημάτων πληροφοριών του γεωγραφικού χώρου, κάνουν εντελώς απαραίτητη και καθοριστική την συνεργασία αυτή.

Σύμφωνα με την τεχνολογία και τις αρχές λειτουργίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ), τα δεδομένα που αποτελούν την βάση των πληροφοριών, περιγράφουν αντικείμενα από τον πραγματικό κόσμο με την έννοια:

- (1) Της θέσης τους σε σχέση με γνωστό σύστημα συντεταγμένων,
- (2) των ιδιοτήτων τους εκείνων, οι οποίες δεν συνδέονται με την γεωγραφική τους θέση (γεωμετρικά και

θεματικά χαρακτηριστικά),

- (3) των χωρικών τους σχέσεων, οι οποίες περιγράφουν τη σειριακή σύνδεση μεταξύ τους (τοπολογικά χαρακτηριστικά).

Τα ΓΣΠ αποτελούνται από έναν εξοπλισμό και ένα λογισμικό μέρος. Ο εξοπλισμός, δηλαδή ο Η/Υ περιλαμβάνει την κεντρική μονάδα και τα περιφερειακά (μονάδες εισόδου και εξόδου). Η δομή του συστήματος στηρίζεται στην ενδοεπικοινωνία όλων των μονάδων σε ψηφιακό περιβάλλον. Με το λογισμικό μέρος υλοποιούνται ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη, οι λειτουργίες της συλλογής, του μετασχηματισμού δεδομένων, της αποθήκευσης, της επιλεκτικής ανάκτησης και απόδοσης, ώστε να είναι δυνατή η ανάλυση χωρικών δεδομένων.

Εξ'άλλου από την θεωρία της χαρτογραφίας, είναι γνωστό ότι ως χαρτογραφική διαδικασία ορίζεται ένα σύνολο εργασιών όπου διακρίνονται σ'αυτό τρεις φάσεις, η φάση της συλλογής στοιχείων, η φάση της επεξεργασίας και η φάση της αρχειοθέτησης, με την έννοια της απόδοσης σε κάποιο αρχείο, γραφικό ή ψηφιακό. Οι τρεις φάσεις της χαρτογραφικής διαδικασίας μπορούν να θεωρηθούν και να αντιμετωπιστούν ή ως τελειώς ανεξάρτητες, ή ως διαδοχικά σχετιζόμενες, τακτική που ακολουθείται σε γενικές γραμμές στην σύνθεση χαρτών με παραδοσιακές



μεθόδους.

Η σύγχρονη άνω αντίληψη, οδηγεί στην αντιμετώπιση των τριών φάσεων της χαρτογραφικής διαδικασίας ως ενιαίου συνόλου, με την λογική ενός συστήματος συλλογής - επεξεργασίας - αρχειοθέτησης, όπου οι επί μέρους διαδικασίες για κάθε τμήμα του συστήματος έχουν επιλεγεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνονται ταυτόχρονα οι διαδικασίες των άλλων τμημάτων.

Με γνώμονα την τελευταία αυτή αντιμετώπιση της χαρτογραφικής διαδικασίας, αν συγκρίνουμε τις δύο διαδικασίες (χαρτογραφική και ΓΣΠ), προκύπτει μια αντιστοιχία στα στάδια εξέλιξης της κάθε μιας. Δεδομένου δε, ότι και στις δύο περιπτώσεις τα αντικείμενα μελέτης είναι χωρικά δεδομένα, συμπεραίνεται η συγγένεια των δύο διαδικασιών.

Πιο συγκεκριμένα,

(1) οι μονάδες που θα αποτελέσουν τον εξοπλισμό για την δημιουργία ενός ΓΣΠ, είναι οι ίδιες που θα χρησιμοποιηθούν για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση δημιουργίας ενός χαρτογραφικού συστήματος,

(2) τα δεδομένα που θα αποτελέσουν το αντικείμενο δημιουργίας της βάσης των συστημάτων, θα είναι και στις δύο περιπτώσεις χωρικά,

(3) οι φάσεις δημιουργίας (συλλογή, επεξεργασία και απόδοση)

των δύο συστημάτων, καθώς και οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σε κάθε φάση, θα είναι αντίστοιχες.

Η διαφορά των δύο διαδικασιών επισημαίνεται στο σημείο που αφορά τα μη γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη αντικειμένων. Δηλαδή τις ιδιότητες εκείνες των αντικειμένων αρχειοθέτησης, οι οποίες είναι ανεξάρτητες της γεωγραφικής θέσης των αντικειμένων, οπότε η γραφική τους απόδοση δεν είναι πάντα απαραίτητη ή χρήσιμη. Τα δεδομένα αυτά για μεν ένα ΓΣΠ αποτελούν στοιχεία διαχείρισης, ενώ μπορεί να μην έχει νόημα οποιαδήποτε γραφική τους απόδοση.

Σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες αντιλήψεις, στο μέλλον τα ΓΣΠ θα εξελιχθούν σε Γεωδιστημικά Συστήματα Πληροφοριών, των οποίων οι βάσεις δεδομένων θα αποτελούνται από τηλεπισκοπικές πληροφορίες δορυφορικής προέλευσης, άρα και αντίστοιχων κλιμάκων και από χαρτογραφικά δεδομένα τοπικής κλίμακας. Στην λογική αυτής της προοπτικής, ένα από τα σημαντικότερα θέματα για μελέτη, είναι οι σχέσεις χάρτη-εικόνας (από γλωσσολογική άποψη), όταν η απόδοση των δεδομένων με γραφικές μεθόδους, αντιμετωπίζεται σαν μετάφραση της γλώσσας της φωτογραφίας ή της τηλεπισκοπικής εικόνας, σε χαρτογραφική γλώσσα. Απ'αυτή την σκοπιά, η δυνατότητα ανάλυσης ενός συστήματος (ΓΣΠ),

εξαρτάται άμεσα από την ανάπτυξη των λογικών = μαθηματικών μοντέλων και των λογισμικών προγραμμάτων, μέσω των οποίων γίνονται οι μετατροπές των διαφόρων τύπων δεδομένων. Τα βασικά χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης των χαρτογραφικών μεθόδων και τεχνολογιών, με τις αντίστοιχες μεθόδους και τεχνικές των ΓΣΠ, θα πρέπει να προσδιοριστούν πριν δημιουργηθούν γενικευμένες τράπεζες γεωγραφικών πληροφοριών.

Μιά σημαντική πρωτοβουλία που έχει ήδη αναπτυχθεί, στην κατεύθυνση της δημιουργίας συστημάτων πληροφοριών γης παγκόσμιας κλίμακας, είναι οι διεθνούς επιπέδου προσπάθειες που αφορούν το Διεθνές Γεωσφαιρικό-Βιοσφαιρικό Πρόγραμμα [International Geosphere-Biosphere Program (IGBR)]. Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 1990, είναι 25ετούς διάρκειας και η εξέλιξή του θα επηρεάσει σημαντικά τις γεωγραφικές και χαρτογραφικές μελέτες.

Ένα από τα τέσσερα ερευνητικά υποπρογράμματα του IGBR, έχει αντικείμενο την Εξερεύνηση, την Συνεχή Καταγραφή και την Ανακάλυψη των Γήινων Οικοσυστημάτων, το οποίο συγκεντρώνει όλα τα προβλήματα συλλογής της πληροφορίας που θα αντιμετωπιστούν στο πρόγραμμα.

Ήδη έχουν ξεκινήσει μελέτες, σε διεθνή ή εθνική βάση, διαφόρων επί μέρους θεμάτων. Μία μελέτη, την οποία

έχει αναλάβει η Διεθνής Χαρτογραφική Ένωση, σε συνεργασία με την Διεθνή Γεωγραφική Ένωση, έχει αντικείμενο την κατασκευή ενός τυποποιημένου, σε ψηφιακή μορφή χάρτη της γης, σε κλίμακα 1:1000000, (διακριτική ανάλυση 1 km). Σκοπός δημιουργίας της σειράς αυτής των χαρτών είναι ο συντονισμός των, ανά την υφήλιο τραπεζιών δεδομένων, σε ενιαίο σύστημα αναφοράς, το οποίο να εξασφαλίζει ακρίβεια, ποιότητα, πληρότητα και συνέπεια.

Από την παραπάνω αναφορά προκύπτει ότι, σε διεθνές επίπεδο θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που θα εμφανίζονται στα διάφορα στάδια δημιουργίας αυτών των συστημάτων, με πρώτο την τυποποίηση των πληροφοριών και την μη συμβατότητα των ήδη υπάρχοντων (εθνικής κλίμακας) συστημάτων.

Σε εθνικό επίπεδο τα πράγματα διαφέρουν από χώρα σε χώρα, ανάλογα από το επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας των συστημάτων πληροφοριών. Αυτή την στιγμή (1991), τα μεγάλων δυνατοτήτων συστήματα πληροφοριών, που εφαρμόζονται, προέρχονται από τις ΗΠΑ. Υπάρχουν και ορισμένες χώρες της Ευρώπης που έχουν αναπτύξει δικά τους προγράμματα, όμως είναι μικροτέρων δυνατοτήτων από αυτά των ΗΠΑ, τα οποία έχουν διαδοθεί ανά τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Για τις χώρες που το

τεχνολογικό τους επίπεδο τις υποχρεώνει να χρησιμοποιήσουν έτοιμα συστήματα, σχεδιασμένα σε άλλες χώρες, για διαφορετικές συνθήκες (π.χ. ύπαρξης πληροφοριών) και διαφορετικές ανάγκες (π.χ. σχεδιασμού ή τρόπου ανάπτυξης), μπαίνει η υποχρέωση αφ' ενός της κατανόησης και εθικειώσης με τις δυνατότητες των συστημάτων, αλλά και της προσαρμογής και των μετατροπών τους, για την εφαρμογή τους στα εθνικά προγράμματα.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Burrough P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford University Press. Oxford, 1987.
- Koshkarev A. V. *Cartography, Geographic Information, and Ways they Interact. Mapping Sciences and Remote Sensing*. V. H. Winston & Sons., 1990.
- Νάκος, Β. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Μία τεχνολογία για την ανάλυση του γεωγραφικού χώρου. Ανακοίνωση στο Επιστημονικό Διήμερο του ΤΕΕ *Οι Μηχανικοί και Εφαρμογές Πληροφορικής*, Αθήνα (6-7 Δεκ.), 1990.
- Φιλιππακοπούλου, Β. *Αρχαιολογική Τεκμηρίωση, το Γεωμετρικό και Γραφικό Αρχείο ως Μέρος μιας Εθνικής Βάσης Πληροφοριών*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 1991.