

## ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ GIS - GPS ΣΤΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ<sup>1</sup>

ΤΡ. ΑΔΑΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ<sup>2</sup>, Π. ΜΑΤΣΟΥΚΑ<sup>3</sup>, ΧΡ. ΧΑΛΚΙΑΣ<sup>4</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας, παρατηρείται μια ολοένα αυξανόμενη δραστηριότητα παραγωγής χαρτών από πληθώρα ιδιωτικών εταιρειών και φορέων, πέραν των επίσημων χαρτογραφικών υπηρεσιών. Οι χάρτες αυτοί, που προορίζονται συνήθως για χρήση από το ευρύ κοινό, συχνά παρουσιάζουν σοβαρά ελλείμματα ακρίβειας και αξιοπιστίας.

Η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει σημαντικά εργαλεία, ικανά να στηρίξουν αυτές τις προσπάθειες και να βοηθήσουν στη βελτίωση των τελικών χαρτογραφικών τους προϊόντων.

Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται μεθοδολογία αξιοποίησης της τεχνολογίας των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) και των δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης (G.P.S) σε τέτοιες εφαρμογές χαρτογραφικής παραγωγής.

Μετά από μια σύντομη εισαγωγική αναφορά στην ελληνική αγορά χαρτών και τις απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει ένας σύγχρονος χάρτης ακολουθεί η ανάπτυξη μεθοδολογιών αξιοποίησης σύγχρονων τεχνολογιών με αναφορές σε πραγματικές εφαρμογές. Τέλος επιχειρείται αποτίμηση των δυνατοτήτων που παρέχουν αυτές οι σύγχρονες τεχνολογίες στη χαρτογραφική παραγωγή.

### ABSTRACT

Over the last decade there has been a noticeable increase in the production of maps by a plethora of private companies and authorities other than the official cartographic services. These maps, which are usually intended for use by the wider public, often are far from accurate or reliable.

Modern technology offers powerful tools, capable of supporting these efforts and improving the quality of the cartographic product.

This paper presents a methodology for utilizing the technology of geographic information systems (GIS) and global positioning systems (GPS) in cartographic applications.

**KEY WORDS:** Cartographic production, GPS - GIS in Cartography, Greece Maps

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Χαρτογραφική παραγωγή, Χαρτογραφία και GPS - GIS, Χάρτες Ελλάδας

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στον ελληνικό χώρο, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν εμπλακεί στη χαρτογραφική παραγωγή εκτός από τους επίσημους φορείς (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης, Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού, Υπ. Γεωργίας, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, κλπ) πολλοί άλλοι κρατικοί και ιδιωτικοί φορείς. Σε αυτό συνέβαλε και η εξάπλωση τεχνολογιών που βασίζονται στην πληροφορική, οι οποίες παρέχουν εύχρηστα εργαλεία που βοηθούν μεταξύ των άλλων, και στη δημιουργία χαρτών. Οι κύριες τεχνολογίες αυτού του είδους είναι τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ ή GIS) σε συνδυασμό με τα συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS) (Colwell 1991).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μεθοδολογία παραγωγής χαρτών η οποία βασίζεται τόσο στην αξιοποίηση των εξελιγμένων δυνατοτήτων που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία όσο και σε κλασικές μεθοδολογίες και τεχνικές. Συγκεκριμένα παρατίθεται η εμπειρία της εταιρείας "ANABΑΣΗ" η οποία ασχολείται τα τελευταία χρόνια με τη χαρτογραφική παραγωγή και έχει εκδόσει σειρά χαρτών ποικίλων κλιμάκων που καλύπτουν σημαντικό τμήμα της χώρας. Η ANABΑΣΗ είναι μέλος της IMTA (International Map Trade Association), διεθνούς ένωσης που συγκεντρώνει φορείς,

---

1: CARTOGRAPHIC PRODUCTION USING GIS - GPS TECHNOLOGIES

2: Πολ. Μηχανικός, εταιρεία ANABΑΣΗ, Ορμινίου 34, 11528 Αθήνα, e-mail: info@mountains.gr

3: Βιολόγος - περιβαλλοντολόγος, εταιρεία ANABΑΣΗ, Ορμινίου 34, 11528 Αθήνα, e-mail: info@mountains.gr

4: Δρ. Γεωλόγος - GIS, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Ελ. Βενιζέλου 70, e-mail: xalkias@hua.gr

οργανισμούς και εταιρείες από όλο τον κόσμο, που ασχολούνται με την κατασκευή, την παραγωγή και την εμπορία χαρτών.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται βασίζονται τόσο σε σύγχρονες μεθοδολογίες (ψηφιοποίηση δεδομένων, δημιουργία ΣΓΠ, συλλογή στοιχείων με χρήση GPS, δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους κλπ), όσο και σε κλασικές προσεγγίσεις (επισκόπηση βιβλιογραφίας, εργασία υπαίθρου, συλλογή πρωτογενών στοιχείων).

Αρχικά παρουσιάζεται συνοπτικά το καθεστώς της παραγωγής χαρτών στον ελληνικό χώρο και γίνεται αναφορά στα στοιχεία που χαρακτηρίζουν το χάρτη που απευθύνεται στο ευρύ κοινό. Ακολουθεί η ανάπτυξη των μεθοδολογιών αξιοποίησης των ΣΓΠ και GPS στη χαρτογραφική διαδικασία και γίνεται καταγραφή των σταδίων δημιουργίας ενός χάρτη με την αρωγή αυτών των τεχνολογιών. Τέλος συμπερασματικά παρατίθενται τα οφέλη, σε πρακτικό επίπεδο, από την εμπλοκή αυτών των εργαλείων στη χαρτογραφική παραγωγή, σημειώνοντας παράλληλα τους κινδύνους και τα σημεία στα οποία θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή η χρήση τους.

## **2. Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ**

Δεν είναι πολύ μακρινοί οι καιροί που ο χάρτης ήταν το εργαλείο του ειδικού -γεωγράφου, χωροτάκτη, και ερευνητή - στη στεριά, και μόνο οι ναυτικοί είχαν λόγω της φύσης του επαγγέλματός τους, υψηλό βαθμό εξοικείωσης με αυτόν. Η αλματώδης ανάπτυξη του τουρισμού και η γενικότερη αύξηση των μετακινήσεων είχε ως αποτέλεσμα τη μεγάλη διάδοση των χαρτών ως βοηθημάτων για το ταξίδι και την περιήγηση. Καθιερώθηκε οι ταξιδιωτικοί χάρτες να είναι μέσης κλίμακας (1:100.000 έως και 1:1.000.000), μικρής ακρίβειας, διανθισμένοι με πολύ πειστικούς συμβολισμούς για την αξιοπιστία και την επικαιροποίησή τους. Από την άλλη πλευρά, το κοινό - σε παγκόσμια κλίμακα - είχε περιορισμένες απαιτήσεις και λιγοστές γνώσεις, ήταν όμως πολυάριθμο. Ως άμεση συνέπεια η κατασκευή και εμπορία χαρτών μέσης κλίμακας που προορίζονταν να συμπληρώσουν έναν τουριστικό οδηγό και όχι να προσανατολίσουν, αναδείχθηκε σε επιχείρηση μικρής επένδυσης και μεγάλης απόδοσης. Έτσι όλο και μεγαλύτερος αριθμός εκδοτών χαρτών μπήκαν στην αγορά.

Η συνήθης πρακτική των εκδοτών είναι το συμπλήρωμα στοιχείων από διάφορες πηγές, πάνω σε ένα υπόβαθρο μικρής ακρίβειας, που συνήθως έχει δημιουργηθεί με κάποιο λογισμικό «ψηφιακής σχεδίασης». Συχνά, το ίδιο υπόβαθρο χρησιμοποιείται από πολλούς εκδότες, οι οποίοι διαφοροποιούν το προϊόν μόνο με τη βοήθεια της γραφιστικής του εξωφύλλου και με την ένθεση φωτογραφιών, πληροφοριακών στηλών κλπ., πραγμάτων δηλαδή που έχουν μικρή σχέση με τον ίδιο το χάρτη. Το υπόβαθρο προέρχεται στις περισσότερες περιπτώσεις από τους επίσημους χαρτογραφικούς φορείς - στην Ελλάδα, από τη ΓΥΣ - και συχνά αναπαράγεται χωρίς να τηρούνται οι νόμιμες διαδικασίες (έγκριση, πληρωμή δικαιωμάτων). Καθότι το κόστος απόκτησης του υποβάθρου ήταν συνήθως μηδενικό και η προστιθέμενη αξία σχεδόν ασήμαντη, ο χάρτης είχε σχεδόν το κόστος παραγωγής και έφτανε στην αγορά με πολύ χαμηλή τιμή (συνήθως μερικές εκατοντάδες δραχμές).

Τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν στην αγορά σχετικά ανεκτά προϊόντα, όπου η αντιγραφή των τοπογραφικών δεδομένων από τη ΓΥΣ γίνεται με κάπως τυποποιημένη μέθοδο ενώ στην καταγραφή στοιχείων πεδίου χρησιμοποιείται ένας ερασιτεχνικός δέκτης GPS (Global Positioning Systems) και, σε κάποιο βαθμό, υπάρχει πρωτογενής συλλογή στοιχείων.

Παράλληλα με τις - οπωσδήποτε - θετικές αυτές εξελίξεις, οι απαιτήσεις του κοινού σε θέματα πληρότητας της πληροφορίας αυξήθηκαν σημαντικά. Παρατηρείται σημαντική διεύρυνση του ιδιωτικού οχήματος στον τουρισμό σε βαθμό που η ίδια η μετακίνηση να έχει γίνει ο αυτοσκοπός του ταξιδιού. Επιπρόσθετα οι απαιτήσεις γεωμετρικής ακρίβειας - μετά και την έλευση των σύγχρονων τεχνικών πλοήγησης με GPS - έχουν αυξηθεί σημαντικά. Σήμερα, η πρόκληση για το σύγχρονο εκδότη-χαρτογράφο είναι να κατασκευάσει ένα χάρτη βελτιωμένης ακρίβειας που να παραμένει ταυτόχρονα εύκολα αναγνώσιμος από τον μη ειδικό χρήστη.

## **3. Ο ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΥΡΥ ΚΟΙΝΟ**

Ένα σοβαρό πρόβλημα με τις μεγάλης κλίμακας χαρτογραφικές εργασίες είναι ο ρυθμός ανανέωσής τους. Για παράδειγμα, ανάμεσα στις δύο διαδοχικές εκδόσεις των χαρτών κλίμακας 1:50.000 της ΓΥΣ μεσολαβούν πάνω από 10 έτη, ενώ ανάλογο διάστημα χωρίζει την έκδοση από το χρόνο λήψης των αεροφωτογραφιών. Έτσι σε όλα τα φύλλα των χαρτών γενικής χρήσεως της ΓΥΣ υπάρχει σοβαρή υστέρηση στην

αποτύπωση βασικών στοιχείων του χώρου: δρόμοι, κτίρια, ακόμα και σύγχρονοι παραθεριστικοί οικισμοί ή άλλες μείζονες αλλαγές. Λείπουν εξάλλου όλα τα τουριστικού ενδιαφέροντος στοιχεία (ξενώνες, εστιατόρια, μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι, ποικίλες εγκαταστάσεις).

Παράλληλα τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον του κοινού για την πλοήγηση με βάση το σύστημα GPS. Στην Ελλάδα, οι ομάδες που εκφράζουν εντονότερο ενδιαφέρον είναι οι ειδικοί χρήστες, όπως ορειβάτες, πεζοπόροι, οπαδοί των σπορ περιπέτειας και άλλων δραστηριοτήτων αναψυχής σε ξηρά και θάλασσα, και συχνά οργανωτές τέτοιων εκδηλώσεων. Στο κοινό αυτό, ο δέκτης GPS διείδυσε γρήγορα, χάρις στο μικρό κόστος, την ευχρησία και την ομοιότητα με άλλα σύγχρονα σύμβολα τεχνολογικής καταξίωσης.

Μόλις πρόσφατα άρχισε το κοινό να συνειδητοποιεί ότι μια συσκευή που παρέχει το στίγμα δεν μπορεί να προσφέρει πολλά αν δεν υπάρχει ένα μέσο, πάνω στο οποίο το στίγμα αυτό να γίνεται γεωγραφική θέση. Το μέσο αυτό είναι ο ακριβής και "συμβατός" με το GPS χάρτης.

Η διάδοση των ερασιτεχνικών συσκευών GPS, εκτός του ότι έφερε το κοινό σε μια διέγερση σχετικά με την πραγματική σημασία της τεχνολογίας, προβλημάτισε αρκετούς χαρτογράφους, ειδικά αυτούς που προσπαθούσαν να εμφανίσουν στοιχεία που δεν υπήρχαν στους χάρτες της ΓΥΣ (νεώτερο οδικό δίκτυο, μονοπάτια κλπ). Είναι γεγονός ότι ο καθένας μπορεί πλέον αρκετά εύκολα να ελέγξει την ακρίβεια μιας οδικής χάραξης. Το πρόβλημα αυτό είναι μικρότερο στους χάρτες μικρής κλίμακας (κλίμακες μικρότερες από το 1:100.000) όπου οι απαιτήσεις ακρίβειας είναι μικρότερες, γίνεται όμως κρίσιμο σε κλίμακες μεγαλύτερες από το κατώφλι του 1:50.000.

#### **4. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΕΡΓΟ**

Το σύγχρονο εργαλείο το οποίο παρέχει - μεταξύ των άλλων - λύσεις στις απαιτήσεις για ακρίβεια, ευκολία αναθεώρησης, αυτοματισμούς και συμβατότητα με τα GPS, είναι η τεχνολογία των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ ή GIS). Τα σύγχρονα λογισμικά ΣΓΠ προσφέρουν μια εξελιγμένη και με πολλές δυνατότητες πλατφόρμα για τη δημιουργία χαρτών, ιδιαίτερα όσον αφορά στην οργάνωση και ψηφιακή καταγραφή των δεδομένων και στην αρχική δημιουργία της χαρτοσύνθεσης. Σε ότι αφορά στην ψηφιοποίηση και την επεξεργασία των δεδομένων υπάρχουν πολύ ενδιαφέρουσες δυνατότητες όπως η ημιαυτόματη (συνεχής ριπή κόμβων με καθορισμένο βήμα: Streaming) ή αυτόματη (Raster to Vector) ψηφιοποίηση, η δυνατότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας σε πολλαπλά επίπεδα, η ευχέρεια στην ταυτόχρονη απεικόνιση δεδομένων από διαφορετικές χαρτογραφικές προβολές με τη διαδικασία της αυτόματης προβολής (on the flight), η δυνατότητα δημιουργίας και παρουσίασης ψηφιακών μοντέλων εδάφους και τέλος αυξημένες δυνατότητες για τη δημιουργία συμβόλων και τη διαχείριση των κειμένων της ονοματολογίας (Jones 1997).

Η συνδυασμένη χρήση δέκτη GPS και υπολογιστή παλάμης (Palm top) δίνει τη δυνατότητα για εισαγωγή δεδομένων απευθείας σε διανυσματική μορφή (σημεία, γραμμές, πολύγωνα), την ταυτόχρονη επισκόπηση υπαρχόντων δεδομένων, την οργάνωση των δεδομένων σε επίπεδα, την απεικόνισή τους με ποικιλία συμβόλων (μεγέθη, πάχη, χρώματα) και την απεικόνιση ονοματολογίας. Σήμερα, μπορεί κανείς με ένα μικρό υπολογιστή παλάμης και ένα φορητό δέκτη GPS να συνθέσει ένα εύχρηστο, ευέλικτο και ακριβέστατο «γεωγραφικό» σημειωματάριο στο οποίο μπορεί να καταχωρεί κάθε είδους δεδομένα (μετά από κατάλληλη προετοιμασία και σχεδιασμό της βάσης δεδομένων) (Jones 1997).

Ο συνδυασμός του σημερινού κοινώς διαθέσιμου δορυφορικού δικτύου (δηλαδή του Navstar) με τους κοινώς χρησιμοποιούμενους δέκτες έχει προδιαγραφεί για ακρίβεια 20 μέτρων (Robinson et al, 1995) (χωρίς διαφορική διόρθωση), και στην πράξη βρίσκεται στην περιοχή των 10 μέτρων. Η ακρίβεια αυτή είναι ικανοποιητική για κλίμακες μέχρι 1:25.000. Συμπληρωματική πληροφορία μπορεί να αντληθεί από αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες και άλλους χάρτες. Η συνόρθωση των ψηφιακών εικόνων γίνεται με τεχνικές γεωαναφοράς (georeferencing) οι οποίες επίσης υποστηρίζονται από αρκετά λογισμικά ΣΓΠ.

Τέλος σημειώνεται ότι με την τεχνολογική εξέλιξη των περιφερειακών συσκευών, παρέχονται δυνατότητες ποιοτικών εκτυπώσεων των δοκιμών σε ενδιαμέσα στάδια επεξεργασίας του χάρτη οι οποίες αφενός βοηθούν στον επαναπροσδιορισμό των επιλογών των συμβόλων ή των θεματικών απεικονίσεων, αφετέρου επιταχύνουν τη χαρτογραφική παραγωγή.

## 5. Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΗ

Η κατασκευή ενός χάρτη είναι μια διαδικασία μακρόχρονη και επίπονη. Όσο κι αν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και αυστηρά πρωτόκολλα, η αντίληψη και η γενικότερη κατάρτιση των συντακτών επηρεάζουν καθοριστικά τη μορφή του τελικού προϊόντος. Ακολουθεί η καταγραφή των σταδίων για τη δημιουργία ενός χάρτη που απευθύνεται στο ευρύ κοινό, με αρκετές αναφορές από το παράδειγμα κατασκευής των χαρτών της σειράς Τοπο50 (Αδαμακόπουλος κα, 2001,2002).

Αρχικά λαμβάνει χώρα ο προσδιορισμός των ορίων της υπο χαρτογράφησης περιοχής και η επιλογή της κλίμακας. Στον προσδιορισμό της περιοχής που θα καλύπτει ο χάρτης καθοριστικές παράμετροι είναι: η ολοκληρωμένη αποτύπωση μιας χωρικής ενότητας σχετικής με το θέμα του χάρτη (έναν χάρτη νομού θα περικλείει την οριογραμμή του, ένας χάρτης νησιού, το σύνολο της έκτασής του, ένας χάρτης βουνού, όλο τον ορεινό όγκο και τον άμεσο περίγυρο), το μέγεθος του χαρτιού σε σχέση με τα διαθέσιμα στο εμπόριο αλλά και την ευχρηστία του.

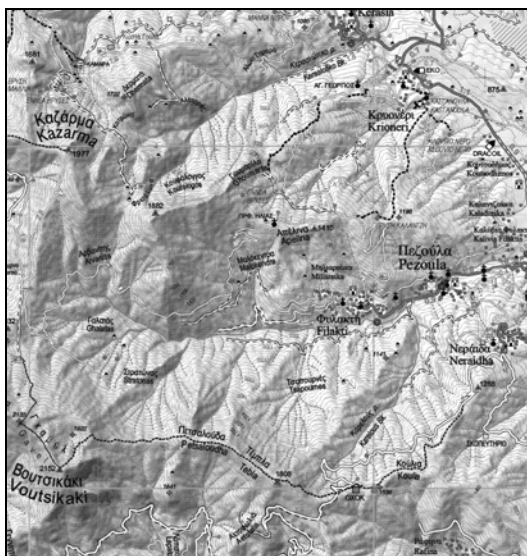
Η επιλογή της κλίμακας σχετίζεται άμεσα με το χαρακτήρα του χάρτη: ένας χάρτης για την πεζοπορία κατασκευάζεται σε κλίμακα μεταξύ 1:50.000 και 1:10.000 σε μια προσπάθεια συμβιβασμού ανάμεσα στην απεικόνιση λεπτομερειών χρήσιμων για τον προσανατολισμό του πεζοπόρου και στην παραγωγή ενός χάρτη εύχρηστου μεγέθους που να καλύπτει μια ολοκληρωμένη ενότητα πεζοποριών. Ένας χάρτης για τον εποχούμενο ταξιδιώτη που ενδιαφέρεται να περιηγηθεί και να γνωρίσει τα αξιοθέατα μιας περιοχής συνήθως κατασκευάζεται σε κλίμακα μεταξύ 1:100.000 και 1:50.000. Στις κλίμακες αυτές είναι ακόμα εφικτή η αποτύπωση σημειακών δεδομένων με τρόπο που να μπορεί να τα εντοπίσει ο επισκέπτης από το χάρτη. Κλίμακες μικρότερες από 1:250.000 χρησιμεύουν μόνο για τη μετακίνηση σε μεγάλες αποστάσεις και δεν μπορούν να δώσουν παρά μια πολύ αδρή εικόνα του χώρου.

Μετά από αυτές τις αρχικές επιλογές ακολουθεί η φάση της συλλογής στοιχείων. Για τη συλλογή δεδομένων που αναφέρονται στην περιοχή υπό χαρτογράφηση διενεργείται έρευνα στη βιβλιογραφία, καταγραφή και απόκτηση υπαρχόντων χαρτών, καθώς και αξιοποίηση δεδομένων τηλεπισκόπησης, όπου αυτά είναι διαθέσιμα. Θα πρέπει να αναζητηθούν δεδομένα που εκτείνονται τόσο στο χώρο των περιβαλλοντικών όσο και στο χώρο των ανθρωπιστικών επιστημών, λαμβάνοντας βέβαια πάντα υπόψη το είδος, τον επιδιωκόμενο χαρακτήρα και τη χρήση του υπό κατασκευή χάρτη. Πρόκειται για ένα στάδιο του οποίου η σημασία είναι κεφαλαιώδης. Το εύρος και το βάθος της έρευνας καθορίζει τον πλούτο σε ποσότητα και ποιότητα των πληροφοριών οι οποίες αποτυπώνονται στο χάρτη. Βασική πηγή δεδομένων υποβάθρου αλλά και θεματικής πληροφορίας αποτελούν οι χάρτες της ΓΥΣ τα στοιχεία των οποίων συμπληρώνονται και ενημερώνονται από πρωτογενή ή άλλα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Ακολουθεί ο σχεδιασμός και η οργάνωση του ΣΓΠ που θα δημιουργηθεί. Η θεματική πληροφορία οργανώνεται με βάση τη γεωμετρία των υπό χαρτογράφηση στοιχείων σε σημειακή, γραμμική και επιφανειακή μορφή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πληροφορίας που καταχωρίζεται σε επιφανειακή μορφή είναι η βλάστηση και οι χρήσεις γης. Σε μορφή γραμμικών στοιχείων καταχωρίζονται οι ισοϋψείς καμπύλες, το υδρογραφικό δίκτυο, το οδικό δίκτυο και τα μονοπάτια, καθώς και διαφόρων ειδών όρια (διοικητικά, θεσμικά). Αξίζει να αναφερθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος της πληροφορίας καταχωρίζεται σε σημειακή μορφή. Στους χάρτες Τοπο50, αποτυπώνονται δεδομένα 40 περίπου διαφορετικών αρχείων σημειακών δεδομένων, που το καθένα έχει από 2 έως 6 πεδία. Η απλή και ευνόητη κωδικοποίηση της πληροφορίας βοηθάει στη γρήγορη καταχώριση στο πεδίο και την αποφυγή λαθών. Για παράδειγμα το επίπεδο των δρόμων έχει δύο αριθμητικά πεδία (κατηγορία και βατότητα) που έχουν από μία θέση το καθένα. Σήμερα καταχωρούνται 16 διαφορετικές κατηγορίες δρόμων ενώ υπάρχει ακόμα δυνατότητα για περαιτέρω επέκταση των κατηγοριών. Στα αρχεία των σημειακών επιπέδων έχει γίνει προσπάθεια να υπάρχει μια όσο το δυνατόν ενιαία ονοματολογία των πεδίων ώστε να διευκολύνεται η καταχώριση και η διανομή των δεδομένων που έρχονται από τις εργασίες πεδίου. Συνήθως υπάρχουν δύο πεδία ονόματος (ελληνικά και αγγλικά) ένα πεδίο STATUS ή CATEGORY που από αρχείο σε αρχείο μπορεί να έχει διαφορετική έννοια, ένα πεδίο στροφής (για στοιχεία που πρέπει να τοποθετούνται σε σωστή γωνία σε σχέση με το ανάγλυφο (π.χ σπηλιές, αναβλύσεις, πηγές). Προτιμάται γενικά η χρήση αριθμητικών πεδίων - συνήθως μίας θέσης - όπου η πιθανότητα λάθους καταχώρισης είναι μικρότερη. Η σωστή ιεράρχηση με την αντίστοιχη κωδικοποίηση των δεδομένων είναι πολύ σημαντική στη χαρτογραφική διαδικασία.

Είναι η βασική παράμετρος που μορφοποιεί τα δεδομένα, κάνει το σημαντικό να ξεχωρίζει από το λιγότερο σημαντικό και βελτιώνει τόσο την αναγνωσιμότητα όσο και ευχρησία του χάρτη. Για παράδειγμα σε ένα οδικό δίκτυο σωστά ιεραρχημένο και απεικονισμένο μπορεί κανείς με μια ματιά να εντοπίσει το δρόμο που πρέπει να ακολουθήσει.

Μετά την αρχική συλλογή της υπάρχουσας πληροφορίας και την οργάνωση της, ακολουθεί η ένταξή της στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η εργασία αυτή μετατροπής - εισαγωγής δεδομένων σε ψηφιακή μορφή είναι πολύ σημαντική στην αυτοματοποιημένη χαρτογραφική διαδικασία (Παρασχάκης κα, 1991) αφού η ποιότητα των ψηφιακών δεδομένων συσχετίζεται άμεσα με την ποιότητα των τελικών χαρτών. Τα σύγχρονα λογισμικά ΣΓΠ παρέχουν πληθώρα δυνατοτήτων για την εισαγωγή δεδομένων μεταξύ των οποίων και κάποιες ιδιαίτερα εξελιγμένες τεχνικές (Longley et al 2001). Η ψηφιοποίηση τοπογραφικών δεδομένων θα πρέπει να γίνεται από προσωπικό ικανό να ερμηνεύσει τα πρωτογενή δεδομένα αφού αρκετές είναι οι φορές που αυτά περιέχουν σημαντικές αστοχίες. Παράλληλα υλοποιούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι ποιότητας των τελικών διανυσματικών δεδομένων (αξιολόγηση μέσω τετραγωνικού σφάλματος, έλεγχος του βαθμού γενίκευσης, δειγματοληπτικοί έλεγχοι ακρίβειας τελικών δεδομένων). Σε χάρτες που απευθύνονται στον περιηγητή και πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην ύπαιθρο, ένα στοιχείο το οποίο θα πρέπει να αποδίδεται παραστατικά και με πληρότητα είναι το ανάγλυφο. Οι βασικές μεθοδολογίες χαρτογραφικής αναπαράστασης του αναγλύφου είναι α) με ισοϋψείς καμπύλες β) με χρωματισμό υψομετρικών ζωνών και γ) με τεχνικές σκίασης του αναγλύφου (Robinson et al, 1995). Η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει σημαντικές δυνατότητες και στις τρεις αυτές κατευθύνσεις. Η πιστή και ακριβής απόδοση του αναγλύφου, ξεκινά από τη συστηματική και λεπτομερή ψηφιοποίηση από τα τοπογραφικά υπόβαθρα των χαρτών της ΓΥΣ. Για χάρτες μέσης κλίμακας (1:50.000) - όπως είναι η σειρά Topo50 - γίνεται λεπτομερής ψηφιοποίηση των αντίστοιχων υποβάθρων (ισοϋψείς με ισοδιάσταση 20m και υψομετρικά σημεία) της ΓΥΣ. Επίσης ψηφιοποιούνται επικουρικά και άλλα στοιχεία που σχετίζονται με το ανάγλυφο (υδρογραφικό δίκτυο, λίμνες, γκρεμοί, ειδικές γεωμορφές κλπ). Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Digital Elevation Model ή DEM, τύπου raster) της περιοχής ενδιαφέροντος (Hutchinson, 1989). Το παραγόμενο ψηφιακό μοντέλο εδάφους, αφού ελεγχθεί και βελτιωθεί, μπορεί να αποδώσει χρήσιμα δευτερογενή δεδομένα που χρησιμοποιούνται στη χαρτογραφική διαδικασία όπως το σκιασμένο ανάγλυφο, οι χάρτες κλίσεων και τα τρισδιάστατα γραφήματα (Burrough 1998, Kraak 1996). Στους χάρτες της σειράς Topo50, χρησιμοποιείται τεχνική η οποία αξιοποιεί τόσο τις ισοϋψείς καμπύλες, όσο και το σκιασμένο ανάγλυφο, έτσι ώστε να παρέχεται η δυνατότητα λήψης μετρήσεων και αναγνώρισης λεπτομερειών του αναγλύφου, και η παραστατική χαρτογραφική του απόδοση (Λιβιεράτος, 1988) (Σχ. 1).



**Σχήμα 1.** Σκίαση του αναγλύφου - ισοϋψείς καμπύλες. Τμήμα του χάρτη "Β. Αγραφα - Λίμνη Πλαστήρα", σειρά Topo50.

**Figure 1.** Shaded relief - contours. Part of the map "Northern Agrafa - Lake Plastira", Topo50 series.

Μετά την ψηφιακή καταχώριση των υπαρχόντων δεδομένων στο πληροφοριακό σύστημα, σειρά έχει η εργασία πεδίου. Σημειώνεται ότι οι δύο αυτές φάσεις εργασίας σε επίπεδο πρακτικής εφαρμογής μπορεί να επικαλύπτονται χρονικά. Η συλλογή δεδομένων από εργασία πεδίου βοηθά αφενός στην αξιολόγηση της πιστότητας των δεδομένων που ψηφιοποιούνται αφετέρου στην συμπλήρωση και επικαιροποίησή τους. Ιδιαίτερα σε περιοχές με σημαντική ανθρώπινη παρουσία και ανθρωπογενείς κατασκευές, οι εργασίες πεδίου είναι εκτεταμένες αφού οι ανθρώπινες κατασκευές έχουν αρκετά γρήγορο ρυθμό ανανέωσης - δημιουργίας και έτσι σε πολλές περιπτώσεις δεν αποτυπώνονται με ακρίβεια σε υπάρχοντες χάρτες (π.χ. επεκτάσεις και τροποποιήσεις οδικού δικτύου, οικιστικές επεκτάσεις κλπ). Είναι ένα δαπανηρό στάδιο που απαιτεί καλό προγραμματισμό και οργάνωση ώστε να συλλεχθεί όσο το δυνατόν περισσότερη πληροφορία μέσα στο διαθέσιμο χρόνο. Στη διάρκεια των εργασιών πεδίου γίνονται συμπληρώσεις και διορθώσεις στα υπάρχοντα δεδομένα και αναζήτηση στοιχείων του χώρου που εντοπίστηκαν από τη βιβλιογραφία. Πολύ σημαντική είναι και η επικοινωνία με τους ντόπιους για τη συμπλήρωση και διόρθωση του τοπωνυμικού, αλλά και για τον εντοπισμό άλλων στοιχείων του χώρου.

Οι εργασίες πεδίου γίνονται με τη συνδυασμένη χρήση δέκτη GPS και φορητού υπολογιστή (κατά την κίνηση με αυτοκίνητο) ή υπολογιστή παλάμης (κατά την κίνηση με τα πόδια) στον οποίο είναι αποθηκευμένα και προσιτά για άμεση επισκόπηση όλα τα προϋπάρχοντα δεδομένα της περιοχής που ερευνάται. Η σύγχρονη τεχνολογία των λογισμικών GIS με παράλληλη χρήση συσκευής GPS παρέχει αρκετές αξιόπιστες λύσεις σε αυτή τη κατεύθυνση (Longley et al 2001).

Η εργασία πεδίου βοηθά αφενός στην συμπλήρωση του ΣΓΠ με πληροφορίες οι οποίες δεν ήταν διαθέσιμες, αφετέρου στην αναθεώρηση και επικαιροποίηση των στοιχείων που έχουν ήδη καταχωριστεί. Τα δεδομένα των εργασιών πεδίου διανέμονται στα οικεία αρχεία και λαμβάνουν χώρα η παραβολή των στοιχείων, και οι πιθανές αναθεωρήσεις ή προσθήκες νέων θεματικών επιπέδων. Με αυτό τον τρόπο υλοποιείται η τελική σύνθεση και επεξεργασία όλων των διαθέσιμων δεδομένων.

Για την τελική σύνθεση του χάρτη γίνεται εισαγωγή των δεδομένων όλων των θεματικών πεδίων σε αρχείο-πilotο που έχει αποθηκευμένες όλες τις επιλογές συμβόλων, χρωμάτων.



**Σχήμα 2.** Τμήμα του χάρτη "Καλλίδρομο" σειράς Topo50.

**Figure 2.** Part of "Kallidromo" map, Topo50 series.

Τα σύγχρονα εργαλεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρέχουν πληθώρα χαρτογραφικών επιλογών που σχετίζονται με τα σύμβολα, τη διαχείριση του χρώματος, την ονοματολογία και τις γραμματοσειρές και άλλα χαρτογραφικά στοιχεία (σχήμα 2). Εδώ σημαντικό στοιχείο είναι η συμμόρφωση με κάποιες συμβάσεις και

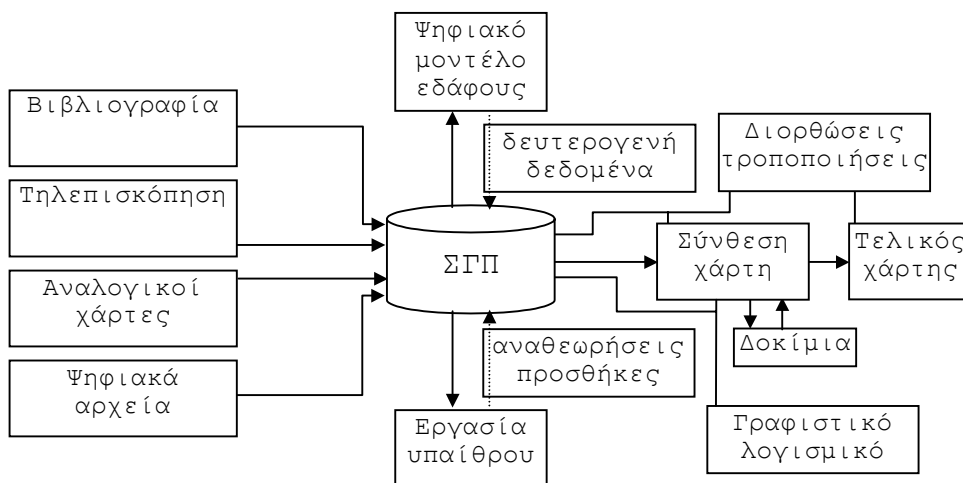
διεθνή πρότυπα που σχετίζονται με τη χρήση συμβόλων και χρωμάτων, έτσι ώστε να ακολουθείται κάποια τυποποίηση η οποία βοηθά στη γρηγορότερη εξοικείωση με το χάρτη. Η προσθήκη χαρτογραφικού και γεωγραφικού κανάβου είναι ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο του χάρτη, αφού έτσι διευκολύνεται η διενέργεια μετρήσεων πάνω στο χάρτη σε οικείες μονάδες, καθώς και ο εντοπισμός της θέσης, με την παράλληλη χρήση συσκευής GPS. Συγκεκριμένα γίνεται προβολή των γεωγραφικών συντεταγμένων από το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα WGS84 στο τοπικό σύστημα αναφοράς του χάρτη (ΕΓΣΑ87) και απεικονίζονται τα στίγματα αυτά ανά ένα πρώτο λεπτό σε WGS84 για τη διευκόλυνση των χρηστών GPS.

Η εκτύπωση σειράς δοκιμών σε σχεδιογράφο που ακολουθεί, έχει σαν στόχο τον έλεγχο του αποτελέσματος και τις τελικές τροποποιήσεις. Μετά από αυτή τη διαδικασία οριστικοποιούνται οι τελικές επιλογές. Σε αυτή τη φάση λαμβάνει χώρα εξαγωγή των αρχείων σε μορφή postscript σε ειδικό γραφιστικό λογισμικό για την ευχερέστερη ένθεση συμπληρωματικών στοιχείων της μακέτας του τελικού χάρτη.

Τέλος σειρά έχει η τελική εργασία στο τυπογραφείο. Μετά την εκτύπωση σε φιλμ και την επιλογή του χαρτιού, λαμβάνει χώρα η μαζική εκτύπωση στο τυπογραφείο, η πλαστικοποίηση, το δίπλωμα του χάρτη και η τελική του διάθεση. Σημειώνεται ότι η επιλογή των υλικών του χάρτη που πρόκειται να βγει στην παραγωγή θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ελέγχοντας για πιθανά σφάλματα (αναντιστοιχίες ψηφιακών αρχείων - τελικού προϊόντος) τα οποία μπορεί να υποβαθμίσουν την ποιότητα του τελικού χάρτη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για κάθε χάρτη και μετά την εκτύπωση τηρείται αρχείο, στο οποίο αναφέρονται οι πιθανές αστοχίες του καθώς και άλλες παρατηρήσεις, έτσι όπως καταγράφονται από τους χρήστες του χάρτη. Με βάση αυτό το αρχείο και αφού αξιολογηθούν οι καταχωρίσεις του, υλοποιούνται διορθώσεις - τροποποιήσεις στα δεδομένα του ΣΓΠ ή στη σύνθεση του χάρτη. Ο στόχος είναι η βελτιωμένη ποιότητα των νέων εκδόσεων των χαρτών.

Στο σχήμα 3. φαίνονται τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας που περιγράφηκε παραπάνω.



**Σχήμα 3.** Στάδια προτεινόμενης μεθοδολογίας χαρτογραφικής παραγωγής  
**Figure 3.** Stages of proposed cartographic procedure

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χρήση της τεχνολογίας των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών για την καταχώριση και οργάνωση των γεωγραφικών πληροφοριών έχει μερικά πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως αυτά της ακρίβειας των δεδομένων, της επιτάχυνσης της χαρτογραφικής διαδικασίας, της ευκολίας αναθεωρήσεων και διορθώσεων και της δυνατότητας χρήσης εξελιγμένων τεχνικών (αυτοματοποιημένη σκίαση αναγλύφου) που συντελούν στην ποιοτική αναβάθμιση των παραγόμενων χαρτών.

Σημαντικό ακόμη πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα άμεσης εξαγωγής δεδομένων για συνδυασμένη χρήση με συστήματα εντοπισμού θέσης. Οι εφαρμογές αυτές προβλέπεται να έχουν μεγάλη διάδοση στο άμεσο μέλλον και καθιερώνουν ουσιαστικά τη χρήση των ΣΓΠ ως μονόδρομο για την συλλογή και αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων. Η

τεχνολογία των GPS, βοηθά επίσης σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας και αξιοπιστίας των δεδομένων ενός χάρτη, αφού με τη χρήση απλών συσκευών GPS, μπορούν να ληφθούν γρήγορα, ακριβή δεδομένα για χάρτες μέσης κλίμακας. Παράλληλα, η δυνατότητα ψηφιακής σάρωσης και γεωαναφοράς του χάρτη (λειτουργία που την προσφέρουν ακόμη και απλά λογισμικά με πολύ μικρό κόστος) βελτιώνει την ακρίβεια στην κατασκευή και έκδοση χαρτών.

Οι απαιτήσεις επικαιροποίησης και ακρίβειας καθιστούν αναγκαία τη χρήση σαφών προδιαγραφών σε όλα τα στάδια της συλλογής, επεξεργασίας, σύνθεσης και απεικόνισης των επιμέρους στοιχείων.

Το κυριότερο μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος του λογισμικού και το μεγάλο κόστος για την προπαρασκευή - οργάνωση και δημιουργία μιας ψηφιακής γεωγραφικής βάσης δεδομένων. Στα παραπάνω θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η ανάγκη εμπλοκής στη χαρτογραφική διαδικασία εξειδικευμένου προσωπικού με τεχνικές γνώσεις. Θα πρέπει να τονιστούν επίσης και οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την άκριτη χρήση αυτοματισμών τους οποίους παρέχουν τα εργαλεία αυτά (προεπιλογές συμβόλων - χρωμάτων, αυτοματοποιημένες ταξινομήσεις, αστοχίες στην αυτοματοποιημένη εισαγωγή κειμένου, αδυναμίες σε διαδικασίες χαρτογραφικής γενίκευσης κλπ.) η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αστοχίες.

Πεποίθησή μας είναι πως τα τεχνολογικά εργαλεία και οι τεχνικές που αναπτύχθηκαν παραπάνω, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην αναβάθμιση των χαρτών που παράγονται στη χώρα μας και απευθύνονται στο ευρύ κοινό. Παρόλα αυτά, δεν θα πρέπει με κανένα τρόπο να υποβαθμίζεται η εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα και η εργασία πεδίου, αφού είναι ιδιαίτερα καθοριστικές για την τελική ποιότητα του χάρτη. Η κριτική σκέψη, η εμπειρία και το αισθητήριο του Χαρτογράφου, σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση των σύγχρονων αυτών εργαλείων και την κατανόηση των ορίων τους, μπορεί να αποδώσει ιδιαίτερα αναβαθμισμένα χαρτογραφικά προϊόντα.

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1]Burrough P.A., McDonnell R.A. (1998): Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, New York, p.333.
- [2]Colwell, S. (1991): GIS and GPS: a marriage of convenience. GIS World, 4(6), pp. 36-38.
- [3]Hutchinson M. F. (1989) "A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits", *Journal of Hydrology*, Vol. 106, pp. 211-232.
- [4]Jones C., (1997): Geographical Information Systems and Computer Cartography, Longman, p. 319.
- [5]Kraak M. J., Ormeling F. J. (1996): Cartography, visualization of spatial data, Longman, p. 222.
- [6]Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. (2001): Geographic Information Systems and Science, John Wiley and Sons, Chichester, p.454.
- [7]Robinson A.H., Muehrcke P.C., Kimerling A.J., Guptill S.C. (1995): Elements of Cartography, J.L. Morrison, 6<sup>th</sup> edn, John Wiley, New York, pp.674.
- [8]Αδαμακόπουλος Τ., Ματσούκα Π., Χαλκιάς Χ., (2001): Χάρτης Β. Αγράφων - Λίμνη Πλαστήρα, σειρά Τοπο50, εκδόσεις ANABAΣΗ, Αθήνα.
- [9]Αδαμακόπουλος Τ., Ματσούκα Π., Χαλκιάς Χ., (2002): Χάρτης Καλλιδρόμου, σειρά Τοπο50, εκδόσεις ANABAΣΗ, Αθήνα.
- [10]Λιβιεράτος (1988): Γενική Χαρτογραφία - εισαγωγή στη θεματική Χαρτογραφία. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.216.
- [11]Παρασχάκης Ι., Παπαδοπούλου Μ., Πατιάς Π., (1991): Αυτοματοποιημένη Χαρτογραφία, εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη, σελ.271.