

Η συμβολή της εξέλιξης των γεωδαιτικών οργάνων και των Η/Υ, στην εκπαίδευση στη ΣΑΤΜ του ΕΜΠ στο αντικείμενο των κτηματογραφικών αποτυπώσεων.

Δ. - Δ. ΜΠΑΛΟΔΗΜΟΣ, Ο. ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ, Ε. ΛΑΜΠΡΟΥ, Γ. ΠΑΝΤΑΖΗΣ
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την τελευταία 30ετία στην Ελλάδα, η διαρκής εξέλιξη της τεχνολογίας τόσο των γεωδαιτικών οργάνων και παρελκομένων, όσο και των συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών και προγραμμάτων επεξεργασίας των μετρήσεων, έχει αναβαθμίσει την προσφερόμενη εκπαίδευση στο αντικείμενο των κτηματογραφικών αποτυπώσεων.

Στην εργασία αυτή καταγράφεται η εξέλιξη που εμφανίστηκε τη χρονική αυτή περίοδο και αφορά στα χρησιμοποιούμενα γεωδαιτικά όργανα και παρελκόμενα, στις γεωδαιτικές μεθόδους μέτρησης και επεξεργασίας, στον τρόπο παραγωγής, απόδοσης και παρουσίασης των κτηματογραφικών διαγραμμάτων, όπως βιώθηκε στο Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας (Ε.Γ.Γ) της Σ.Α.Τ.Μ. του Ε.Μ.Π, στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης.

Στο χρονικό διάστημα 1976 – 2004, το Ε.Γ.Γ της Σ.Α.Τ.Μ του ΕΜΠ, πραγματοποίησε θερινά προγράμματα Πρακτικής Άσκησης σε υπό ανάπτυξη και ακριτικές περιοχές ανά την Ελλάδα, με κύριο θέμα Τοπογραφικές και Κτηματογραφικές αποτυπώσεις, παρέχοντας ταυτόχρονα εκπαιδευτικό και κοινωνικό έργο.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων που προσέφερε η εξέλιξη αυτή στην αναβάθμιση της προσφερόμενης εκπαίδευσης αλλά και στην εκπόνηση των κτηματογραφικών αποτυπώσεων. Καταγράφονται επίσης τα συγκριτικά στοιχεία της μεταβολής αυτής και η συμβολή τους στην ποιότητα, στο κόστος και στο χρόνο εκτέλεσης των επίγειων κτηματογραφικών αποτυπώσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα αρχαία χρόνια έως σήμερα, οι τοπογραφικές εργασίες αποτύπωσης αποβλέπουν στην καταγραφή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των ιδιοκτησιών και επομένως στη διασφάλιση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος.

Όπως είναι γνωστό με τον όρο κτηματογράφηση ή κτηματογραφική αποτύπωση ορίζεται η διαδικασία εκείνη με την οποία συντάσσεται ο κτηματογραφικός χάρτης, δηλαδή το σχέδιο στο οποίο απεικονίζεται η επιφάνεια του εδάφους από άποψη ιδιοκτησιακού καθεστώτος. Στο χάρτη αυτό απεικονίζονται τα όρια των ιδιοκτησιών και οι αντίστοιχες διαστάσεις τους. Περιλαμβάνονται επίσης στοιχεία τα οποία επιτρέπουν τον επαναπροσδιορισμό της θέσης των ορίων μιας ιδιοκτησίας στο έδαφος. Οι κτηματογραφήσεις χρησιμεύουν στην κατοχύρωση της ιδιοκτησίας, στον υπολογισμό των αποζημιώσεων που συνεπάγονται οι απαλλοτριώσεις που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία κοινόχρηστων χώρων, τεχνικών έργων αλλά και στη φορολόγηση των ιδιοκτησιών από την πολιτεία. Η σύνταξη του κτηματογραφικού διαγράμματος γίνεται συνήθως σε κλίμακα 1:1000 και σπανιότερα σε κλίμακα 1:500 (Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., 1994).

Σημαντικές τοπογραφικές και κτηματογραφικές εργασίες χρονολογούνται στην Ελλάδα από το 1889 από το Γεωγραφικό Ινστιτούτο της Βιέννης, με επικεφαλής τον συνταγματάρχη

Hartl, μετά από πρόσκληση της κυβέρνησης Χ. Τρικούπη. Η αποστολή αυτή έθεσε τις βάσεις για τη σύνταξη του γενικού χάρτη και του κτηματολογίου της Ελλάδας, και μέχρι το 1898 μέτρησε τη βάση τριγωνισμού στο Θριάσιο Πεδίο και ίδρυσε το δίκτυο 1^{ης} τάξης. Αργότερα, με ανάλογη προεργασία, άρχισαν οι τοπογραφικές αποτυπώσεις στη Θεσσαλία. Ακολουθεί το 1917 η ίδρυση της Τοπογραφικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας, η οποία ασχολείται αποκλειστικά με θέματα κτηματογράφησης και διανομής αγροκτημάτων για την αποκατάσταση ακτημόνων καλλιεργητών και προσφύγων. Ένα χρόνο μετά (1918) ιδρύεται η Τοπογραφική Υπηρεσία του Υπουργείου Συγκοινωνιών η οποία ασχολείται με γεωδαιτικές εργασίες, τοπογραφικές, κτηματογραφικές και φωτοτοπογραφικές αποτυπώσεις. Το 1925 ακολούθησε η μετονομασία της "Χαρτογραφικής Υπηρεσίας" σε Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ) (Σώκος, 1942).

Η Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών (Σ.Α.Τ.Μ) του Ε.Μ.Π και συγκεκριμένα το Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας (Ε.Γ.Γ), στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών του δραστηριοτήτων, ξεκίνησε συστηματικά στα μέσα της δεκαετίας του '70 την πρακτική άσκηση των φοιτητών του με αντικείμενο τις τοπογραφικές και κτηματογραφικές αποτυπώσεις. Από το 1977 έως και σήμερα πραγματοποιούνται συστηματικά οι Μεγάλες Γεωδαιτικές Ασκήσεις ΙΙ, στο πλαίσιο θερινού κατ' επιλογήν μαθήματος της εμβάθυνσης της Τοπογραφίας, μετά το 6^ο εξάμηνο, που εντάχθηκε στο πρόγραμμα σπουδών της Σ.Α.Τ.Μ. Το αντικείμενο των ασκήσεων αυτών εστιάζεται αφενός στην εκπαίδευση των προπτυχιακών φοιτητών της Σχολής σε πραγματικές συνθήκες εργασίας του τοπογράφου μηχανικού, σε όλες τις γεωδαιτικές εργασίες που απαιτούνται για τη σύνταξη κτηματογραφικών διαγραμμάτων και αφετέρου στη συνεργασία με την τοπική αυτοδιοίκηση της χώρας (κοινότητες, δήμοι). Οι Ο.Τ.Α ενισχύονται με αυτά τα διαγράμματα, που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση έργων υποδομής. Ακολουθώς αναλύεται η εξέλιξη των γεωδαιτικών οργάνων και μεθόδων αλλά και των ηλεκτρονικών υπολογιστών που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των κτηματογραφικών αποτυπώσεων, όπως αυτή καταγράφεται από την εμπειρία περίπου 30 χρόνων που συλλέχθηκε από την εκτέλεση των συγκεκριμένων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

2. ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1976 - 1985

Η χρονική αυτή περίοδος χαρακτηρίζεται κυρίως από την έναρξη χρήσης ηλεκτρονικών οργάνων μέτρησης μηκών (EDM) αλλά και από τη χρήση μικρών, απλών υπολογιστικών μηχανών για την πραγματοποίηση των υπολογισμών στο πεδίο. Τα EDM λειτουργούν είτε ανεξάρτητα είτε επιβατικά σε κάποιο οπτικομηχανικό θεοδόλιχο.

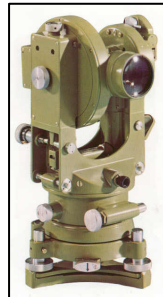
Οι εργασίες του τριγωνισμού για την ένταξη της κτηματογραφικής αποτύπωσης στο Κρατικό Σύστημα Αναφοράς την περίοδο αυτή γίνονταν κυρίως με μετρήσεις γωνιών οι οποίες ενισχύονταν και με ορισμένες μετρήσεις μηκών με χρήση EDM. Εφαρμόζονταν κυρίως η μέθοδος της πολλαπλής οπισθοτομίας, η μέθοδος της εμπροσθοτομίας με μετρήσεις γωνιών, ή σπανιότερα η μέθοδος της εμπροσθοτομίας με μετρήσεις μηκών. Η επίλυση γινόταν στο πεδίο χρησιμοποιώντας μικρές υπολογιστικές μηχανές με τη MET.

Οι μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών, μεταξύ των κορυφών των υψομετρικών δικτύων, γίνονταν εφαρμόζοντας τη μέθοδο της γεωμετρικής χωροστάθμησης. Χρησιμοποιούνταν οπτικομηχανικοί χωροβάτες, απλοί ή αυτόματοι, με τους αντίστοιχους ξύλινους χωροσταθμικούς πήχεις (σταδίες). Η επίλυση των υψομετρικών δικτύων γινόταν με τη MET (μέθοδος εμμέσων παρατηρήσεων).

Τα πολυγωνομετρικά δίκτυα που αναπτύσσονταν στην περιοχή της κτηματογραφικής αποτύπωσης, ήταν συνήθως ανοικτές πλήρως εξαρτημένες ή κλειστές εξαρτημένες οδεύσεις, ενώ συχνά χρησιμοποιούνταν και πολυγωνομετρικοί κόμβοι. Οι μετρήσεις των στοιχείων των οδεύσεων (γωνίες, μήκη) γίνονταν και με τη μέθοδο των τριών τριπόδων, με τη βοήθεια

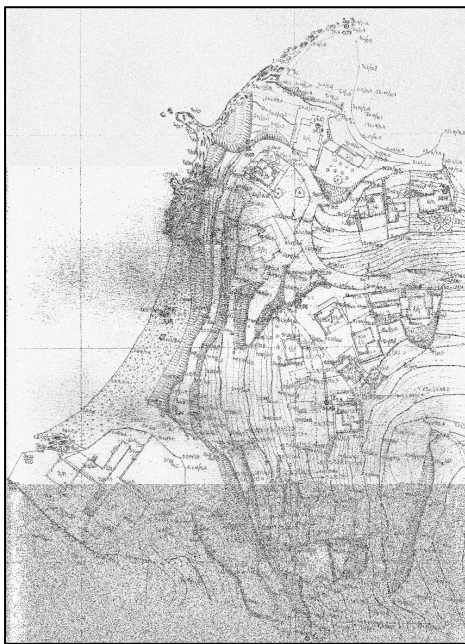
οπτικομηχανικών θεοδολίχων απόδοσης $3'' - 25''$ και με χρήση μετροταινίας ή δίμετρης βάσης αντίστοιχα, ενώ σπανιότερα χρησιμοποιούνταν και EDM.

Η αποτύπωση λεπτομερειών γινόταν με ταχυμετρία (χρήση θεοδολίχου και σταδίας). Για την πραγματοποίηση μετρήσεων ταχυμετρίας χρησιμοποιούνταν επίσης αυτοαναγωγικά ταχύμετρα (φωτ. 1). Βέβαια πρέπει να αναφερθεί το μειονέκτημα αυτής της διαδικασίας που αφορά στη μέγιστη απόσταση σκόπευσης η οποία δεν ξεπερνούσε τις μερικές δεκάδες μέτρα.



Φωτ. 1: Το αυτοαναγωγικό ταχύμετρο RDH της εταιρείας Wild.

Η σχεδίαση της κτηματογραφικής αποτύπωσης γινόταν συνήθως σε κλίμακες 1:1000 ή 1:500. Η σύνταξη του σχεδίου γινόταν με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων με τη χρήση αναγωγέων. Η σχεδίαση γινόταν αρχικά με χρήση σκληρού μολυβιού και χρησιμοποιώντας όργανα σχεδίασης όπως υποδεκάμετρα, τρίγωνα, διαβήτες, βαθμογώνια.



Σχήμα 1. Σχεδίαση με μολύβι



Σχήμα 2. Σχεδίαση με μελάνι

Όταν ολοκληρωνόταν η σχεδίαση και αφού ελεγχόταν η ορθότητα της, ακολουθούσε η αντιγραφή της με μελάνι σε διαφανές αδιάσταλο χαρτί. Η διαδικασία αυτή ήταν επίπονη, χρονοβόρα και απαιτούσε την προηγούμενη εξοικείωση του σχεδιαστή στην αντιγραφή διαγραμμάτων. Αποσπάσματα τέτοιων διαγραμμάτων, παρουσιάζονται στα σχήματα 1 και 2. Απεικονίζουν τμήμα της αποτύπωσης του οικισμού Μυρτιές Καλύμνου, που πραγματοποιήθηκε το έτος 1985, στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης των φοιτητών της Σ. Α.Τ.Μ.

Η κτηματογραφική αποτύπωση ολοκληρωνόταν με τον προσδιορισμό των εμβαδών των ιδιοκτησιών όπως ορίζονταν ύστερα από την υπόδειξη των ορίων τους είτε από τους

ιδιοκτήτες τους είτε από ειδικούς οριοδείκτες του δήμου. Ο υπολογισμός των εμβαδών γινόταν είτε αναλυτικά χρησιμοποιώντας κατάλληλους τύπους της γεωμετρίας που δίνουν το εμβαδόν διαφόρων σχημάτων (τριγώνου, τετραπλεύρου, κ.α), είτε μηχανικά με τη χρήση εμβαδομέτρου (φωτ. 2).



Φωτ. 2: Τύπος εμβαδομέτρου.

Τέλος συντάσσονταν οι κτηματολογικοί πίνακες φερομένων ιδιοκτητών τύπου Α (κατά α/α ιδιοκτησίας) και τύπου Β (αλφαβητικός), σε ειδικά έντυπα, χειρόγραφα.

3. ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1986 - 1995

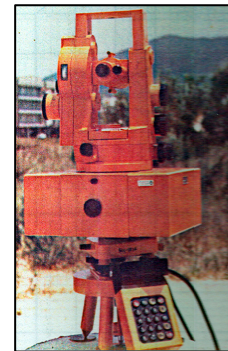
Σ' αυτό το χρονικό διάστημα εξελίσσονται τα γεωδαιτικά όργανα μέτρησης και εμφανίζονται οι πρώτοι προσωπικοί υπολογιστές (PC). Παγιώνονται τα EDM που προσαρμόζονται σε μηχανικά θεοδόλιχα, όπως το DI3S (φωτ. 3) της εταιρείας Wild, το 501 της εταιρείας Kern (φωτ. 4) και εμφανίστηκαν οι πρώτοι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί όπως το EOT 2000 (φωτ. 5) της εταιρείας Zeiss και το TC1 της εταιρείας Wild (φωτ. 6). Οι σταθμοί αυτοί έχουν ενσωματωμένο το EDM στο μηχανικό ή ψηφιακό θεοδόλιχο, το οποίο λειτουργεί ομοαξονικά με αυτό χωρίς να απαιτούνται διορθώσεις.



Φωτ. 3 Το EDM DI3S (Wild)



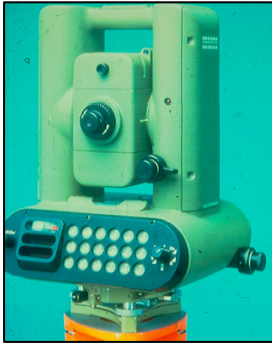
Φωτ. 4 Το EDM 501(Kern)



Φωτ. 5 Ο Ολοκληρωμένος
Γεωδαιτικός σταθμός
EOT 2000 (Zeiss)

Προς το τέλος της περιόδου εμφανίζονται οι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί με ψηφιακό θεοδόλιχο, που είναι βελτιωμένοι ως προς το βάρος τους, τις ακρίβειες μέτρησης και τη δυνατότητα που έχουν ώστε να αποθηκεύουν ψηφιακά τις μετρήσεις γωνιών και μηκών σε εξωτερικές καταγραφικές μονάδες (φωτ. 7). Τέτοια όργανα είναι οι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί CTS1 (φωτ. 8) της εταιρείας Topcon, TC500 (φωτ. 9), TC400, της εταιρείας Wild.

Παράλληλα αναπτύσσονται συνεχώς οι προσωπικοί υπολογιστές, που δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας κατάλληλου γεωδαιτικού λογισμικού για χρήση στο πεδίο.



Φωτ. 6. Ο Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός σταθμός TC1(Wild)



Φωτ. 7. Εξωτερικές καταγραφικές μονάδες και αναγνώστης



Φωτ. 8. Ο Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός σταθμός CTS1 (Topcon)



Φωτ. 9. Ο Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός σταθμός TC500 (Leica)

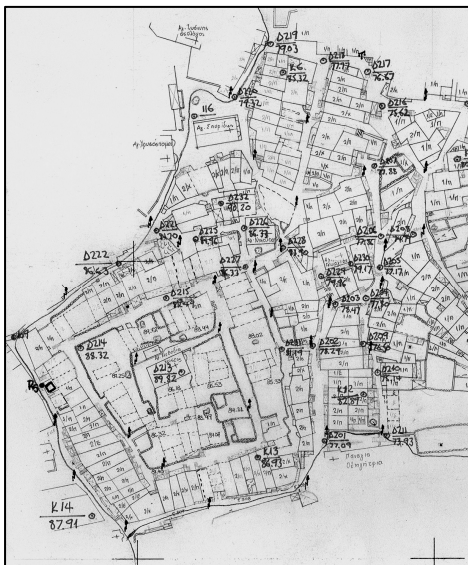
Η βελτίωση των EDM τόσο ως προς τον όγκο και το βάρος όσο και ως προς το βεληγεκές (με χρήση ενός καταφώτου) με παράλληλη βελτίωση της επιτυγχανόμενης ακρίβειας των μετρήσεων (καλύτερη από $\pm 1\text{cm}$ στα μήκη), διευκόλυνε την ίδρυση μεγαλύτερων τριγωνομετρικών δικτύων.

Τα υψομετρικά δίκτυα, που ιδρύονταν, κάλυπταν ανάγκες έργων οδοποιίας, ύδρευσης, αποχέτευσης και άλλων τεχνικών έργων. Για τον προσδιορισμό των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου εκτός από τη μέθοδο της γεωμετρικής χωροστάθμησης, χρησιμοποιούνταν και η μέθοδος της Ειδικής Τριγωνομετρικής Υψομετρίας (Ε.Τ.Υ), η οποία αξιοποιεί τις δυνατότητες των EDM ή των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών να μετρούν μήκη με ακρίβεια καλύτερη του $\pm 1\text{cm}$. Με τη μέθοδο αυτή οι προσδιοριζόμενες υψομετρικές διαφορές ήταν απαλλαγμένες από τα σφάλματα μέτρησης του ύψους οργάνου και του ύψους σκόπευσης (Μπαλοδήμος Δ.-Δ., 1979).

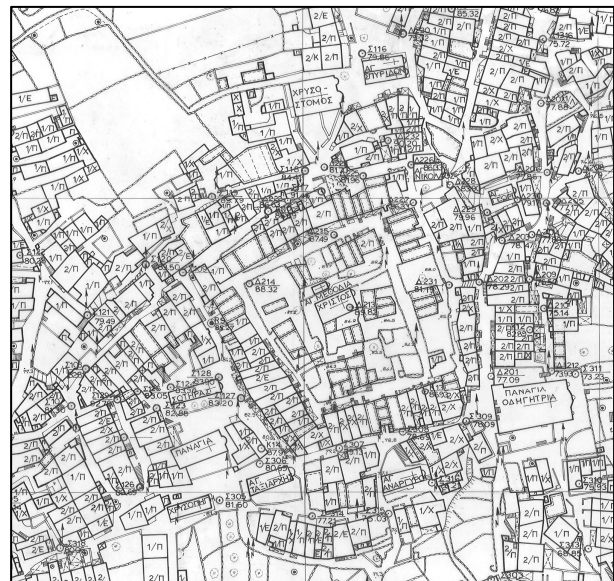
Τα πολυγωνομετρικά δίκτυα αναπτύσσονταν με μεγαλύτερο μήκος πλευρών και κάλυπταν με αρκετή πυκνότητα τις ανάγκες της αποτύπωσης. Για τη μέτρηση των στοιχείων τους χρησιμοποιείτο η μέθοδος των τριών τριπόδων, με την οποία ελαχιστοποιούνται σφάλματα κέντρωσης και οριζοντίωσης των οργάνων καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος των μετρήσεων. Οι μετρήσεις των μηκών γίνονταν με τη χρήση των EDM ή των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών. Οι συνορθώσεις των τριγωνομετρικών και υψομετρικών δικτύων καθώς και όλες οι επιλύσεις των οδεύσεων γίνονταν με χρήση κατάλληλου λογισμικού, σε προσωπικούς υπολογιστές, στον τόπο διεξαγωγής της εργασίας, με τη MET.

Η αποτύπωση των σημείων λεπτομερειών γινόταν με τη μέθοδο των πολικών συντεταγμένων (με χρήση θεοδολίχου και EDM ή ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού) και σπανιότερα με τη μέθοδο της ταχυμετρίας (χρήση θεοδολίχου και σταδίας).

Η δυνατότητα των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών να καταγράφουν τις μετρήσεις σε εξωτερικές κυρίως καταγραφικές μονάδες, απαλλάσσει από χονδροειδή σφάλματα ανάγνωσης και καταγραφής και κάνει τη διαδικασία της αποτύπωσης ευέλικτη, γρήγορη, απλούστερη και ασφαλή. Παράλληλα το βεληνεκές, της τάξης των 1500m (με ένα κατάφωτο) των οργάνων αυτών έδινε τη δυνατότητα εκτέλεσης μετρήσεων σε μεγαλύτερη ακτίνα, στοιχείο που μείωνε σημαντικά τον αριθμό των κορυφών των πολυγωνομετρικών δικτύων και επιτάχυνε τη διαδικασία της αποτύπωσης. Ειδικά προγράμματα χρησιμοποιούνταν για την ανάγνωση των καταγραφικών μονάδων, αποθηκεύονταν οι μετρήσεις στον ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου και γίνονταν οι υπολογισμοί. Έτσι ήταν απλούστερος ο μετασχηματισμός των μετρημένων πολικών μεγεθών (οριζόντια γωνία, απόσταση, κατακόρυφη γωνία) σε καρτεσιανές συντεταγμένες x , y , και ορθομετρικά υψόμετρα H . Η απόδοση των κτηματογραφικών διαγραμμάτων γινόταν κυρίως χρησιμοποιώντας τις καρτεσιανές συντεταγμένες, με αποτέλεσμα αυτά στην τελική τους μορφή να είναι πιο "καθαρά", ευανάγνωστα. Ήταν πιο εύκολη, αποδοτική και με λιγότερα σφάλματα η αντιγραφή τους με μελάνι σε αδιάσταλτες διαφανείς πινακίδες. Απαραίτητη προϋπόθεση ήταν η κατασκευή του κανάβου στο χαρτί. Η διαδικασία της κατασκευής του κανάβου απαιτούσε ιδιαίτερη προσοχή ήταν επίπονη αλλά πολύ σημαντική, αφού οποιοδήποτε σφάλμα σε αυτόν το σχεδιασμό επηρέαζε άμεσα την ορθότητα του παραγόμενου διαγράμματος. Στα σχήματα 3 και 4 που ακολουθούν παρουσιάζονται αποσπάσματα κτηματογραφικών διαγραμμάτων στην αρχική και την τελική τους σχεδίαση αντίστοιχα, που παρήχθησαν στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης, τη χρονική αυτή περίοδο, στο Χωριό Κιμών.



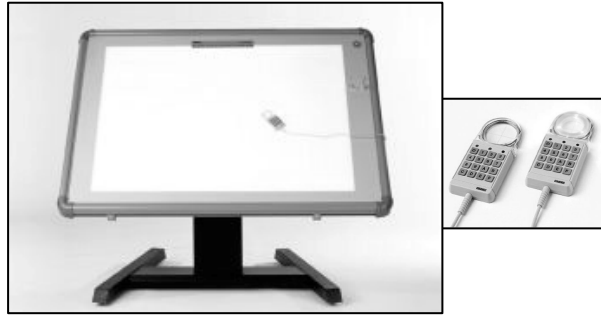
Σχήμα 3. Απόσπασμα κτηματογραφικού Διαγράμματος του οικισμού Χωριό Κιμών(σχεδίαση με μολύβι)



Σχήμα 4. Ευρύτερο απόσπασμα κτηματογραφικού Διαγράμματος του οικισμού Χωριό Κιμών(σχεδίαση με μελάνι)

Η κτηματογραφική αποτύπωση ολοκληρωνόταν με τον προσδιορισμό των εμβαδών των ιδιοκτησιών ο οποίος αυτή τη χρονική περίοδο γινόταν με τη χρήση ψηφιοποιητή (digitizer) (φωτ. 10) και κατάλληλο λογισμικό επικοινωνίας με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Τέλος, η ύπαρξη κειμενογράφου στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές επέτρεπε την ηλεκτρονική καταγραφή των κτηματογραφικών πινάκων φερομένων ιδιοκτητών τύπου Α και Β.



Φωτ. 10. Ψηφιοποιητής

4. ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1996 - 2004

Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της χρονικής περιόδου είναι η πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής κτηματογραφικών διαγραμμάτων. Η τεχνολογία των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών, με ενσωματωμένη καταγραφή και η σύνδεσή τους με ηλεκτρονικούς υπολογιστές για την μεταφορά των γεωδαιτικών μετρήσεων απλοποιεί και συντομεύει τις εργασίες πεδίου και υπολογισμών. Ένα άλλο στοιχείο που χαρακτηρίζει την περίοδο αυτή είναι η συνεχής αναβάθμιση των συστημάτων δορυφορικού εντοπισμού GPS (Global Positioning System) τα οποία διευκολύνουν σημαντικά τόσο τις εργασίες τριγωνισμού όσο και τις διαδικασίες αποτύπωσης. Αυτό όμως που κυρίαρχα έχει "σημαδέψει" την περίοδο αυτή είναι η εμφάνιση και εξέλιξη των προγραμμάτων σχεδίασης. Τα προγράμματα αυτά βελτιώνουν καθοριστικά την ποιότητα, την ακρίβεια και αξιοπιστία αλλά και τη δυνατότητα πολλαπλής χρήσης των παραγόμενων κτηματογραφικών διαγραμμάτων. Συνδυάζονται επίσης με εξειδικευμένα προγράμματα διαχείρισης της γεωπληροφορίας, γίνονται πιο εύχρηστα και προσβάσιμα από οποιοδήποτε χρήστη.

Τα τριγωνομετρικά δίκτυα που ιδρύονται για την ένταξη των κτηματογραφικών αποτυπώσεων στο κρατικό σύστημα αναφοράς την περίοδο αυτή, μετρούνται και με τη χρήση δορυφορικών μεθόδων. Έτσι το μέγεθος των δικτύων, δηλαδή η απόσταση μεταξύ των κορυφών τους, αλλά και η γεωμετρία τους δεν είναι πλέον βασικοί παράγοντες σχεδιασμού. Η ορατότητα μεταξύ των κορυφών τους δεν είναι πια απαραίτητη. Νέα κριτήρια όμως, όπως η θέση κάθε κορυφής σε σχέση με τον "ανοικτό ορίζοντα", η γεωμετρία των δορυφόρων τη χρονική περίοδο εκτέλεσης των μετρήσεων, θόρυβοι και παρεμβολές στο σήμα των δορυφόρων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό. Στις μετρήσεις χρησιμοποιείται η μέθοδος του στατικού εντοπισμού, η οποία απαιτεί την ύπαρξη ενός τουλάχιστον ζεύγους δεκτών του συστήματος GPS. Είναι επίσης δυνατή η πύκνωση των δικτύων με επίγειες μετρήσεις αποστάσεων και γωνιών και η ταυτόχρονη επεξεργασία τους με τις δορυφορικές. Από την επεξεργασία των μετρήσεων προκύπτουν οι καρτεσιανές συντεταγμένες x, y των κορυφών των δικτύων στο ΕΓΣΑ '87.

Στα υψομετρικά δίκτυα οι μετρήσεις γίνονται με γεωμετρική χωροστάθμιση χρησιμοποιώντας όμως εκτός από τους οπτικομηχανικούς και ψηφιακούς χωροβάτες (φωτ. 11) με τις αντίστοιχες κωδικοποιημένες σταδίες. Η χρήση των ψηφιακών χωροβατών βελτιώνει κατά πολύ την ταχύτητα των μετρήσεων (είναι δυνατή η μέτρηση ακόμη και σε αποστάσεις 80 - 100m), τις απαλλάσσει από χονδροειδή σφάλματα ανάγνωσης και γραφής αφού αυτή γίνεται ψηφιακά στην καταγραφική μονάδα που φέρουν οι χωροβάτες και βελτιώνει την ακρίβεια προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών ($\pm 1\text{mm} - \pm 3\text{mm}$). Επιπλέον, η εξέλιξη των απλών ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών και η βελτίωση της ακρίβειας στις μετρήσεις μηκών (φθάνει τα $\pm 2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$) διευρύνει τη χρησιμοποίηση της μεθόδου της Ειδικής Τριγωνομετρικής Υψομετρίας για τον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών με

ακρίβεια που φθάνει τα μερικά χιλιοστά ($\pm 2\text{mm}$ - $\pm 3\text{mm}$) (Μπαλοδήμος Δ.-Δ., Αραμπατζή Ο., 2004).

Η ίδρυση και μέτρηση των πολυγωνομετρικών δικτύων ενισχύεται την περίοδο αυτή με τη χρήση δορυφορικών μετρήσεων. Η μέτρηση των οδεύσεων, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν, γίνεται με τη μέθοδο του κινηματικού εντοπισμού. Ο σχεδιασμός και η μέτρησή τους βασίζεται όμως κυρίως στις κλασσικές επίγειες μεθόδους οι οποίες ενισχύονται και βελτιώνονται με την εξέλιξη των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών. Παράλληλα τόσο η ποιότητα όσο και το κόστος του παρελκόμενου εξοπλισμού (τρίποδες, τρικόγλια, ανακλαστήρες) επιτρέπουν την ευρεία εφαρμογή της μεθόδου των τριών τριπόδων, η οποία εξασφαλίζει ακρίβεια προσδιορισμού των συντεταγμένων που υπερκαλύπτει τόσο την ακρίβεια της κλίμακας 1:1000 αλλά και μεγαλύτερων (1:500, 1:200), όσο και τις εκάστοτε προδιαγραφές των τοπογραφικών εργασιών.



Φωτ. 11. Ψηφιακός χωροβάτης



Φωτ. 12. Τύπος ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού

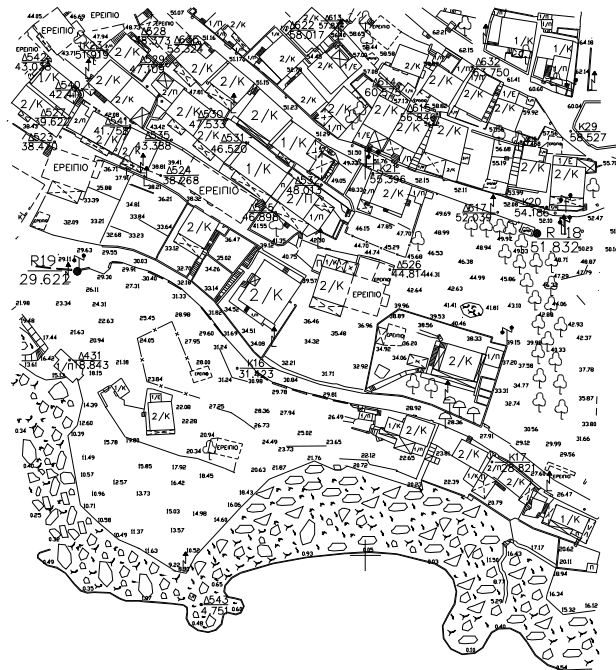


Φωτ. 13. Τύπος ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού μέτρησης μήκους χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα.

Η αποτύπωση των σημείων λεπτομερειών διαφοροποιείται σημαντικά, τόσο ως προς τη συλλογή όσο και ως προς την επεξεργασία των στοιχείων. Σ' αυτό συμβάλλει καθοριστικά η εξέλιξη των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών (φωτ. 12) που αφορά στις αποδόσεις τους (γρήγορη και ακριβής μέτρηση μηκών και γωνιών) αλλά και στον τρόπο διαχείρισης των μετρήσεων (αυτόματη αποθήκευση και μεταφορά των δεδομένων στον υπολογιστή). Τέλος η εμφάνιση των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών που έχουν δυνατότητα μέτρησης του μήκους χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (φωτ. 13) αποτελεί επανάσταση στη διαδικασία της μέτρησης σε απρόσιτες περιοχές, βελτιώνει σημαντικά τις εργασίες πεδίου σε χρόνο και κόπο. Σήμερα (2005) η τεχνολογία των ψηφιακών γεωδαιτικών σταθμών που μετρούν μήκη χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα βρίσκεται σε εξέλιξη, κυρίως σε ότι αφορά στο βεληνεκές τους που φθάνει τα 1600m αλλά και στην αντίστοιχη ακρίβειά που επιτυγχάνεται κατά τις μετρήσεις, η οποία φθάνει τα $\pm 2\text{mm}$. Επίσης η αποτύπωση λεπτομερειών γίνεται, σε περιορισμένη κλίμακα, με το σύστημα GPS με σχετικό κινηματικό εντοπισμό ή μερικές φορές με σχετικό κινηματικό εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο (Real Time Kinematic), όπου οι συνθήκες του αναγλύφου και της μορφολογίας της αποτύπωσης το επιτρέπουν.

Η πιο σημαντική όμως διαφοροποίηση αυτής της χρονικής περιόδου αφορά στον τρόπο απόδοσης και σχεδίασης των κτηματογραφικών διαγραμμάτων. Ο παραδοσιακός τρόπος σχεδίασης αντικαθίσταται με ολοκληρωμένη ψηφιακή διαδικασία. Η δυνατότητα αυτή ενισχύεται με τη διαρκή βελτίωση των σχεδιαστικών προγραμμάτων. Τα προγράμματα αυτά οδηγούν σε ψηφιακά παράγωγα τα οποία αποθηκεύονται εύκολα, μπορούν να αναπαράγονται - εκτυπώνονται σε οποιαδήποτε κλίμακα και δεν αλλοιώνονται με την πάροδο του χρόνου. Σε αντίθεση με την προηγούμενη παραδοσιακή σχεδίαση όπου η αναπαραγωγή τους ήταν δύσκολη, επίπονη και αντιοικονομική. Με τη βοήθεια κατάλληλων τοπογραφικών προγραμμάτων υπολογισμού των καρτεσιανών συντεταγμένων x , y και του υψομέτρου H

των σημείων της αποτύπωσης αλλά και εισαγωγής τους σε ψηφιακό σχεδιαστικό περιβάλλον, η απόδοση γίνεται πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Σημαντικό επίσης πλεονέκτημα αποτελεί και η διαδικασία αναίρεσης τμήματος της σχεδίασης όταν αυτό για κάποιο λόγο αποδοθεί εσφαλμένα. Ο χρήστης τέτοιων προγραμμάτων μπορεί να διαχειρίζεται το σχέδιο, με τη βοήθεια σχεδιαστικών φύλλων (layers) που διαθέτουν μεγαλύτερο όγκο γεωμετρικής και ποιοτικής πληροφορίας, χωρίς αυτό να επιβαρύνει και να επιβραδύνει τη διαδικασία απόδοσης. Τα προγράμματα αυτά διαθέτουν επίσης κατάλληλες βιβλιοθήκες τοπογραφικών συμβόλων, τα οποία εισάγονται στην απόδοση προκειμένου να παραστήσουν μια ποιοτική πληροφορία (π.χ, μανδρότοιχος, στύλος φωτισμού, στύλος ΟΤΕ, συρματόπλεγμα, πρανές, κ.α). Βέβαια η σχεδίαση είναι τυποποιημένη και ίσως εκλείπει το στοιχείο της πρωτοτυπίας και της μοναδικότητας.

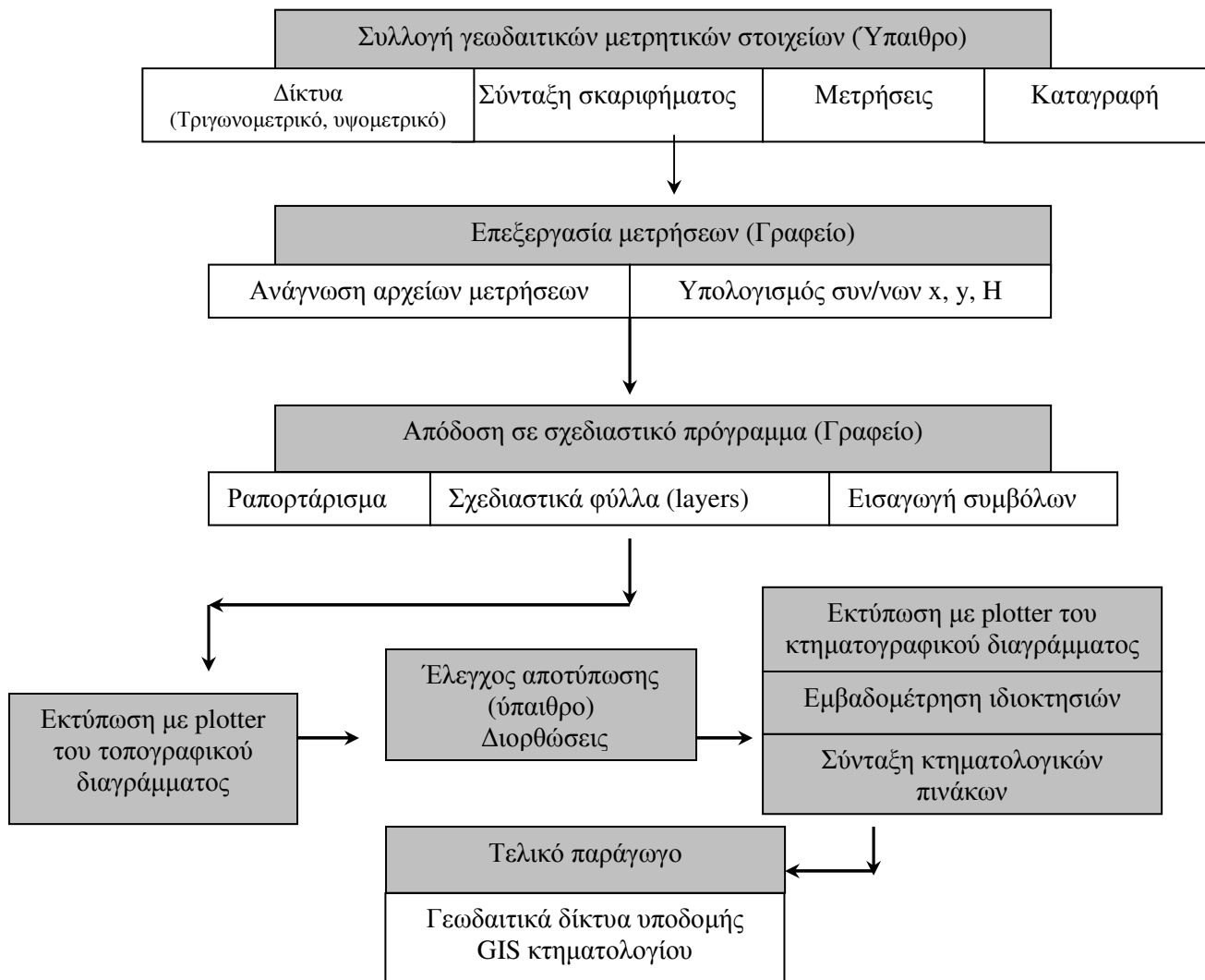


Σχήμα 5. Απόσπασμα ψηφιακού κτηματογραφικού διαγράμματος οικισμού Μανδράκι στις Οινούσσες.

Η ψηφιακή σχεδίαση απαιτεί την ύπαρξη των αντίστοιχων περιφερειακών συστημάτων εκτύπωσης (plotter, printer, κ.α), τα οποία οπωσδήποτε αυξάνουν το κόστος της κτηματογραφικής αποτύπωσης. Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται απόσπασμα κτηματογραφικού διαγράμματος, όπως προέκυψε με ψηφιακή επεξεργασία των μετρήσεων στο πλαίσιο της πρακτικής άσκησης στις Οινούσσες το 2001.

Η σύνταξη των κτηματολογικών πινάκων γίνεται ψηφιακά και δημιουργείται μια βάση δεδομένων (γεωπληροφορία) που δίνει τη δυνατότητα άμεσης αντιστοίχισης κάθε ιδιοκτησίας που εμφανίζεται στο ψηφιακό κτηματογραφικό διάγραμμα με τα καταγεγραμμένα στοιχεία της στους κτηματολογικούς πίνακες. Η εμβαδομέτρηση κάθε ιδιοκτησίας γίνεται πλέον ψηφιακά χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες που παρέχουν τα σχεδιαστικά προγράμματα, γεγονός που παρέχει μεγαλύτερη ορθότητα και ακρίβεια στον υπολογισμό του εμβαδού της, αποφεύγονται χονδροειδή λάθη και επιταχύνεται η όλη διαδικασία.

Στο διάγραμμα του σχήματος 6 παρουσιάζεται συνοπτικά η διαδικασία της κτηματογραφικής αποτύπωσης όπως αυτή εφαρμόζεται σήμερα (2005) με τη χρήση των σύγχρονων γεωδαιτικών οργάνων μέτρησης και παρελκομένων αλλά και των προγραμμάτων σχεδίασης.



Σχήμα 6. Διάγραμμα συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων κτηματογραφικής αποτύπωσης.

5. Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗ Σ.Α.Τ.Μ (1976 – 2004)

Η εκπαιδευτική διαδικασία στη Σ.Α.Τ.Μ του Ε.Μ.Π ακολούθησε και προσαρμόστηκε στην εξέλιξη των γεωδαιτικών οργάνων και των Η/Υ, βοηθώντας τους φοιτητές της να αποκτήσουν σε κάθε χρονική περίοδο, το μέγιστο της εμπειρίας και γνώσης της αιχμής της τεχνολογίας. Η Σ.Α.Τ.Μ και πιο συγκεκριμένα το Ε.Γ.Γ στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών του δραστηριοτήτων και της σύνδεσης της εκπαίδευσης με την παραγωγή, έχει καθιερώσει τα τελευταία περίπου 30 χρόνια, την πραγματοποίηση πρακτικής άσκησης που αφορά στην κτηματογραφική αποτύπωση ενός οικισμού σε υπό ανάπτυξη και ακριτικές περιοχές ανά την Ελλάδα, σε πραγματικές συνθήκες. Δίνεται έτσι η δυνατότητα στους φοιτητές της ΣΑΤΜ να εκπαιδευθούν σε όλες τις εργασίες που συνθέτουν μια κτηματογραφική αποτύπωση. Μ' αυτό τον τρόπο συνδυάζονται η άρτια εκπαίδευση, η εφαρμογή της θεωρίας στην πράξη και η προσφορά κοινωνικού έργου. Η άσκηση οργανώνεται σε συνεργασία με φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης ή άλλο δημόσιο φορέα που είναι και ο τελικός αποδέκτης και χρήστης των παραγώγων της. Τα παράγωγα της άσκησης είναι τα κτηματογραφικά διαγράμματα σε κλίμακα 1:1000 ή 1:500, οι αντίστοιχοι κτηματολογικοί πίνακες φερομένων ιδιοκτητών τύπου Α και Β, αλλά και τα γεωδαιτικά δίκτυα υποδομής (τριγωνομετρικά, υψομετρικά) των αντίστοιχων αποτυπώσεων. Τα κτηματογραφικά διαγράμματα έχουν χρησιμοποιηθεί όλα

αυτά τα χρόνια από την τοπική αυτοδιοίκηση για την πραγματοποίηση έργων αποχέτευσης, ύδρευσης, οδοποιίας αλλά και σε ειδικά έργα. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Η δημιουργία σχεδίου πόλεως της πρωτεύουσας Φρυ της νήσου Κάσου.
- Η μελέτη της αντιπλημμυρικής προστασίας της νήσου Κάσου.
- Η εκτέλεση του κτηματολογίου από την ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΕ στη νήσο Κίμωλο.
- Ο καθορισμός αιγιαλού και παραλίας στους οικισμούς Αλυκές και Μπονάτσα, στη νήσο Κίμωλο.
- Έργα κατασκευής camping και καθορισμού ζώνης αιγιαλού και παραλίας στον οικισμό Έριστο της νήσου Τήλου.
- Η βελτίωση και επέκταση του λιμανιού στα Λιβιάδια της νήσου Τήλου.
- Ο ηλεκτροφωτισμός του λιμανιού και η ανάπλαση τμήματος του οικισμού Μανδράκι στις Οινούσες.

Η πρακτική άσκηση γίνεται κάθε χρόνο τον μήνα Ιούλιο, διαρκεί τρεις εβδομάδες και συμμετέχουν σε αυτή περίπου 100 φοιτητές και φοιτήτριες. Το αντικείμενο της πρακτικής άσκησης αναπτύσσεται σε πυκνοδομημένες ή αραιοδομημένες ή ορεινές περιοχές. Ανάλογα με τον αριθμό των εκπαιδευομένων φοιτητών αλλά και τη δυσκολία της αποτύπωσης, αυτή καλύπτει έκταση περίπου 400 στρεμμάτων κάθε χρόνο.

Το προσωπικό που απαιτείται κάθε χρόνο για την υποστήριξη της άσκησης είναι 10 τουλάχιστον μέλη του Ε.Γ.Γ (ΔΕΠ, επιστημονικοί συνεργάτες, υποψήφιοι διδάκτορες, τεχνικό προσωπικό) καθώς και 2 μέλη για τη διοικητική υποστήριξη.

Το ωράριο εργασίας κάθε ημέρας, προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή και πλήρης εκπόνηση της άσκησης, είναι 5πμ – 11πμ και 17μμ – 21μμ για τις εργασίες πεδίου ενώ οι εργασίες γραφείου διαρκούν 2 έως 3 ώρες περισσότερο. Εξαίρεση αποτελεί η εργασία της σχεδίασης – απόδοσης του κτηματογραφικού διαγράμματος η οποία εκτελείται σε 24ωρο πρόγραμμα με εναλλαγή ανά 3 ώρες δύο φοιτητών.

Η χρηματοδότηση της πρακτικής άσκησης γίνεται όλα τα χρόνια από το Ε.Μ.Π και από το 1996 – 2005 και από το ΕΠΕΑΕΚ σε ποσοστό που κυμαίνεται από 20% - 80%. Το κόστος ανέρχεται σε σημερινές τιμές (2005) σε τάξη μεγέθους των 120000€ τον χρόνο, όπου περιλαμβάνονται τα έξοδα διαμονής, διατροφής και μετακίνησης των φοιτητών και των επιβλεπόντων, τα έξοδα μεταφοράς του εξοπλισμού καθώς και τα αναλώσιμα που χρησιμοποιούνται. Επίσης η τοπική αυτοδιοίκηση (Δήμοι – Κοινότητες) με την οποία έχει συνεργαστεί το Ε.Γ.Γ αυτά τα χρόνια έχει συμβάλλει οικονομικά όπου και όποτε χρειάστηκε.

Στις ασκήσεις αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί, τα τελευταία τεχνολογία όργανα που υπήρχαν κάθε χρονική περίοδο και διέθετε το Ε.Γ.Γ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σήμερα (2005) ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός αποτελείται από 20 απλούς ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς ($\pm 20^{\text{cc}}$, $\pm 2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$), 2 ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς ακριβείας ($\pm 3^{\text{cc}}$, $\pm 2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$), 2 ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς reflectorless, 4 δέκτες του συστήματος GPS, 8 ψηφιακούς χωροβάτες, πλήθος παρελκομένων όπως τρίποδες, κατάφωτα, στυλαιοί, στόχοι, ειδικές βάσεις στόχων, τρικόχλια, μετροταινίες, κωδικοποιημένες σταδίες και τουλάχιστον 8 σύγχρονες υπολογιστικές μονάδες με εκτυπωτές καθώς και λογισμικό επίλυσης δικτύων, πολυγωνομετρίας, ταχυμετρίας, ραπορταρίσματος και απόδοσης σχεδίου σε Η/Υ.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται αναλυτικά η χρονική εξέλιξη της πρακτικής άσκησης στη Σ.Α.Τ.Μ.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι και πριν το 1976, είχε ξεκινήσει η ιδέα της πρακτικής άσκησης στη Σ.Α.Τ.Μ και είχαν γίνει σποραδικά ανάλογες ασκήσεις, στη Νέα Μάκρη, στο Δομοκό, στη Βάρη και στην Κάλυμνο.

Χρονικό διάστημα	Τόπος	Οικισμοί	Πινακίδες	Κλίμακα	Σύστημα αναφοράς	Έκταση αποτύπωσης (στρέμματα)
1977 – 1978 (2 έτη)	Καρπενήσι	Καρπενήσι	7	1:500	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	300
1979 (1 έτος)	Λευκάδα	Βάρκο – Αγ. Μαρίνα	12	1:500	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	840
1980 – 1983 (4 έτη)	Αθήνα Πολυτεχνει- ούπολη	-	-	-	-	-
1984 (1 έτος)	Μεγίστη (Καστελό - ριζο)	Περιοχή Κάβου	2	1:500	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	120
1985 – 1986 (2 έτη)	Κάλυμνος & Ψέριμος	Αρμεός – Καστέλι	Αιγιαλός	1:500	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	960
		Μυρτιές	2	1: 1000		
		Ψέριμος	1	1: 1000		
		Κρεβάτια Ψερίμου	2	1: 1000		
1987 – 1992 (6 έτη)	Κάσος	Φρυ – Εμπορειό - Παναγιά	4	1:1000	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	2310
		Αγ. Μαρίνα	4			
		Αρβανιτοχώρι	3			
		Πόλυ	1			
1992 – 1998 (7 έτη)	Κίμωλος	Χωριό Αλυκές Μπονάτσα	13	1:1000	Ελλειψοειδές Bessel Προβολή HATT	2500
1998 – 2004 (7 έτη)	Τήλος	Λειβάδια	6	Ψηφιακά	ΕΓΣΑ '87	2650
		Έριστος	6	1:1000		
		Αγ. Αντώνιος	1	1:500		
2001 – 2004 (4 έτη)	Οινούσες	Μανδράκι	3	Ψηφιακά 1:1000 1:500	ΕΓΣΑ '87	400

Πίνακας 1. Η πρακτική άσκηση στη ΣΑΤΜ του ΕΜΠ το χρονικό διάστημα 1976 – 2004

6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στα προηγούμενα έγινε μια προσπάθεια αναλυτικής καταγραφής και παρουσίασης των πιο σημαντικών εξελίξεων της τελευταίας 30ετίας στα γεωδαιτικά όργανα, τα παρελκόμενα και στα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, αλλά και στους τρόπους υπολογισμών. Οι εξελίξεις αυτές επηρέασαν καθοριστικά το σύνολο των εργασιών των κτηματογραφικών αποτυπώσεων.

Στους πίνακες 2, 3 και 4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι εξελίξεις αυτές που αφορούν στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, την επιλεγόμενη μέθοδο αλλά και τους τρόπους υπολογισμών για την εκτέλεση κάθε εργασίας που απαιτείται στην κτηματογραφική αποτύπωση.

Εργασία	Εξοπλισμός μετρήσεων	Μέθοδοι μέτρησης	Τρόποι Υπολογισμού
Τριγωνισμός	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα ακριβείας EDM	Μέτρηση κυρίως γωνιών και σπάνια μηκών.	Επίλυση δικτύου με MET Χρήση απλών υπολογιστικών μηχανών στον τόπο της άσκησης
Υψομετρία	Οπτικομηχανικοί Χωροβάτες Σταδίες	Γεωμετρική χωροστάθμηση	Επίλυση δικτύου με MET Χρήση απλών υπολογιστικών μηχανών στον τόπο της άσκησης
Πολυγωνομετρία	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα Απλές μετροταινίες Δίμετρες βάσεις Invar Ενίοτε E.D.M	Γωνιομετρήσεις σε περιόδους Μετρήσεις μηκών Μέθοδος τριών τριπόδων	Επιλύσεις ανοικτών ή κλειστών εξαρτημένων οδεύσεων και κόμβων με χρήση απλών υπολογιστικών μηχανών στον τόπο της άσκησης.
Αποτύπωση λεπτομερειών	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα + μετροταινίες ή σταδίες Αυτοαναγωγικά ταχύμετρα	Πολικών συντεταγμένων	Υπολογισμοί πολικών συντεταγμένων με χρήση πινάκων ή απλών υπολογιστικών μηχανών
Απόδοση - Σχεδίαση	Πινακίδα σχεδίασης (χαρτί), υποδεκάμετρα, τρίγωνα, διαβήτες, βαθμογωνμόνια	-	Σχεδίαση με χρήση πολικών συντ/νων Αναπαραγωγή σε διαφανείς αδιάστατες πινακίδες με μελάνι

Πίνακας 2 : Συνοπτικά στοιχεία εργασιών κτηματογραφικής αποτύπωσης για την περίοδο 1976 – 1985

Εργασία	Εξοπλισμός μετρήσεων	Μέθοδοι μέτρησης	Τρόποι Υπολογισμού
Τριγωνισμός	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα ακριβείας+ EDM ή Total Station	Μετρήσεις μηκών και γωνιών	Επίλυση δικτύου με τη Μ.Ε.Τ με χρήση κατάλληλου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης.
Υψομετρία	Οπτικομηχανικοί απλοί ή αυτόματοι χωροβάτες Θεοδόλιχα + EDM ή Total Station	Γεωμετρική χωροστάθμηση Ειδική Τριγωνομετρική Υψομετρία	Επίλυση δικτύου με τη Μ.Ε.Τ με χρήση κατάλληλου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης.
Πολυγωνομετρία	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα Απλές μετροταινίες ή σταδίες Θεοδόλιχα + EDM ή Total Station	Γωνιομετρήσεις σε περιόδους Μετρήσεις μηκών Μέθοδος τριών τριπόδων	Επιλύσεις ανοικτών ή κλειστών εξαρτημένων οδεύσεων με χρήση κατάλληλου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης
Αποτύπωση λεπτομερειών	Οπτικομηχανικά θεοδόλιχα + μετροταινίες ή σταδίες Αυτοαναγωγικά ταχύμετρα Total Station με εξωτερική καταγραφή	Πολικών συντεταγμένων	Υπολογισμοί καρτεσιανών συν/νων με χρήση κατάλληλου λογισμικού, ή σπανιότερα πολικών συντεταγμένων (πολική γωνία, πολική απόσταση) με PC, στον τόπο της άσκησης
Απόδοση - Σχεδίαση	Πινακίδα σχεδίασης (χαρτί), υποδεκάμετρα, τρίγωνα, διαβήτες, βαθμογωνμόνια	-	Σχεδίαση με καρτεσιανές ή πολικές συν/νες (κάναβος) Αναπαραγωγή σε διαφανείς αδιάστατες πινακίδες με μελάνι

Πίνακας 3 : Συνοπτικά στοιχεία εργασιών κτηματογραφικής αποτύπωσης για την περίοδο 1986 – 1995

Εργασία	Εξοπλισμός μετρήσεων	Μέθοδοι μέτρησης	Τρόποι Υπολογισμού
Τριγωνισμός	Total Station ακριβείας Δέκτες του συστήματος GPS	Μετρήσεις μηκών και γωνιών Μετρήσεις βάσεων με τη μέθοδο του στατικού εντοπισμού	Ενιαία επίλυση δικτύου με τη Μ.Ε.Τ με χρήση κατάλληλου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης.
Υψομετρία	Ψηφιακοί Χωροβάτες Κωδικοποιημένες σταδίες Total Station ακριβείας	Ψηφιακή γεωμετρική χωροστάθμηση Ειδική Τριγωνομετρική Υψομετρία	Επίλυση δικτύου με τη Μ.Ε.Τ με χρήση κατάλληλου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης.
Πολυγωνομετρία	Total Station Κατάφωτα Δέκτες του συστήματος GPS	Γωνιομετρήσεις σε περιόδους Μετρήσεις μηκών Μέθοδος τριών τριπόδων Μετρήσεις βάσεων με τη μέθοδο του κινηματικού εντοπισμού	Επιλύσεις ανοικτών ή κλειστών εξαρτημένων οδεύσεων με χρήση εξελιγμένου λογισμικού, PC, στον τόπο της άσκησης.
Αποτύπωση λεπτομερειών	Total station με ενσωματωμένη καταγραφική μονάδα και Reflectorless Δέκτες του συστήματος GPS	Πολικών συντεταγμένων Προσδιορισμός θέσης με τη μέθοδο του κινηματικού εντοπισμού.	Άμεσοι υπολογισμοί καρτεσιανών συντεταγμένων, ψηφιακή εισαγωγή δεδομένων σε σχεδιαστικά προγράμματα.
Απόδοση - Σχεδίαση	Ηλεκτρονικός υπολογιστής περιφερειακές μονάδες εκτύπωσης (printer, Plotter)	-	Ραπορτάρισμα σημείων Ψηφιακή σχεδίαση με χρήση σχεδιαστικών προγραμμάτων ψηφιακή διαχείριση, εκτύπωση σε οποιαδήποτε κλίμακα

Πίνακας 4 : Συνοπτικά στοιχεία εργασιών κτηματογραφικής αποτύπωσης για την περίοδο 1996 - 2004

Ολοκληρώνοντας την ανασκόπηση αυτών των 30 τελευταίων ετών μπορούν να καταγραφούν τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της εξέλιξης των γεωδαιτικών οργάνων και των Η/Υ στις κτηματογραφικές αποτυπώσεις όπως :

- ❑ Αύξηση της παραγωγικότητας σε στρέμματα στο ίδιο χρονικό διάστημα.
- ❑ Βελτίωση της ποιότητας του τελικού παραγώγου.
- ❑ Ασφάλεια στην εκτέλεση των μετρήσεων – Αποφυγή χονδροειδών σφαλμάτων.
- ❑ Μεγαλύτερη ακρίβεια προσδιορισμού συντεταγμένων και επομένως εμβαδών και διαστάσεων των ιδιοκτησιών.
- ❑ Δυνατότητα εκτύπωσης και χρήσης των τοπογραφικών διαγραμμάτων ή και αποσπασμάτων τους και σε άλλες κλίμακες όπως 1:500, 1:200.
- ❑ Εύκολη και πολλαπλή αναπαραγωγή των διαγραμμάτων χωρίς παραμορφώσεις.
- ❑ Αντοχή στο χρόνο. Αποφεύγεται ο κίνδυνος καταστροφής των διαγραμμάτων αφού αυτά αποθηκεύονται ψηφιακά.
- ❑ Ευκολία πρόσβασης και ανάκτησης πληροφορίας (μετρητικής, κτηματογραφικής).

Ως μοναδικό βέβαιο μειονέκτημα θα μπορούσε να καταγραφεί το υψηλότερο κόστος εξοπλισμού, που σήμερα απαιτείται για να εφαρμοστεί η προαναφερόμενη διαδικασία, το οποίο όμως εξισορροπείται με την ποιότητα, την ασφάλεια και την ταχύτητα της εργασίας.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των γεωδαιτικών οργάνων μέτρησης αλλά και η είσοδος των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του κατάλληλου λογισμικού, συνέβαλαν καθοριστικά στην βελτίωση της παρεχόμενης εκπαίδευσης των φοιτητών σε θέματα κτηματογραφικών αποτυπώσεων. Τα κύρια σημεία της βελτίωσης αυτής εστιάζονται στην:

- Αντιμετώπιση από την αρχή ως το τέλος μιας πλήρους τοπογραφικής – κτηματογραφικής αποτύπωσης σε όλα τα στάδια.
- Εξοικείωση των φοιτητών με όργανα τελευταίας τεχνολογίας
- Δυνατότητα σύγκρισης - αξιολόγησης των γεωμετρικών αλλά και ποιοτικών αποτελεσμάτων με τη χρήση της συμβατικής αλλά και της αυτοματοποιημένης – ψηφιακής διαδικασίας.
- Εκπαίδευση των φοιτητών σε διαδικασίες επίλυσης επίγειων δικτύων (τριγωνομετρικού, υψομετρικού) και πολυγωνομετρικών δικτύων (οδεύσεων), αλλά και δικτύων που μετρούνται με το σύστημα GPS.
- Βελτίωση της ποιότητας των συνθηκών και του χρόνου εκτέλεσης των μετρήσεων.
- Απόκτηση αξιοσημείωτης εμπειρίας από τους εκπαιδευόμενους στη σύνθεση και στις λειτουργίες ενός τοπογραφικού συνεργείου με παράλληλη εξοικείωση στην ομαδική εργασία.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εργαστήριο Τοπογραφίας, *Σημειώσεις Γεωδαισίας*, Ε.Μ.Π, Αθήνα 1972
2. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Τοπογραφική αποτύπωση περιοχής Κάβου Δήμου Μεγίστης, Καστελόριζο Ιούλιος 1984*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 1985
3. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Γεωδαιτικές εργασίες από το Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, στη Νήσο Κάσο*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 1994
4. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Οδηγός Μ.Γ.Α ΙΙ, 6^ο εξαμήνου ΤΑΤΜ*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 1994
5. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Γεωδαιτικές εργασίες από το Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, στα Νησιά Κάλυμνο και Ψέριμο*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 1995
6. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Μεγάλες Γεωδαιτικές Ασκήσεις ΙΙ στη νήσο Κίμωλο*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, 1998
7. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Μεγάλες Γεωδαιτικές Ασκήσεις ΙΙ στη νήσο Τήλο, (σε εξέλιξη)*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, 1998 - 2004
8. Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, *Μεγάλες Γεωδαιτικές Ασκήσεις ΙΙ στη νήσο Οινούσες, (σε εξέλιξη)*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, 2001 - 2004
9. Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., *Αστικές αποτυπώσεις – Κτηματογραφήσεις*, Ε.Μ.Π, Τ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 1994.
10. Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., *Αναλυτική παρουσίαση εργασιών των Μεγάλων Γεωδαιτικών Ασκήσεων ΙΙ 6^ο εξαμήνου ΣΑΤΜ*, Ε.Μ.Π, Σ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 2004.
11. Μπαλοδήμος Δ. – Δ., *Σημειώσεις Ειδικών Θεμάτων Γεωδαισίας*, Ε.Μ.Π, Αθήνα 1977
12. Μπαλοδήμος Δ. – Δ., *Ανάπτυξη μεθόδου τριγωνομετρικής υψομετρίας για εργασίες υψηλής ακρίβειας*, Τεχνικά Χρονικά, Ιούλ. – Αυγ. – Σεπτ., Αθήνα 1979
13. Μπαλοδήμος Δ. – Δ., Αραμπατζή Ο., *Υψομετρία*, Ε.Μ.Π, Σ.Α.Τ.Μ, Αθήνα 2004.
14. Σώκος Α., *Οι χαρτογραφικές, τοπογραφικές και κτηματογραφικές εργασίες στην Ελλάδα*, Δελτίο "Κύκλου Τεχνικών", Αθήνα 1942.

Δ.-Δ. Μπαλοδήμος

Καθηγητής Ε.Μ.Π., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80, Πολυτεχνειούπολη, Ζωγράφου, Τηλέφωνο: 00302107722721, Fax : 00302107722728, Email : dionbal@central.ntua.gr

Ο. Αραμπατζή

Επιστημονικός Συνεργάτης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80, Πολυτεχνειούπολη, Ζωγράφου, Τηλέφωνο: 00302107722740, Fax : 00302107722728, Email : arabatzi@survey.ntua.gr

Ε. Λάμπρου

Δρ Μηχανικός Ε.Μ.Π., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80, Πολυτεχνειούπολη, Ζωγράφου, Τηλέφωνο: 00302107722737, Fax : 00302107722728, Email : litsal@central.ntua.gr

Γ. Πανταζής

Δρ Μηχανικός Ε.Μ.Π., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80, Πολυτεχνειούπολη, Ζωγράφου, Τηλέφωνο: 00302107722696, Fax : 00302107722728, Email : gpanta@central.ntua.gr

The contribution of the geodesic instruments and the personal computers evolution, in the education at the School and Surveying Engineers of the NTUA in the topic of the cadastrale surveys.

Abstract

The last thirty years in Greece, the continuous evolution of the technology in the geodetic instruments and accessories as in the personal computer and software for the measurements process, has upgrade the provided education in the topic of the cadastrale surveys.

The paper registers the apparent evolution for this time period which concerns the used geodetic instruments and accessories, the measuring geodetic methods and process, the procedure of the production, drawing and presentation of the cadastral plans, as it was taught by the laboratory of General Geodesy (L.G.G) of the School and Surveying Engineering of NTUA, in the frame of the

The years between 1976 – 2004 the LGG of SRSE of NTUA realize summer field courses in Geodesy, at outer most near boundaries regions of Greece which are under development, by main subject the topographic and cadastrale surveys. These courses are provided simultaneously educational and social service.

This paper marks out the advantages that this evolution offers to the upgration of the offered education and to the elaboration of the cadastrale surveys. Also the comparative elements of this change and their contribution in the quality, the cost and the time needed for the terrestrial cadastrale surveys are registered.