

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΕΙ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ  
ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΚΑΙ GPS**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΚΑΤΣΑΠΗ ΔΗΜΗΤΡΑ**

**ΜΙΧΑΛΗ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ - 2010**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μας στο τμήμα «Πολιτικών Έργων Υποδομής», καλούμαστε να παραδώσουμε την Πτυχιακή εργασία . Η επιλογή του θέματος δεν ήταν καθόλου εύκολη και η διαδικασία εύρεσης της ήταν αρκετά επώδυνη αλλά και εξαιρετικά ενδιαφέρουσα διότι η αναζήτηση αυτή μας άνοιξε έναν καινούργιο κόσμο πληροφοριών και διαδικασιών που μέχρι πρότινος αδιαφορούσαμε .

Ως επόπτη της πτυχιακής επιλέξαμε τον καθηγητή Σαραντόπουλο Ανδρέα , τακτικό προσωπικό της Τοπογραφίας Ι και των Ειδικών θεμάτων Τοπογραφίας, λόγω του αντικείμενου του και του ενδιαφέροντος που επιδεικνύει στις εργασίες και στην ενασχόληση των φοιτητών με τις πτυχιακές τους εργασίες.

Η επιλογή αυτή τελικά αποφασίστηκε ένεκα του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος μας προς την Τοπογραφία ως επιστήμη και της επαγγελματικής ζήτησης που υπάρχει στην αγορά εργασίας . Η Τοπογραφία στο επάγγελμα μας, και για αυτό θελήσαμε να ασχοληθούμε περισσότερο και βαθύτερα με το αντικείμενο αυτό, είναι ένα από τα βασικότερα αντικείμενα που θα ασχοληθούμε και καθώς η τεχνολογία και η νομοθεσία περί αυτής προχωράει θελήσαμε να την παρακολουθήσουμε στενότερα

Σε αυτό το σημείο θέλουμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές μας , μόνιμους , προσωρινούς και εργαστηριακούς , που ο καθένας ξεχωριστά μας έδωσε ένα κομματάκι για να καταφέρουμε να γίνουμε άξιοι μηχανικοί και ανταγωνίσιμοι στην αγορά εργασίας .

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία «ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΕΙ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΚΑΙ GPS» αφορά κυρίως την τεχνολογία GPS και την εφαρμογή της στο πεδίο.

Προσπαθήσαμε να προσεγγίσουμε το θέμα όσο το δυνατόν σφαιρικότερα, τόσο από θεωρητικής πλευράς όσο και πρακτικής . Ξεκινάμε με την ιστορική αναδρομή και εξέλιξη ανά τους αιώνες της τεχνολογίας GPS, έπειτα αναλύουμε και εξηγούμε τα ορθογώνια προβολικά συστήματα που έχουν ως βάση δεδομένων τα όργανα GPS καθώς επίσης και την εφαρμογή τους στον Ελλαδικό χώρο. Τα προβολικά συστήματα που μας απασχόλησαν είναι τα Ε.Γ.Σ.Α'87 και HEPOS ως τα μόνα προς εφαρμογή στις μέρες μας στον Ελλαδικό χώρο.

Θεωρήσαμε αναγκαίο να περιγράψουμε το όργανο με το οποίο λήφθηκαν τα δεδομένα μας για την εργασία, το οποίο και το προμηθευτήκαμε μέσω ενοικίασης από την metrica hellas , αντιπρόσωπο της Leica στην χώρα μας .

Έπειτα ακολουθούν στοιχεία που προμηθευτήκαμε από το Κτηματολογικό γραφείο Πατρών, η παρουσίαση του Ιδρύματος με αεροφωτογραφίες από το GOOGLE και αεροφωτογραφίες από την Γ.Υ.Σ . Περιγράφουμε με αρκετή ακρίβεια και απλή γλώσσα την διαδικασία αποτύπωσης που ακολουθήσαμε και παρουσιάζουμε τα δεδομένα αυτά. Αποδίδουμε σε μέγεθος Α4 ένα Τοπογραφικό Διάγραμμα του Ιδρύματος, το οποίο εμπεριέχεται στο παράρτημα της Πτυχιακής και σε κλίμακα.

Τέλος προσπαθήσαμε να κάνουμε μια σύγκριση ανάμεσα στις νέες τεχνολογίες αποτύπωσης όπως είναι τα GPS και σε παλαιότερες μεθόδους όπως αναλογικά ταχύμετρα, μετροταινίες και καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ GPS – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	5
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ GPS .....	32
ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ Ε.Γ.Σ.Α’87 ΚΑΙ HEPOS .....	39
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΓΑΝΟΥ GPS ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ .....	58
ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΟΙΚ. ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ ΠΟΥ ΕΜΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΤΟ ΙΔΡΥΜΑ .....	67
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΩΡΟΥ Α.Τ.Ε.Ι ΜΕ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ Γ.Υ.Σ ΚΑΙ GOOGLE .....	80
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΜΕ GPS .....	85
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....	91
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ .....	94
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΜΕ GPS ΚΑΙ ΚΛΑΣΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ .....	98
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	101
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	103

## **Η ΛΙΘΙΝΗ ΕΠΟΧΗ**



Ο μόνος τρόπος για να θυμηθεί ο άνθρωπος μια διαδρομή μέσα από δάση και έρημους εκείνη την εποχή, ήταν να χρησιμοποιήσει ως σημεία αναφοράς διάφορα δέντρα και βράχους. Αφήνοντας πέτρες στη διαδρομή του, σημαδεύοντας δέντρα και έχοντας σαν αναφορά (διεύθυνση) τα βουνά, ο άνθρωπος μπορούσε να προσανατολιστεί και να οδηγηθεί στον προορισμό του. Αυτός ο απλός τρόπος πλοήγησης, που ακόμα και σήμερα χρησιμοποιείται, εισήγαγε την έννοια «σημείο αναφοράς» στην πλέον απλή της μορφή. Μία έννοια που εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου και την πρόοδο της τεχνολογίας.

## **Η ΕΠΟΧΗ ΤΩΝ ΑΣΤΡΩΝ**



Η εύρεση σημείων αναφοράς στη στεριά ήταν εύκολη υπόθεση. Από τη στιγμή όμως που ο άνθρωπος άρχισε την εξερεύνηση των ωκεανών, η εύρεση κάποιων σημείων αναφοράς για πλοήγηση στη θάλασσα ήταν απαραίτητη. Τα μόνα ορατά αντικείμενα ήταν ο ήλιος, το φεγγάρι και τα αστέρια. Ήταν φυσικό λοιπόν να χρησιμοποιηθούν αυτά ως σημεία αναφοράς. Αυτή ήταν και η απαρχή της περιόδου των Ουράνιων Συστημάτων Πλοήγησης.

Η Ουράνια Πλοήγηση αποτέλεσε την πρώτη σοβαρή λύση στο πρόβλημα του εντοπισμού της θέσης σε άγνωστες περιοχές, όπου ο ήλιος, το φεγγάρι και τα αστέρια, χρησιμοποιούνταν ως σημεία αναφοράς. Η σχετική θέση των αστεριών καθώς και η γεωμετρία του σχηματισμού τους όμως άλλαζε ανάλογα με τη θέση παρατήρησης τους από τη Γη. Επομένως, παρατηρώντας τη γεωμετρία των αστρικών σχηματισμών, ο άνθρωπος μπορούσε να εκτιμήσει τη θέση του στη Γη και να υπολογίσει την κατεύθυνση την οποία έπρεπε να ακολουθήσει για να πάει στον προορισμό του. Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων αστρικών σχηματισμών είναι η Μεγάλη κι η Μικρή Άρκτος. Αργότερα, με την ανακάλυψη ειδικών οπτικών οργάνων, η γεωμετρία των αστρικών σχηματισμών, ανάλογα με τη θέση παρατήρησης, προσδιορίστηκε με μεγαλύτερη ακρίβεια μετρώντας σχετικές γωνίες. Αυτές οι γωνίες λοιπόν χρησιμοποιήθηκαν αργότερα για τον ακριβέστερο υπολογισμό της θέσης του παρατηρητή, με τη βοήθεια χαρτών, οι οποίοι απλούστευσαν την επίπονη υπολογιστική διαδικασία.

Η διαδικασία των γωνιομετρήσεων με τα οπτικά όργανα ήταν πολύ επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία. Ταυτόχρονα δεν παρείχε καλές ακρίβειες. Επίσης, δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή της, ούτε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ούτε τις νύχτες που είχε συννεφιά. Οι μετρημένες γωνίες έπρεπε να μεταφερθούν σε ειδικούς χάρτες και μετά από επίπονη υπολογιστική διαδικασία το τελικό αποτέλεσμα παρείχε περιορισμένη ακρίβεια της τάξης μερικών μιλίων.

Η μέθοδος επίλυσης βασιζόταν στην κλασική τριγωνομετρία, όπου τα αστέρια αποτελούν τα γνωστά σημεία αναφοράς και οι μετρούμενες γωνίες μεταξύ των αστεριών και του παρατηρητή θα επίλυαν τα τρίγωνα και θα προσδιόριζαν τη θέση του παρατηρητή.

Η όλη διαδικασία θα ήταν πολύ πιο απλή, εάν υπήρχε και η δυνατότητα μέτρησης των αποστάσεων προς τα αστέρια. Η διαδικασία του τριπλευρισμού θα μπορούσε κάλλιστα να αντικαταστήσει τον τριγωνισμό, αλλά τέτοιου είδους μετρήσεις δεν ήταν δυνατόν να γίνουν.

Πολλοί ήταν αυτοί που προσπάθησαν να κατασκευάσουν ένα όργανο - κι ακόμα περισσότεροι αυτοί που ονειρεύονταν την ύπαρξή του - που θα μπορούσε να υπολογίσει τη θέση αυτόματα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η παραπάνω ιδέα της μέτρησης αποστάσεων προς τα σημεία αναφοράς τέθηκε σε εφαρμογή μόλις πρόσφατα, με την χρησιμοποίηση των ραδιοκυμάτων και η εποχή του Ραδιοεντοπισμού άρχισε.

## Η ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΡΑΔΙΟΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ



Στα μέσα περίπου του 20ου αιώνα, οι επιστήμονες βρήκαν τον τρόπο να μετρούν αποστάσεις χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στη μέτρηση του χρόνου που έκανε το κύμα να μεταδοθεί (ταξιδέψει) από την πηγή του (πομπός) στη ειδική συσκευή που έχει τη

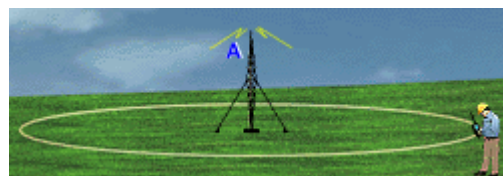


δυνατότητα λήψης του. Πολλαπλασιάζοντας τον χρόνο μετάδοσης με την ταχύτητα που ταξιδεύει το κύμα παίρνουμε την απόσταση. Η ταχύτητα μετάδοσης ισούται με την ταχύτητα του φωτός (περίπου 300.000.000 m/sec). Το κρίσιμο σημείο στη

διαδικασία αυτή είναι η όσο το δυνατόν ακριβέστερη μέτρηση του χρόνου, μια που σφάλμα στη μέτρηση του της τάξης του 1μsec (ένα εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου), εισάγει σφάλμα 300m στη μέτρηση της απόστασης. Για ακριβή προσδιορισμό της θέσης κατά συνέπεια, η συσκευή μέτρησης του χρόνου πρέπει να παρέχει ακρίβεια της τάξης του 1nsec (ένα νανοδευτερόλεπτο).

Πως όμως ένα τέτοιο σύστημα πομπού - δέκτη ραδιοκυμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση της ακριβούς θέσης;

Ας υποθέσουμε ότι ένας πομπός είναι εγκατεστημένος στο σημείο A στη Γη και εμείς έχουμε μια ειδική συσκευή (δέκτης) που μπορεί να δέχεται το σήμα που εκπέμπει



ο πομπός A και να μετρά την απόσταση προς αυτόν. Επίσης, ο δέκτης έχει αποθηκευμένη στη μνήμη του την ακριβή θέση του πομπού A. Βρισκόμαστε σε μια τυχαία θέση, θέτουμε τον δέκτη σε λειτουργία και μετράμε την απόσταση από τον πομπό  $S=12.325m$ . Η μέτρηση αυτή δεν μας δίνει την ακριβή μας θέση, αλλά ξέρουμε ότι βρισκόμαστε στο γεωμετρικό τόπο που ορίζει ένας κύκλος με ακτίνα 12.325m (πρώτο σχήμα).



Στη συνέχεια ας υποθέσουμε ότι ένας δεύτερος πομπός είναι εγκατεστημένος

στο σημείο B με γνωστές συντεταγμένες. Ο δέκτης μας μετρά την απόσταση και προς τον δεύτερο πομπό και την υπολογίζει 9.792m. Επομένως βρισκόμαστε κάπου στον γεωμετρικό τόπο του κύκλου με ακτίνα 9.729m. Αν συνδυάσουμε όμως και την πληροφορία που είχαμε και από τον πομπό A, τότε ξέρουμε ότι βρισκόμαστε στην



τομή των δύο κύκλων. Αυτό περιορίζει τις πιθανές θέσεις σε δύο, τα σημεία P και Q, όπως φαίνεται στο δεύτερο σχήμα.

Για να απορρίψουμε μία από τις δύο λύσεις και να προσδιορίσουμε την ακριβή μας θέση, χρειαζόμαστε κι έναν τρίτο πομπό (Γ). Η τομή τριών κύκλων είναι ένα σημείο. Αυτή ακριβώς είναι και η αρχή λειτουργίας του συστήματος. Οι πομποί A, B και Γ μαζί ονομάζονται «αλυσίδα» πομπών. Μια τέτοια αλυσίδα μπορεί να αποτελείται από 4 ή περισσότερους πομπούς για να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή κάλυψη μιας περιοχής. Οι ραδιοπομποί τέτοιου είδους, έχουν εμβέλεια περίπου 500km.

Τα συστήματα εντοπισμού που βασίζονται στα ραδιοκύματα για την μέτρηση των αποστάσεων προς διάφορους πομπούς που βρίσκονται εγκατεστημένοι σε σημεία με γνωστές συντεταγμένες, ονομάζονται συστήματα Ραδιοεντοπισμού.

## **Η ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ LORAN**

Το LORAN (LOng RAnge Navigation) είναι ένα σύστημα Ραδιοεντοπισμού που τέθηκε σε λειτουργία το 1950. Κάθε αλυσίδα LORAN αποτελείται από τουλάχιστον 4 πομπούς οι οποίοι καλύπτουν μία έκταση της τάξης των 500 μιλίων. Για να υπάρξει κάλυψη σε μεγαλύτερες εκτάσεις, είναι απαραίτητη η ύπαρξη περισσότερων αλυσίδων. Για παράδειγμα, στη Δυτική Ακτή των ΗΠΑ χρησιμοποιούνται 2 αλυσίδες LORAN.

Η κάθε αλυσίδα LORAN εκπέμπει τα ραδιοκύματα στη δική της μοναδική συχνότητα. Ο δέκτης LORAN με τη σειρά του, συντονίζεται στη συγκεκριμένη συχνότητα των εκπεμπόμενων ραδιοκυμάτων της αλυσίδας, μετράει τις αποστάσεις προς τους πομπούς αυτόματα και υπολογίζει τη θέση του. Ο δέκτης LORAN διαθέτει μια βάση δεδομένων στην οποία είναι αποθηκευμένες οι συντεταγμένες όλων των πομπών LORAN, όλων των αλυσίδων του συστήματος. Έτσι, το μόνο που πρέπει να κάνει ο χρήστης κατά τη διάρκεια της διαδρομής του, είναι να συντονίζει τον δέκτη του στη συχνότητα που εκπέμπει η κάθε αλυσίδα, η οποία καλύπτει την περιοχή στην οποία βρίσκεται. Η παραπάνω διαδικασία είναι ακριβώς η ίδια σαν να συντονίζει κάποιος το ραδιόφωνό του (FM radio) σε κάποιο συγκεκριμένο σταθμό.

Η ανάπτυξη του συστήματος LORAN παγκοσμίως καλύπτει μόνο ένα μικρό μέρος της Γήινης επιφάνειας. Οι αλυσίδες LORAN είναι εγκατεστημένες σε διαφορετικές χώρες οι οποίες είναι και υπεύθυνες για την σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία του. Συνήθως εγκαθίστανται σε παραθαλάσσιες περιοχές με βεβαρημένη κίνηση. Παρόλο που το σύστημα LORAN ήταν μια μεγάλη καινοτομία στη διαδικασία του εντοπισμού και της πλοήγησης, είχε τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Η κάλυψη που παρείχε το σύστημα ήταν μόλις στο 5% της Γήινης επιφάνειας.
- Το LORAN δεν ήταν ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού.
- Το σύστημα LORAN παρείχε μόνο δυσδιάστατη πληροφορία (γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Δεν παρείχε πληροφορία για το υψόμετρο και κατά συνέπεια δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπως η αεροπλοΐα.

Σε γενικές γραμμές πάντως και η παρεχόμενη ακρίβεια ήταν μειωμένη, της τάξης των 250m.

## **Η ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΠΟΧΗ**

Για να ξεπεραστούν οι περιορισμοί του LORAN και να υπάρξει ένα σύστημα που να παρέχει παγκόσμια κάλυψη, εφαρμόστηκε η ιδέα της τοποθέτησης βελτιωμένων ραδιοπομπών σε δορυφόρους, σε τροχιά γύρω από τη Γη σε αρκετά μεγάλο υψόμετρο. Αυτό το σκεπτικό βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τη δορυφορική τηλεόραση, όπου ο αντίστοιχος δορυφόρος παρέχει κάλυψη της τάξης των 3.000 μιλίων. Έτσι με τον τρόπο αυτό, τα σήματα από πολλούς δορυφόρους μπορούν να ληφθούν από οποιοδήποτε σημείο της Γης, παρέχοντας παγκόσμια κάλυψη.

Η αρχή λειτουργίας ενός συστήματος πλοήγησης βασισμένο σε δορυφόρους, δεν διαφέρει καθόλου από αυτή των επιγείων συστημάτων ραδιοεντοπισμού που αναφερθήκαμε προηγουμένως. Στα Επίγεια Συστήματα, τα σημεία αναφοράς είναι οι πομποί που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης και τα μετρούμενα μεγέθη είναι οι αποστάσεις προς αυτούς. Το αποτέλεσμα είναι η εύρεση της θέσης του δέκτη (Γεωγραφικό μήκος και πλάτος χωρίς πληροφορία υψομέτρου), μέσω τομών κύκλων. Στα Δορυφορικά Συστήματα, το ρόλο των σημείων αναφοράς παίζουν οι δορυφόροι και με τη μέτρηση της απόστασης προς αυτούς εξάγεται η θέση του παρατηρητή (Γεωγραφικό μήκος, Γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο, ή Γεωκεντρικές

συντεταγμένες  $X, Y, Z$ ) ως το σημείο τομής πολλών σφαιρών (όσες και οι δορυφόροι που παρατηρούνται).

Στα Επίγεια Συστήματα, οι πομποί (σημεία αναφοράς) είναι σταθεροί, με ακριβείς συντεταγμένες και αποθηκευμένες στη μνήμη του δέκτη. Αντίθετα, στα δορυφορικά συστήματα, τα σημεία αναφοράς (δορυφόροι) δεν είναι σταθερά, αλλά βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Παρόλα αυτά οι δορυφόροι διαθέτουν την ικανότητα να μεταδίδουν την θέση τους ανά πάσα στιγμή. Είναι λοιπόν προφανές, όα είναι πολύ σημαντικός ο όσο το δυνατόν ακριβέστερος υπολογισμός της θέσης των δορυφόρων τη στιγμή της μέτρησης της απόστασης τους από τον δέκτη, διότι έχει άμεσο αντίκτυπο στην ακρίβεια υπολογισμού της θέσης του δέκτη. Με άλλα λόγια, η ακρίβεια υπολογισμού της θέσης μας εξαρτάται άμεσα από την ακρίβεια υπολογισμού της θέσης των σημείων αναφοράς μας.

Στα Δορυφορικά Συστήματα εντοπισμού, οι θέσεις των δορυφόρων και κατ' επέκταση οι τροχιές τους παρακολουθούνται συνεχώς από διάφορους σταθμούς στη Γη (Control Stations), που ανήκουν στην Υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για την διατήρηση του συστήματος. Η Υπηρεσία αυτή επίσης, προβλέπει την τροχιά των δορυφόρων για τις επόμενες 24 ώρες, βασισμένη στα στοιχεία της τροχιάς που διέγραψαν το προηγούμενο 24ωρο. Στη συνέχεια, η προβλεπόμενη αυτή τροχιά, επανεκπέμπεται στους δορυφόρους, οι οποίοι την μεταδίδουν στους δέκτες των



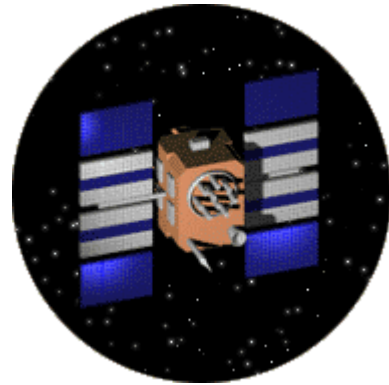
χρηστών ως μέρος του εκπεμπόμενου σήματός τους. Με τη δημιουργία των Δορυφορικών Συστημάτων εντοπισμού, επανερχόμαστε στη φιλοσοφία των Ουράνιων Συστημάτων, με τη διαφοροποίηση όμως ότι τα σημεία αναφοράς είναι αυτή τη φορά δημιουργήματα του ανθρώπου. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την μέτρηση των αποστάσεων προς αυτά, πράγμα που ήταν επιθυμητό από παλιά και διευκολύνει τις διαδικασίες εντοπισμού.

Ένα από τα πρώτα Δορυφορικά Συστήματα εντοπισμού ήταν το Transit. Το σύστημα αυτό βρήκε αρκετές εφαρμογές από τους πολιτικούς χρήστες, αλλά δεν παρείχε τις ακρίβειες που ζητά ο Τοπογράφος Μηχανικός για εφαρμογές όπως τριγωνισμός, πολυγωνομετρία, ταχυμετρία, χαράξεις κ.α. Η πείρα που αποκτήθηκε από το σύστημα Transit και από άλλα παρόμοια πειραματικά συστήματα, χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των σημερινών Global Positioning System (GPS) από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και του επερχόμενου GALILEO από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, εφόσον μετρήσουμε την απόσταση προς πολλούς δορυφόρους ξέροντας τη θέση τους τη στιγμή της μέτρησης, μπορούμε να υπολογίσουμε τη θέση μας.

Για να γίνει αυτό, πρέπει να υπάρχουν τρεις (3) προϋποθέσεις:

- 1. Δορυφόροι** - Χρειαζόμαστε τους δορυφόρους ως σημεία αναφοράς προς τα οποία θα μετράμε τις αποστάσεις. Ταυτόχρονα, θα πρέπει ανά πάσα στιγμή να γνωρίζουμε την ακριβή θέση τους.



Ο δορυφόρος από μόνος του δεν είναι τίποτα άλλο από ένα «όχημα» που κινείται στο διάστημα, διαγράφοντας τροχιά γύρο από τη Γη. Οι λειτουργίες που εκτελεί, καθορίζονται αποκλειστικά από τα μηχανικά μέρη με τα οποία είναι εξοπλισμένος. Για παράδειγμα, αν ο δορυφόρος είναι εξοπλισμένος με έναν αναμεταδότη τηλεόρασης, τότε αυτόματα καθίσταται «τηλεοπτικός δορυφόρος». Αν είναι εξοπλισμένος με μετεωρολογικά όργανα, τότε καθίσταται «μετεωρολογικός δορυφόρος», με αποκλειστικό σκοπό να παράγει φωτογραφίες μεγάλης κλίμακας που απεικονίζουν σχηματισμούς νεφών, καταιγίδες, τυφώνες κλπ. Είναι προφανές λοιπόν από τα παραπάνω, ότι χρειαζόμαστε ειδικούς δορυφόρους για το σκοπό μας.

- 2. Σύστημα Συντεταγμένων** - Με ποιο τρόπο θα εκφράσουμε τη θέση του κάθε δορυφόρου και κατ' επέκταση της θέσης μας; Ο μόνος τρόπος είναι η ύπαρξη ενός κοινού Συστήματος Συντεταγμένων που θα άπτεται και για τους

δορυφόρους, αλλά και για οποιαδήποτε θέση πάνω στη Γη. Πρέπει λοιπόν να ορίσουμε ένα Σύστημα Συντεταγμένων με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι παγκοσμίως αποδεκτό και κοινό. Με άλλα λόγια χρειαζόμαστε ένα Παγκόσμιο Σύστημα Συντεταγμένων.

- 3. Μέτρηση Αποστάσεων** - Τι είδους ηλεκτρονικού σήματος πρέπει να εκπέμπουν οι δορυφόροι ώστε να μπορούν όλοι οι χρήστες να το λαμβάνουν; Με ποιο τρόπο θα γίνεται η μέτρηση των αποστάσεων; Με τι ακρίβεια μπορούμε να μετρήσουμε αυτές τις αποστάσεις; Σε ποιο βαθμό επηρεάζονται σφάλματα των μετρήσεων μας τον υπολογισμό της θέσης μας; Θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε στα ερωτήματα αυτά στη συνέχεια της εργασίας μας.

## **ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥΣ Ο ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΣΤΑΣΗ**

Σίγουρα θα έχετε παρατηρήσει κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας, ότι πρώτα βλέπουμε τη λάμψη της αστραπής και με μια καθυστέρηση ακούμε τον ήχο της βροντής. Αυτό συμβαίνει διότι τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν με μικρότερη ταχύτητα από τα κύματα φωτός. Μπορούμε λοιπόν να υπολογίσουμε την απόστασή μας από την καταιγίδα, μετρώντας τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ των δύο ερεθισμάτων (αστραπή - βροντή). Πολλαπλασιάζοντας αυτή τη χρονική καθυστέρηση με την ταχύτητα του ήχου, υπολογίζουμε την απόσταση αυτή (κάνοντας την παραδοχή ότι το κύμα του φωτός φτάνει σε εμάς άμεσα σε σχέση με το ηχητικό). Η ταχύτητα μετάδοσης του ήχου στον αέρα είναι 344m/sec. Επομένως, αν μεσολαβούν 2 δευτερόλεπτα από τη στιγμή που βλέπουμε την αστραπή μέχρι τη στιγμή που ακούμε τον ήχο, η απόστασή μας από τη καταιγίδα είναι  $2 \times 344 = 688$  μέτρα. Η αρχή μέτρησης της απόστασης λοιπόν είναι ο πολλαπλασιασμός του χρόνου που μεσολάβησε από την εκπομπή του σήματος μέχρι τη στιγμή λήψης του, επί την

ταχύτητα μετάδοσής του. Στο παραπάνω παράδειγμα, η στιγμή που βλέπουμε την αστραπή συμπίπτει με τη στιγμή εκπομπής του ηχητικού κύματος (βροντή) στη καταιγίδα και επομένως αποτελεί την αρχή μέτρησης του χρόνου. Στην περίπτωση της καταιγίδας που αναφέραμε, έχουμε σαφή ένδειξη για την αρχή μέτρησης του χρόνου (αστραπή). Είναι δηλαδή σαν ένα σινιάλο που μας ειδοποιεί για το πότε πρέπει να ξεκινήσουμε το χρονόμετρό μας. Τι γίνεται όμως στις περιπτώσεις εκείνες που δεν υπάρχει ένδειξη για το πότε γίνεται η εκπομπή του σήματος; Ας παρακολουθήσουμε το παρακάτω παράδειγμα...

## ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΕΙΡΕΣ ΠΡΩΤΥΠΩΝ

Ας υποθέσουμε ότι εσείς και ένας φίλος σας βρίσκεστε σε έναν αγρό. Από τη μία άκρη του αγρού, ο φίλος σας αρχίζει να φωνάζει, μετρώντας από το 1 έως το 10 με ρυθμό ένα νούμερο το δευτερόλεπτο (10 δευτερόλεπτα διάρκεια ένας πλήρης κύκλος από το 1 μέχρι το 10). Ας υποθέσουμε ακόμα, ότι μετράτε κι εσείς παράλληλα με το φίλο σας από το άλλο άκρο του αγρού. Ο συγχρονισμός μεταξύ σας θα είχε επιτευχθεί αν και οι δύο ξεκινούσατε να μετράτε το ίδιο δευτερόλεπτο και συνεχίζατε την αρίθμηση ανά δευτερόλεπτο κοιτώντας το ρολόι σας. Η παραδοχή που κάνουμε εδώ είναι ότι και οι δύο έχετε πολύ ακριβή ρολόγια. Λόγω της καθυστέρησης μετάδοσης του ήχου, θα ακούτε τη σειρά αριθμών του φίλου σας, με κάποια καθυστέρηση σε σχέση με τη δική σας αρίθμηση. Αν για παράδειγμα, ακούτε τη σειρά του φίλου σας με καθυστέρηση ενός αριθμού από αυτόν που μετράτε εσείς, τότε η απόσταση μεταξύ σας είναι 344 μέτρα ( $1 \text{ sec} \times 344 \text{ m/sec} = 344\text{m}$ ). Αυτό ισχύει γιατί το διάστημα μεταξύ δύο αριθμών είναι ένα δευτερόλεπτο.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι εσείς και ο φίλος σας μετράτε δύο φορές πιο γρήγορα απ' ό τι πριν, δηλαδή με ρυθμό δύο νούμερα το δευτερόλεπτο. Στην περίπτωση αυτή, για την ίδια απόσταση μεταξύ σας, θα υπάρχει η διπλάσια καθυστέρηση από το προηγούμενο παράδειγμα, επειδή τώρα μετράτε έναν αριθμό κάθε 0.5 του δευτερολέπτου και κάθε 0.5 του δευτερολέπτου «μεταφράζεται» σε 172 μέτρα. Αν μπορούσατε να μετράτε 100 φορές πιο γρήγορα, θα μετρούσατε ένα αριθμό κάθε 0.01

του δευτερολέπτου και χρονική καθυστέρηση στο άκουσμα ενός αριθμού, θα σήμαινε απόσταση 3.44 μέτρα. Η διαδικασία της γρηγορότερης μέτρησης, μπορεί να αντιστοιχηθεί με ένα χάρακα με περισσότερες και πιο λεπτομερείς διαβαθμίσεις. Στη πραγματικότητα βέβαια, υπάρχουν ειδικές συσκευές και όργανα που παράγουν και λαμβάνουν σήματα με πολύ γρήγορο ρυθμό μετρήσεων.

Στη συνέχεια, ας υποθέσουμε ότι ο φίλος σας κι εσείς βρίσκεστε σε μεγάλη απόσταση και μετράτε πολύ γρήγορα την ίδια σειρά αριθμών από το 1 έως το 10 (Πρότυπο), με ρυθμό μία μέτρηση κάθε 0.01 του δευτερολέπτου (η καθυστέρηση ενός αριθμού αντιστοιχεί σε απόσταση 3.44 μέτρα). Υποθέτουμε λοιπόν ότι όταν εσείς έχετε φθάσει στον αριθμό 7, ακούτε τη φωνή του φίλου σας που μετράει το 5. Η καθυστέρηση είναι 2 αριθμοί, αλλά ξέρετε ότι η απόστασή σας είναι πολύ μεγαλύτερη από 6.88 μέτρα. Αυτό συμβαίνει, γιατί η καθυστέρηση δεν είναι απλά 2 αριθμοί. Είναι 2 αριθμοί συν ένα πλήθος ολόκληρων μετρήσεων (σειρά Πρότυπου) από το 1 έως το 10. Ο αριθμός αυτός ονομάζεται άγνωστος ακέραιος αριθμός. Αν μπορούσατε εσείς και ο φίλος σας να μετράτε από 1 έως το 1000 (αντί από το 1 έως το 10), και υπήρχε μια καθυστέρηση 212 μετρήσεων μεταξύ του αριθμού που μετράτε εσείς και αυτού που ακούτε ταυτόχρονα από τον φίλο σας, τότε εύκολα θα υπολογίζατε ότι η απόσταση που σας χωρίζει είναι  $212 \times 3,44\text{m} = 729,28$  μέτρα. Αν κάνουμε την αναγωγή της καθυστέρησης των 212 μετρήσεων στο προηγούμενό μας παράδειγμα (μέτρηση από το 1 έως το 10), όπου είχαμε ένα «κοντό» Πρότυπο (σύντομο), τότε έχουμε 21 πλήρη Πρότυπα (πλήρεις κύκλους) συν 2 ακόμα μετρήσεις. Ο αριθμός των κύκλων αυτών (21) που δεν μπορούμε να τους καταγράψουμε με το «κοντό» πρότυπό μας είναι η ασάφειά μας.

Το γεγονός αυτό αντιστοιχεί στην υπόθεση ότι έχουμε μια μετροταινία 30 μέτρων και θέλουμε να μετρήσουμε μία απόσταση 100 μέτρων. Αναγκαζόμαστε λοιπόν να μετρήσουμε την απόσταση αυτή με πύκνωση, δηλαδή η συνολική απόσταση των 100 μέτρων ισούται με κάποιο πολλαπλάσιο του ολικού μήκους της ταινίας μας ( $3 \times 30\text{m}$ ) συν κάποιο ακόμα μέρος (10m). Η έννοια της μέτρησης αποστάσεων προς

δορυφόρους έρχεται σε πλήρη αντιστοίχιση με τα πιο πάνω παραδείγματα, με τη διαφορά ότι οι δορυφόροι εκπέμπουν ηλεκτρονικά πρότυπα, αντί για φωνητικά. Έτσι, οι δέκτες μας δημιουργούν παρόμοια σήματα με τα εκπεμπόμενα από τους δορυφόρους (τα αναπαράγουν), ώστε να γίνει η αντιστοίχσή τους με τα λαμβανόμενα και να υπολογίσουμε την απόσταση προς τους δορυφόρους.

Οι δορυφόροι παράγουν δύο είδη σήματος - προτύπων. Το πρώτο, που στην ορολογία του δορυφορικού εντοπισμού ονομάζεται "carrier" ή φέρουσα συχνότητα, έχει μήκος περίπου 20 εκατοστά και διαβάθμιση περίπου 1 χιλιοστό. Το δεύτερο, που ονομάζεται "code" ή κώδικας, έχει ουσιαστικά άπειρο μήκος και διαβάθμιση περίπου 1 μέτρο. Με τη χρησιμοποίηση των δύο εκπεμπόμενων σημάτων μπορούμε να υπολογίσουμε δύο αποστάσεις προς τον ίδιο δορυφόρο. Χρησιμοποιώντας τη φέρουσα συχνότητα, η απόσταση που υπολογίζεται ονομάζεται "carrier phase", ενώ χρησιμοποιώντας τον κώδικα, η απόσταση που υπολογίζεται ονομάζεται "code phase". Λόγω της μεγάλης διάρκειας του σήματος του κώδικα, η μέτρηση αυτή δεν πάσχει από ασάφεια και η μέτρηση της απόστασης προς τον δορυφόρο είναι άμεση (πχ 19.234.763 μέτρα). Αντίθετα, το πρότυπο της φέρουσας συχνότητας (ή φάσης για συντομία) έχει ασάφεια. Εύλογα μπορεί να θεωρήσει κανείς ότι είναι άσκοπο να λέμε ότι η απόσταση προς το δορυφόρο είναι 13,2 εκατοστά συν μία ασάφεια (ακέραιος αριθμός κύκλων), η οποία είναι της τάξης των μερικών δεκάδων εκατομμυρίων μέτρων. Σε τι ωφελεί να μετράμε ένα μικρό μέρος της συνολικής απόστασης με τόσο μεγάλη ακρίβεια, ενώ παραμένει άγνωστο το μεγαλύτερο μέρος της που ανέρχεται σε εκατομμύρια ακέραιους κύκλους;

## **ΑΓΝΩΣΤΟΣ ΑΡΧΙΚΟΣ ΑΚΕΡΑΙΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ (ΑΚΕΡΑΙΑ ΑΣΑΦΕΙΑ)**

Ας θεωρήσουμε πάλι το προηγούμενο παράδειγμά μας (με το «κοντό» πρότυπο), με τη διαφοροποίηση όμως ότι βρίσκεστε δίπλα στον φίλο σας και μετράτε ταυτόχρονα από το 1 έως το 10. Στην περίπτωση αυτή δεν ακο ύε καμία καθυστέρηση γιατί



βρίσκεστε ακριβώς δίπλα από τον φίλο σας. Στη συνέχεια ο φίλος σας αρχίζει να απομακρύνεται περπατώντας. Η καθυστέρηση (διαφορά μεταξύ της δικιάς σας αρίθμησης και αυτής του φίλου σας) που ακούτε αυξάνει συνεχώς από 0 (τη στιγμή που ήσασταν δίπλα) έως το 9. Όταν η καθυστέρηση αυτή φτάσει το 9 και ενώ ο φίλος σας συνεχίζει να απομακρύνεται, θα επανέλθει και πάλι στο 0, δηλαδή στιγμιαία θα έχετε και πάλι την ίδια αρίθμηση με τον φίλο σας. Αυτό αντιστοιχεί σε ένα πλήρη κύκλο του προτύπου με το οποίο μετράτε. Στη συνέχεια η καθυστέρηση θα αυξηθεί και πάλι και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Αν λοιπόν σημειώνετε το πλήθος των πλήρων κύκλων που προστίθενται στην απόσταση μεταξύ σας, τότε δεν θα υπάρχει άγνωστος ακέραιος αριθμός.

Αν όμως για παράδειγμα δεν ξεκινήσετε να μετράτε όντας δίπλα ο ένας στον άλλον, άλλα υπάρχει μία άγνωστη απόσταση μεταξύ σας, τότε ξεκινάτε να μετράτε με κάποια διαφορά στην μεταξύ σας αρίθμηση (άγνωστο ακέραιο αριθμό πλήρων κύκλων). Παρόλα αυτά, αν ο φίλος σας αρχίζει να απομακρύνεται (ή να σας πλησιάζει), μπορείτε να υπολογίσετε τον αριθμό των ακέραιων κύκλων που πρέπει να προστεθεί στον άγνωστο αρχικό ακέραιο αριθμό. Όλες οι αποστάσεις που μετρούνται προς τον φίλο σας, «περιέχουν» ακριβώς τον ίδιο άγνωστο αρχικό ακέραιο αριθμό. Αυτό ισχύει μόνο στην περίπτωση που παρακολουθείτε συνεχώς την αρίθμηση του φίλου σας. Σε περίπτωση που δεν μπορείτε να τον ακούσετε για κάποιο χρονικό διάστημα, τότε δεν ξέρετε πόσοι ακέραιοι κύκλοι της αρίθμησης του μεσολάβησαν στο διάστημα αυτό (που μεταφράζονται σε απόσταση) και πρέπει να ξεκινήσετε με έναν νέο άγνωστο αρχικό ακέραιο αριθμό. Το σημαντικό στην περίπτωση αυτή είναι ότι όσο παρακολουθείτε συνεχώς την αρίθμηση του φίλου σας, έχετε τον ίδιο άγνωστο αρχικό ακέραιο αριθμό από την αρχή μέχρι το τέλος.

Οι έννοιες του κώδικα και της φέρουσας συχνότητας είναι πολύ σημαντικές. Ας παρακολουθήσουμε το παρακάτω παράδειγμα για να κατανοήσουμε καλύτερα τις έννοιες αυτές. Ας θεωρήσουμε τον κώδικα σαν ένα ρολόι που έχει μόνο τον ωροδείκτη (ας το ονομάσουμε ρολόι κώδικα). Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή κοιτώντας το ρολόι αυτό ξέρει κανείς την ώρα της ημέρας. Ας θεωρήσω με τη φέρουσα σαν ένα ρολόι που έχει μόνο το δείκτη των δευτερολέπτων (ας το ονομάσουμε ρολόι φέρουσας). Με το ρολόι αυτό μπορεί κανείς να ξέρει με ακρίβεια δευτερολέπτου το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο γεγονότων, αρκεί να το παρακολουθεί συνεχώς, ώστε να «μετρά» τα ακέραια λεπτά. Αν με κάποιο τρόπο μπορέσουμε να προσδιορίσουμε το πλήθος των αρχικών λεπτών (τον αρχικό άγνωστο ακέραιο αριθμό όταν κοιτάξαμε το ρολόι φέρουσας), τότε μπορούμε να παρακολουθήσουμε το χρόνο με μεγάλη ακρίβεια. Αν για κάποιο λόγο αποσπαστεί η προσοχή σας και χάσετε το μέτρημα των ακέραιων λεπτών, τότε έχετε να επαναπροσδιορίσετε το νέο «αρχικό άγνωστο ακέραιο αριθμό». Σε αντίθεση με τα

παραπάνω, με το ρολόι κώδικα έχετε πάντα την εκτίμηση της ώρας, αλλά με μειωμένη ακρίβεια (ενός 10λέπτου περίπου), εκτιμώντας από τη θέση του ωροδείκτη. Το ρολόι κώδικα μπορεί να δώσει μια καλή εκτίμηση του άγνωστου αριθμού των λεπτών του ρολογιού της φέρουσας. Είναι εμφανής όμως η έλλειψη του λεπτοδείκτη από τα ρολόγια μας. Οι κατασκευάστριες εταιρείες δεκτών GPS έχουν αναπτύξει διάφορες τεχνικές έτσι ώστε οι μετρήσεις κώδικα και φάσης που γίνονται να είναι σαφείς και ακριβείς, με αποτέλεσμα να εξάγεται γρήγορα η σωστή μέτρηση της απόστασης προς τους δορυφόρους.

Ο άγνωστος ακέραιος αριθμός της φέρουσας, που ονομάζεται ασάφεια φάσης, μπορεί να προσδιοριστεί αν έχουμε παρατηρήσεις προς τους δορυφόρους για κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτή ακριβώς είναι και η θεμελιώδης αρχή για όλες τις εφαρμογές ακριβείας του GPS, όπως η γεωδαισία.

Εκτελώντας μετρήσεις με GPS και χρησιμοποιώντας τη φάση, είναι πολύ κρίσιμο να παρακολουθούμε τον αριθμό των ακεραίων κύκλων σωστά και απρόσκοπτα. Δηλαδή να προσδιορίσουμε σωστά την ασάφεια φάσης. Εφόσον έχουμε προσδιορίσει την ασάφεια φάσης, πρέπει ταυτόχρονα να συνεχίσουμε να παρακολουθούμε τους ακεραίους κύκλους. Κάθε φορά που περνά ένας ακεραίος κύκλος και εμείς δεν τον λαμβάνουμε υπόψη μας, υπολογίζουμε λάθος την απόστασή μας προς το δορυφόρο και κατά συνέπεια και τη θέση μας. Στη γλώσσα του GPS αυτό ονομάζεται απώλεια κύκλου (cycle slip). Σε αντιστοιχία, στα προηγούμενα παραδείγματά μας, απώλεια κύκλων συμβαίνει εάν δεν ακούσετε την φωνή του φίλου σας λόγω του ή κάποιου άλλου γεγονότος όπως για παράδειγμα αν απότομα πηδήξει πολύ μακριά. Οι περισσότεροι δέκτες GPS είναι ικανοί να εντοπίζουν και να διορθώνουν τις απώλειες κύκλων.

Πρέπει εδώ να σημειώσουμε ότι όλοι οι δέκτες δεν είναι ικανοί να μετρούν και τα δύο μεγέθη (κώδικα και φάση). Υπάρχουν πολλοί δέκτες που μετρούν μόνο τον κώδικα. Η φάση χρησιμοποιείται σε εφαρμογές υψηλής ακρίβειας, όπως οι γεωδαιτικές εφαρμογές. Για τον λόγο αυτό οι δέκτες που παρακολουθούν και εκτελούν μετρήσεις με χρήση της φάσης, ονομάζονται γεωδαιτικοί δέκτες.

Η ακρίβεια με την οποία προσδιορίζουμε την απόστασή μας προς τους δορυφόρους, κυμαίνεται ανάλογα με το παρατηρούμενο μέγεθος. Έτσι, αν χρησιμοποιούμε μετρήσεις κώδικα, η ακρίβεια στον προσδιορισμό της απόστασης είναι της τάξης του ενός (1) μέτρου, ενώ με χρήση φάσης είναι της τάξης του ενός (1) χιλιοστού. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μπορούμε να υπολογίσουμε τη θέση μας χρησιμοποιώντας ένα δέκτη GPS με ακρίβεια ενός (1) μέτρου ή ενός (1) χιλιοστού. Υπάρχουν πολλές πηγές

που εισάγουν σφάλματα στις μετρήσεις μας, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ακρίβεια προσδιορισμού.

## **ΠΗΓΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

Παραπάνω, αναφερόμενοι σε μετρήσεις αποστάσεων με πρότυπα αριθμών υποθέσαμε ότι εσείς και ο φίλος σας ξεκινήσατε να μετράτε αριθμούς ταυτόχρονα. Αν το ρολόι σας στο συγκεκριμένο παράδειγμα έκανε ένα δευτερόλεπτο λάθος, αυτό μεταφράζεται σε 344 μέτρα λάθους στον υπολογισμό της απόστασης, αφού όπως είπαμε ο ήχος μεταδίδεται με 344 μέτρα το δευτερόλεπτο. Με τους δορυφόρους, το ηλεκτρονικό σήμα μεταδίδεται με την ταχύτητα του φωτός δηλαδή με 300.000.000 μέτρα το δευτερόλεπτο. Άρα τα σφάλματα στο ρολόι των δορυφόρων και στο ρολόι των δεκτών συνεισφέρουν βαθύτατα στον υπολογισμό των αποστάσεων.

## **ΤΟ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ**

Ένα δισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου (ένα nanosecond) ανακρίβειας στο ρολόι του δορυφόρου επιδρά σε 30 εκατοστά λάθους στον υπολογισμό της απόστασης από ένα δορυφόρο. Για αυτό τον λόγο, οι δορυφόροι είναι εξοπλισμένοι με ρολόγια (ατομικά χρονόμετρα) μεγάλης ακριβείας (χρονόμετρα καισίου-ρουβιδίου). Ακόμα και αυτά τα ρολόγια όμως, συσσωρεύουν λάθη ενός δισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου κάθε τρεις ώρες. Για να αναχθεί η ολίσθηση του χρονομέτρου του δορυφόρου, τα χρονόμετρα αυτά παρακολουθούνται από επίγειους σταθμούς και συγκρίνονται με το κύριο χρονόμετρο ελέγχου (master control clock), όπου είναι ένας συνδυασμός από περισσότερα από δέκα μεγάλης ακριβείας ατομικά χρονόμετρα. Τα λάθη και οι ολισθήσεις των χρονομέτρων των δορυφόρων υπολογίζονται και περιλαμβάνονται στα μεταδιδόμενα από τους δορυφόρους σήματα. Στο υπολογισμό των αποστάσεων προς τους δορυφόρους, οι δέκτες GPS αφαιρούν τα σφάλματα των χρονομέτρων των δορυφόρων από τον αναφερόμενο χρόνο μετάδοσης, για να προκύψει η αληθής διάρκεια μετάδοσης του σήματος.

Ακόμα και με τις προσπάθειες των σταθμών ελέγχου της παρακολούθησης της συμπεριφοράς των χρονομέτρων του κάθε δορυφόρου, τα λάθη δεν μπορούν με ακρίβεια να προσδιοριστούν. Κάθε λάθος των χρονομέτρων των δορυφόρων που απομένει συσσωρεύει σφάλμα μερικών nanoseconds το οποίο προκαλεί σφάλμα στην υπολογιζόμενη απόσταση κατά 1 μέτρο.

## **ΤΟ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΔΕΚΤΩΝ**

Παρόμοιο με το σφάλμα των χρονομέτρων των δορυφόρων, το χρονόμετρο του δέκτη προκαλεί σφάλμα στον υπολογισμό των αποστάσεων. Από την άλλη πλευρά δεν είναι και τόσο πρακτικό να εξοπλίζονται οι δέκτες με ατομικά χρονόμετρα ακριβείας, μια που αυτά τα χρονόμετρα ζυγίζουν περισσότερο από 20 κιλά, κοστίζουν περίπου \$50.000 και απαιτούν εκτεταμένη φροντίδα στον έλεγχο της θερμοκρασίας.

Ας υποθέσουμε ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή το χρονόμετρο του δέκτη μας έχει σφάλμα ενός χιλιοστού, προκαλώντας σφάλμα στο υπολογισμό της απόστασης κατά 300.000 μέτρα. Αν οι αποστάσεις προς όλους τους ορατούς δορυφόρους υπολογίζονται την ίδια χρονική στιγμή, τότε είναι όλες λάθος κατά 300.000 μέτρα. Μπορούμε συνεπώς να εισάγουμε το σφάλμα του χρονομέτρου του δέκτη ως ένα άγνωστο για τον οποίο θα επιλύσουμε για να υπολογίσουμε την τιμή του. Στο κεφάλαιο 1 είχαμε αναφέρει ότι οι άγνωστοι για τον υπολογισμό της θέσης είναι τρεις. Τώρα έχουμε τέσσερις αγνώστους: τρεις συνιστώσες για την θέση και ο καινούργιος άγνωστος του σφάλματος του χρονομέτρου του δέκτη. Για την επίλυση των τεσσάρων αγνώστων χρειαζόμαστε τέσσερις εξισώσεις. Λαμβάνοντας σήματα από τέσσερις δορυφόρους, ο δέκτης αποκτά απαραίτητο αριθμό εξισώσεων για την επίλυση του παραπάνω συστήματος των τεσσάρων αγνώστων. Με αυτό τον τρόπο και μεν χρειαζόμαστε περισσότερους ορατούς δορυφόρους (τέσσερις), αλλά ταυτόχρονα χρησιμοποιούμε οικονομικότερα ρολόγια στους δέκτες GPS.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η έννοια εισαγωγής του χρονομέτρου του δέκτη σαν ένας από τους αγνώστους, είναι βάσιμη μόνο όταν έχουμε παρατηρήσεις ως προς τους δορυφόρους την ίδια χρονική στιγμή. Αν οι αποστάσεις προς τους δορυφόρους δεν υπολογίζονται την ίδια χρονική στιγμή, τότε για κάθε μέτρηση έχουμε διαφορετικό χρονόμετρο. Κάνοντας ταυτόχρονες παρατηρήσεις ως προς τέσσερις δορυφόρους δεν υπολογίζουμε μόνο την θέση του δέκτη μας, αλλά και το σφάλμα του χρονομέτρου του με πολύ καλή ακρίβεια. Ένα τυπικό ρολόι έχει μια ολίσθηση της τάξης των 1000 nanoseconds το δευτερόλεπτο, αλλά με τον παραπάνω τρόπο μπορούμε να συγχρονίσουμε το ρολόι του δέκτη μας με το ρολόι των δορυφόρων του GPS. Οι δέκτες GPS διορθώνουν τον χρόνο τους κάθε δευτερόλεπτο και μπορούν να παρέχουν ένα εξωτερικό παλμό κάθε δευτερόλεπτο για χρήστες οι οποίοι χρειάζονται ακριβή χρόνο. Οι δέκτες GPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν χρονόμετρα ακριβείας τοποθετώντας τους σε σημείο γνωστών συντεταγμένων, οπότε και χρειάζεται μόνο ένας δορυφόρος για να υπολογιστεί ο ακριβής χρόνος και να συγχρονιστεί το χρονόμετρο του δέκτη.

Ο ελάχιστος αριθμός δορυφόρων που χρειάζονται για να υπολογιστεί η θέση και ο χρόνος είναι τέσσερις. Από εκεί και πέρα όσο περισσότεροι είναι οι ορατοί δορυφόροι τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια που παρέχεται. Αυτό περιγράφεται αργότερα στο κεφάλαιο GDOP.

## **ΤΡΟΧΙΑΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ακρίβεια της προσδιορισμένης θέσης εξαρτάται επίσης και από την ακρίβεια με την οποία γνωρίζουμε την θέση του κάθε δορυφόρου. Οι τροχιές των δορυφόρων παρακολουθούνται συνεχώς από επίγειους σταθμούς ελέγχου ανά τον κόσμο και η προβλεπόμενη τροχιακή πληροφορία εκπέμπεται στους δορυφόρους που με την σειρά τους την εκπέμπουν στους δέκτες GPS. Η ιστορία του GPS έχει δείξει έως τώρα ότι η ακρίβεια της προβλεπόμενης τροχιακής πληροφορίας είναι της τάξεως μερικών μέτρων. Αυτό δημιουργεί μερικά μέτρα λάθους στον

υπολογισμό της θέσης του δέκτη. Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε πως μπορούμε να εξαλείψουμε αυτό το σφάλμα.

## **ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΠΟΥ ΥΠΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ: ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΑ**

### **ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑ**

Υπολογίζοντας τις αποστάσεις από τους δορυφόρους, υπολογίζουμε αρχικά το χρόνο που χρειάζεται το σήμα για να έρθει στον δέκτη και μετά πολλαπλασιάζουμε με την ταχύτητα του φωτός. Το πρόβλημα είναι ότι η ταχύτητα του φωτός διαφέρει λόγω ατμοσφαιρικών συνθηκών. Το πάνω μέρος της ατμόσφαιρας, η ιονόσφαιρα, περιέχει φορτισμένα ιόντα τα οποία ενώ εισάγουν καθυστέρηση στην μετάδοση του κώδικα, επιταχύνουν την μετάδοση του φέροντος κύματος. Το μέγεθος της επίδρασης της ιονόσφαιρας είναι μεγαλύτερο κατά την διάρκεια της ημέρας από ότι το βράδυ. Το μέγεθος της επίδρασης επίσης έχει μια κυκλική περίοδο 11 χρόνων κατά την οποία παρουσιάζει maximum και minimum τιμή. Για τον κύκλο που διανύουμε η ιονόσφαιρα θα παρουσιάσει το μεγαλύτερο μέγεθος επίδρασης το 1998 και το μικρότερο το 2004. Ο κύκλος μετά θα επαναληφθεί. Οι επιδράσεις της Ιονόσφαιρας, αν δεν εξαλειφθούν, επιφέρουν σφάλματα στις μετρήσεις των αποστάσεων έως και 10 μέτρα.

Μερικοί δέκτες χρησιμοποιούν ένα μαθηματικό μοντέλο για τις επιδράσεις της Ιονόσφαιρας. Με την κατά προσέγγιση γνώση της πυκνότητας των φορτισμένων ιόντων, η επίδραση της ιονόσφαιρας μπορεί να ελαττωθεί κατά 50%. Τα εναπομείναντα σφάλματα είναι όμως ακόμα σημαντικά.

Η επίδραση της ιονόσφαιρας στα ηλεκτρονικά σήματα εξαρτάται από την συχνότητα του σήματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση. Αν εκπέμψουμε ταυτόχρονα δύο σήματα διαφορετικών συχνοτήτων η καθυστέρηση στην μετάδοση του σήματος στην μια συχνότητα θα είναι για παράδειγμα 5 μέτρα

ενώ στην άλλη θα είναι 6 μέτρα. Δεν μπορούμε να υπολογίσουμε το απόλυτο μέγεθος της επίδρασης σε κάθε συχνότητα, αλλά μπορούμε να υπολογίσουμε την διαφορά υπολογίζοντας την διαφορά στον χρόνο λήψης των δύο σημάτων που στην περίπτωση αυτή είναι 1 μέτρο. Με αυτό τον τρόπο και χρησιμοποιώντας γνωστούς τύπους εξαρτημένων συχνοτήτων ιονοσφαιρικής καθυστέρησης, μπορούμε να εξαλείψουμε την επίδραση της ιονόσφαιρας στις μετρήσεις μας χρησιμοποιώντας δέκτες δύο συχνοτήτων.

## **ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΑ**

Το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, το οποίο περιέχει υδρατμούς ονομάζεται τροπόσφαιρα. Η επίδραση της είναι η καθυστέρηση στην μετάδοση και του κώδικα, και του φέροντος κύματος. Οι επιδράσεις της τροπόσφαιρας δεν μπορούν να εξαλειφθούν ούτε με την χρήση δεκτών δύο συχνοτήτων. Ο μόνος τρόπος για να εξαλειφθούν αυτά τα σφάλματα είναι με μετρήσεις της υγρασίας, της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης και της εφαρμογής αυτών σε μαθηματικό μοντέλο το οποίο θα υπολογίσει την καθυστέρηση της τροπόσφαιρας.

## **ΣΦΑΛΜΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ (multipath)**

Όταν μετράμε την απόσταση από ένα δορυφόρο, υποθέτουμε ότι το σήμα έρχεται κατευθείαν από τον δορυφόρο στην κεραία του δέκτη. Εκτός όμως από το απευθείας σήμα, υπάρχουν και ανακλώμενα σήματα από το έδαφος ή από αντικείμενα κοντά στην κεραία, τα οποία λαμβάνονται από την κεραία και επιδρούν με το απευθείας σήμα. Το σύνθετο σήμα δημιουργεί μια αβεβαιότητα για τον αληθί χρόνο λήψης του σήματος, με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο η ηχώ δημιουργεί μια αβεβαιότητα για τον ακριβή χρόνο τον οποίο μεταδόθηκε - παράχθηκε κάποιος ήχος. Αν το ανακλώμενο σήμα είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το απευθείας σήμα (περισσότερο από 10 μέτρα) έτσι ώστε τα δύο σήματα να μπορούν να διαχωριστούν, τότε το σφάλμα πολλαπλών διαδρομών (multipath) μπορεί να ελαττωθεί με κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας σημάτων.

## ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΕΚΤΩΝ

Οι δέκτες μπορούν να εισάγουν κάποια σφάλματα όταν μετράνε τον κώδικα ή την φάση του φέροντος κύματος. Σε δέκτες υψηλής ποιότητας, αυτά τα σφάλματα είναι ασήμαντα (λιγότερο από 1mm) για την μέτρηση της φάσης του φέροντος κύματος και μερικά εκατοστά για τον κώδικα του φέροντος κύματος.

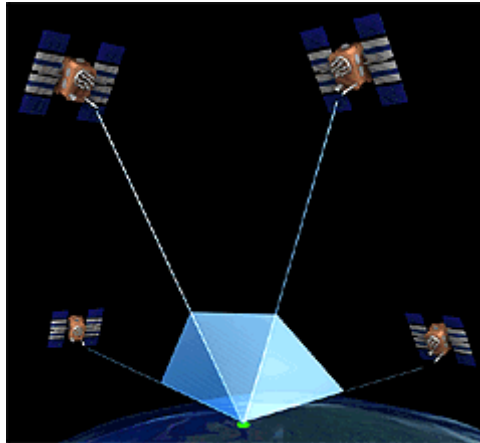
### **GDOP (Geometric Dilution Of Precision)**

Στις προηγούμενες παραγράφους αναφερθήκαμε στα σφάλματα τα οποία υπεισέρχονται στις μετρήσεις των αποστάσεων από τους δορυφόρους τα οποία ονομάζονται range errors. Η ερώτηση που τίθεται τώρα είναι ποια είναι η σχέση μεταξύ αυτών των σφαλμάτων και του σφάλματος στον υπολογισμό της θέσης. Με άλλα λόγια πόσα μέτρα σφάλματος εισάγεται στον υπολογισμό της θέσης για κάθε μέτρο σφάλματος στον υπολογισμό της απόστασης δορυφόρου-δέκτη.

Η απάντηση είναι ότι εξαρτάται από τον αριθμό των δορυφόρων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θέσης και από την γεωμετρία τους στον ορίζοντα. Για παράδειγμα αν τέσσερις δορυφόροι είναι συγκεντρωμένοι σε κάποιο σημείο του ορίζοντα, τότε ένα μέτρο σφάλματος στον υπολογισμό των αποστάσεων προς αυτούς είναι πιθανό να εισάγει δεκάδες ή εκατοντάδες μέτρα σφάλματος στον υπολογισμό της θέσης. Αν όμως αρκετοί δορυφόροι είναι διασκορπισμένοι στον ορίζοντα τότε το σφάλμα στον υπολογισμό της θέσης είναι πιθανό να είναι μικρότερο από 1.5m για κάθε μέτρο σφάλματος στον υπολογισμό των αποστάσεων προς τους δορυφόρους. Η επίδραση της γεωμετρίας των δορυφόρων στο σφάλμα υπολογισμού της θέσης ονομάζεται GDOP και μπορεί χονδρικά να ερμηνευτεί ως ο λόγος του σφάλματος υπολογισμού της θέσης με το σφάλμα υπολογισμού των αποστάσεων προς τους δορυφόρους.



Στις εικόνες που ακολουθούν φανταστείτε ένα τετράεδρο το οποίο σχηματίζεται από τις γραμμές που συνδέουν τον δέκτη-κεραία GPS, με τους δορυφόρους. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος αυτού του τετραέδρου τόσο μικρότερο (καλύτερο) είναι το GDOP. Στις περισσότερες περιπτώσεις όσους περισσότερους δορυφόρους λαμβάνουμε τόσο καλύτερο είναι το GDOP.



### **ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ (Selective Availability)**

Όλα τα σφάλματα τα οποία αναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια επιφέρουν σφάλμα 10 μέτρων στον υπολογισμό των αποστάσεων προς τους δορυφόρους, το οποίο με τυπικό GDOP περίπου 2 επιφέρει σφάλμα στον υπολογισμό της θέσης της τάξης των 20 μέτρων περίπου.

Το Αμερικάνικο Υπουργείο Αμύνης καθόρισε ότι παρέχοντας αυτής της τάξης την ακρίβεια στο κοινό, είναι εναντίον των συμφερόντων των Ηνωμένων Πολιτειών. Για αυτό τον λόγο το Υπουργείο εισήγαγε «εσκεμμένο» συστηματικό σφάλμα το οποίο υποβαθμίζει την ακρίβεια εντοπισμού θέσης στα 100 μέτρα. Αυτή η υποβάθμιση της ακρίβειας του συστήματος ονομάζεται "επιλεκτική διαθεσιμότητα (SA)" και εφαρμόζεται παραποιώντας τα χρονόμετρα των δορυφόρων και μεταδίδοντας ανακριβή τροχιακή πληροφορία. Οι στρατιωτικοί δέκτες είναι εξοπλισμένοι με ειδικό "hardware" το οποίο εξαλείφει την επίδραση της επιλεκτικής διαθεσιμότητας. Η επιλεκτική διαθεσιμότητα μπορεί να τεθεί On ή Off από τους επίγειους σταθμούς ελέγχου του GPS.

Από την 1η Μαΐου 2000, το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής έθεσε σε κατάσταση

Off την Επιλεκτική Διαθεσιμότητα, με ανακοίνωση του εκπροσώπου Τύπου των Η.Π.Α. Σαν αποτέλεσμα αυτού η ακρίβεια εντοπισμού που παρέχει το σύστημα GPS είναι και πάλι 20 μέτρα περίπου.

## **ΠΗΓΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ : ΛΥΣΕΙΣ**

Η ακρίβεια εντοπισμού των 100m (SA On) αλλά ακόμα και εκείνη των 20m (SA Off) είναι αρκετή για πολλές από τις πολιτικές εφαρμογές. Σχεδόν με την εμφάνιση του GPS, άρχισαν να αναπτύσσονται διάφορες τεχνικές μείωσης των σφαλμάτων και βελτίωσης της παρεχόμενης ακρίβειας, ακόμη και υπό την παρουσία της επιλεκτικής διαθεσιμότητας (SA On) αλλά και της μη εξαπάτησης (AS).

## **ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ (Differential Mode)**

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο δέκτες όχι πολύ απομακρυσμένους μεταξύ τους. Τα σφάλματα των δορυφορικών χρονομέτρων, των δορυφορικών τροχιών, της ιονόσφαιρας, της τροπόσφαιρας και της επιλεκτικής διαθεσιμότητας, επηρεάζουν και τους δύο δέκτες κατά τον ίδιο τρόπο και βαθμό. Εάν γνωρίζαμε την ακριβή θέση ενός από τους δύο δέκτες θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή την πληροφορία ώστε να υπολογίσουμε τα σφάλματα στις μετρήσεις. Στη συνέχεια μεταφέροντας αυτά τα σφάλματα (ή καλύτερα διορθώσεις) στον άλλο δέκτη, επιτυγχάνουμε την απαλοιφή τους. Αυτή η τεχνική ονομάζεται διαφορικός εντοπισμός.

Ο δέκτης που βρίσκεται σε θέση γνωστών συντεταγμένων ονομάζεται διεθνώς "base", ενώ ο άλλος που είναι σε άγνωστη θέση ονομάζεται "rover". Ο base δέκτης υπολογίζει τη στιγμιαία απόστασή του προς κάθε δορυφόρο, βασιζόμενος στη γνωστή του θέση και τη στιγμιαία θέση κάθε δορυφόρου. Η διαφορά της υπολογισμένης με τη μετρημένη απόσταση είναι η τιμή της διόρθωσης για κάθε ένα δορυφόρο. Μεταδιδόμενες οι διορθώσεις αυτές στον rover, επιτρέπουν στον τελευταίο να ανάγει

τις δικές του μετρημένες αποστάσεις προς όλους τους δορυφόρους, υπολογίζοντας τελικά τη θέση του με πολύ καλύτερη ακρίβεια.

Εξαιτίας της διαρκούς κίνησης των δορυφόρων αλλά και των ολισθήσεων των χρονομέτρων τους, οι παραγόμενες διορθώσεις αλλάζουν ραγδαία σε συνάρτηση με το χρόνο. Επομένως ο base δέκτης πρέπει να παράγει τις διορθώσεις και να τις μεταδίδει στο rover όσο το συντομότερο δυνατό.

Αυτονόητο είναι ότι η ορθότητα των συντεταγμένων του base επηρεάζει άμεσα τις συντεταγμένες του rover. Εάν εισαχθεί η θέση του base λανθασμένα προς κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση, τότε όλες οι διορθώσεις που θα υπολογίσει ο base και θα μεταδώσει στο rover θα είναι κατά τέτοιο τρόπο λανθασμένες ώστε να προσδίνουν στο rover εντοπισμό θέσης που θα έχει το ίδιο λάθος σε μέγεθος και διεύθυνση όπως ο base.

Το διάνυσμα μεταξύ του base και του rover ονομάζεται βάση (baseline). Όταν η βάση είναι μικρή, τότε τα σφάλματα απόστασης των δύο δεκτών προς τους δορυφόρους είναι σχεδόν ίδια, επιτρέποντας τη χρήση των παραγόμενων διορθώσεων από το base για τον προσδιορισμό της θέσης του rover. Όσο αυξάνεται το μήκος της βάσης, τόσο ελαττώνεται η συνοχή των σφαλμάτων απόστασης. Με άλλα λόγια θα προκύπτουν υπολοίποντα σφάλματα στον προσδιορισμό της θέσης του rover τα οποία αυξάνονται με την αύξηση του μήκους της βάσης. Σαν γενικός κανόνας, θα πρέπει να προστίθεται επιπλέον ασάφεια ενός χιλιοστού για κάθε χιλιόμετρο αύξησης στο μήκος της βάσης, δηλαδή 1ppm. Στη περίπτωση δεκτών μίας συχνότητας, το σφάλμα αυτό αυξάνει στα 2ppm.

Ο διαφορικός εντοπισμός εξαλείφει σχεδόν όλα τα σφάλματα εκτός από αυτά του "multipath" και των σφαλμάτων των δεκτών. Αυτό τα σφάλματα υπεισέρχονται για κάθε δέκτη χωριστά και δεν μπορούν να εξαλειφθούν με τον διαφορικό εντοπισμό.

Το σφάλμα του δέκτη (εσωτερικός θόρυβος) είναι όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο περίπου 10cm για τον κώδικα του φέροντος κύματος και περίπου 1mm για την φάση. Σε δέκτες υψηλής ακρίβειας και ποιότητας αυτά τα σφάλματα είναι αρκετές φορές μικρότερα. Το σφάλμα που υπεισέρχεται από το "multipath" όμως μπορεί να είναι αρκετά μέτρα για τον κώδικα και αρκετά εκατοστά για την φάση του φέροντος κύματος. Ως εκ τούτου, αν με κάποιο τρόπο αντιμετωπίσουμε το "multipath" θα μπορούμε να επιτύχουμε ακρίβεια χιλιοστού για μετρήσεις φάσης και ακρίβεια εκατοστού για μετρήσεις κώδικα. Το πώς αντιμετωπίζονται οι επιδράσεις του "multipath" θα εξεταστεί στο κεφάλαιο 5. Σε αυτό το κεφάλαιο υποθέτουμε ότι τα σφάλματα του "multipath" έχουν εξαλειφθεί με κάποιο τρόπο.

Ο διαφορικός εντοπισμός με χρήση του κώδικα του φέροντος κύματος ονομάζεται DGPS ενώ με χρήση της φάσης του φέροντος κύματος ονομάζεται CPD (Carrier Phase Differential). Ο διαφορικός εντοπισμός με χρήση φάσης σε πραγματικό χρόνο ονομάζεται RTK (Real-Time kinematic).

Στο διαφορικό εντοπισμό με χρήση φάσης φέροντος κύματος, οι υπολογισμοί είναι αρκετά πιο πολύπλοκοι επειδή προστίθενται άγνωστοι που αφορούν τον αριθμό των αρχικών ακεραίων κύκλων (ασάφεια φάσης). Είναι πιθανό να χρειαστούν αρκετά λεπτά για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης και να προσδιοριστεί ο αριθμός των ακεραίων κύκλων. άπαξ και επιλυθεί η αρχική ασάφεια φάσης, τότε κάθε συμπληρωματικός υπολογισμός θέσης είναι άμεσος. Όταν όμως ο αριθμός των ορατών από το δέκτη δορυφόρων πέσει κάτω από 4, τότε πρέπει να επαναυπολογιστεί η ασάφεια φάσης μόλις ο αριθμός των διαθέσιμων δορυφόρων το επιτρέψει, δηλαδή μόλις ο δέκτης αποκτήσει πάλι τουλάχιστον 4 ορατούς δορυφόρους (5 για αξιοπιστία). Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει αρκετά λεπτά. Μια DGPS λύση όμως, είναι άμεση, δεν πάσχει από ασάφεια, αλλά ταυτόχρονα είναι λιγότερο ακριβής.

## **DGPS**

Στις DGPS εφαρμογές αν οι διορθώσεις εκπέμπονται από τον "base" δέκτη στον "rover" σε πραγματικό χρόνο (μέσω ενός radio-link), τότε η μέθοδος εντοπισμού ονομάζεται real-time DGPS κατά την οποία μπορούμε να πάρουμε ακριβή αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η μέθοδος απαιτείται για εφαρμογές χάραξης ή για κάθε είδους εφαρμογή που απαιτούνται συντεταγμένες ακριβείας σε πραγματικό χρόνο. Αν δεν απαιτούνται αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο (αποτυπώσεις) τότε μπορούν να γίνουν ταυτόχρονες παρατηρήσεις και να καταγραφούν τα δεδομένα στους δέκτες (base και rover) και να μεταφερθούν τα δεδομένα σε υπολογιστή ώστε να υπολογιστούν οι ακριβής συντεταγμένες εκ των υστέρων. Αυτή η μεθοδολογία ονομάζεται post-processed DGPS.

Η DGPS μεθοδολογία βασίζεται στις μετρήσεις των αποστάσεων προς τους δορυφόρους με χρήση του κώδικα του φέροντος κύματος. Οι μετρήσεις με χρήση του κώδικα είναι σαν μια μετροταινία η οποία έχει διαβαθμίσεις μέτρου και μόνο. Οι διαβαθμίσεις εμφανίζονται αυτόματα όταν εγκλωβίσουμε το σήμα των δορυφόρων με τον δέκτη μας, επομένως μπορούμε να υπολογίσουμε τις αποστάσεις ως προς τους δορυφόρους άμεσα αλλά όχι με μεγάλη ακρίβεια.

## **RTK**

Το RTK όπως προαναφέρθηκε είναι ο διαφορικός εντοπισμός με χρήση της φάσης του φέροντος κύματος σε πραγματικό χρόνο. Οι μετρήσεις με χρήση της φάσης του φέροντος κύματος είναι σαν μια μετροταινία με διαβαθμίσεις χιλιοστού. Σε αυτή την μετροταινία οι διαβαθμίσεις των μέτρων δεν φαίνονται άμεσα όταν λαμβάνουμε το σήμα των δορυφόρων με τον δέκτη μας. Πρέπει να περιμένουμε κάποιο χρονικό διάστημα για να εμφανιστούν οι διαβαθμίσεις των μέτρων και να ολοκληρώσουμε τις μετρήσεις (όπως μια φωτογραφία στιγμής Polaroid). Αυτός είναι ο χρόνος που

απαιτείται για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης. Όσο περισσότερο χρόνο περιμένουμε τόσο και πιο καθαρές γίνονται οι διαβαθμίσεις των μέτρων (όπως στις φωτογραφίες Polaroid). Όταν οι διαβαθμίσεις των μέτρων εμφανιστούν, παραμένουν ξεκάθαρες και μπορούμε να κάνουμε άμεσες μετρήσεις ασταμάτητα όσο ο δέκτης μας λαμβάνει σήματα από τους δορυφόρους. Όταν χαθεί η επαφή με τους δορυφόρους οι διαβαθμίσεις των μέτρων εξαφανίζονται και χρειάζεται να περιμένουμε πάλι για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης και να εμφανιστούν οι διαβαθμίσεις των μέτρων.

Σε περίπτωση που η επαφή με τους δορυφόρους διακόπτεται για μικρό χρονικό διάστημα, ο δέκτης μπορεί να βασιστεί στον υπολογισμό των ακεραίων κύκλων από τις προηγούμενες μετρήσεις.

Σε περίπτωση που ο υπολογισμός των ακεραίων κύκλων είναι ανακριβής ή έχουμε απώλειες κύκλων, είναι σαν να έχουμε διαβάσει λάθος διαβάθμιση μέτρου στην μετροταινία που προαναφέραμε. Δηλαδή είναι σαν να έχουμε υπολογίσει μια απόσταση 4.784 μέτρων ως 3.784. Ενώ διαβάσαμε σωστά την διαβάθμιση των χιλιοστών κάναμε λάθος στην ανάγνωση των μέτρων.

Όταν ένας δέκτης έχει επιλύσει την ασάφεια φάσης, η ακρίβεια στον υπολογισμό της θέσης είναι μεταξύ 0.5cm και 2cm οριζοντιογραφικά και μεταξύ 1cm με 3cm υψομετρικά (εξαρτώμενη από την ικανότητα της κεραιάς να εξαλείφει το "multipath") συν 1 ppm για δέκτες δύο συχνοτήτων και 2 ppm για δέκτες μίας συχνότητας.

Το κλειδί στις μετρήσεις RTK είναι η επίλυση της ασάφειας φάσης. Η μεγάλη ερώτηση είναι πόσο χρόνο χρειάζεται για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης αξιόπιστα από την στιγμή που ο δέκτης λαμβάνει σήματα από τους δορυφόρους (min 5 δορυφόρους). Σε περίπτωση που δεν επιλυθεί σωστά η ασάφεια φάσης τότε είναι σαν να έχουμε διαβάσει λάθος της διαβαθμίσεις των μέτρων και να συγκεντρωνόμαστε στην ανάγνωση των χιλιοστών.

Για μικρές βάσεις (<20Km) ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για την επίλυση της ασάφειας φάσης εξαρτάται από τις επόμενες παραμέτρους:

- Το επίπεδο εμπιστοσύνης που έχει τεθεί για τον υπολογισμό του αριθμού των ακεραίων κύκλων
- Τον αριθμό των δορυφόρων
- Το είδος των δεκτών (δέκτες THALES ή όχι)
- Την επίδραση του σφάλματος πολλαπλών διαδρομών "multipath" (συντελεστής ανακλασιμότητας του εδάφους)
- Την ικανότητα εξάλειψης του "multipath" από την κεραία

Ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων δορυφόρων είναι η κυριότερη παράμετρος για την αξιόπιστη και γρήγορη επίλυση της ασάφειας φάσης. Σαν κανόνα μπορούμε να πούμε ότι χρειάζονται τουλάχιστον 6 δορυφόροι για μικρές βάσεις.

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ GPS

Το GPS είναι μια συσκευή φαινομικά απλή, φτηνή, και με μικρές διαστάσεις ειδικά τα GPS χειρός είναι και πολύ "της μόδας" τελευταία. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών του όμως το GPS τείνει να παρεξηγηθεί ότι είναι άλλο ένα ηλεκτρονικό "παιχνίδι", κάτι σαν ραδιοφωνάκι. Δεν είναι όμως καθόλου έτσι. Για να δουλέψει το GPS που έχουμε στο σκάφος ή που κρατάμε στο χέρι μας, έχουν δαπανηθεί εκατομμύρια δολάρια και ευρώ, ατέλειωτες ώρες σε εργαστήρια έρευνας, έχουν συνδυαστεί πολλές επιστήμες μαζί και έχουν σταλεί και στέλνονται ακόμα πολλές αποστολές στο διάστημα για να μεταφέρουν τους απαραίτητους δορυφόρους.



Εικόνα 1. GPS χειρός

Το όνομά του GPS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων global positioning system, το οποίο ουσιαστικά σημαίνει σύστημα προσδιορισμού θέσης (στιγματος) στη γη. Το GPS είναι ένα σύστημα που αποτελείται από 24 δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά στο διάστημα, σε απόσταση 11 χιλιάδων ναυτικών μιλίων από τη γη και κινούνται σε 6 διαφορετικές τροχιές. Οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση, κάνοντας 2 πλήρεις περιφορές γύρω από τη γη σε λιγότερο από 24 ώρες. Αν το υπολογίσουμε με μαθηματικά θα δούμε ότι η ταχύτητά τους φτάνει τα 1,8 μίλια το δευτερόλεπτο.



Πιο αναλυτικά το GPS (Global Positioning System) είναι ένα σύστημα πλοήγησης που βασίζεται σε σήματα που εκπέμπονται από ένα δίκτυο δορυφόρων που υβρίσκο και σε τροχιά γύρω από τη γη. Η μετάδοση από κάθε δορυφόρο πληροφοριών για την ακριβή ώρα και θέση του, επιτρέπει σε έναν κατάλληλο δέκτη (συσκευή GPS) να υπολογίσει με τριγωνισμό τη δική του θέση, η οποία εμφανίζεται στην οθόνη του εκφρασμένη σε συντεταγμένες ενός συγκεκριμένου γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς (προεπιλεγμένο το WGS 84). Το δίκτυο δορυφόρων που αναγνωρίζουν οι συσκευές του εμπορίου έχει τεθεί σε τροχιά από τις Υπηρεσίες Άμυνας των ΗΠΑ και λέγεται NAVSTAR (υπάρχει και αντίστοιχο ρωσικό δίκτυο). Το εν χρήσει GPS δίκτυο εκπέμπει σε δύο συχνότητες, από τις οποίες η μία χρησιμοποιείται μόνο για στρατιωτικούς σκοπούς, ενώ η δεύτερη, που είναι ανοιχτή σε κοινή χρήση, παρέχει μειωμένη ακρίβεια. Υπάρχουν διάφορων τύπων δέκτες δορυφορικών σημάτων του GPS, που εξυπηρετούν διαφορετικές εφαρμογές και απαιτήσεις ακρίβειας.



Εικόνα 2. Δορυφόρος που περιστρέφεται γύρω από την Γη.

Ο πρώτος δορυφόρος GPS εκτοξεύτηκε τον Φεβρουάριο του 1978. Ο κάθε δορυφόρος ζυγίζει κάτι λιγότερο από 1 τόνο, και το πλάτος του δεν ξεπερνά τα 5 μέτρα με τις ηλιακές κυψέλες σε ανοιχτή θέση. Η ισχύς του πομπού του είναι μέγιστο 50 watt. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει σε τρεις διαφορετικές συχνότητες. Τα GPS πολιτικής χρήσης χρησιμοποιούν τη συχνότητα 'L1', στα 1575.42 MHz. Οι δορυφόροι GPS έχουν μέση διάρκεια ζωής 10 χρόνια. Η αντικατάστασή τους γίνεται κανονικά εδώ και χρόνια με νέους δορυφόρους. Οι προγραμματισμένες διαστημικές αποστολές σήμερα περιλαμβάνουν αντικαταστάσεις δορυφόρων GPS μέχρι το 2006. Οι τροχιές των δορυφόρων GPS περνούν από περίπου 60 μοίρες βόρεια μέχρι 60 μοίρες νότια. Αυτό σημαίνει ότι κάποιος μπορεί να έχει σήμα από τους δορυφόρους σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στη γη, οποιαδήποτε στιγμή. Καθώς πηγαίνουμε προς τους πόλους οι δορυφόροι δε θα περνούν πλέον από πάνω μας, με αποτέλεσμα να χάνουμε λίγο σε ακρίβεια. Το μεγαλύτερο καλό που προσφέρει το

σύστημα GPS σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα προσδιορισμού θέσης μέσω σταθμών εδάφους, είναι ότι το GPS δουλεύει ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.



Εικόνα 3. Δορυφόρος σε τροχιά.

Ας δούμε λοιπόν τι περιεχόμενο έχει η πληροφορία που εκπέμπει ένας δορυφόρος. Το σήμα του GPS περιέχει ένα "ψευδό-τυχαίο" κωδικό, το ephemeris και κάποια δεδομένα αλμανάκ όπως λέγονται. Ο ψευδό-τυχαίος κωδικός προσδιορίζει την ταυτότητα του δορυφόρου που εκπέμπει. Κάθε δορυφόρος έχει ένα χαρακτηριστικό αριθμό PRN (pseudo-random number), από το 1 μέχρι το 32. Αυτός ο αριθμός φαίνεται και στην οθόνη του GPS για να καταλαβαίνουμε ποιος ή ποιοι δορυφόροι είναι στην εμβέλειά μας. Αφού λοιπόν είπαμε ότι υπάρχουν μόνο 24 δορυφόροι, θα αναρωτηθεί κανείς γιατί οι αναγνωριστικοί κωδικοί είναι 32. Ο λόγος είναι καθαρά τεχνικός. Έχοντας παραπάνω κωδικούς διαθέσιμους διευκολύνεται η διαχείριση του δικτύου. Όταν ένας νέος δορυφόρος εισάγεται στο δίκτυο, ξεκινάει τη λειτουργία του πριν ο παλιότερος που θα αντικατασταθεί σταματήσει. Με αυτό τον τρόπο είναι σίγουρο ότι θα υπάρχει ο ελάχιστος αριθμός δορυφόρων εν λειτουργία. Ο νέος δορυφόρος χρησιμοποιεί ένα νέο κωδικό αναγνώρισης ώστε να μην δημιουργείται σύγχυση στο δίκτυο. Τα δεδομένα Ephemeris εκπέμπονται συνεχώς από κάθε δορυφόρο και περιέχουν σημαντικές πληροφορίες όπως η κατάσταση του δορυφόρου (αν είναι σε λειτουργία ή όχι, αν έχει προβλήματα και που, κτλ.), η ημερομηνία και η ώρα. Χωρίς αυτά τα στοιχεία το GPS δεν θα γνώριζε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα, το χρονικό στίγμα, πληροφορίες σημαντικές για τον προσδιορισμό της θέσης. Τα δεδομένα αλμανάκ πληροφορούν το GPS για τη θέση που θα βρίσκεται κάθε δορυφόρος σε οποιαδήποτε στιγμή της μέρας. Έτσι κάθε δορυφόρος εκπέμπει πληροφορίες για την τροχιά του και τη θέση του, καθώς και για κάθε άλλο δορυφόρο στο δίκτυο για επιπλέον ασφάλεια. "Είμαι ο δορυφόρος νούμερο X, η θέση μου αυτή τη στιγμή είναι η Y, και το μήνυμα αυτό στάλθηκε τη

χρονική στιγμή Z". Το GPS μας λαμβάνει αυτή την πληροφορία, και φυλάει τα δεδομένα ephemeris, και αλμανάκ για να τα χρησιμοποιήσει και στη συνέχεια. Με βάση αυτή την πληροφορία επίσης, το GPS μπορεί να κάνει και διορθώσεις στο εσωτερικό του ρολόι ώστε να υπάρχει συγχρονισμός.

Ας δούμε όμως γιατί ο χρονικός προσδιορισμός του σήματος είναι απαραίτητος. Για να προσδιορίσει την ακριβή θέση του, το GPS συγκρίνει την ώρα που ο δορυφόρος εξέπεμψε το μήνυμα, με την ώρα που το μήνυμα ελήφθη από το GPS. Η διαφορά αυτή δείχνει στο GPS πόσο μακριά είναι ο δορυφόρος αποστολέας. Αν τώρα προσθέσουμε και τις μετρήσεις που παίρνουμε και από τους άλλους δορυφόρους που βρίσκονται στην εμβέλειά μας, προσδιορίζουμε την ακριβή θέση μας με τριγωνομετρικούς υπολογισμούς. Αυτή ακριβώς είναι η δουλειά που κάνει το GPS. Γι' αυτό χρειάζονται τουλάχιστον τρεις δορυφόροι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (latitude/longitude), το στίγμα μας σε δύο διαστάσεις. Με περισσότερους από τρεις δορυφόρους διαθέσιμους, ένα GPS μπορεί να προσδιορίσει και την τρίτη διάσταση (το ύψος-altitude). Επειδή η πληροφορία αυτή εκπέμπεται συνεχώς από όλους τους δορυφόρους, το GPS μπορεί με τη διαφορά χρόνου και θέσης να προσδιορίσει και την ταχύτητα και την διεύθυνση που κινείται ('ground speed' ή SOG - Speed Over Ground, και 'ground track' ή COG - Course Over Ground).

Μέχρι εδώ, είδαμε την καλή πλευρά -θεωρητικά- του συστήματος. Γιατί όμως στην πράξη η απόδοση του GPS δεν είναι τόσο καλή; Γιατί το στίγμα που παίρνουμε δεν είναι τόσο ακριβές όσο το περιγράψαμε; Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που αυξάνουν το σφάλμα στις μετρήσεις. Ο κυριότερος παράγοντας είναι αυτό που λέμε το Selective Availability (SA). Όπως λέει και η ίδια η λέξη, επίτηδες και επιλεκτικά ελαττώνεται η ακρίβεια του στίγματος από το ίδιο το σύστημα. Το Αμερικάνικο Υπουργείο Άμυνας κρίνει ότι η ακρίβεια που παρέχει το σύστημα GPS είναι αρκετή για χρήση μη-στρατιωτική. Αντίθετα, οι Αμερικάνικες στρατιωτικές δυνάμεις έχουν στη διάθεσή τους το σύστημα σε πλήρη λειτουργία δίνοντάς τους ακρίβεια εκατοστού.



**Εικόνα 4. Κινητό μέρος (rover).**

Για εμάς λοιπόν που έχουμε την επιλεκτική διαθεσιμότητα (SA) της Αμερικής, η ακρίβεια του στίγματος έχει απόκλιση περίπου 100 μέτρων (328 πόδια). Ευτυχώς με διάφορα έξυπνα τρικ που χρησιμοποιούν τα ίδια τα GPS η απόκλιση ελαττώνεται στα 30 μέτρα.

Ο αρχικός σκοπός του GPS ήταν καθαρά στρατιωτικός. Ξεκίνησε με την πρωτοβουλία του τότε προέδρου των ΗΠΑ Ρόναλντ Ρέιγκαν και είχε ονομαστεί "Πόλεμος των Αστρων". Καθώς όμως το σύστημα εξελισσόταν και ο κόσμος εξοικειωνόταν στην ιδέα των δορυφόρων, άρχισαν να εμφανίζονται ιδέες για την εκμετάλλευση του συστήματος σε μη στρατιωτικές εφαρμογές. Με επίσημο διάγγελμα του προέδρου Ρέιγκαν, στις αρχές του 1980 το σύστημα GPS διατέθηκε προς χρήση στο κοινό, με τη διαφορά που προαναφέραμε, ότι δηλαδή η πλήρης λειτουργικότητα του συστήματος θα είναι διαθέσιμη μόνο στον Αμερικάνικο Στρατό. Ο λόγος ήταν να μην χρησιμοποιηθεί το σύστημα από τρομοκράτες και εχθρικές δυνάμεις.

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την ακρίβεια του GPS είναι η "γεωμετρία" των δορυφόρων. Με απλά λόγια, η γεωμετρική θέση των δορυφόρων είναι το σημείο που βρίσκεται ο καθένας σε σχέση με τους άλλους δορυφόρους, όπως φαίνεται από το GPS. Αν τώρα ένα GPS έχει στην εμβέλειά του τέσσερις δορυφόρους (που είναι αρκετοί για να δώσουν ένα ακριβές στίγμα) αλλά και οι τέσσερις είναι π.χ. βορειοδυτικά σε σχέση με το GPS, η "γεωμετρία" των δορυφόρων είναι πολύ κακή. Στην πραγματικότητα, το GPS μπορεί να μην είναι σε θέση να δώσει καν στίγμα. Αυτό συμβαίνει γιατί όλες οι μετρήσεις της απόστασης από όλους τους δορυφόρους

προέρχονται από την ίδια διεύθυνση, ΒΔ. Δηλαδή, τα τριγωνομετρικά δεδομένα που λαμβάνει το GPS όσον αφορά την περιοχή στην οποία βρίσκεται το στίγμα μας είναι ασαφή, η περιοχή που ορίζεται από τις τομές των αποστάσεων είναι πολύ μεγάλη, και έτσι ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης του GPS είναι αδύνατος. Σε αυτή την περίπτωση το σφάλμα του στίγματος μπορεί να είναι της τάξης των 90 έως 150 μέτρων (300-500 πόδια). Στην αντίθετη περίπτωση, με τέσσερις δορυφόρους στην εμβέλεια του GPS κατανεμημένους στα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, η ακρίβεια του στίγματος είναι η μέγιστη δυνατή. Η καλύτερη γεωμετρία των δορυφόρων είναι όταν αυτοί βρίσκονται ανά 90 μοίρες σε σχέση με το GPS. Το στίγμα μας βρίσκεται στην περιοχή που ορίζεται εκεί που τέμνονται οι διευθύνσεις της απόστασης από τους τέσσερις δορυφόρους, και η περιοχή αυτή είναι τώρα πάρα πολύ μικρή. Ακόμα και με το Selective Availability, η ακρίβεια του στίγματος είναι της τάξης των 30 μέτρων (100 πόδια). Προσοχή λοιπόν, γιατί η ακρίβεια που δίνει κάθε κατασκευαστής για το GPS του, είναι θεωρητική και μόνο κάτω από βέλτιστες συνθήκες. Η ακρίβεια του GPS επίσης είναι μικρότερη όταν κινούμαστε με μεγάλη ταχύτητα ή όταν βρισκόμαστε ανάμεσα σε ψηλά βουνά ή άλλα εμπόδια. Όταν το σήμα δεν φτάνει μέχρι το GPS λόγω των φυσικών εμποδίων, οι δορυφόροι υπολογίζουν τη θέση τους σε σχέση με τους υπόλοιπους και το GPS μπορεί τότε να καταλάβει εάν είναι σε θέση να δώσει ένα ακριβές στίγμα. Ένα καλό GPS μπορεί να δώσει ένδειξη όχι μόνο ποιοι δορυφόροι είναι εντός εμβέλειας και εν λειτουργία, αλλά και που ακριβώς βρίσκονται (αζιμούθιο και υψόμετρο), ώστε ο χρήστης του GPS να καταλάβει τι βαθμό αξιοπιστίας έχει το στίγμα που του δίνει το όργανο. Ένα άλλο πρόβλημα που επηρεάζει την ακρίβεια του στίγματος είναι οι αντανάκλασεις. Με απλά λόγια, κάθε ραδιοσήμα ανακλάται πάνω στα διάφορα αντικείμενα του φυσικού περιβάλλοντος και το σήμα φτάνει στο GPS καθυστερημένα αφού έχει ταξιδέψει μεγαλύτερη απόσταση από την αναμενόμενη. Αυτός ο επιπλέον χρόνος κάνει το GPS να πιστεύει ότι ο δορυφόρος που το εξέπεμψε βρίσκεται μακρύτερα από ότι είναι στην πραγματικότητα και έτσι προσδιορίζει λανθασμένα το σχετική θέση του. Αυτό το επιπλέον σφάλμα επιβαρύνει την ακρίβεια του στίγματος με άλλα 4-5 μέτρα (15 πόδια). Αυτά που είδαμε μέχρι τώρα ήταν οι βασικότερες μόνο αιτίες σφάλματος στις μετρήσεις. Υπάρχουν και άλλοι μικρότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια του GPS, όπως οι καιρικές συνθήκες, ο συγχρονισμός πομπού - δέκτη, κ.α. Για παράδειγμα, τα ραδιοσήματα ταξιδεύουν στο διάστημα με την ταχύτητα του φωτός, επιβραδύνονται όμως σημαντικά όσο προχωρούν μέσα στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας, πολύ περισσότερο δε όταν υπάρχουν σύννεφα, βροχή, δυνατός αέρας, κλπ.



Εικόνα 5. Gps σε εφαρμογή.

Έτσι τυπικά η ακρίβεια ενός GPS είναι 20 με 70 μέτρα (60 με 225 πόδια) και εξαρτάται από το selective availability, τον αριθμό των δορυφόρων εντός εμβέλειας και τη γεωμετρική θέση τους. Τα πιο ακριβά μοντέλα GPS προσφέρουν πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια (σε πολύ υψηλότερη τιμή φυσικά), χρησιμοποιώντας πολλαπλές συχνότητες - μία συσκευή λειτουργεί σαν πολλές, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της καθεμιάς και διορθώνοντας το τελικό αποτέλεσμα.

## ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ Ε.Γ.Σ.Α'87 ΚΑΙ HEPOS

### Ε.Γ.Σ.Α'87

Για να καταλάβουμε τι είναι και πώς προκύπτουν οι ορθογώνιες συντεταγμένες πρέπει να πούμε δυο λόγια για την Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή (Ε.Μ.Π.). Στην Ε.Μ.Π., η γήινη επιφάνεια προβάλλεται πάνω σε έναν κύλινδρο, ο άξονας του οποίου είναι κάθετος ως προς την ευθεία που ενώνει τους δύο πόλους. Ο μεσημβρινός που ορίζεται από την επαφή του κυλίνδρου με τη γήινη επιφάνεια είναι ο Κεντρικός Μεσημβρινός της προβολής και ταυτίζεται με τον κατακόρυφο άξονα του προβολικού συστήματος. Ο οριζόντιος άξονας όλων των Ε.Μ.Π. είναι ο Ισημερινός. Το πλεονέκτημα της προβολής αυτής είναι ότι ελαχιστοποιούνται οι παραμορφώσεις στη ζώνη του κεντρικού μεσημβρινού. Αρχή των αξόνων θεωρείται το σημείο τομής του Ισημερινού με τον Κεντρικό Μεσημβρινό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι τιμές στον άξονα των  $Y$  (απόσταση από τον Ισημερινό) να εμφανίζονται αρκετά μεγάλες στην Ελλάδα (της τάξης των 4.000.000 μέτρων). Εξάλλου στον άξονα των  $X$  -προκειμένου να αποφεύγονται οι αρνητικές τιμές στα δυτικά του κεντρικού μεσημβρινού- αντί για μηδέν στην τομή των αξόνων δίνεται η τιμή 500.000 μέτρα: έτσι στα δυτικά του Κεντρικού Μεσημβρινού οι τιμές είναι μικρότερες των 500.000 μέτρων και στα ανατολικά του μεγαλύτερες.

Οι μεσημβρινοί που βρίσκονται ανατολικά και δυτικά του Κεντρικού Μεσημβρινού δεν είναι ευθείες γραμμές αλλά καμπύλες με τα κοίλα στραμμένα προς τον κατακόρυφο άξονα. Επειδή καθώς απομακρυνόμαστε από τον Κεντρικό Μεσημβρινό αυξάνουν οι παραμορφώσεις των διαστάσεων των αντικειμένων (τις παραμορφώσεις αυτές προσπαθεί να εξισορροπήσει ο συντελεστής κλίμακας  $k$ ), οι Ε.Μ.Π. εφαρμόζονται σε ζώνες μικρού εύρους (κάθε ζώνη χαρακτηρίζεται από τον Κεντρικό Μεσημβρινό και από το εύρος της). Η πιο γνωστή Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή είναι η Διεθνής Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή (Universal Transverse Mercator ή UTM), όπου όλες οι ζώνες έχουν εύρος  $6^\circ$ . Αν και η χρήση της Διεθνούς Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής (UTM) διαδόθηκε ευρέως, στη χώρα μας παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα από την εφαρμογή της, με κυριότερο το ότι η χώρα "μοιράζεται" σε δύο ζώνες (τη Ζώνη 34, με Κεντρικό Μεσημβρινό τον 21ο και τη Ζώνη 35, με Κεντρικό Μεσημβρινό τον 27ο) με ζώνη επαφής την καίρια για υπολογισμούς περιοχή της Αττικής. Το πρόβλημα αυτό, όπως και άλλα θέματα που δεν ενδιαφέρουν άμεσα τις ερασιτεχνικές εφαρμογές, ήρθε να λύσει η δημιουργία του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς, που προτάθηκε από τον καθηγητή Γιώργο Βέη το 1987. Η ύπαρξη ενός εθνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς αποτελεί μεγάλο βήμα στην κατοχύρωση της τεχνολογίας μιας χώρας στο διεθνές χώρο. Πέραν των τεχνικών πλεονεκτημάτων του ΕΓΣΑ 87, όπως λέγεται συντομογραφικά το ελληνικό σύστημα, είναι σημαντικό ότι η Ελλάδα διαθέτει πλέον ένα σύγχρονο σύστημα αναφοράς, όπως όλες οι προηγμένες επιστημονικά χώρες, και

αποτελεί χρέος μας να το χρησιμοποιούμε. Άλλωστε, ακόμα και τα απλά προγράμματα διαχείρισης δεδομένων GPS το έχουν πέλον καταχωρημένο και είναι βέβαιο ότι στα επόμενα χρόνια το ΕΓΣΑ 87 θα επικρατήσει καθολικά. Το ΕΓΣΑ 87 συνιστά ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς για όλη την ελληνική επικράτεια. Σε αυτό το σύστημα δεν παρουσιάζονται ούτε το πρόβλημα του διαμοιρασμού της χώρας σε δύο ζώνες (περίπτωση προβολής UTM), ούτε των ανεξάρτητων συντεταγμένων ανά τμήματα (περίπτωση προβολής HATT). Έτσι λύνονται τα προβλήματα που παρουσιάζονταν στη σύνθεση χάρτη σε περιοχές που βρίσκονται στην επαφή των δύο ζωνών UTM (ζώνη 34 και 35, όπως η Αττική για παράδειγμα) ή των τετραγώνων του HATT.

Το ΕΓΣΑ87 χρησιμοποιεί μια Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή που καλύπτει ολόκληρη τη χώρα με μια ζώνη εύρους 9ο, με Κεντρικό Μεσημβρινό τον 24 ο και συντελεστή κλίμακας 0.9996. Η επιλογή αυτή ελαχιστοποιεί τις παραμορφώσεις - στο 99% της χώρας οι παραμορφώσεις κλίμακας είναι μικρότερες από 670 μέρη στο εκατομμύριο -, διευκολύνει τις αναγωγές από το ένα σύστημα στο άλλο και επιπρόσθετα παρέχει και το σημαντικό πλεονέκτημα της συμμορφίας, δηλ. της διατήρησης των σχημάτων στο χάρτη. Η προβολή του ΕΓΣΑ συντομογραφικά αναφέρεται ως TM87.

Το ΕΓΣΑ'87 είναι σήμερα το πιο ολοκληρωμένο σύστημα αναφοράς για τον Ελληνικό χώρο. Ιδρύθηκε το 1987 με τη συνεργασία της Γ.Υ.Σ. και του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.) και συνδυάζει datum και προβολικό σύστημα που έχουν επιλεγεί έτσι ώστε αφενός να υπάρχει ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς για όλη την Ελλάδα με τις μικρότερες δυνατές παραμορφώσεις και αφετέρου να είναι εύκολη η σύνδεσή του με τα παγκόσμια δορυφορικά γεωδαιτικά συστήματα όπως το WGS84. Το datum χρησιμοποιεί ως ελλειψοειδές το διεθνώς παραδεκτό GRS80, προσανατολισμένο παράλληλα με το WGS84. Το γεγονός αυτό καθιστά πολύ εύκολη τη μετατροπή γεωγραφικών συντεταγμένων λ, φ από το ένα datum προς το άλλο. Σε ένα δέκτη GPS που, όπως αναφέρθηκε, εγγενώς υπολογίζει συντεταγμένες στο datum WGS84, αρκεί να εισαχθούν οι παράμετροι μετατόπισης των ελλειψοειδών ( $DX=-200$ ,  $DY=+74$ ,  $DZ=+246$ ) για να δίνει απ' ευθείας τη θέση του στο datum του ΕΓΣΑ'87. Οι παράμετροι δίνονται από κάθε κατασκευαστή ή αντιπρόσωπο που θα πουλήσει συσκευές gps στην χώρα μας. Το ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιεί ως προβολή την εγκάρσια μερκατορική προβολή (transverse mercator) με ένα κεντρικό μεσημβρινό με  $\lambda_0=240$  (ένα μόνο κέντρο φύλλου χάρτη για όλη τη χώρα) και συντελεστή κλίμακας  $K_0=0.9996$ . Ο κεντρικός μεσημβρινός θεωρείται ότι έχει  $\chi=500.000$  για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές στα  $\chi$ .

Οι περισσότεροι δέκτες GPS της αγοράς που απευθύνονται στο ευρύ κοινό δεν έχουν πρόβλεψη για το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ-87), στο οποίο γίνεται πλέον ο τετραγωνισμός (πορτοκαλί γραμμές) των χαρτών που πωλούνται από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.). Ευτυχώς, τα GPS της Garmin και της Magellan έχουν τη δυνατότητα ροσθήκης μιας χαρτογραφικής προβολής της οποίας μπορεί ο χρήστης να καθορίσει τις περισσότερες παραμέτρους.



Ο μόνος περιορισμός είναι να βασίζεται στην Εγκάρσια Μερκατορική προβολή (TM), χαρακτηριστικό που έχει και το ΕΓΣΑ-87.

Οι αναθεωρημένοι έγχρωμοι χάρτες της Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού) με κλίμακες από 1/100.000, 1/50.000 και 1/25.000 εμφανίζουν στο πλαίσιο τους και τις επίπεδες συντεταγμένες του ΕΓΣΑ'87.

Πρέπει να πούμε ότι η Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού) είναι η μοναδική αντιπρόσωπος όλων των χαρτών σε οποιαδήποτε κλίμακα 1/5.000 , 1/25.000 , 1/50.000 , 1/100.000 κλπ. Εκτός από την πώληση χαρτών που είναι αναθεωρημένοι και συμβαδίζουν με το Ε.Γ.Σ.Α'87 δίνεται ακόμα και τριγωνομετρικά σημεία, αεροφωτογραφίες κλπ όπως τα παρακάτω :

### **Τιμοκατάλογος Προϊόντων Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού)**

<b>ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ (Α/Φ)</b>				
<b>Προϊόν</b>	<b>Τρόπος διάθεσης</b>	<b>Μονάδα</b>	<b>Τιμή*</b>	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ παλαιού αρχείου (1938-1960)	φωτογραφικό χαρτί 24X24cm (1)	TEM	9.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ παλαιού αρχείου (1938-1960)	αρνητικό φιλμ και διαθετικό 24X24 cm (2)	TEM	20.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ παλαιού αρχείου (1938-1960)	μεγέθυνση σε φωτογραφικό χαρτί 50X60 cm (3)	TEM	34.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ παλαιού αρχείου (1938-1960)	σάρωση 2000-3000dpi (**)	TEM	40.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ 24x24 (1938-1960)	σάρωση έως 2000dpi	TEM	20.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	φωτογραφικό χαρτί 24x24 cm (1)	TEM	5.50	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	αρνητικό φιλμ και διαθετικό 24X24 cm (2)	TEM	10.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	μεγέθυνση σε φωτογραφικό χαρτί 50X60 cm (3)	TEM	18.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	σάρωση 2000-3000dpi (**)	TEM	40.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	σάρωση έως 2000dpi	TEM	20.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΧΡΩΜΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	φωτογραφικό χαρτί 24x24 cm (4)	TEM	16.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΧΡΩΜΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	αρνητικό φιλμ και διαθετικό 24X24 cm (5)	TEM	30.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΧΡΩΜΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	μεγέθυνση σε φωτογραφικό χαρτί 50X60 cm (6)	TEM	40.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΧΡΩΜΗ Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	σάρωση 2000-3000dpi (**)	TEM	50.00	
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΧΡΩΜΗ 24x24 εκ. Διαχρονικού Αρχείου (>1961)	σάρωση έως 2000dpi	TEM	30.00	
(1) ΧΑΡΤΙ 24X24 cm & ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗΣ Α/Φ	(επιβάρυνση χαρτιού εκτύπωσης ασπ/ρης Α/Φ)	TEM	0.60	
(2) ΦΙΛΜ ή ΔΙΑΘΕΤΙΚΟ 24X24 & ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗΣ Α/Φ	(επιβάρυνση φιλμ και διαθετικού ασπ/ρης Α/Φ)	TEM	2.10	
(3) ΧΑΡΤΙ 50X60 cm ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ	(επιβάρυνση χαρτιού μεγέθυνσης)	TEM	3.00	

ΑΣΠΙΡΟΜΑΥΡΗΣ Α/Φ 50X60	ασπ/ρης Α/Φ)		
(4) ΧΑΡΤΙ 24X24 & ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΕΓΧΡΩΜΗΣ Α/Φ	(επιβάρυνση χαρτιού εκτύπωσης έγχρωμης Α/Φ)	TEM	6.50
(5) ΧΑΡΤΙ 50X60 & ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ ΕΓΧΡΩΜΗΣ Α/Φ	(επιβάρυνση διαθετικού έγχρωμης Α/Φ)	TEM	29.50
(6) ΦΙΛΜ ή ΔΙΑΘΕΤΙΚΟ 24X24 & ΕΜΦΑΝ. ΕΓΧΡ.ΔΙΑΘΕΤΙΚΟΥ	(επιβάρυνση φιλμ και διαθετικού έγχρωμης Α/Φ)	TEM	17.20
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΦΩΤΟΜΗΧΑΝΩΝ	φωτοτυπία	TEM	0.00

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ				
Προϊόν	Τρόπος διάθεσης	Μονάδα	Τιμή*	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	σε διανυσματική μορφή (παραγωγή κατόπιν παραγγελίας)	TEM	1000.00	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	σε raster μορφή με γεωαναφορά	TEM	110.00	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	σε raster μορφή χωρίς γεωαναφορά	TEM	40.00	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	αδιαφανής φωτοτυπία (1)	TEM	18.00	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	αδιαφανής φωτοτυπία για Δημόσιους Φορείς (1)	TEM	4.50	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	αντίγραφο αδιαφανούς φωτοτυπίας	TEM	4.50	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:5.000)	αντίγραφο αδιαφανούς φωτοτυπίας για Δημόσιους Φορείς	TEM	1.12	
(1) ΑΔΙΑΦΑΝΕΣ ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ ΧΑΡΤΙ	(επιβάρυνση χαρτιού αδιαφανούς φωτοτυπίας)	TEM	0.50	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1:1.000 ΕΩΣ 1:2.000)	πρώτο αντίγραφο σε αδιαφανές χαρτί	TEM	18.00	
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΑΝΑ 20 μ.	σε διανυσματική μορφή, ανά φύλλο χάρτη 1:5.000	TEM	100.00	
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ με βήμα καταγραφής 30 μέτρα	σε format ASCII ή ArcInfo	T.Xλμ	3.00**	
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ με βήμα καταγραφής 100 μέτρα	σε format ASCII ή ArcInfo	T.Xλμ	0.40**	
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ με βήμα καταγραφής 250 μέτρα	σε format ASCII ή ArcInfo	T.Xλμ	0.20**	

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ			
Προϊόν	Τρόπος διάθεσης	Μονάδα	Τιμή*
ΕΓΧΡΩΜΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΕΩΝ 1:5.000 ή 1:10.000	εκτύπωση	ΤΕΜ	7.00
ΕΓΧΡΩΜΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΕΩΝ 1:5.000 ή 1:10.000	raster	ΤΕΜ	100.00
ΕΓΧΡΩΜΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΗΣ ΑΘΗΝΩΝ-ΠΕΙΡΑΙΑ (1:25.000)	εκτύπωση (κατόπιν παραγγελίας στο Τμήμα Χορήγησης ΓΥΣ)	ΤΕΜ	3.00
ΕΓΧΡΩΜΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΗΣ ΑΘΗΝΩΝ-ΠΕΙΡΑΙΑ (1:25.000)	raster (**)	ΤΕΜ	-
ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ κλίμακας 1:500.000 (5 τεμάχια)	εκτύπωση	ΤΕΜ	1.50
ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ κλίμακας 1:500.000 (5 τεμάχια)	raster (**)	ΤΕΜ	-
ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ (1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000, 1:1.000.000)	εκτύπωση	ΤΕΜ	5.00
ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ (1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000, 1:1.000.000)	raster (150dpi)	ΤΕΜ	100.00
ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟΙ (1:50.000)	εκτύπωση	ΤΕΜ	7.00
ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟΙ (1:50.000)	raster (150dpi)	ΤΕΜ	100.00
ΨΗΦΙΑΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ 1:50.000	σε διανυσματική μορφή	ΤΕΜ	800.00
ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΑΡΤΩΝ 1:250.000 (ERM)	σε διανυσματική μορφή	ΤΕΜ	800.00
ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 1:1.000.000 (έκδοσης 1998)	σε εκτύπωση (1 τεμάχιο)	ΤΕΜ	7.00
ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 1:1.000.000 (τουριστικός έκδοσης 2004)	σε ψηφιακή μορφή (1 τεμάχιο)	ΤΕΜ	100.00
ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 1:1.000.000 (τουριστικός έκδοσης 2004)	σε εκτύπωση, αναδιπλούμενος	ΤΕΜ	7.00
ΔΟΥΦΟΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	σε ψηφιακή μορφή (κατόπιν συνεννόησης με το Τμήμα Χορήγησης ΓΥΣ)	ΤΕΜ	300.00
ΟΡΘΟΓ.ΣΥΝ/ΝΕΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΧΑΡΤΩΝ (Ρ)	σε εκτύπωση	ΤΕΜ	0.00

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

ΓΕΩΛΑΙΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ			
Προϊόν	Τρόπος διάθεσης	Μονάδα	Τιμή*
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΟΡΘΟΓΩΝΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΑΣΤΡ. ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (Φ,Λ,ΑΖ) ΣΗΜΕΙΟΥ	σε εκτύπωση	TEM	20.00
ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ(ξ,η)	σε εκτύπωση	TEM	0.00
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ GPS	σε εκτύπωση	TEM	10.00
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΗΣ ΑΦΕΤΗΡΙΑΣ-REPER	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜ.ΑΦΕΤΗΡΙΩΝ	σε εκτύπωση	TEM	1.60

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ			
Προϊόν	Τρόπος διάθεσης	Μονάδα	Τιμή*
ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ ΒΑΡΥΤΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ I-II ΤΑΞΗΣ	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ ΒΑΡΥΤΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΠΥΚΝΩΣΗΣ	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	σε εκτύπωση	TEM	16.00
ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (D) ΣΗΜΕΙΟΥ	σε εκτύπωση	TEM	6.00
ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΑΕΡΟΣ (1:250.000, 1:1.000.000)	σε εκτύπωση	TEM	30.00
ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΑΕΡΟΣ (1:250.000, 1:1.000.000, 1:2.000.000)	σε ψηφιακό αρχείο raster (κατόπιν συνεννόησης με ΓΥΣ)	TEM	100.00
ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΑΠΛΗΣ BOUGUER (1:250.000, 1:1.000.000, 1:2.000.000)	εκτύπωση	TEM	30.00
ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΑΠΛΗΣ BOUGUER (1:250.000, 1:1.000.000, 1:2.000.000)	σε ψηφιακό αρχείο raster (κατόπιν συνεννόησης με ΓΥΣ)	TEM	100.00
ΧΑΡΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ D (1:1.000.000)	εκτύπωση	TEM	30.00
ΧΑΡΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ D (1:1.000.000)	σε ψηφιακό αρχείο raster (κατόπιν συνεννόησης με ΓΥΣ)	TEM	100.00

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

<b>ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ - ΧΑΡΤΕΣ ΠΑΛΑΙΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ</b>			
<b>Προϊόν</b>	<b>Τρόπος διάθεσης</b>	<b>Μονάδα</b>	<b>Τιμή*</b>
ΧΑΡΤΕΣ ΑΡΧΕΙΟΥ (έτη 1970-80, 1950-60, 1940, 1930, 1924-25, 1920, 1913, 1908, 1881-84) σε διάφορες κλίμακες (1:5.000, 1:10.000, 1:20.000, 1:25.000, 1:50.000, 1:75.000, 1:100.000, 1:200.000, 1:300.000, 1:400.000)	φωτοτυπία	ΤΕΜ	8.00
ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΓ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ	έγχρωμη εκτύπωση	ΤΕΜ	1.90
ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΚΡΑΤΟΣ ΙΟΥΣΤΙΝΙΑΝΟΥ	έγχρωμη εκτύπωση	ΤΕΜ	1.90
ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	έγχρωμη εκτύπωση	ΤΕΜ	1.90
ΧΑΡΤΑ ΤΟΥ ΡΗΓΑ (ΕΝΑ ΦΥΛΛΟ)	έγχρωμη εκτύπωση	ΤΕΜ	1.90
ΧΑΡΤΑ ΤΟΥ ΡΗΓΑ (ΤΕΣΣΕΡΑ ΦΥΛΛΑ)	έγχρωμη εκτύπωση	ΤΕΜ	7.60

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

<b>ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ</b>			
<b>Προϊόν</b>	<b>Τρόπος διάθεσης</b>	<b>Μονάδα</b>	<b>Τιμή*</b>
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΛΕΞΙΚΑ (GAZETTEERS)	3 Τόμοι βιβλιοδετημένοι	ΤΕΜ	300.00
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΛΕΞΙΚΑ (GAZETTEERS)	1 Τόμος βιβλιοδετημένος	ΤΕΜ	100.00
ΒΙΒΛΙΟ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΛ. 1:5.000	1 βιβλίο	ΤΕΜ	16.00
ΤΟΠΩΝΥΜΙΑ ΑΝΑ Φ.Χ. 1:50.000	σε αρχείο ASCII	ΤΕΜ	30.00
ΒΙΒΛΙΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΥΝΤ/ΝΩΝ ΗΑΤΤ-ΕΓΣΑ	1 βιβλίο	ΤΕΜ	14.00

\* Οι τιμές είναι σε Ευρώ και επιβαρύνονται με ΦΠΑ

## HEPOS

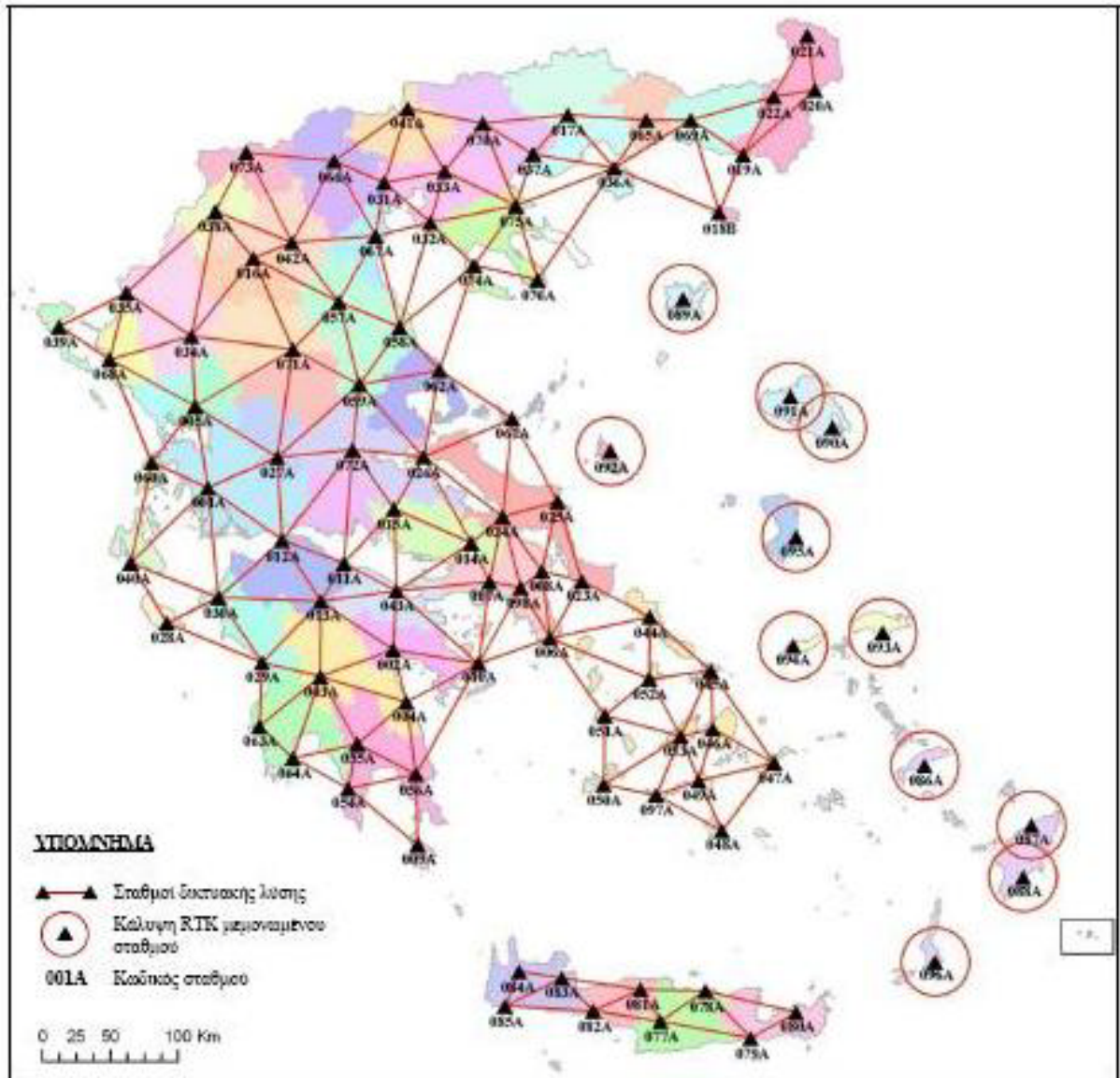
Το ελληνικό σύστημα εντοπισμού HEPOS είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει τον προσδιορισμό θέσης με υψηλή ακρίβεια αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού GPS. Το HEPOS αποτελεί ένα σύστημα εντοπισμού αντίστοιχο με αυτά που λειτουργούν τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης. Το HEPOS αποτελείται από δίκτυο 98 μόνιμων δορυφορικών σταθμών αναφοράς και ένα κέντρο έλεγχου που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της ΚΤΗΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. Το κέντρο έλεγχου επεξεργάζεται τα στοιχεία των σταθμών αναφοράς και αποστέλλει στο χρήστη τα δεδομένα που χρειάζονται για τον ακριβή προσδιορισμό θέσης. Οι μετρήσεις των σταθμών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο στο Κέντρο Ελέγχου του συστήματος, όπου γίνεται η επεξεργασία, αρχειοθέτηση, διάθεση και αποστολή των στοιχείων προς τους χρήστες.

Παράλληλα με τις κτηματογραφικές εργασίες Εθνικού Κτηματολογίου, το HEPOS μπο ρί να καλύψει και πλήθο ς άλλων εφαρμο φών, στα πεδία της τοπογραφίας, Γεωδαισίας, Χαρτογραφίας, Υδατογραφίας, κατασκευής τεχνικών έργων και γενικότερα της συλλογής χωρικών δεδομένων και Γεωεπιστημών. Επίσης το HEPOS μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην επιστημονική έρευνα σε τομείς όπως η Γεωδαισίας, η Γεωλογία και η Σεισμολογία.

Η διάθεση των υπηρεσιών του HEPOS ξεκίνησε το Φεβρουάριο του 2008, οπότε το σύστημα άρχισε να χρησιμοποιείται από τους αναδόχους έργων Γ' ΚΠΣ της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. Επίσης, το Μάρτιο του 2008 δόθηκε περιορισμένη πρόσβαση σε αντιπροσώπους γεωδαιτικών συστημάτων GPS(δικτυακές τεχνικές), προκειμένου να εξοικειωθούν με το σύστημα και να μπορέσουν να υποστηρίξουν τους κατόχους γεωδαιτικού εξοπλισμού GPS.

Οι δικτυακές τεχνικές GPS αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία και υλοποιούν το σχετικό εντοπισμό αξιοποιώντας στοιχεία από πολλούς σταθμούς αναφοράς ενός δικτύου και όχι από ένα μόνο σταθμό αναφοράς όπως συμβαίνει με τον κλασικό σχετικό εντοπισμό με GPS. Το HEPOS υποστηρίζει όλες τις υφιστάμενες δικτυακές τεχνικές GPS.

Δίκτυο Σταθμών Αναφοράς του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού HEPOS



ΕΡΓΟ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ»

Οι δικτυακές τεχνικές είναι αυτή του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς (VRS: Virtual Reference Station), η τεχνική FKP (Flächenkorrekturparameter) και η τεχνική MAC (Master Auxiliary Concept). Οι τεχνικές FKP και MAC χρησιμοποιούνται μόνο για εφαρμογές RTK. Η τεχνική του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς μπορεί να χρησιμοποιείται τόσο για εφαρμογές RTK όσο και για εφαρμογές μετεπεξεργασίας. Κατά τη χρήση της τεχνικής VRS, το Κέντρο Ελέγχου δημιουργεί, με βάση τα δεδομένα των πραγματικών σταθμών, δεδομένα σταθμού αναφοράς για μία οποιαδήποτε θέση μέσα στην περιοχή δικτυακής λύσης του HEPOS. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί τα δεδομένα αυτά, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, σαν να είχαν προκύψει από σταθμό αναφοράς τοποθετημένο στη συγκεκριμένη αυτή θέση.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση των υπηρεσιών του είναι η εγγραφή ενός χρήστη στο σύστημα.

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε από την ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου. Παράλληλα, ως έργο υποδομής μπορεί να έχει και μια σειρά εφαρμογές σε άλλους τομείς όπου υπάρχουν αυξημένες ανάγκες χωρικής ακρίβειας και απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα φορέων όπως:

- Δημόσιες υπηρεσίες και οργανισμούς
- Αναδόχους έργων της κτηματολόγιο Α.Ε.
- Τοπογράφους Μηχανικούς και γενικότερα επαγγελματίες των Γεωεπιστημών
- Ιδιώτες μελετητές και κατασκευαστές έργων
- Πανεπιστημιακούς και ερευνητικούς φορείς.

Το HEPOS απλοποιεί τον προσδιορισμό συντεταγμένων, επιτρέποντας στον κάτοχο ενός μόνο γεωδαιτικού δέκτη GPS να μετράει με γεωδαιτική ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο, κάτι που μέχρι πρόσφατα απαιτούσε την ταυτόχρονη χρήση δύο γεωδαιτικών δεκτών GPS. Έχει πανελλαδική κάλυψη, προσφέροντας παράλληλα και δικτυακές τεχνικές GPS στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Η χρήση των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας μπορεί να γίνεται και με δέκτες μίας συχνότητας, οι οποίοι έχουν σημαντικά χαμηλότερο κόστος από τους δέκτες δύο συχνοτήτων, έτσι προσφέρει υψηλή ακρίβεια εντοπισμού σε όλη τη χώρα, υλοποιώντας έτσι ένα γεωδαιτικό πλαίσιο αναφοράς εξαιρετικά υψηλής ομοιογένειας σε εθνικό επίπεδο.

Προσδιορίζει με ακρίβεια λίγων εκατοστών τη θέση ενός σημείου σε «πραγματικό χρόνο». Μειώνει το κόστος προμήθειας δέκτη αναφοράς για το χρήστη και αυξάνει τη μετρική διαδικασία εξασφαλίζοντας ενιαία ακρίβεια και ομοιογένεια σ' όλη την Επικράτεια.



Οι υπηρεσίες που παρέχει διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Υπηρεσίες «πραγματικού χρόνου», στις οποίες η θέση ενός σημείου προσδιορίζεται κατά τη στιγμή της μέτρησης και μπορούν να παρέχουν ακρίβεια λίγων εκατοστών (τεχνικές RTK) είτε ακρίβεια της τάξης του μισού μέτρου (τεχνικές DGPS). Όπου εκτός από το δέκτη GPS, χρειάζεται και ένα GSM ή GPRS modem για επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου. Τα modems αυτά, μπορούν να ενσωματώνονται στο δέκτη GPS ή να ενεργοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα των χρηστών
- Υπηρεσίες «μετεπεξεργασίας», όπου η θέση ενός σημείου προσδιορίζεται εκ των υστέρων μετά από επεξεργασία μετρήσεων στο γραφείο. Για τις υπηρεσίες αυτές εκτός από το δέκτη GPS χρειάζεται και ένα εξειδικευμένο λογισμικό γραφείου.

Οι υπηρεσίες αυτές υλοποιούνται μέσω της τεχνικής στατικών εντοπισμών (χρήση αρχείων Rinex) και παρέχουν τη μέγιστη ακρίβεια που μπορεί να φτάσει έως το επίπεδο λίγων χιλιοστών.



Εικόνα 7. Πομπός του συστήματος HEPOS.

Το είδος του εξοπλισμού που απαιτείται εξαρτάται από την υπηρεσία που θέλει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης και είναι συνάρτηση της ακρίβειας που θέλει να έχει. Ένας χρήστης των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου του HEPOS, χρειάζεται ένα γεωδαιτικό δέκτη για κινηματικό εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο (RTK) ή ένα δέκτη με δυνατότητα DGPS μέσω δικτύου Σταθμών Αναφοράς. Για εφαρμογές RTK, όλοι οι δέκτες που κατασκευάζονται τα τελευταία χρόνια είναι πλήρως συμβατοί με τον τρόπο λειτουργίας του HEPOS επειδή κατασκευάζονται για λειτουργία σε δίκτυα όπως το αυτό. Παλιότεροι δέκτες είναι συνήθως αναβαθμίσιμοι μέσω ανανέωσης του firmware. Για εφαρμογές μετεπεξεργασίας δεν υπάρχει ουσιαστικά κάποιος περιορισμός αναφορικά με το γεωδαιτικό δέκτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε κάθε περίπτωση οι όποιοι περιορισμοί μπορεί να ισχύουν, σχετίζονται αποκλειστικά με τις δυνατότητες του συγκεκριμένου μοντέλου δέκτη και σε καμία περίπτωση με την κατασκευάστρια εταιρία του δέκτη. Με το HEPOS μπορούν να χρησιμοποιούνται δέκτες GPS όλων ουσιαστικά των κατασκευαστών.

Επίσης χρειάζεται μία συσκευή επικοινωνίας με το Κέντρο Ελέγχου του HEPOS (GSM ή GPRS modem). Το modem αυτό μπορεί είτε να είναι εξωτερικό, π.χ. το ίδιο το κινητό τηλέφωνο του χρήστη, είτε να είναι ενσωματωμένο στο δέκτη GPS ή στο χειριστήριο. Για ένα χρήστη των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας, η μόνη απαίτηση είναι η δυνατότητα του λογισμικού γραφείου να μπορεί να επεξεργαστεί αρχεία RINEX που περιέχουν παρατηρήσεις των Σταθμών του HEPOS, κάτι που προσφέρουν όλα, πρακτικά, τα σύγχρονα πακέτα λογισμικού της αγοράς.

**ΤΙΜΟΚΑΤΑΛΟΓΟΣ**

**HEPOS: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ  
ΤΕΛΗ ΕΓΓΡΑΦΗΣ – ΧΡΗΣΗΣ**

Τα ακόλουθα τέλη εγγραφής-χρήσης ισχύουν από 25 Μαΐου 2009.

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ <sup>1</sup>
<b>Τέλος εγγραφής</b>			
1	Τέλος εγγραφής <sup>2</sup>	Άδεια χρήσης <sup>3</sup>	120.00 €
<b>Υπηρεσίες Πραγματικού Χρόνου: RTK</b>			
2	Μηνιαίο πάγιο τέλος χρήσης υπηρεσιών RTK <sup>4</sup>	1 μήνας	10.00 €
3	RTK (ανεξαρτήτως τεχνικής και φορματ)	1 min	0.10 €
<b>Υπηρεσίες Πραγματικού Χρόνου: DGPS</b>			
4	DGPS (ανεξαρτήτως τεχνικής και φορματ)	1 min	0.07 €
<b>Υπηρεσίες Μετεπεξεργασίας</b>			
5	Αρχεία RINEX ή CRINEX πραγματικού ή εικονικού σταθμού με διάστημα καταγραφής 5, 10, 15, 20, 30, 60 sec	1 min	0.08 €
6	Αρχεία RINEX ή CRINEX πραγματικού ή εικονικού σταθμού με διάστημα καταγραφής 1, 2 sec	1 min	0.30 €
<b>Υπηρεσίες Μετεπεξεργασίας (παλαιά αρχεία που δεν υπάρχουν on-line στον ιστοχώρο του HEPOS<sup>5</sup>)</b>			
7	Αρχεία CRINEX (ημερήσιο) πραγματικού σταθμού με διάστημα καταγραφής 15 sec <sup>6</sup>	1 min	0.10 €
8	Αρχείο CRINEX (ωριαίο) πραγματικού σταθμού με διάστημα καταγραφής 1 sec <sup>7</sup>	1 min	0.50 €
9	Ανακτήση παλαιών αρχείων CRINEX <sup>8</sup>	Ημερολογιακός μήνας	150.00 €

<sup>1</sup> Στις τιμές δεν συμπεριλαμβάνεται ο αναλογών ΦΠΑ.  
<sup>2</sup> Το τέλος εγγραφής καταβάλλεται εφάπαξ. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση χρήστη, ο οποίος έχει διαγραφεί για οποιονδήποτε λόγο από σύστημα και θέλησει να εγγραφεί ξανά σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τους Γενικούς-Ειδικούς Όρους Χρήσης του HEPOS.  
<sup>3</sup> Με τον όρο «άδεια χρήσης» νοείται κάθε κωδικός πρόσβασης ανά είδος υπηρεσίας και κάθε αριθμός κλήσης GSM για τον οποίο ενεργοποιείται η πρόσβαση στο σύστημα.  
<sup>4</sup> Το μηνιαίο πάγιο τέλος χρήσης υπηρεσιών RTK χρεώνεται για κάθε άδεια χρήσης.  
<sup>5</sup> Λόγω του μεγάλου αριθμού σταθμών αναφοράς του συστήματος, τα δεδομένα παραμένουν on-line στον ιστοχώρο του HEPOS για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα της τάξης των 30 ημερών, σύμφωνα με τους Γενικούς Όρους Χρήσης του HEPOS. Μετά την πάροδο του διαστήματος αυτού, χορηγούνται μόνο δεδομένα «πραγματικών» σταθμών. Τα δεδομένα αυτά χορηγούνται είτε σε ωριαία αρχεία (CRINEX) με διάστημα καταγραφής 1 sec είτε σε ημερήσια αρχεία (CRINEX) με διάστημα καταγραφής 15 sec.  
<sup>6</sup> Ελάχιστη χρέωση: Ένα ημερήσιο αρχείο.  
<sup>7</sup> Ελάχιστη χρέωση: Ένα ωριαίο αρχείο.  
<sup>8</sup> Για παραγγελίες παλαιών αρχείων, πέραν των χρεώσεων με A/A 7 και 8, χρεώνεται και το κόστος ανάκτησης παλαιών αρχείων CRINEX από το σύστημα μόνιμης αρχειοθέτησης. Η χρέωση επιβάλλεται για κάθε παραγγελία παλαιών αρχείων και για τόσους ημερολογιακούς μήνες, όσους περιλαμβάνουν δεδομένα που ζητούνται με την παραγγελία.

Εικόνα 8. Τιμοκατάλογος Υπηρεσιών του HEPOS.

Για τη χρήση των υπηρεσιών του HEPOS στο πεδίο, ισχύουν οι προϋποθέσεις που ισχύουν γενικότερα για τη χρήση δεκτών GPS, δηλαδή πρέπει να υπάρχει καλή ορατότητα δορυφόρων, περιβάλλον απαλλαγμένο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές κλπ.

Με το HEPOS επιτυγχάνεται η πλήρης ακρίβεια που προσφέρει η κάθε τεχνική εντοπισμού με GPS. Ειδικότερα όταν χρησιμοποιούνται δικτυακές τεχνικές του HEPOS, η επιτυγχανόμενη ακρίβεια είναι συνήθως υψηλότερη. Με την τεχνική

RTK ένα σημείο μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια λίγων cm. Με την τεχνική DGPS η HEPOS\_faqs\_v1\_1\_gr η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι καλύτερη του μέτρου (sub-meter accuracy) ενώ όταν χρησιμοποιείται το HEPOS μπορεί να φθάνει και μέχρι 0,20 m ανάλογα με τον εξοπλισμό του χρήστη. Με την στατική τεχνική επιτυγχάνεται η μέγιστη ακρίβεια που μπορεί με πολύωρες παρατηρήσεις να φτάσει μέχρι το επίπεδο λίγων mm.

### **Γενικές ερωτήσεις για το HEPOS και τις υπηρεσίες που παρέχει**

#### ***Τι είναι το HEPOS;***

Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού HEPOS (HEllenic POsitioning System) είναι ένα σύστημα το οποίο σχεδίασε, υλοποίησε και λειτουργεί η ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε., για να παρέχει υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (GPS - Global Positioning System). Το σύστημα αποτελείται από 98 μόνιμους σταθμούς αναφοράς GPS, κατανεμημένους σε ολόκληρη τη χώρα. Οι μετρήσεις των σταθμών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο στο Κέντρο Ελέγχου του συστήματος, όπου γίνεται η επεξεργασία, αρχειοθέτηση, διάθεση και αποστολή των στοιχείων προς τους χρήστες.

#### ***Ποιες υπηρεσίες εντοπισμού παρέχει το HEPOS;***

Το HEPOS παρέχει υπηρεσίες «πραγματικού χρόνου» (real-time), κατά τις οποίες ο χρήστης προσδιορίζει τη θέση ενός σημείου άμεσα κατά τη στιγμή της μέτρησης (τεχνικές RTK και DGPS) και υπηρεσίες «μετεπεξεργασίας» (post-processing) όπου η θέση των μετρημένων σημείων προσδιορίζεται μέσω επεξεργασίας δεδομένων στο γραφείο.

#### ***Ποια είναι τα βασικότερα πλεονεκτήματα του HEPOS;***

Το HEPOS απλοποιεί τον προσδιορισμό συντεταγμένων, επιτρέποντας στον κάτοχο ενός μόνο γεωδαιτικού δέκτη GPS να μετράει με γεωδαιτική ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο, κάτι που μέχρι πρόσφατα απαιτούσε την ταυτόχρονη χρήση δύο γεωδαιτικών δεκτών GPS. Το HEPOS έχει πανελλαδική κάλυψη, προσφέροντας παράλληλα και δικτυακές τεχνικές GPS στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Η χρήση

των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας μπορεί να γίνεται και με δέκτες μίας συχνότητας, οι οποίοι έχουν σημαντικά χαμηλότερο κόστος από τους δέκτες δύο συχνοτήτων. Το HEPOS προσφέρει υψηλή ακρίβεια εντοπισμού σε όλη τη χώρα, υλοποιώντας έτσι ένα γεωδαιτικό πλαίσιο αναφοράς εξαιρετικά υψηλής ομοιογένειας σε εθνικό επίπεδο.

### ***Ποιοι μπορούν να χρησιμοποιούν το HEPOS;***

Το HEPOS αναπτύχθηκε από την ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου. Παράλληλα μπορεί να χρησιμοποιείται και από άλλους δημόσιους αλλά και ιδιωτικούς φορείς.

### ***Από πότε είναι διαθέσιμο το HEPOS;***

Από το Μάιο του 2009 οι υπηρεσίες του HEPOS διατίθενται σε κάθε ενδιαφερόμενο. Η διάθεση των υπηρεσιών του HEPOS ξεκίνησε το Φεβρουάριο του 2008, οπότε το σύστημα άρχισε να χρησιμοποιείται από τους αναδόχους έργων Γ' ΚΠΣ της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. Επίσης, το Μάρτιο του 2008 δόθηκε περιορισμένη πρόσβαση σε αντιπροσώπους γεωδαιτικών συστημάτων GPS, προκειμένου να εξοικειωθούν με το σύστημα και να μπορέσουν να υποστηρίξουν τους κατόχους γεωδαιτικού εξοπλισμού GPS.

### ***Πώς μπορεί κάποιος να αποκτήσει πρόσβαση στις υπηρεσίες του HEPOS;***

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση των υπηρεσιών του HEPOS είναι η εγγραφή ενός χρήστη στο σύστημα. Αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας εγγραφής διατίθεται μέσω της επιλογής «Εγγραφή» στην αρχική ιστοσελίδα του ιστοχώρου του HEPOS ([www.hepos.gr](http://www.hepos.gr)).

***Ποιο είναι το κόστος για τη χρήση των υπηρεσιών του HEPOS;***

Ο τιμοκατάλογος με τα τέλη εγγραφής-χρήσης του HEPOS διατίθεται μέσω της επιλογής «Το Σύστημα» στην αρχική ιστοσελίδα του ιστοχώρου του HEPOS ([http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS\\_pricelist\\_090525\\_gr.pdf](http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS_pricelist_090525_gr.pdf)).

***Τι είδους εξοπλισμό χρειάζεται ο χρήστης προκειμένου να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες HEPOS;***

Το είδος του εξοπλισμού που απαιτείται εξαρτάται από την υπηρεσία που θέλει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης. Ένας χρήστης των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου του HEPOS, χρειάζεται ένα γεωδαιτικό δέκτη για κινηματικό εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο (RTK) ή ένα δέκτη με δυνατότητα DGPS μέσω δικτύου Σταθμών Αναφοράς. Επίσης χρειάζεται μία συσκευή επικοινωνίας με το Κέντρο Ελέγχου του HEPOS (GSM ή GPRS modem). Το modem αυτό μπορεί είτε να είναι εξωτερικό, π.χ. το ίδιο το κινητό τηλέφωνο του χρήστη, είτε να είναι ενσωματωμένο στο δέκτη GPS ή στο χειριστήριο. Για ένα χρήστη των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας, η μόνη απαίτηση είναι η δυνατότητα του λογισμικού γραφείου να μπορεί να επεξεργαστεί αρχεία RINEX που περιέχουν παρατηρήσεις των Σταθμών του HEPOS, κάτι που προσφέρουν όλα, πρακτικά, τα σύγχρονα πακέτα λογισμικού της αγοράς.

***Με ποιους δέκτες μπορεί να χρησιμοποιηθεί το HEPOS;***

Για εφαρμογές RTK, όλοι οι δέκτες που κατασκευάζονται τα τελευταία χρόνια είναι πλήρως συμβατοί με τον τρόπο λειτουργίας του HEPOS επειδή κατασκευάζονται για λειτουργία σε δίκτυα όπως το HEPOS. Παλιότεροι δέκτες είναι συνήθως αναβαθμίσιμοι μέσω ανανέωσης του firmware. Για εφαρμογές μετεπεξεργασίας δεν υπάρχει ουσιαστικά κάποιος περιορισμός αναφορικά με το γεωδαιτικό δέκτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε κάθε περίπτωση οι όποιοι περιορισμοί μπορεί να ισχύουν, σχετίζονται αποκλειστικά με τις δυνατότητες του συγκεκριμένου μοντέλου δέκτη και σε καμία περίπτωση με την κατασκευάστρια εταιρία του δέκτη. Με το HEPOS μπορούν να χρησιμοποιούνται δέκτες GPS όλων ουσιαστικά των κατασκευαστών.

***Με ποια σύνδεση κινητής τηλεφωνίας μπορεί να χρησιμοποιείται το HEPOS;***

Για τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί σύνδεση κινητής τηλεφωνίας οποιουδήποτε παρόχου. Μοναδική προϋπόθεση είναι να έχει ενεργοποιημένες τις υπηρεσίες που επιτρέπουν τη χρήση GSM modem, ή/και GRPS. Ειδικά για τις συνδέσεις μέσω GSM modem, ανεξαρτήτως παρόχου, δεν πρέπει να είναι ενεργοποιημένη η απόκρυψη του αριθμού κλήσης γιατί μέσω αυτού γίνεται η αναγνώριση του χρήστη για να του επιτραπεί η πρόσβαση στο σύστημα.

***Τι είναι οι δικτυακές τεχνικές GPS;***

Οι δικτυακές τεχνικές GPS αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία και υλοποιούν το σχετικό εντοπισμό αξιοποιώντας στοιχεία από πολλούς σταθμούς αναφοράς ενός δικτύου και όχι από ένα μόνο σταθμό αναφοράς όπως συμβαίνει με τον κλασικό σχετικό εντοπισμό με GPS. Το HEPOS υποστηρίζει όλες τις υφιστάμενες δικτυακές τεχνικές GPS.

***Ποιες είναι οι δικτυακές τεχνικές GPS;***

Οι δικτυακές τεχνικές είναι αυτή του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς (VRS: Virtual Reference Station), η τεχνική FKP (Flächenkorrekturparameter) και η τεχνική MAC (Master Auxiliary Concept). Οι τεχνικές FKP και MAC χρησιμοποιούνται μόνο για εφαρμογές RTK. Η τεχνική του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς μπορεί να χρησιμοποιείται τόσο για εφαρμογές RTK όσο και για εφαρμογές μετεπεξεργασίας. Κατά τη χρήση της τεχνικής VRS, το Κέντρο Ελέγχου δημιουργεί, με βάση τα δεδομένα των πραγματικών σταθμών, δεδομένα σταθμού αναφοράς για μία οποιαδήποτε θέση μέσα στην περιοχή δικτυακής λύσης του HEPOS. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί τα δεδομένα αυτά, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, σαν να είχαν προκύψει από σταθμό αναφοράς τοποθετημένο στη συγκεκριμένη αυτή θέση.

***Τι είναι το format RINEX;***

Η μορφή RINEX (Receiver INdependent EXchange format) είναι μία ASCII μορφή αποθήκευσης των παρατηρήσεων GPS, που είναι διεθνώς αποδεκτή από τους κατασκευαστές δεκτών και λογισμικού GPS. Όλοι οι κατασκευαστές δεκτών GPS εξασφαλίζουν ότι οι μετρήσεις μπορούν να εξαχθούν σε μορφή RINEX και όλα πρακτικά τα λογισμικά επίλυσης παρέχουν τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων μορφής RINEX.

***Σε ποιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς μπορώ να προσδιορίσω συντεταγμένες χρησιμοποιώντας το HEPOS;***

Σε όλα, εφόσον γνωρίζω τις σχέσεις μετασχηματισμού μεταξύ του συστήματος αναφοράς του HEPOS (HTRS07: Hellenic Terrestrial Reference System 2007) και του συστήματος στο οποίο θέλω να προσδιορίσω τις συντεταγμένες. Για όσα έργα υλοποιούνται στο ETRS89 (π.χ. υπόβαθρα Γ'ΚΠΣ της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.) δεν απαιτείται μετασχηματισμός και η χρήση του HEPOS μπορεί να είναι άμεση. Για τον προσδιορισμό θέσης στο ΕΓΣΑ'87 η ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. ανέπτυξε σε συνεργασία με το ΑΠΘ το επίσημο μοντέλο μετασχηματισμού μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ87. Το μαθηματικό μοντέλο του μετασχηματισμού καθώς και τα επίσημα λογισμικά για την υλοποίησή του είναι διαθέσιμα μέσω της επιλογής «Downloads» στην αρχική ιστοσελίδα του ιστοχώρου του HEPOS ([http://www.hepos.gr/hepos/downloads\\_1.php](http://www.hepos.gr/hepos/downloads_1.php)). Τέλος, πολλοί κατασκευαστές γεωδαιτικών συστημάτων GPS ενσωμάτωσαν στα συστήματα που προμηθεύουν, υλοποιήσεις του μοντέλου μετασχηματισμού. Οδηγίες για την εφαρμογή του μετασχηματισμού διατίθενται μέσω της επιλογής «Οδηγίες χρήσης» ([http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS\\_gen\\_guidelines\\_v1\\_1\\_gr.pdf](http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS_gen_guidelines_v1_1_gr.pdf)) στην αρχική ιστοσελίδα του ιστοχώρου του HEPOS

***Ποια είναι η ακρίβεια προσδιορισμού θέσης χρησιμοποιώντας το HEPOS;***

Με το HEPOS επιτυγχάνεται η πλήρης ακρίβεια που προσφέρει η κάθε τεχνική εντοπισμού με GPS. Ειδικότερα όταν χρησιμοποιούνται δικτυακές τεχνικές



του HEPOS, η επιτυγχανόμενη ακρίβεια είναι συνήθως υψηλότερη. Με την τεχνική RTK ένα σημείο μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια λίγων cm. Με την τεχνική DGPS η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι καλύτερη του μέτρου (sub-meter accuracy) ενώ όταν χρησιμοποιείται το HEPOS μπορεί να φθάσει και μέχρι 0,20 m ανάλογα με τον εξοπλισμό του χρήστη. Με την στατική τεχνική επιτυγχάνεται η μέγιστη ακρίβεια που μπορεί με πολύωρες παρατηρήσεις να φτάσει μέχρι το επίπεδο λίγων mm.

***Κάτω από ποιες συνθήκες μπορεί να γίνεται η χρήση των υπηρεσιών του HEPOS στο πεδίο;***

Για τη χρήση των υπηρεσιών του HEPOS στο πεδίο, ισχύουν οι προϋποθέσεις που ισχύουν γενικότερα για τη χρήση δεκτών GPS, δηλαδή πρέπει να υπάρχει καλή ορατότητα δορυφόρων, περιβάλλον απαλλαγμένο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές κλπ. Σχετικές οδηγίες διατίθενται μέσω της επιλογής «Οδηγίες χρήσης» ([http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS\\_gen\\_guidelines\\_v1\\_1\\_gr.pdf](http://www.hepos.gr/hepos/HEPOS_gen_guidelines_v1_1_gr.pdf)) στην αρχική ιστοσελίδα του ιστοχώρου του HEPOS. Επιπλέον, για τη χρήση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου χρειάζεται να υπάρχει κάλυψη GPRS ή GSM.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΓΑΝΟΥ GPS ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Το όργανο που προμηθευτήκαμε και χρησιμοποιήσαμε στην εργασία μας είναι της Κατασκευάστριας Εταιρίας Leica και ήρθε στα χέρια μας με μορφή ενοικίασης από τον αντιπρόσωπο της Leica στην χώρα μας την Metrica . Επιλέξαμε το συγκεκριμένο όργανο λόγω της ευχρηστίας του, της μεγάλης ακρίβειας που αποδίδει στο πεδίο(βλέπε παρακάτω) και της διαθεσιμότητας του από την Εταιρία.



Εικόνα 9. Από το Εγχειρίδιο του οργάνου.

Το συγκεκριμένο όργανο είναι διπλόσυγχο, δηλαδή λειτουργεί με την συνεργασία δύο κεφαλών GPS , οι οποίες επικοινωνώντας η κάθε μία με τους δορυφόρους που έχει στην εμβέλεια της και στην μετέπειτα μεταξύ τους συνεννόηση αποδίδει τα τελικά αποτελέσματα με μεγάλη ακρίβεια.

Όπως προαναφέραμε αποτελείται από δύο κεφαλές GPS εκ των οποίων η μία εφαρμόζει σε ένα κλασσικό τρίποδα, παραμένει ακίνητη και θα την αποκαλούμε

reference . Η δεύτερη κεφαλή εφαρμόζει σε ειδικό στυλαίο που μας προμηθεύει η κατασκευάστρια εταιρία, που έχει σταθερά γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως το ύψος της, την οποία ονομάζουμε rover και είναι αυτή που κινώντας της αποτυπώνουμε (αποτύπωση) τα σημεία που μας ενδιαφέρουν ή αντιστρόφως επισημάνουμε τα σημεία που θέλουμε να σημάνουμε (χάραξη).



**Εικόνα 10. Βαλίτσα που περιέχει όλο τον εξοπλισμό**

Ο εξοπλισμός μας είναι τοποθετημένος και φυλάσσεται σε ειδική βαλίτσα που έχει τοποθετηθεί από την κατασκευάστρια εταιρία, έτσι η εύκολη μεταφορά της και η προστασία του εξοπλισμού θεωρείται δεδομένο. Μέσα στην βαλίτσα βρίσκονται οι δύο κεφαλές GPS τα καλώδια σύνδεσης τους, οι μπαταρίες τροφοδοσίας τους, οι βάσεις στήριξης αντίστοιχα για την κάθε μια, οι συσκευές μόντεμ που επιτρέπουν την μεταξύ των δύο κεφαλών επικοινωνία και τέλος το χειριστήριο που μας επιτρέπει να εγκαταστήσουμε το όργανό μας και να διαχειριστούμε τα δεδομένα όπως επιθυμούμε αναλόγως με την εργασία που καλούμαστε να αποδώσουμε.



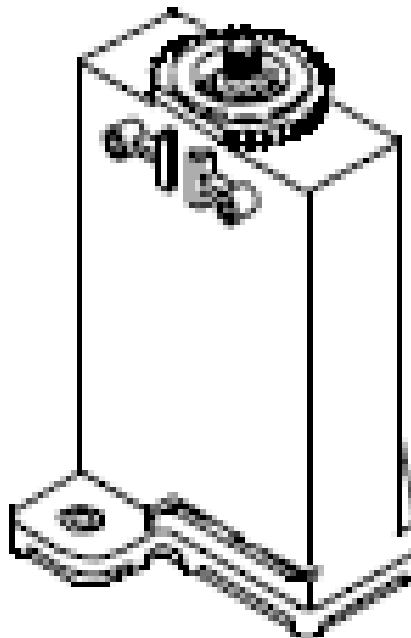
Εικόνα 11. Κεφαλή GPS .



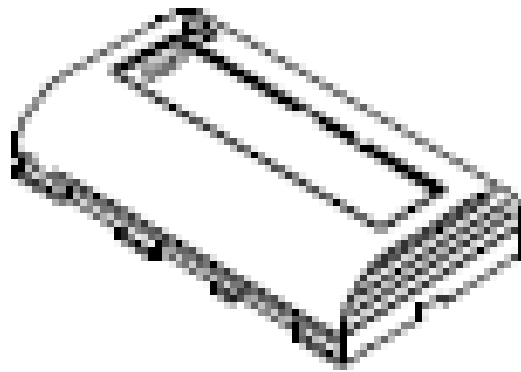
Εικόνα 12. Χειριστήριο



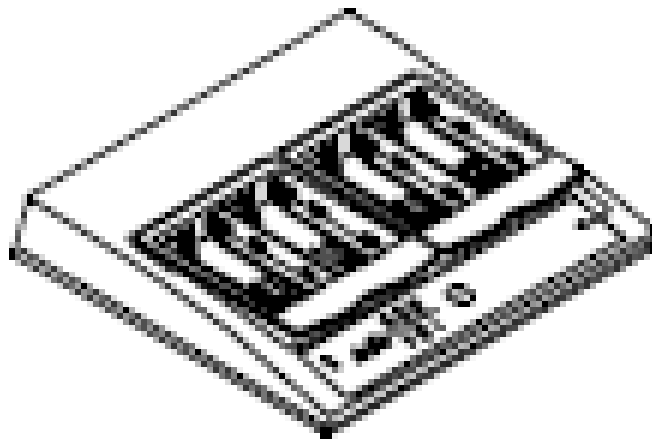
Εικόνα 13. Κεντρικό μενυ προγράμματος επεξεργασίας.



Εικόνα 14. Μόντεμ επικοινωνίας δύο κεφαλών .



Εικόνα 15. Μπαταρία τροφοδοσίας κεφαλών.



Εικόνα 16. Φορτιστής μπαταριών .



Εικόνα 17. Όργανα GPS .

Πιο αναλυτικά : αποτελείτε από το έγχρωμο χειριστήριο Leica RX900c και την Leica ATX900 GG GNSS Κεραία. Ο όλα-στο-στυλαίο GPS900 RTK δέκτης είναι ιδανικός για εφαρμογές χάραξης και αποτύπωσης με ένα άτομο. Ο δέκτης ATX900CS είναι διπλής συχνότητας, γεωδαιτικός, για εφαρμογές στατικού, κινηματικού και γρήγορου κινηματικού εντοπισμού θέσης με RTK λειτουργία. Διαθέτει 72 κανάλια σε 2 συχνότητες L1 και L2 με 14 κανάλια σε κάθε συχνότητα GPS. Ο δέκτης εκτελεί μετρήσεις φάσης και στα δύο φέροντα κύματα συχνοτήτων L1 και L2 και μετρήσεις κωδικών C/A και P στην L1 και L2 συχνότητα.

Ο δέκτης διαθέτει:

- Δεκατέσσερα (14) κανάλια συνεχούς ανίχνευσης στην συχνότητα L1.
- Δεκατέσσερα (14) κανάλια συνεχούς ανίχνευσης στην συχνότητα L2.
- Δώδεκα (12) κανάλια συνεχούς ανίχνευσης στην συχνότητα L1 GLONASS
- Δώδεκα (12) κανάλια συνεχούς ανίχνευσης στην συχνότητα L2 GLONASS

Η ακρίβεια των μετρήσεων κώδικα στην L1 είναι 20 mm rms και στην L2 20mm rms και το rms μετρήσεων φάσης στην L1 είναι 0.2mm rms και στην L2 0.2 mm rms. Ο δέκτης έχει δυνατότητα μετάδοσης RTK διορθώσεων σε format Leica Lite για

γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές. Διαθέτει τεχνολογία για ταχύτατη απόκτηση δεδομένων με υψηλή ακρίβεια και είναι δυνατός ο εντοπισμός δορυφόρων ακόμα και όταν αυτοί δεν βρίσκονται σε καλή γεωμετρία, και οι συνθήκες είναι εξαιρετικά δύσκολες. Έχει εξειδικευμένη τεχνολογία για την ενίσχυση του σήματος των δορυφόρων GPS.

## **Εφαρμογές**



### **Γραμμή Αναφοράς/Ελέγχου**

Χάραξη και αποτύπωση με αναφορά γραμμές και τόξα. Εισαγωγή μετατοπίσεων και υψομέτρων. Γραμμές Αναφοράς/Ελέγχου μπορούν να καθοριστούν με την χρήση χάρτη. Ορισμός ελέγχου για ποιότητα μετρήσεων. Ιδανικό για κατασκευές, αποχετεύσεις, θεμελιώσεις κλπ.



### **Χάραξη**

Χάραξη σημείων και ψηφιακών μοντέλων εδάφους (DTMs) με το πρόγραμμα της χάραξης. Απευθείας πλοήγηση με την χρήση χάρτη ή με την χρήση του ευρύ κέντρου στόχου.



### **Αποτύπωση**

Αποθήκευση σημείων με ή χωρίς κωδικό και πληροφορία χαρακτηριστικού. Ορισμός κριτηρίου για αυτόματη μέτρηση σημείων. Εμφάνιση της αποτύπωσης στην μεγάλη γραφική οθόνη εμφάνισης χάρτη.



### **Ευθυγραμμία**

Χάραξη με αναφορά την 3D ευθυγραμμία με την χρήση του προγράμματος Οδοποιία3D. Χάραξη σημείων σε κάθε X.Θ. (στάση) και μετατόπιση. Εκτέλεση εργασιών με κάθε συνδυασμό γεωμετρικών στοιχείων.

## **Εύκολο στην χρήση**

Το σύστημα Leica GPS900 είναι εύκολο στην χρήση. Ο δέκτης GPS900 είναι ελαφρύς και αισιοδοξεί να μειώσει την κούραση του χρήστη. Το ενσωματωμένο γραφικό λογισμικό βασισμένο σε εικόνες, μπορεί να το χειριστεί κανείς εύκολα με



την χρήση της έγχρωμής VGA οθόνης αφής. Οι λειτουργίες εισαγωγής και εξαγωγής επιτρέπουν στο όργανο την συμβατότητα με Leica TPS400, Leica TPS800 και με το σύστημα 1200 TPS και GPS.

## **GNSS Τεχνολογία**

Με μια άκρως-ακριβής GNSS (Global Navigation Satellite System) μηχανή μέτρησης η οποία υποστηρίζει τόσο GPS όσο και GLONASS – όφελος έως 100 % περισσότερων δορυφόρων σε σχέση με GPS μόνο.

Οι αλγόριθμοι που διαθέτει ο δέκτης είναι:

**SmartTrack+:** Εξασφαλίζει την γρήγορη απόκτηση δορυφόρων μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, ιδανικό για περιπτώσεις όπου το σήμα είναι ασθενές όπως σε φαράγγια και περιοχές με βλάστηση. Αντιμετώπιση σφάλματος πολλαπλών διαδρομών (anti-jamming). Γρήγορες μετρήσεις συνεπάγεται αύξηση της παραγωγικότητας.

**SmartCheck:** Για την συνεχή επίλυση της ασάφειας φάσης. Ο δέκτης λύνει στην αρχή 2 ανεξάρτητες φορές την ασάφεια φάσης και έπειτα πραγματοποιεί συνεχείς ανεξάρτητες

Συμβατό με HEPOS

## **Leica SmartRTK**

Οι χρήστες των GNSS Σταθμών Αναφοράς Δικτύων αναμένουν από τα αποτελέσματά τους να συμφωνούν σε κάθε σημείο σε όλο το Δίκτυο, αλλά συχνά δεν γνωρίζουν ότι οι ουσιαστικά υπολογισμένοι Σταθμοί Αναφοράς δεν παρέχουν συνοχή. Μόνο με την έξυπνη λειτουργία της Leica Geosystems SmartRTK μπορείτε να είστε σίγουροι ότι πετυχαίνετε την μέγιστη απόδοση του πλήρους GNSS συστήματός σας. Ακόμη και το νέο RTCM 3.1 Διεθνές Πρότυπο πλέον περιέχει δεδομένα διόρθωσης σχεδιασμένα από την Leica Geosystems για να εξασφαλίσει ότι τα αποτελέσματα συμφωνούν και είναι ανιχνεύσιμα οπουδήποτε στο δίκτυο. Επίσης η νέα τεχνολογία ατμοσφαιρικής διόρθωσης παρέχει ακριβή τοποθέτηση σε όλα τα Δίκτυα ανεξάρτητα από τα δεδομένα διόρθωσης.

## Λειτουργία πολλαπλών γλωσσών



**Μιλάει η ομάδα σας σε διαφορετικές γλώσσες; Η δική μας μιλάει!**  
Το GPS900 είναι το μόνο όργανο της κατηγορίας που διαθέτει πολλαπλές γλώσσες. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει την επιθυμητή του γλώσσα.



### **Απευθείας.dxf**

Με την λειτουργία “Direct.dxf”, η ανάγνωση των δεδομένων μπορεί να γίνει απευθείας από το όργανο σε μορφή dxf-format και να αναγνωστεί στο AutoCAD® του PC σας χωρίς κάποιο ενδιάμεσο βήμα. Οι συν/νες και τα ονόματα σημείων μπορούν να αποθηκευτούν σε διαφορετικά layers.

# ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΟΙΚ. ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ ΠΟΥ ΕΜΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΤΟ ΙΔΡΥΜΑ

## ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Α.Π. : 013910

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ & ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ

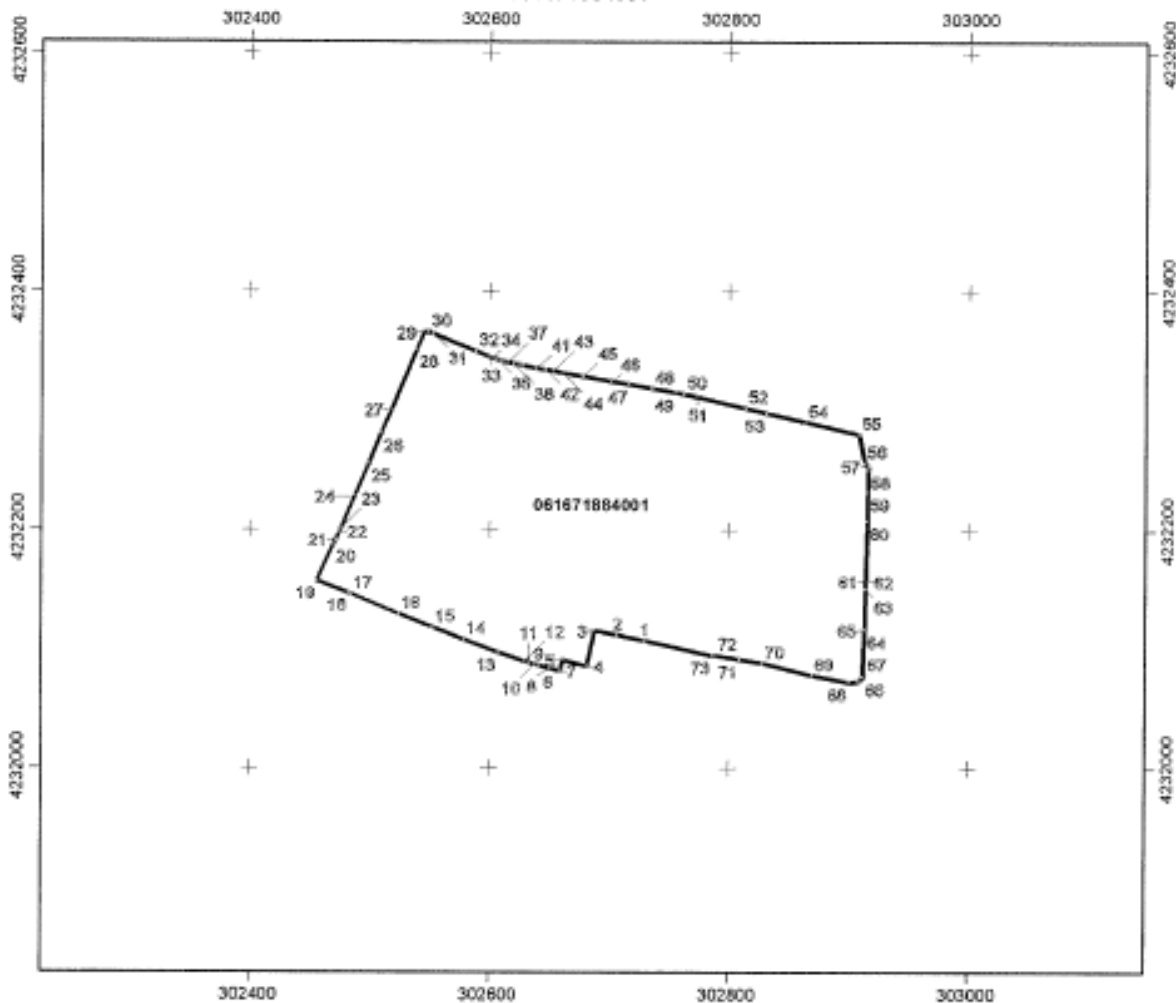
ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ: ΠΑΤΡΕΩΝ

ΝΟΜΟΣ: ΑΧΑΪΑΣ

ΔΗΜΟΣ/ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΑΤΡΕΩΝ

ΦΥΛΛΟ ΧΑΡΤΟΥ: 3024-42318

ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ: 061671884001



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

---+---	Όριο Δήμου ή Κοινότητας (προς 01/01/1997)		Ζώνη Δασικής
— — — —	Όριο γειτονιολογίου		
— — — —	Όριο γειτονιολογίου που αφορά το απόσπασμα		
- - - -	Όριο αποκλειστικής χρήσης κήτης δικαιοσύνης		

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000

Υπογραφή - Σφραγίδα  
Ημερομηνία.....

Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Ε.Γ.Σ.Α. '87)  
Εμβαδό Γειτονιολογίου: 93816,64 τ.μ.  
Συντελεστής Κλίμακας γραμμικής παραμόρφωσης περιοχής K= 1,000079

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ: ΠΑΤΡΕΩΝ

Χρησιμοποιείται το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Ε.Γ.Σ.Α. '87) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ελλειψοειδής Αναφοράς GRS 80 ( $a = 6\,378\,137\text{ m}$ ,  $1/f = 298.257222101$ )

Προβολή: Εγκάρσια Μερκατορική

Κεντρικός Μεσημβρινός  $\lambda^0 = 24^0\,00'\,00''$  με  $K_0 = 0.9996$ Τετημενή Κεντρικού Μεσημβρινού:  $+ 500\,000\text{ m}$ Γεωγραφικό πλάτος:  $0^0\,00'\,00''$ **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Α) Η ακρίβεια των παρακάτω συντεταγμένων είναι αυτή που ορίζεται από τις τεχνικές προδιαγραφές του Εθνικού Κτηματολογίου, με τις οποίες συντάχθηκαν τα κτηματολογικά διαγράμματα.

Β) Το πλήθος των δεκαδικών ψηφίων στις συντεταγμένες δεν υποδηλώνει την ακρίβειά τους, αλλά δίνεται ώστε να ελαχιστοποιηθεί τυχόν σφάλμα στρογγύλευσης στον υπολογισμό του εμβαδού.

Γ) Η κλίμακα απόδοσης του κτηματογραφικού διαγράμματος εξυπηρετεί την ευκρίνεια του σχεδίου και δεν αντιστοιχεί απαραίτητα στην ακρίβεια συλλογής των δεδομένων.

Τα γεωμετρικά στοιχεία του ακινήτου με ΚΑΕΚ **061671884001** είναι τα ακόλουθα:

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ		
ΑΑ	X	Y
1	302730.200	4232106.760
2	302707.230	4232111.400
3	302687.885	4232115.044
4	302681.500	4232085.320
5	302681.149	4232090.542
6	302659.484	4232082.687
7	302658.150	4232081.220
8	302650.690	4232083.620
9	302641.700	4232086.000
10	302637.961	4232087.074
11	302633.035	4232088.489
12	302629.550	4232089.490
13	302606.910	4232096.900
14	302578.440	4232107.590
15	302552.660	4232117.500
16	302523.930	4232128.890
17	302483.842	4232145.721
18	302481.940	4232148.520
19	302455.610	4232156.890
20	302469.290	4232187.760
21	302470.891	4232191.321
22	302474.002	4232188.236
23	302475.250	4232201.010
24	302496.740	4232227.830
25	302498.600	4232255.490
26	302508.670	4232280.700
27	302517.500	4232300.640
28	302538.660	4232351.490
29	302544.518	4232365.142
30	302549.134	4232365.505
31	302552.640	4232364.100
32	302588.510	4232348.640
33	302600.230	4232344.680
34	302601.730	4232344.340
35	302605.480	4232343.020
36	302609.720	4232341.390
37	302614.580	4232340.330
38	302619.660	4232339.320
39	302624.720	4232338.600
40	302627.230	4232337.960
41	302639.000	4232335.360
42	302646.110	4232334.490
43	302652.480	4232333.380
44	302660.440	4232331.690
45	302677.450	4232328.690

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ		
ΑΑ	X	Y
46	302701.600	4232324.360
47	302715.970	4232322.170
48	302735.180	4232318.600
49	302754.450	4232315.290
50	302762.500	4232313.820
51	302773.500	4232311.660
52	302813.750	4232302.390
53	302830.820	4232298.190
54	302863.670	4232290.700
55	302908.235	4232280.436
56	302913.010	4232256.580
57	302916.060	4232253.850
58	302915.884	4232250.660
59	302915.520	4232231.750
60	302915.220	4232207.560
61	302914.100	4232157.220
62	302914.090	4232156.930
63	302913.960	4232150.530
64	302913.250	4232116.200
65	302913.250	4232116.070
66	302911.860	4232076.320
67	302906.800	4232072.800
68	302900.500	4232072.260
69	302889.700	4232077.820
70	302828.190	4232088.080
71	302809.457	4232091.179
72	302788.780	4232094.600
73	302786.260	4232094.260

ΕΜΒΑΔΟ ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΟΥ: 93816,64 τ.μ.



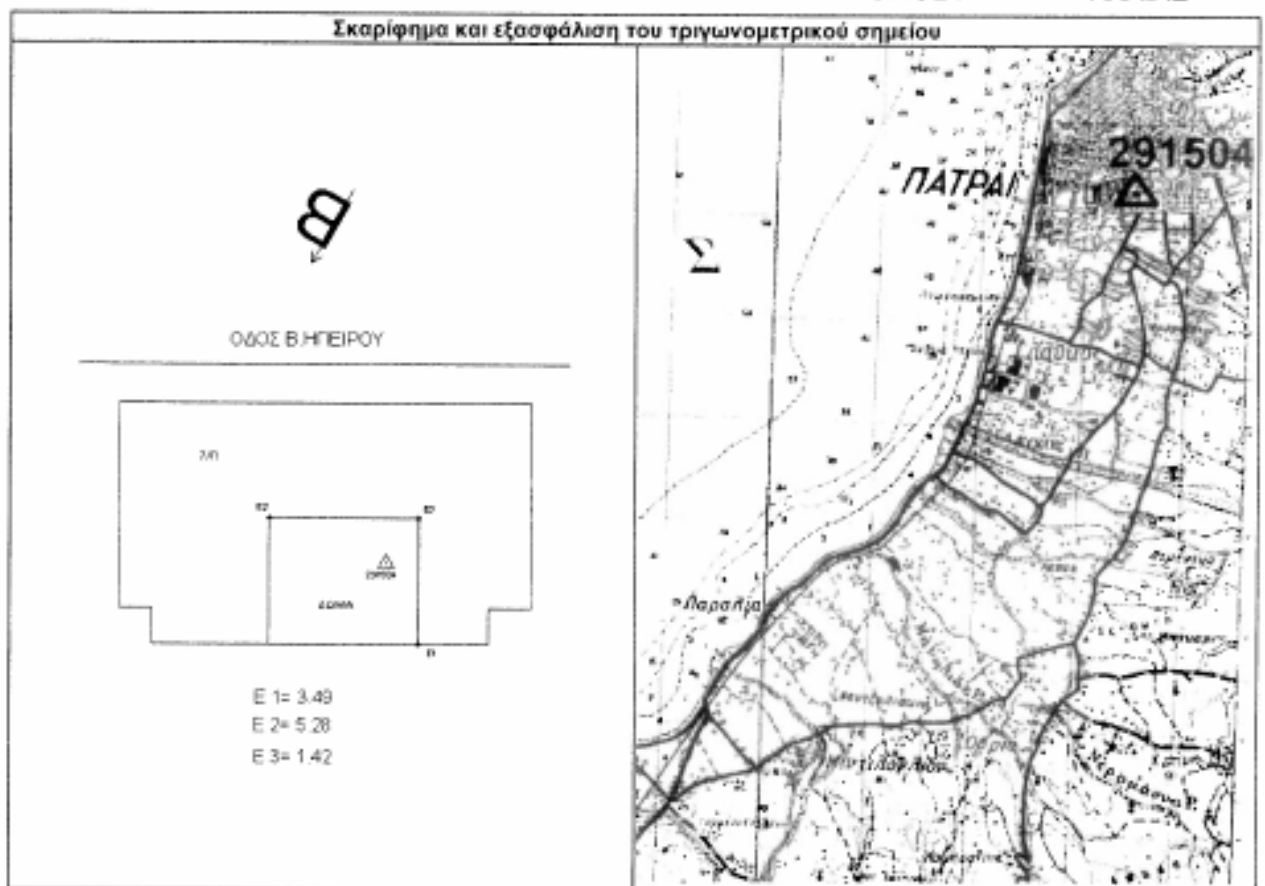
▲ Τριγωνομετρικό Σημείο

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:17500

⊗ Σημείο Αστικού Δικτύου Εθνικού Κτηματολογίου

Οι συνιστώμενες και τα αναλυτικά στοιχεία των σημείων των δικτύων του Εθνικού Κτηματολογίου δίνονται στα παρακάτω δελτία. Οι συνιστώμενες των τριγωνομετρικών σημείων του Κρατικού Τριγωνομετρικού Δικτύου, χορηγούνται από τον ΟΚΧΕ ή τη ΓΥΣ. Διευκρινίζεται ότι στο απόσπασμα απεικονίζονται μόνο εκείνα τα τριγωνομετρικά σημεία του κρατικού δικτύου τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την κτηματογράφηση. Ενδέχεται στη περιοχή να υπάρχουν περισσότερα τριγωνομετρικά σημεία του κρατικού δικτύου τα οποία δεν εμφανίζονται στο παραπάνω απόσπασμα.

ΚΩΔ. ΣΗΜΕΙΟΥ: 291504  
ΟΤΑ: ΠΑΤΡΕΩΝ  
ΝΟΜΟΣ: ΑΧΑΪΑΣ



**Περιγραφή θέσης σημείου:**

Επί δώματος 7όροφου οικίας, που βρίσκεται επί της οδού Β. Ηπείρου αριθ. 24-30, στο Δήμο Πατρέων.

Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 και σφάλματα

$x = 301740,749 \mu.$	$\sigma_x = 0,007 \mu.$
$y = 4234086,000 \mu.$	$\sigma_y = 0,007 \mu.$
$H = 45,030 \mu.$	$\sigma_H = 0,015 \mu.$

Συντελεστής κλίμακας	: 1,000084
Φ.Χ. 1:50.000	: 291

Μετρήθηκε από : ΦΑΣΜΑ Α.Ε.Μ - ΑΚΤΙΣ Ο.Ε.

Χρονολογία Μετρήσεων : 1999

Παρατηρήσεις :  
ΣΗΜΑΝΣΗ ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΟ ΜΠΟΥΛΟΝΙ

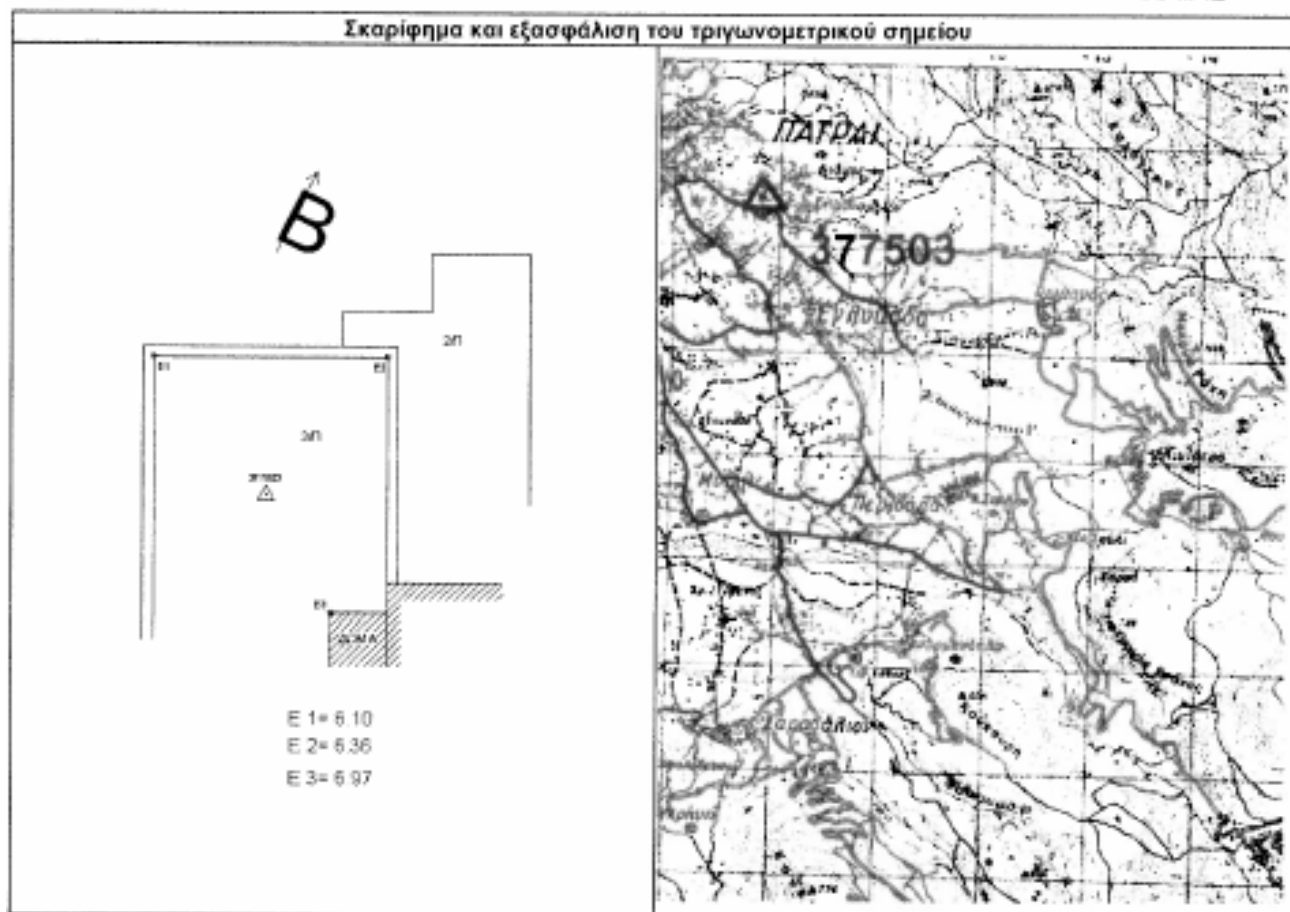
Φωτογραφία του σημείου εξάρτησης



Οδοιπορικό

**ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ**

ΚΩΔ. ΣΗΜΕΙΟΥ: 377503  
ΟΤΑ : ΠΑΤΡΕΩΝ  
ΝΟΜΟΣ : ΑΧΑΪΑΣ



**Περιγραφή θέσης σημείου:**

Επί ταράτσας του Καρομανδονίου Νοσοκομίου Παιδών, που βρίσκεται επί των οδών Ερ. Σπυραίου και Διάκου, στο Δήμο Πατρέων.

Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 και σφάλματα

$x = 303866,066 \mu.$	$\sigma_x = 0,007 \mu.$
$y = 4234196,353 \mu.$	$\sigma_y = 0,007 \mu.$
$H = 126,118 \mu.$	$\sigma_H = 0,014 \mu.$

Συντελεστής κλίμακας	: 1,000074
Φ.Χ. 1:50.000	: 377

**Μετρήθηκε από** : ΦΑΣΜΑ Α.Ε.Μ - ΑΚΤΙΣ Ο.Ε.

**Χρονολογία Μετρήσεων** : 1999

**Παρατηρήσεις :**

ΣΗΜΑΝΣΗ ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΟΡΕΟΚΑΛΚΙΝΟ ΜΠΟΥΛΟΝΙ



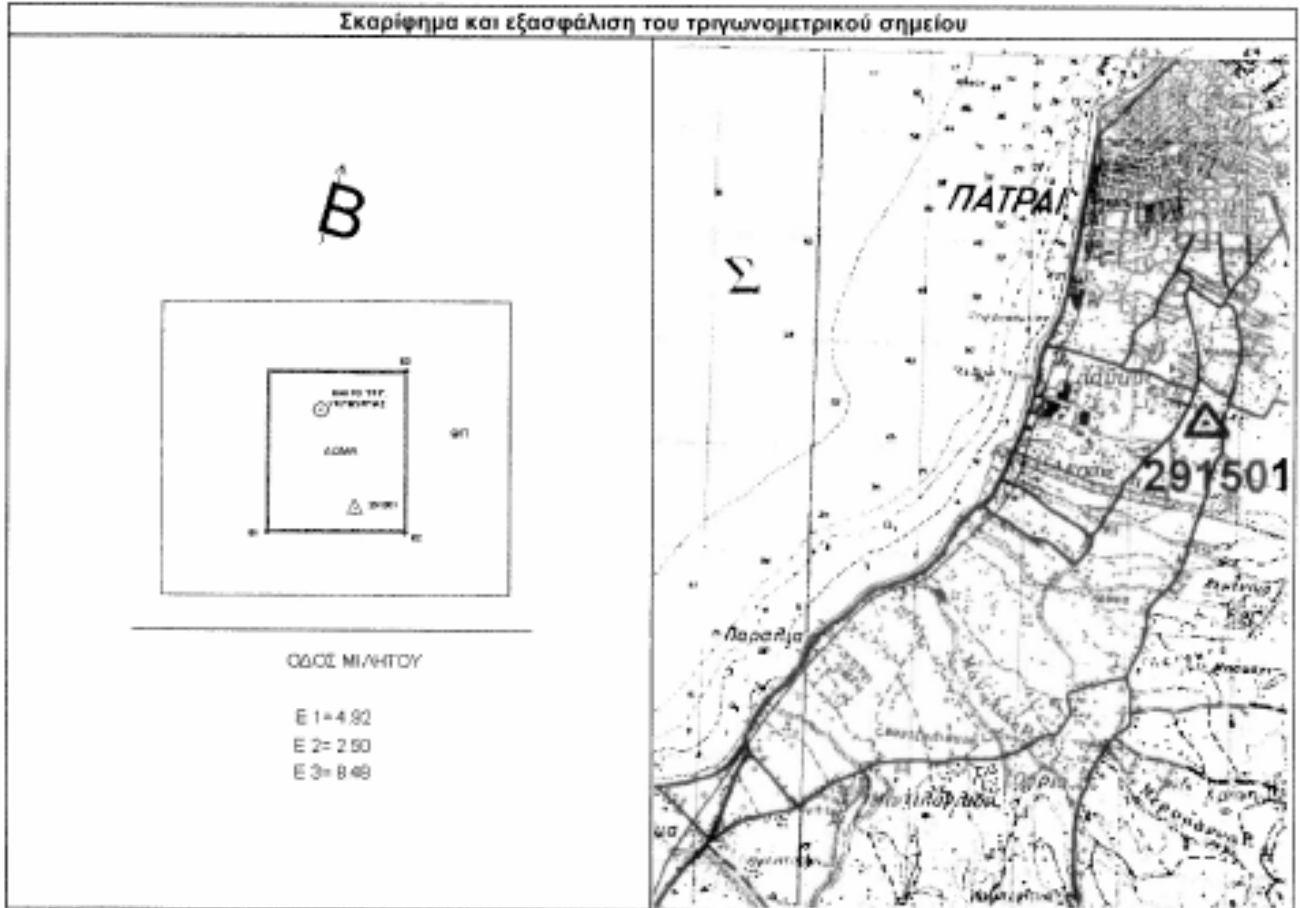
Φωτογραφία του σημείου εξάρτησης



Οδοιπορικό

**ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ**

ΚΩΔ. ΣΗΜΕΙΟΥ: 291501  
ΟΤΑ : ΠΑΤΡΕΩΝ  
ΝΟΜΟΣ : ΑΧΑΪΑΣ



**Περιγραφή θέσης σημείου:**

Επί δώματος θόρακος οικίας, που βρίσκεται επί της οδού Μπέλου αριθ.6, στην περιοχή ΤΑΡΑΜΠΟΥΡΙΑ, του Δήμου Πατρέων Υπαρχι και τριγωνομετρικό του Υ.Γεωργιάς.

**Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 και σφάλματα**

$x = 301902,029 \mu.$	$\sigma x = 0,008 \mu.$
$y = 4232079,524 \mu.$	$\sigma y = 0,008 \mu.$
$H = 58,236 \mu.$	$\sigma H = 0,019 \mu.$

<b>Συντελεστής κλίμακας</b>	: 1,000083
<b>Φ.Χ. 1:50.000</b>	: 291

**Μετρήθηκε από** : ΦΑΣΜΑ Α.Ε.Μ - ΑΚΤΙΣ Ο.Ε.  
**Χρονολογία Μετρήσεων** : 1999

**Παρατηρήσεις :**  
ΣΗΜΑΝΣΗ ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΟ ΜΠΟΥΛΟΝΙ

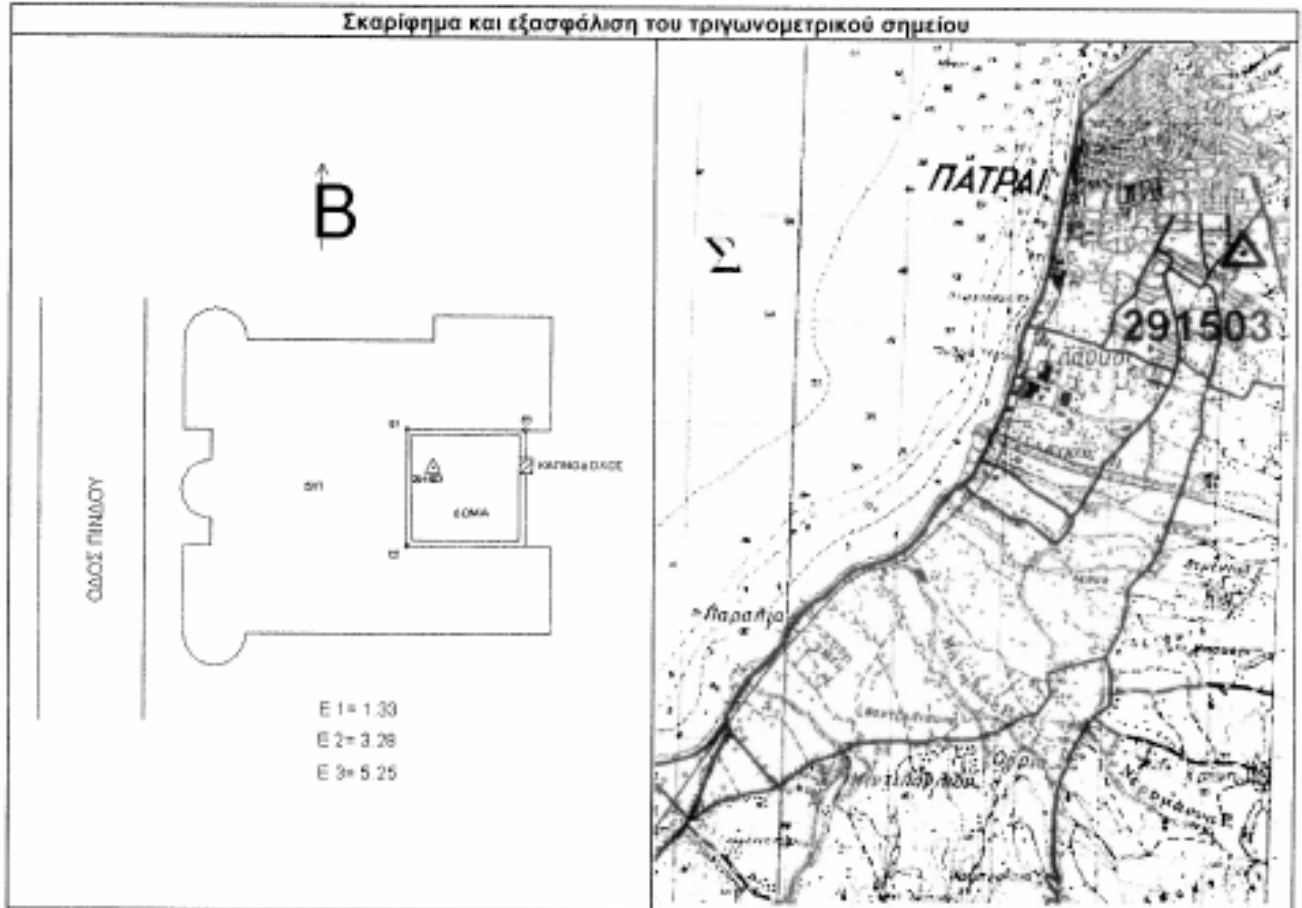
Φωτογραφία του σημείου εξάρτησης



Οδοντορικό

**ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ**

ΚΩΔ. ΣΗΜΕΙΟΥ: 291503  
ΟΤΑ : ΠΑΤΡΕΩΝ  
ΝΟΜΟΣ : ΑΧΑΪΑΣ



**Περιγραφή θέσης σημείου:**

Επί δώματος δόρασης οκίας, που βρίσκεται επί της οδού Πίνδου αρθ.5 (Εργατικός Κατακίς), στο Δήμο Πατρέων.

Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 και σφάλματα

$x = 302377,016 \mu.$	$\sigma x = 0,007 \mu.$
$y = 4233539,775 \mu.$	$\sigma y = 0,007 \mu.$
$H = 43,503 \mu.$	$\sigma H = 0,017 \mu.$

Συντελεστής κλίμακας	: 1,000081
Φ.Χ. 1:50.000	: 291

Μετρήθηκε από : ΦΑΣΜΑ Α.Ε.Μ - ΑΚΤΙΣ Ο.Ε.

Χρονολογία Μετρήσεων : 1999

Παρατηρήσεις :  
ΣΗΜΑΝΣΗ ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΟ ΜΠΟΥΛΟΝΙ

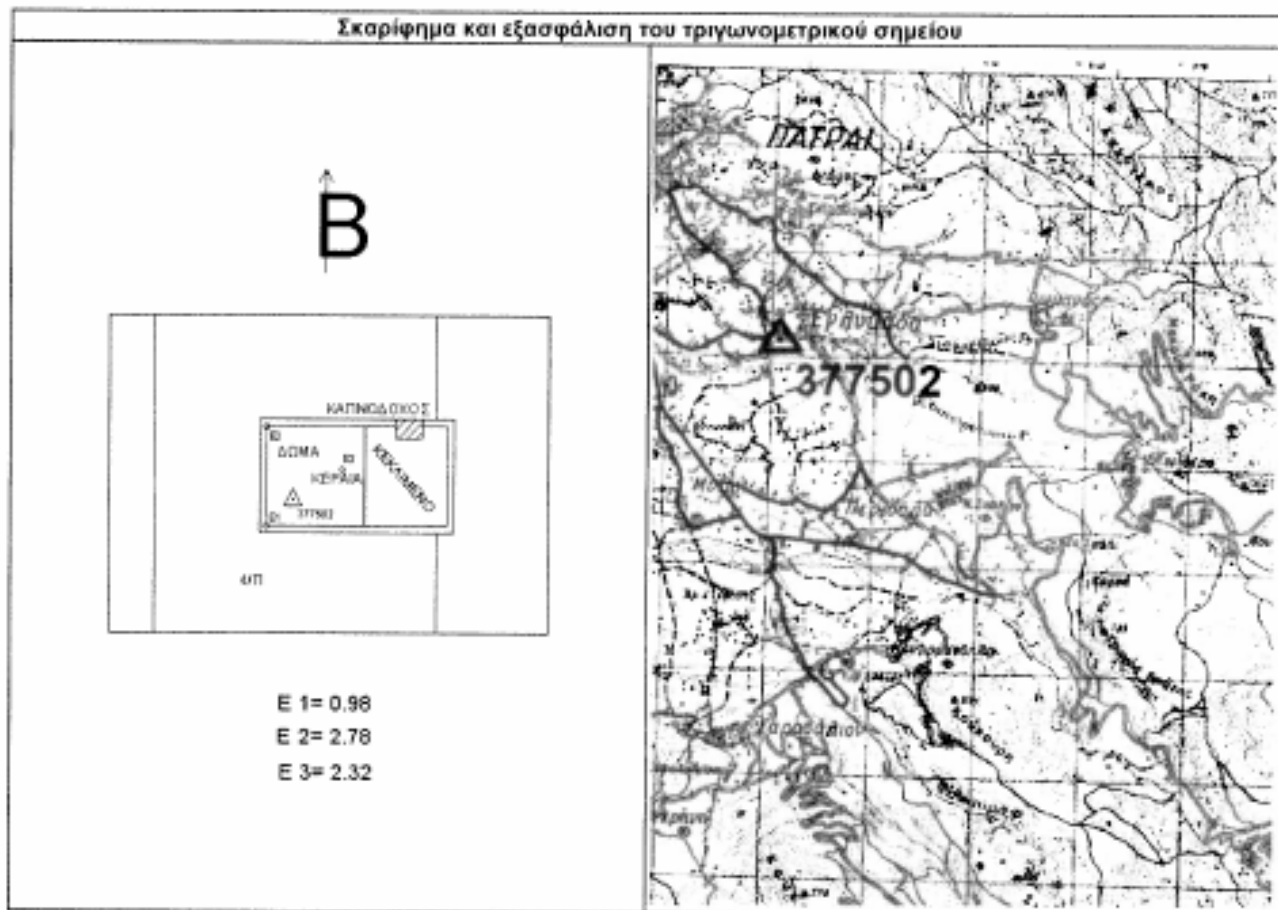
Φωτογραφία του σημείου εξάρτησης



Οδοιπορικό

**ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ**

ΚΩΔ. ΣΗΜΕΙΟΥ: 377502  
ΟΤΑ : ΠΑΤΡΕΩΝ  
ΝΟΜΟΣ : ΑΧΑΪΑΣ



Περιγραφή θέσης σημείου:

Επί δάμπος 4οροφης οικίας, που βρίσκεται στις εργατικές πολυκατοικίες (πολυκατοικία Η-Εγγλεόδα), στο Δήμο Πατρέων.

Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 και σφάλματα

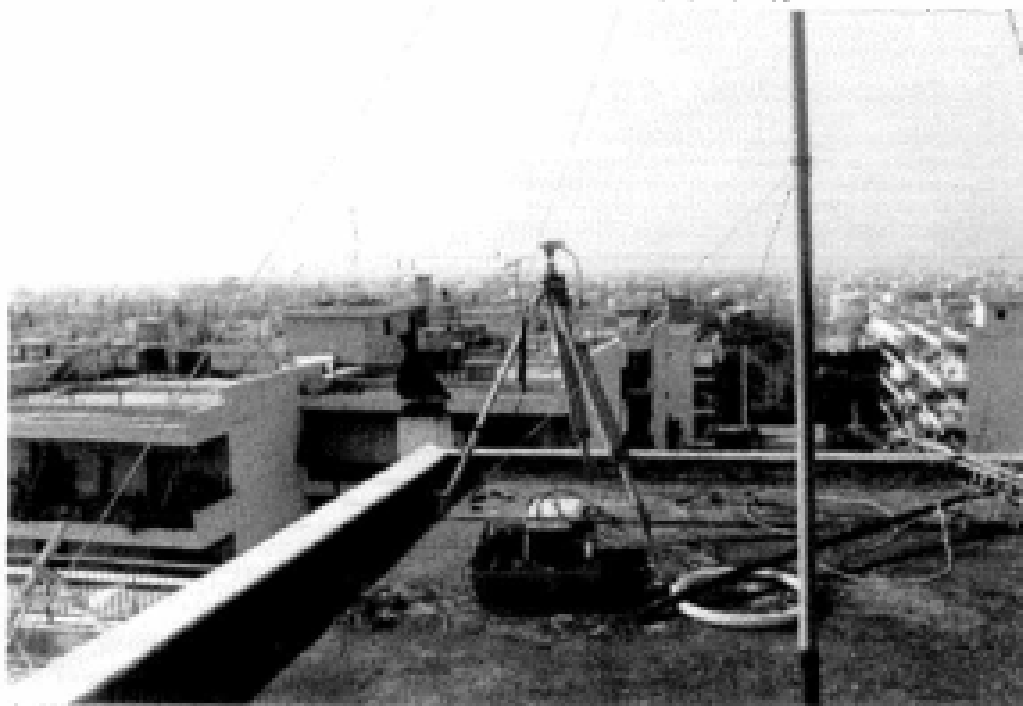
$x = 304067,025 \mu.$	$\sigma x = 0,007 \mu.$
$y = 4232859,388 \mu.$	$\sigma y = 0,007 \mu.$
$H = 91,592 \mu.$	$\sigma H = 0,015 \mu.$

Συντελεστής κλίμακας	: 1,000073
Φ.Χ. 1:50.000	: 377

Μετρήθηκε από	: ΦΑΣΜΑ Α.Ε.Μ - ΑΚΤΙΣ Ο.Ε.
Χρονολογία Μετρήσεων	: 1999

Παρατηρήσεις :  
ΣΗΜΑΝΣΗ ΜΕ ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΟ ΜΠΟΥΛΟΝΙ

Φωτογραφία του σημείου εξάρτησης

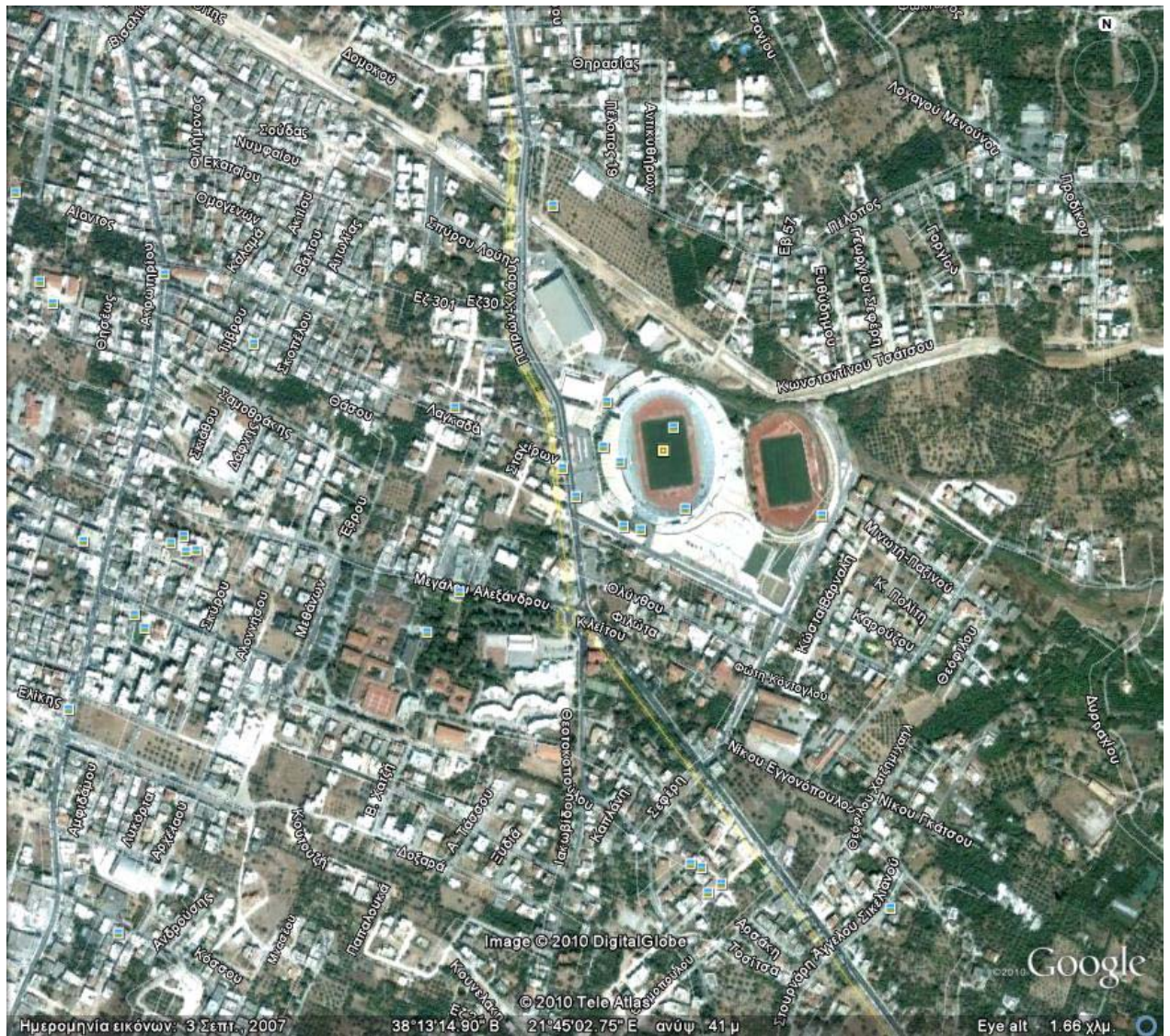


Οδοιπορικό

## **ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ**

Το παραπάνω κτηματολογικό διάγραμμα το προμηθευτήκαμε κατόπιν αιτήσεως μας στο κτηματολογικό γραφείο Πατρεών επί της Οδού Αγίου Ανδρέου. Το κόστος αυτού είναι 33,00 € , μαζί με αυτό προμηθευτήκαμε το Απόσπασμα Κτηματολογικού διαγράμματος αξίας 15,00 € και το αντίγραφο αξίας 4,50 € .

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΩΡΟΥ Α.Τ.Ε.Ι ΜΕ  
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ Γ.Υ.Σ ΚΑΙ GOOGLE



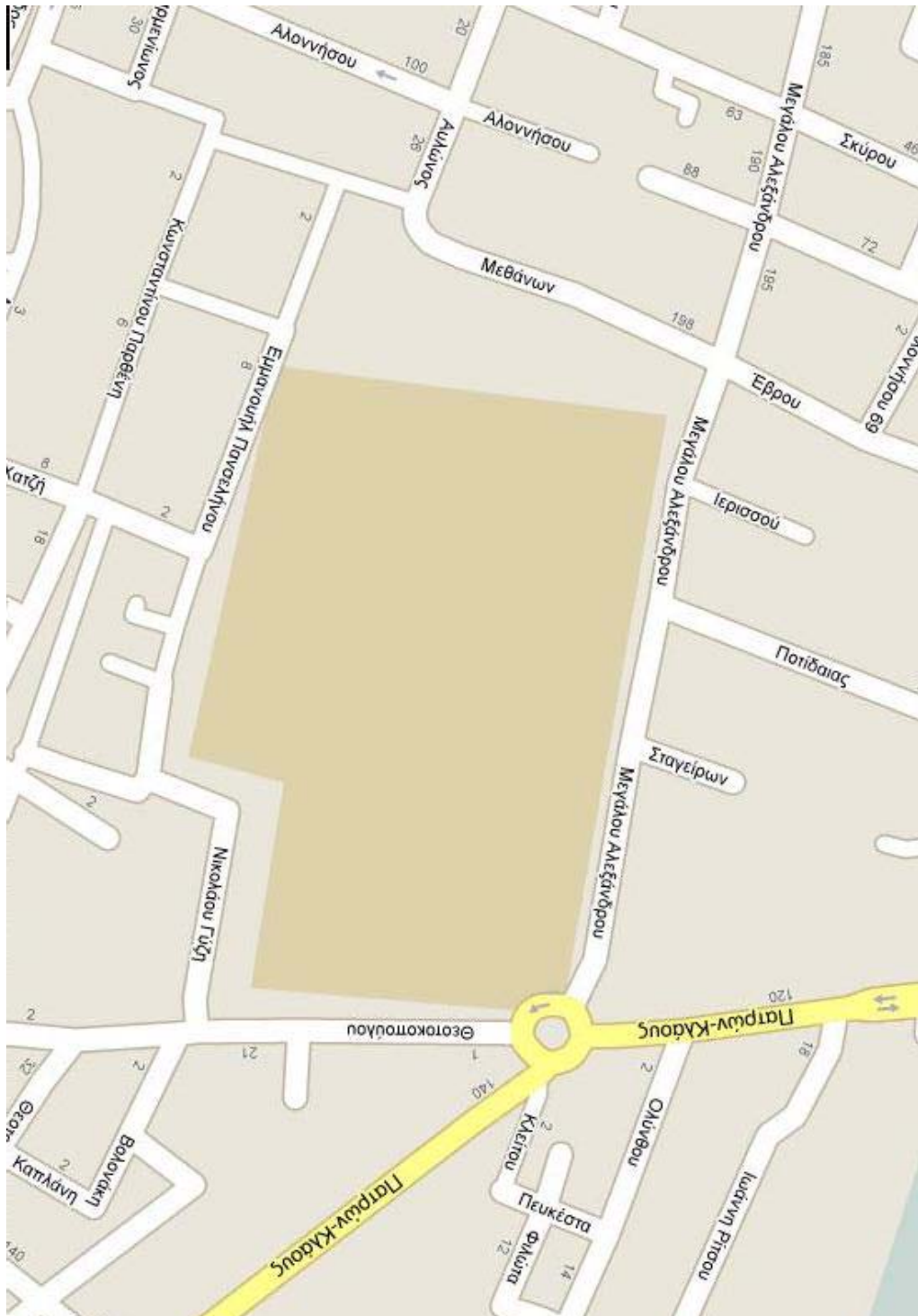
Εικόνα 18. Αεροφωτογραφία από Google, σε μεγάλο ύψος.







Εικόνα 20. Αεροφωτογραφία από Google, από μικρό ύψος.



Εικόνα 21. Αεροφωτογραφία από Google, ως χάρτης.



Εικόνα 22. Αεροφωτογραφία περιοχής Α.Τ.Ε.Ι από Γ.Υ.Σ .

## Προετοιμασία

Ως κύριο μέλημά μας για την αποτύπωση μίας έκτασης είναι να γνωρίζουμε εάν η έκταση αυτή εκτός οικισμού ή εντός, εντός ή εκτός σχεδίου πόλεως και πολύ περισσότερο αν έχει εγκεκριμένο κτηματολογικό διάγραμμα. Αυτό πρέπει να το γνωρίζουμε διότι σε περίπτωση ύπαρξης κτηματολογικού διαγράμματος θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τα στοιχεία αυτά και αναλόγως να διορθώσουμε τις δικές μας μετρήσεις ή το διαγράμματα που έχει καταχωρηθεί για την ιδιοκτησία για την οποία ενδιαφερόμαστε.

...

### Σημείωση : τι εννοούμε να λάβουμε υπόψη τα στοιχεία του κτηματολογίου.

Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές και διάφορες προσπάθειες δημιουργίας ενός «κτηματολογίου», οι προσπάθειες αυτές σε πολλές περιπτώσεις έγιναν γρήγορα και απρόσεχτα με αποτέλεσμα κάποια κτηματολογικά διαγράμματα να μην είναι αξιόπιστα και ακριβή.

Οι προσπάθειες αυτές γίνανε από διάφορους φορείς όπως αγροτικούς συνεταιρισμούς για τις εκτός σχεδίου και εκτός οικισμού εκτάσεις, στην περίπτωση αυτή ιδιαίτερα το 2009 παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις από τα υπάρχοντα τοπογραφικά διαγράμματα ιδιωτών μηχανικών και αντιμετωπίστηκε κυρίως με την διόρθωση των στοιχείων του εκάστοτε συνεταιρισμού. Βέβαια τα λάθη αυτά δεν είχαν προβλήματα μόνο ως προς τις συντεταγμένες αλλά και ως προς τις στρεμματικές επιδοτήσεις που είναι άρτια συνδεδεμένες με αυτές. Όπως σε αυτή και σε κάθε περίπτωση διορθώσεις μπορούμε να κάνουμε αρκεί τα στοιχεία μας να είναι επαρκή, πλήρως τεκμηριωμένα και να ακολουθηθεί η διαδικασία διόρθωσης των στοιχείων αυτών.

Σε αρκετές περιοχές κυρίως στην επαρχία παρατηρήθηκε το φαινόμενο της γρήγορης δημιουργίας κτηματολογίου η οποία δεν είχε το πρόβλημα όσο αναφορά το περίγραμμα των ιδιοκτησιών αλλά το ιδιοκτησιακό καθεστώς κάθε μιας έκτασης, αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες δικαστικές διαμάχες ανάμεσα στους ιδιοκτήτες διότι καταχωρήθηκαν λανθασμένα ονόματα ιδιοκτησιών και πολλές φορές ο φερόμενος ιδιοκτήτης ήταν «άγνωστος». Όπως και στην παραπάνω περίπτωση μπορούμε να διορθώσουμε οποιοδήποτε λάθος αρκεί να έχουμε ορθούς και νόμιμους τίτλους κυριότητας.

Μορφή κτηματολογίου θεωρείται και ο «αναδασμός». Στην περιοχή της Αχαΐας όπου και ερευνήσαμε παρατήσαμε ότι οι περισσότεροι αναδασμοί που έχουν γίνει, αν και είχαν χαρακτηριστεί ως πολυδάπανοι δεν επέφεραν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στις περισσότερες των περιπτώσεων τα νέα όρια των τεμαχίων δεν είναι εμφανώς ορατά και

σε πολλές περιπτώσεις ανύπαρκτα. Αν και όλοι οι δικαιούχοι του «αναδασμού» έχουν πρόσβαση σε στοιχεία όπως εμβαδόν έκτασης, πλευρές τεμαχίου, συνορίτες, δεν μπορούν με απόλυτη ακρίβεια να γνωρίζουν την έκταση τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να καλούνται ιδιώτες μηχανικοί και τοπογράφοι να χαράζουν τα σημεία των ιδιοκτησιών στο έδαφος με μεγάλη δυσκολία διότι τα σημεία αυτά δεν είναι σε σύστημα συμβατό με τεχνολογία GPS. Οι συντεταγμένες είναι συνήθως σε παλιό σύστημα συντεταγμένων ή ακόμα και σε αόριστο σύστημα συντεταγμένων (σχεδιαστικό).

...

Όπως έχουμε περιγράψει, το όργανο που θα χρησιμοποιήσουμε για την πτυχιακή μας είναι διπλόσυχο, πράγμα το οποίο το κάνει ως συσκευή μέτρησης συντεταγμένων, πολύ ακριβής. Να επισημάνουμε ότι τα διπλόσυχα GPS είναι πιο ενδεικτικά για αποτυπώσεις και χαράξεις εντός των σχεδίων πόλεως και εντός οικισμών διότι η ακρίβεια τους είναι της τάξεως των 1 έως 3 εκατοστών.

Αυτό όμως δεν φτάνει διότι πρέπει να λαμβάνουμε πάντα υπόψη μας τα στοιχεία του κτηματολογίου που είναι απόλυτα ακριβή. Συνεπώς το επόμενο πράγμα που πρέπει να γνωρίζουμε σε μία αποτύπωση με GPS είναι τα σταθερά σημεία, που είναι ευρέως γνωστά ως τριγωνομετρικά σημεία. Αυτά έχουν τοποθετηθεί και σημειωθεί κατάλληλα ώστε ο εκάστοτε ιδιώτης μηχανικός, πραγματοποιώντας αποτύπωση με GPS να τα λαμβάνει υπόψη του και να εξαρτίζει τα στοιχεία του με αυτά των τριγωνομετρικών. Αυτό είναι άκρως απαραίτητο διότι όσο μεγάλη ακρίβεια και να έχουν τα όργανά μας δεν θα καταφέρουν να φτάσουν ποτέ αυτή των κτηματολογικών διαγραμμάτων. Οφείλουμε να επισημάνουμε ότι κατά τη διάρκεια στησίματος των οργάνων και ξεκινώντας το πρόγραμμα οδήγησης των οργάνων, το ίδιο το πρόγραμμα έχει την επιλογή είτε να εισάγουμε εμείς τις συντεταγμένες θέσης του σταθερού μέρους είτε να θέσει μόνο του τη θέση του μετρώντας την με την ακρίβεια που την έχουμε θέσει εμείς εξ' αρχής.

Τα στοιχεία των τριγωνομετρικών σημείων μπορούμε να τα προμηθευτούμε από τα κατά τόπους κτηματολογικά γραφεία είτε από την γεωγραφική υπηρεσία στρατού (για τα εντός οικισμού και εντός σχεδίου πόλεως τριγωνομετρικά σημεία).

Τέλος στο τοπογραφικό που θα παραδώσουμε θα πρέπει να αναφέρουμε από ποια τριγωνομετρικά σημεία έχουμε εξαρτήσει την αποτύπωση μας καθώς και τα στοιχεία τους. Επίσης καλό θα ήταν να έχουμε προμηθευτεί το απόσπασμα του κτηματολογίου για την ιδιοκτησία που ενδιαφερόμαστε και τα συμβόλαια κυριότητας πριν την επιτόπου μέτρηση. Η γνώση των στοιχείων αυτών καθώς και η επαλήθευσή τους είναι άκρως απαραίτητη για την ορθή απόδοση του τοπογραφικού μας διαγράμματος.

## Διαδικασία εγκατάστασης οργάνου

Όπως έχουμε προαναφέρει τα GPS που θα χρησιμοποιήσουμε είναι διπλόσυχνα, μεταξύ τους επικοινωνούν με modem, πράγμα το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα κατά τη διάρκεια της αποτύπωσης να μην είναι εμφανή τα δύο όργανα μεταξύ τους, κάτι το οποίο είναι αδύνατον εάν η αποτύπωσή μας γινόταν με ταχύμετρο, αναλογικό ή ψηφιακό. Αυτό που πρέπει να προσέξουμε είναι τα δύο ασύρματα modem να επικοινωνούν μεταξύ τους και να μην εμποδίζεται η επικοινωνία τους με ψηλά κριτήρια ή τεράστιες αποστάσεις. Κάθε όργανο από τον κατασκευαστή του, αναφέρει την απόσταση εμβέλειας κατά την οποία μπορούν άνετα να επικοινωνούν τα δύο modem. Στην δική μας περίπτωση, η εμβέλεια αυτή υπό φυσιολογικές καιρικές συνθήκες, χωρίς ιδιαίτερα εμπόδια και καθόλου κτηριακές εγκαταστάσεις, είναι περίπου 3,5Km. Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη μας την ύπαρξη πολλών και διαφόρων κτηριακών εγκαταστάσεων που βρίσκονται στο ΤΕΙ.

Αυτό το πρόβλημα μπορούμε να το αντιμετωπίσουμε με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι να τοποθετήσουμε το σταθερό μέρος του GPS (reference) σε ένα ψηλό σημείο από το οποίο το κινητό μέρος του GPS (rover) να μπορεί να επικοινωνεί άνετα από οποιοδήποτε σημείο του ΤΕΙ. Η θέση αυτή που θα επιλέξουμε μπορεί να βρίσκεται κάλλιστα εντός του χώρου του ΤΕΙ (π.χ. στο δώμα του Συνεδριακού Κέντρου, στο δώμα του κτηρίου της πληροφορικής). Ο δεύτερος τρόπος είναι να επιλέξουμε να έχουμε παραπάνω από μία στάσεις. Ο τρόπος αυτός είναι κατά πολύ πιο χρονοβόρος από τον προηγούμενο διότι κάθε φορά που θα υπάρχει αδυναμία επικοινωνίας των δύο σταθμών θα πρέπει να αλλάζουμε την θέση του σταθερού GPS (reference) για να μπορούμε να συνεχίσουμε την αποτύπωση μας.

Βέβαια δεν μπορούμε να είμαστε ποτέ σίγουροι για το αν μία από τις δύο μεθόδους θα μας καλύψει πλήρως και καθ' όλη τη διάρκεια της αποτύπωσης μας. Ένα ακόμα πρόβλημα που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας είναι ότι τοποθετώντας τις κεφαλές του GPS ανάμεσα σε κτήρια υπάρχει κίνδυνος να χάσουμε πολλούς δορυφόρους από το πεδίο δράσης. Αυτό μπορούμε εύκολα να το εξαλείψουμε τοποθετώντας το σταθερό μέρος του GPS (reference) σε σημείο που δεν έχει κοντά άλλα κτήρια ή σε σημείο που είναι υψηλότερα αυτών.

Εμείς θα επιλέξουμε να στήσουμε το όργανό μας αρκετές φορές με σκοπό να εξοικειωθούμε όσο το δυνατό καλύτερα και ταχύτερα.

Η διαδικασία στησίματος του οργάνου είναι αρκετά εύκολος και είναι ο εξής. Πρώτα συναρμολογούμε τα τεμάχια που απαρτίζουν το σταθερό μέρος του οργάνου που είναι τα ακόλουθα :

- Τρίποδας
- Μπαταρία
- Κεφαλή GPS

- Τρικόχλιο
- Βάση στήριξης της κεφαλής στο τρικόχλιο
- Βάση στήριξης του μόντεμ πάνω στο τρίποδα
- Μόντεμ
- Καλώδιο σύνδεσης μπαταρίας με κεφαλή και μόντεμ
- Καλώδιο σύνδεσης μόντεμ με κεραία μόντεμ
- Κεραία μόντεμ
- Βάση στήριξης κεραίας μόντεμ

Αφού τα συναρμολογήσουμε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή δίνουμε ενέργεια στο σύστημα μας πατώντας το κουμπί power από την κεφαλή μας. Έχοντας συναρμολογήσει το όργανό μας και παρέχοντας του ρεύμα μέσω των μπαταριών που έχουμε στην διάθεση μας είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την διαδικασία επιλογής παραμέτρων από το χειριστήριο. Ανοίγοντας το χειριστήριο μας εισάγει επιτόπου στο πρόγραμμα διαχείρισης του οργάνου όπου η πρώτη παράμετρος που δίνουμε είναι το όνομα της εργασίας μας και το προβολικό σύστημα που επιθυμούμε να εξάγουμε έπειτα τα δεδομένα μας. Αποθηκεύοντας αυτές τις παραμέτρους οι οποίες βρίσκονται στην επιλογή **3. Εργασίες** , ανοίγουμε το εικονίδιο **2. Προγραμματισμός** και επιλέγουμε την επιλογή «Εγκατάσταση REFERENCE» . Η επικοινωνία του χειριστηρίου με την κεφαλή γίνεται μέσω Bluetooth . Εδώ ρυθμίζουμε τις παραμέτρους : επιλέγουμε την εργασία που έχουμε δημιουργήσει από το προηγούμενο βήμα, επιλέγουμε το κανάλι επικοινωνίας των δύο μόντεμ και τέλος δίνουμε τις συντεταγμένες της στάσης μας. Σε αυτό το σημείο έχουμε την δυνατότητα να δώσουμε εμείς ως χρήστες την θέση του οργάνου εφόσον την γνωρίζουμε (π.χ. τριγωνομετρικό σημείο ) ή να αφήσουμε το όργανο να θέσει μόνο του την θέση του επικοινωνώντας με τους δορυφόρους που έχει στην εμβέλεια του. Στην περίπτωση την δικιά μας δίνουμε την εντολή στο όργανο να πάρει μόνο του την θέση του για να συγκρίνουμε έπειτα τα στοιχεία που θα μας αποδώσει με αυτά του κτηματολογίου. Εφόσον ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία είμαστε έτοιμοι να προχωρήσουμε στην συναρμολόγηση του κινητού μέρους του οργάνου μας.

Τα τεμάχια που αποτελούν το κινητό μέρος του οργάνου είναι τα εξής :

- Ο στυλαιός που αποτελείται από δύο αποσπώμενα κομμάτια.
- Η δεύτερη κεφαλή GPS
- Δύο μπαταρίες, για την κεφαλή και το μόντεμ
- Το δεύτερο μόντεμ
- Η δεύτερη κεραία μόντεμ
- Η δεύτερη βάση στήριξης της κεραίας μόντεμ
- Το καλώδιο σύνδεσης της κεραίας με το μόντεμ
- Το καλώδιο σύνδεσης της κεφαλής με το χειριστήριο



- Το χειριστήριο
- Η βάση στην οποία συνδέεται το χειριστήριο, το μόντεμ και η μία μπαταρία και στην συνέχεια όλα μαζί στον στυλαιό.

Αφού τα συναρμολογήσουμε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή δίνουμε ενέργεια στο σύστημα μας πατώντας το κουμπί power από την κεφαλή μας, αν όλα έχουν συνδεθεί επιτυχώς θα παραμένει ανοιχτό ένα φωτάκι δεξιά της βάσης που έχουν συνδεθεί όλα τα μέλη. Στο cover το οποίο μόλις συναρμολογήσαμε η επικοινωνία μεταξύ του χειριστηρίου και της κεφαλής γίνεται ενσύρματα. Σε αυτή την φάση της διαδικασίας του προγραμματισμού επιλέγουμε το εικονίδιο **1. Αποτύπωση** . Οι παράμετροι που έχουμε να ρυθμίσουμε αφορούν το ύψος του στυλαιού που στην κορυφή του έχουμε συνδέσει την κεφαλή, ο στυλαιός έχει ύψος 2,0 μέτρα όπου και το πληκτρολογούμε. Έπειτα καθορίζουμε την αρίθμηση των σημείων που είναι προς αποτύπωση. Δίνοντας τις παραπάνω παραμέτρους είμαστε έτοιμοι για την αποτύπωση μας.

### **Αποτύπωση με ορθογώνιες συντεταγμένες**

Την παραπάνω διαδικασία κληθήκαμε να την επαναλάβουμε αρκετές φορές διότι στις περιπτώσεις όπου τα δύο μέλη του οργάνου μας ευρισκόντουσαν σε απέναντι πλευρές κτιρίων αδυνατούσαν να επικοινωνήσουν, στην περίπτωση αυτή μας εμφανίζονταν μήνυμα «Αδύνατη επίλυση οπισθοτομίας» και ταυτόχρονα μας ανέβαζε το μέγεθος της ακρίβειας αποτύπωσης. Το σύνθηρες μέγεθος της ακρίβειας που είχε το όργανο κατά την διάρκεια των μετρήσεων ήταν **0,02 m** . Όσο αναφορά στην αποτύπωση της περιφραξης του ιδρύματος δεν αντιμετωπίσαμε κάποιο σοβαρό πρόβλημα, εκτός του οποίου ότι λόγω των έργων που γίνονται σε κάποιες περιπτώσεις δεν ήταν εμφανή τα σημεία (περίφραξης) . Δυσκολία αντιμετωπίσαμε στην αποτύπωση των κτιρίων όπου αν και στις περισσότερες περιπτώσεις το όργανο ανταποκρίθηκε επαρκώς , σε μερικές από αυτές χρειάστηκε να πάρουμε βοηθητικά σημεία από τα οποία με μετροταινία εξαρτήσαμε τις πλευρές των κτιρίων που δεν μπορούσαμε να αποδώσουμε απευθείας.

### **Επεξεργασία και σχεδιαστική απόδοση των στοιχείων**

Με την ολοκλήρωση της συλλογής των δεδομένων μας ξεκινήσαμε την επεξεργασία των στοιχείων που είχαμε συλλέξει. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να πούμε ότι κάθε κατασκευάστρια εταιρεία παρόμοιων οργάνων προμηθεύει τον αγοραστή με ένα πρόγραμμα επεξεργασίας των δεδομένων του με σκοπό την

διόρθωση τυχόν σφαλμάτων από καιρικές συνθήκες , μεγάλη ακρίβεια αποτελεσμάτων, διόρθωση από στοιχεία εκτός της μέτρησης, την εφαρμογή τους πάνω σε χάρτες και το πιο σημαντικό τον τρόπο της εξαγωγής τους από το χειριστήριο , π.χ. DWG , DXG , TXT , WGS 84 . Οι μορφές εξαγωγής των αποτελεσμάτων είναι πολύ σημαντικό διότι εξαρτάται με τον εξοπλισμό που διαθέτουμε και τον τρόπο τον οποίο λειτουργούμε. Έχοντας σκοπό την εισαγωγή των στοιχείων στο AUTOCAD επιλέξαμε την εξαγωγή των δεδομένων μας σε μορφή DXF . Να επισημάνουμε ότι το χειριστήριο δεν διαθέτει μόνιμη μνήμη και η αποθήκευση των δεδομένων μας έγινε σε κάρτα μνήμης CF . Η εξαγωγή των δεδομένων γίνεται από το χειριστήριο στην επιλογή **4. Δεδομένα** επιλέγοντας στην συνέχεια την επιλογή εξαγωγή , την μορφή DXF και επιλέγοντας την εργασία ολοκληρώνουμε την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Λόγω των διαφόρων στάσεων που κάναμε κατά την αποτύπωση του Ιδρύματος είχαμε αρκετά αρχεία να εξάγουμε τα οποία ενοποιήσαμε στη συνέχεια με επιλογή του προγράμματος του AUTOCAD. Έχοντας εξάγει όλα τα αρχεία μας από το χειριστήριο σε μορφή DXF τα ανοίγουμε με το πρόγραμμα AUTOCAD και αρχίσαμε την ενοποίηση τους σε ένα ενιαίο αρχείο. Αυτό που απομένει να κάνουμε είναι να ενώσουμε τα διάφορα σημεία που έχουμε αποτυπώσει σχηματίζοντας την περίφραξη του Ιδρύματος και τα κτίρια που εμπεριέχονται μέσα σε αυτό . Η διαδικασία αυτή απαιτεί βασικές γνώσεις ηλεκτρονικής σχεδίασης όπως αυτές που αποκομίσαμε από το μάθημα β' εξαμήνου Σχεδίαση με H/Y . Το αποτέλεσμα της αποτύπωσης εμφανίζεται έπειτα καθώς και το σχέδιο του ιδρύματος όπως αυτό δίνεται από το Κτηματολογικό γραφείο Πατρών (βλέπε σελίδα 65).

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΕΜΒΑΔΟΜΕΤΡΗΣΗ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ			
ΟΡΘΟΓΩΝΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Ε.Γ.Σ.Α'87			
ΣΗΜΕΙΟ	X	Y	ΜΗΚΟΣ
1	302927.08	4232075.63	
2	302932.46	4232077.58	5.73
3	302935.85	4232080.59	4.53
4	302936.10	4232140.30	59.71
5	302935.85	4232157.50	17.20
6	302935.93	4232164.95	7.46
7	302935.55	4232203.97	39.02
8	302935.70	4232221.57	17.59
9	302935.76	4232228.38	6.81
10	302935.84	4232237.82	9.44
11	302934.34	4232241.24	3.74
12	302932.23	4232243.78	3.30
13	302928.80	4232246.97	4.69
14	302923.33	4232250.35	6.43
15	302916.75	4232257.71	9.87
16	302913.68	4232264.60	7.54
17	302913.14	4232273.57	8.98
18	302911.61	4232279.90	6.52
19	302909.91	4232283.14	3.65
20	302905.97	4232287.52	5.89
21	302900.43	4232291.15	6.62
22	302895.14	4232292.77	5.54
23	302869.84	4232297.48	25.74
24	302838.97	4232303.19	31.39
			63.08

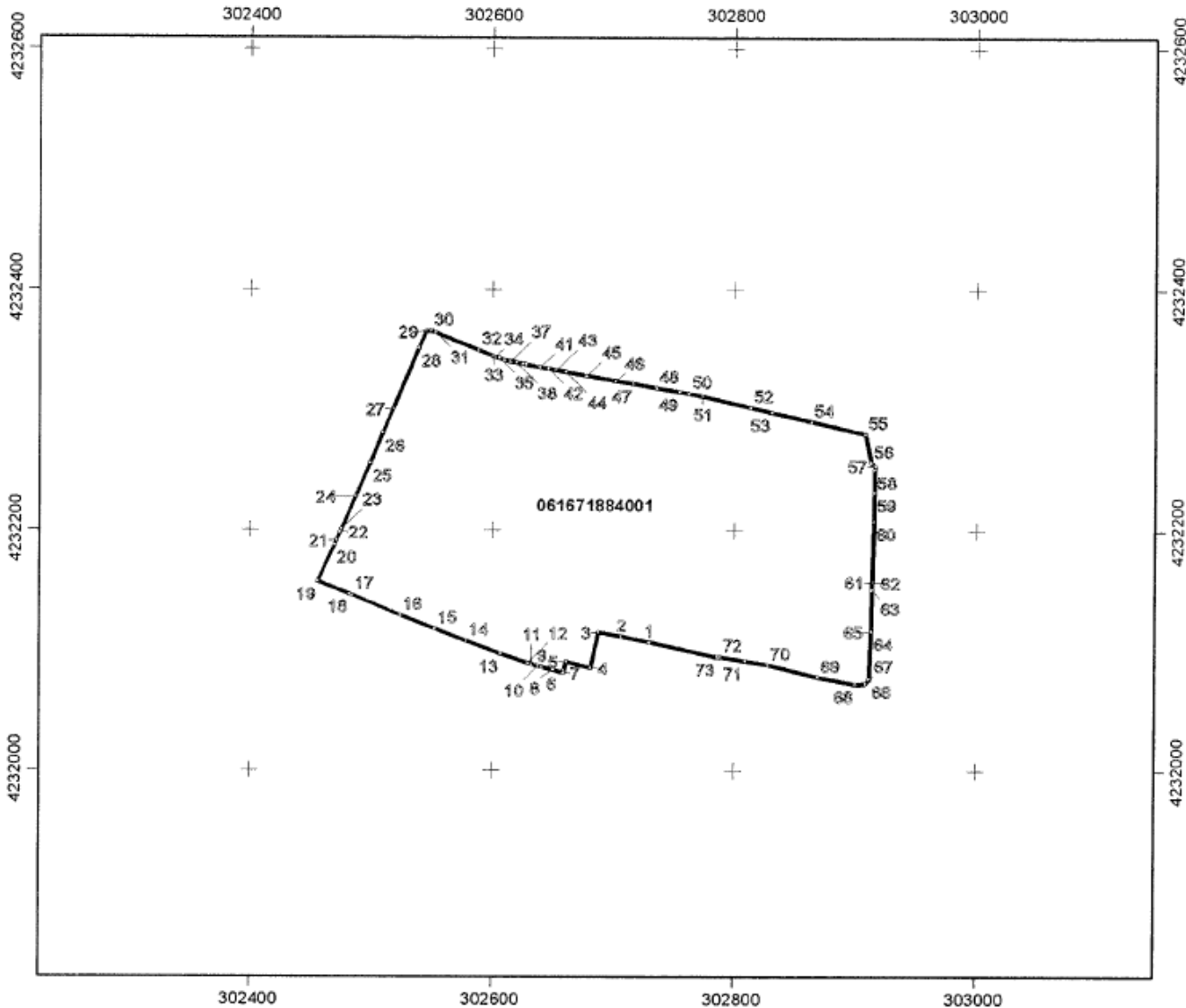
23	302869.84	4232297.48	23.74
24	302838.97	4232303.19	31.39
25	302776.85	4232314.17	63.08
26	302768.17	4232315.52	8.78
27	302699.71	4232326.54	69.34
28	302671.62	4232331.15	28.47
29	302639.19	4232336.48	32.86
30	302628.32	4232338.26	11.02
31	302615.44	4232340.45	13.06
32	302598.52	4232346.51	17.97
33	302597.67	4232350.57	11.59
34	302548.78	4232365.18	41.54
35	302546.36	4232365.14	2.42
36	302544.11	4232363.81	2.62
37	302542.95	4232361.77	2.35
38	302511.13	4232285.49	82.65
39	302508.43	4232279.62	6.46
40	302488.69	4232233.22	50.43
41	302474.27	4232200.21	36.02
42	302470.21	4232191.03	10.04
43	302462.47	4232173.12	19.51
44	302455.53	4232156.93	17.61
45	302508.01	4232137.21	56.07
46	302524.23	4232131.04	17.35
47	302605.57	4232100.82	86.77
48	302643.39	4232091.05	39.06
49	302654.22	4232087.74	11.33
50	302721.76	4232067.81	70.42
51	302724.74	4232077.70	10.33
52	302744.96	4232072.17	20.97
53	302754.34	4232107.88	36.93
54	302814.78	4232096.58	61.40

44	302455.53	4232156.93	17.61
45	302508.01	4232137.21	56.07
46	302524.23	4232131.04	17.35
47	302605.57	4232100.82	86.77
48	302643.39	4232091.05	39.06
49	302654.22	4232087.74	11.33
50	302721.76	4232067.81	70.42
51	302724.74	4232077.70	10.33
52	302744.96	4232072.17	20.97
53	302754.34	4232107.88	36.93
54	302814.70	4232096.59	61.40
55	302911.49	4232077.90	98.58
1	302927.08	4232075.63	15.75
$E = 1/2 \sum (X_i + X_{i+1})(\Psi_i - \Psi_{i+1})$			
$E = 99582.73 \mu^2$			




Εικόνα 23. Εφαρμογή στοιχείων κτηματολογίου σε αεροφωτογραφία.

ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ: **061671884001**

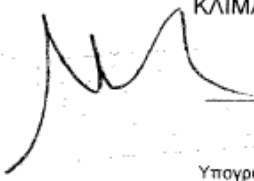


**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

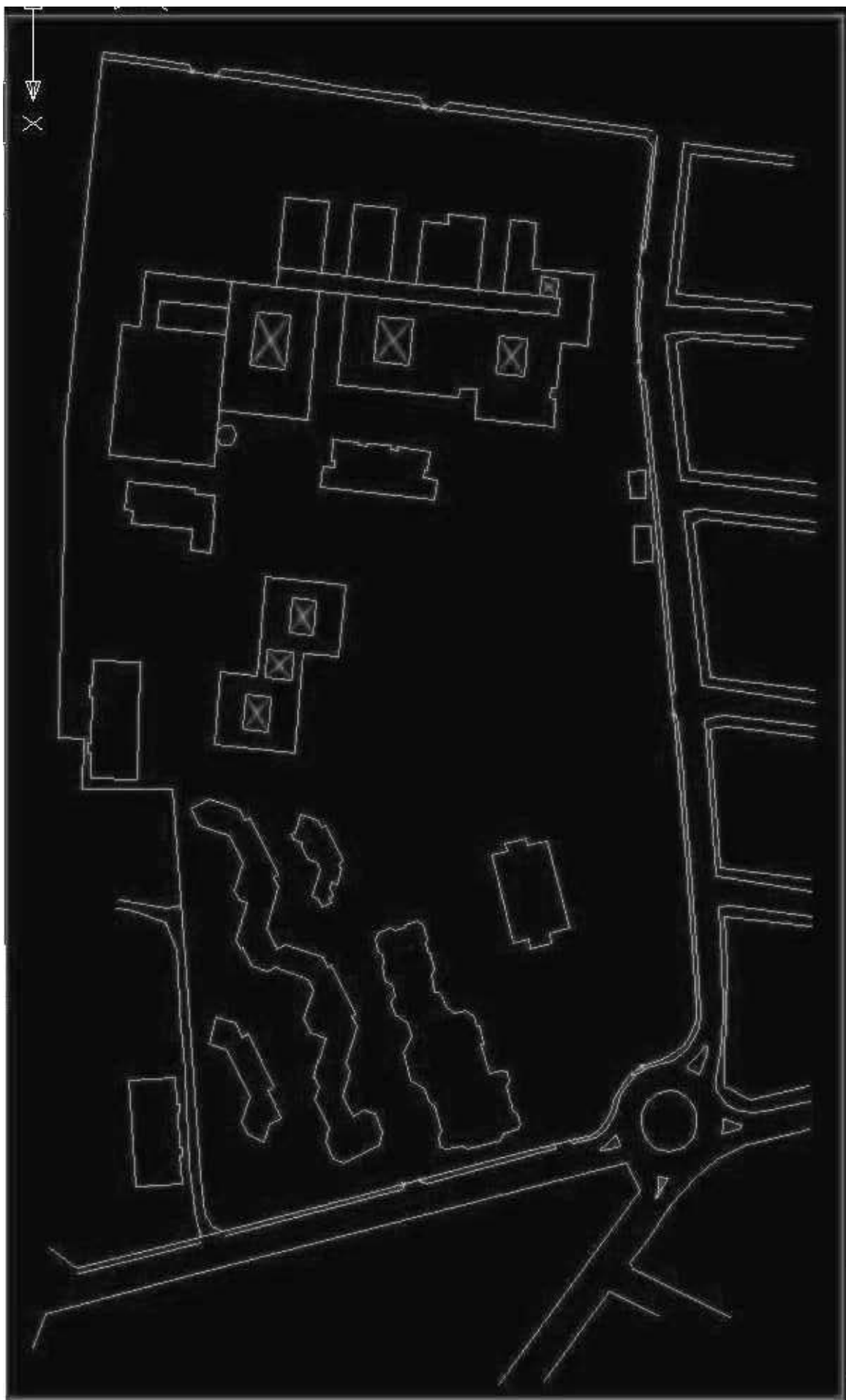
---+---	Όριο Δήμου ή Κοινότητας (πρό 01/01/1997)		Ζώνη Δουλείας
—	Όριο γεωτεμαχίου		
—	Όριο γεωτεμαχίου που αφορά το απόσπασμα		
- - -	Όριο αποκλειστικής χρήσης κάθετης ιδιοκτησίας		

Ελληνικό Γεωδατικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Ε.Γ.Σ.Α. '87)  
 Εμβαδό Γεωτεμαχίου: 93816,64 τ.μ.  
 Συντελεστής Κλίμακας γραμμικής παραμόρφωσης περιοχής K= 1,000079

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000

  
 Υπογραφή - Σφραγίδα  
 Ημερομηνία:.....

Εικόνα 24. Περίγραμμα Ιδρύματος από στοιχεία κτηματολογίου



Εικόνα 25. Σχέδιο κατόπιν επεξεργασίας αποτελεσμάτων.





Λόγω κακής εμφάνισης του σχεδίου σε μέγεθος A4 , επισυνάπτεται σε κανονική κλίμακα στο παράρτημα της εργασίας, στο οποίο οι διαστάσεις , τα κτίρια και η περιφραγή εμφανίζονται όλα αξιοπρεπώς.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΜΕ GPS ΚΑΙ ΚΛΑΣΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Ως πρώτο κριτήριο για την αξιολόγηση και επιλογή της μεθόδου αποτύπωσης για την εκάστοτε περίπτωση λαμβάνουμε υπόψη τον τρόπο απόδοσης των αποτελεσμάτων που θα έχουμε και τον τρόπο αξιολόγησής τους. Η αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας με μετροταινία αν και παλιά μέθοδος είναι πιθανόν να επιλέγει όταν η ακρίβεια των αποτελεσμάτων μας δεν είναι απαραίτητη όπως αυτό συμβαίνει για την εμβαδομέτρηση μιας ιδιοκτησίας για την εφορία , ή για μια απλή περιφραγή . Σε περίπτωση που η ακρίβεια των γεωμετρικών στοιχείων του τοπογραφικού μας είναι απαραίτητη επιλέγουμε την ταχυμετρική αποτύπωση, με GPS επιδιώκουμε την ακρίβεια αποτελεσμάτων η οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμη αλλά η εξάρτηση από τριγωνομετρικό δίκτυο είναι δεδομένη.

Οι τρόποι αποτύπωσης ενός πεδίου είναι πολλοί όπως είπαμε παραπάνω ένα από τα βασικά δεδομένα που πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων, μερικά ακόμα είναι η χρονική περίοδος που έχουμε στην διάθεση μας , ο αριθμός των ατόμων που έχουμε διαθέσιμα για την αποτύπωση μας καθώς επίσης και το οικονομικό κεφάλαιο που έχουμε διαθέσιμο για την αγορά του εξοπλισμού μας.

Ως προς την χρονική περίοδο που έχουμε στην διάθεση μας είναι απόλυτα κατανοητό ότι με την τεχνολογία gps και την αποτύπωση με ταχύμετρο μπορούμε να τελειώσουμε τις εργασίες πεδίου πολύ πιο γρήγορα από ότι με την μετροταινία ιδίως όταν πρόκειται για έκταση μεγαλύτερη του ενός στρέμματος όπου οι διαστάσεις του δεν επιτρέπουν την εύκολη και γρήγορη μέτρηση του με αυτή. Ειδικά με το ταχύμετρο έχοντας αρκετά άτομα στην διάθεση μας θα μπορούσαμε να έχουμε δύο ή και τρεις σταδιοφόρους με αποτέλεσμα η αποτύπωση να γίνει σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα .

Το πλήθος των ατόμων που είναι διαθέσιμα για την αποτύπωση είναι ένας σημαντικός παράγοντας διότι με την επιλογή της μετροταινίας ή του ταχυμέτρου είναι απαραίτητα δύο άτομα για να κρατούν τις δύο άκρες της μετροταινίας και στην περίπτωση του ταχυμέτρου, ο ένας να χειρίζεται το όργανο και ο δεύτερος να μετακινεί την σταδία στα σημεία ενδιαφέροντος. Με τα όργανα gps είτε είναι μονόσυχνα είτε είναι διπλόσυχνα χρειάζεται ένα άτομο , το οποίο θα χειρίζεται το κινούμενο μέρος του οργάνου rover .

Βέβαια δεν μπορούμε να παραλείψουμε την οικονομική επιβάρυνση που θα έχουμε για την προμήθεια αυτών των οργάνων. Σαφώς η φθηνότερη επιλογή μας είναι η προμήθεια μετροταινίας , της οποίας το κόστος είναι αμελητέο σε σχέση με το κόστος ενός ταχυμέτρου ή ενός οργάνου gps . Πρέπει να επισημάνουμε ότι υπάρχουν πολλές οικονομικές λύσεις για την αγορά ταχυμέτρων και gps αλλά κατεβάζοντας αρκετά το κόστος αγοράς τους αντιλαμβάνεστε ότι οι παράμετροι που τα καθορίζουν ως πιο αξιόπιστα και ακριβή παραγκωνίζονται.

Καταλήγουμε ότι η επιλογή τοπογραφικού εξοπλισμού είναι ιδιαίτερα σοβαρή και έχει αρκετές παραμέτρους. Είναι στην ευχέρεια του καθενός από εμάς να επιλέξει τον τρόπο και την μέθοδο που θα χρησιμοποιεί για τις τοπογραφικές του αποδώσεις.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνολογία GPS είναι αναμφίβολα η επιστήμη που θα μας απασχολήσει όλο και πιο πολύ κατά την διάρκεια της επαγγελματικής μας καριέρας διότι σε αυτή βασίζονται βασικά στοιχεία όπως το Κτηματολόγιο , το οποίο αν και στο εξωτερικό είναι σε σαφώς πιο ικανοποιητικό σημείο από ότι στην χώρα μας, οι μεγάλες ταχυμετρικές αποτυπώσεις, η χαράξεις στα έργα οδοποιίας κλπ. Τα πεδία εφαρμογής της πληθαίνουν μέρα με την μέρα σε βαθμό να μας επηρεάζει και στην καθημερινή μας ζωή με τους πλοηγούς οδήγησης, του ψηφιακούς τουριστικούς χάρτες, κλπ.

Είναι καθήκον μας ως μελλοντικοί Πολιτικοί Μηχανικοί να υποστηρίξουμε και να εφαρμόσουμε την τεχνολογία αυτή αλλά πρώτα θα πρέπει να την κατανοήσουμε απόλυτα, μην ξεχνάμε ότι βασίζεται σε θεμελιώσεις θεωρίες την Επιστήμης της Τοπογραφίας, δεν είναι παρά μια εξέλιξη ό των αυτών που διδασκόμαστε στα έδρανα της σχολής μας.

Εξάλλου η τεχνολογία GPS δεν βρίσκει πεδίο εφαρμογής μόνο στον επαγγελματικό μας τομέα παρά συνεχώς εφαρμόζεται στην καθημερινότητα μας σε ψηφιακούς τουριστικούς οδηγούς , σε πλοηγούς οδήγησης, σε υπολογιστές ταξιδιού και αλλού.

Τέλος πρέπει να επισημάνουμε ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε με γνώμονα την εκμάθηση και κατανόηση τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο της τεχνολογίας και των οργάνων GPS.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✚ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Α.Τ.Ε.Ι
- ✚ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ [WWW.GYS.GR](http://WWW.GYS.GR)
- ✚ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ [www.ktimatologio.gr/ktima](http://www.ktimatologio.gr/ktima)
- ✚ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ [WWW.YPEKA.GR](http://WWW.YPEKA.GR)
- ✚ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΔΡ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΚΟΜΝΗΝΟΥ
- ✚ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
- ✚ ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
- ✚ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ [WWW.LEICA.COM](http://WWW.LEICA.COM)
- ✚ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ [WWW.METRICA.GR](http://WWW.METRICA.GR)

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. GPS χειρός .....	32
Εικόνα 2. Δορυφόρος που περιστρέφεται γύρω από την Γη.....	33
Εικόνα 3. Δορυφόρος σε τροχιά.....	34
Εικόνα 4. Κινητό μέρος (rover).....	36
Εικόνα 5. Gps σε εφαρμογή.....	38
Εικόνα 6. Χάρτης HEPOS .....	47
Εικόνα 7. Πομπός του συστήματος HEPOS.....	49
Εικόνα 8. Τιμοκατάλογος Υπηρεσιών του HEPOS.....	51
Εικόνα 9. Από το Εγχειρίδιο του οργάνου.....	58
Εικόνα 10. Βαλίτσα που εμπεριέχει όλο τον εξοπλισμό .....	59
Εικόνα 11. Κεφαλή GPS .....	60
Εικόνα 12. Χειριστήριο .....	60
Εικόνα 13. Κεντρικό menu προγράμματος επεξεργασίας.....	61
Εικόνα 14. Μόντεμ επικοινωνίας δύο κεφαλών .....	61
Εικόνα 15. Μπαταρία τροφοδοσίας κεφαλών.....	62
Εικόνα 16. Φορτιστής μπαταριών .....	62
Εικόνα 17. Όργανα GPS .....	63
Εικόνα 18. Αεροφωτογραφία από Google, σε μεγάλο ύψος.....	80
Εικόνα 19. Αεροφωτογραφία από Google, σε μέσο ύψος.....	81
Εικόνα 20. Αεροφωτογραφία από Google, από μικρό ύψος.....	82
Εικόνα 21. Αεροφωτογραφία από Google, ως χάρτης.....	83
Εικόνα 22. Αεροφωτογραφία περιοχής Α.Τ.Ε.Ι από Γ.Υ.Σ .....	84
Εικόνα 23. Εφαρμογή στοιχείων κτηματολογίου σε αεροφωτογραφία.....	94
Εικόνα 24. Περίγραμμα Ιδρύματος από στοιχεία κτηματολογίου .....	95
Εικόνα 25. Σχέδιο κατόπιν επεξεργασίας αποτελεσμάτων.....	96
Εικόνα 26. Τοπογραφικό διάγραμμα .....	97

1. Κτηματολογικό διάγραμμα
2. Απόσπασμα κτηματολογικού διαγράμματος
3. Πιστοποιητικό
4. Τοπογραφικό διάγραμμα μετρημένο από τους σπουδαστές

