



**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΜΦΙΔΡΟΜΟΥ
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΞΥ
ΤΟΥ ΗΤΡS07 ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΓΣΑ87.
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΟΥ
ΚΟΛΠΟΥ.**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΠΙΣΜΠΙΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΝΤΑΖΗΣ
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, μου δίνεται η ευκαιρία να εκφράσω προσωπικά τις ευχαριστίες μου, σε όσους έβαλαν από ένα λιθαράκι, άμεσα ή έμμεσα, για την εκπόνηση, εκτέλεση και ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας :

♦ Στον κ. **Γιώργο Πανταζή**, Επίκουρο καθηγητή της ΣΑΤΜ του Ε.Μ.Π, για την ανάθεση της μεταπτυχιακής εργασίας με ένα άκρως ενδιαφέρον θέμα για εμένα, καθώς και για την διαρκή παρακολούθηση της εργασίας σε όλα τα στάδια της, δίνοντας πολύτιμες συμβουλές και προσφέροντας σημαντική και ουσιαστική βοήθεια κατά τη διεξαγωγή των επιλύσεων.

♦ Στην κα. **Ευαγγελία Λάμπρου**, Λέκτορα της ΣΑΤΜ του Ε.Μ.Π, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εργασίας, και για την διόρθωση των τελικών κειμένων παρουσίασης της μεταπτυχιακής εργασίας.

♦ Στην **Διεύθυνση Υπηρεσιών & Προϊόντων της Κτηματολόγιο Α.Ε** για την ουσιαστική βοήθεια τους, με τα απαραίτητα στοιχεία που μου παρείχαν για την διεξαγωγή των επιλύσεων.

♦ Στον συνάδελφο, και συμφοιτητή μου **Θεοφάνη Παπανικολάου** για την προθυμία που επέδειξε και την σημαντική βοήθειά του στο δύσκολο και συνάμα επίπονο στάδιο των μετρήσεων.

♦ Στον κ. **Κώστα Νικολίτσα**, υποψήφιο διδάκτορα της Σ.Α.Τ.Μ, για τη βοήθεια που προσέφερε κατά το στάδιο εκμάθησης του συστήματος μέτρησης της εργασίας, και τις διευκολύνσεις που μου παρείχε στην επίλυση των βάσεων.

♦ Στους γονείς μου, **Βασίλειο και Κων/νια Μπισμπιλή** για τις ευκολίες και τα εφόδια που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια, και για την ηθική, πνευματική και οικονομική υποστήριξη τους κατά την διάρκεια παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος.

♦ Στις αδερφές μου **Έλενα, Βάσω, Μαρίνα** για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια σε καθετί που πραγματοποιώ, και ιδιαίτερος την τελευταία για την υπομονή που επέδειξε κατά την διεξαγωγή της εργασίας, και τις διευκολύνσεις που μου παρείχε στην από κοινού συμβίωση μας.

♦ Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ, και σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που γνώρισα στα διάφορα ορεινά χωριά των νομών Βοιωτίας και Φωκίδας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, κυρίως **βοσκούς**, για την καλή συμπεριφορά και την φιλική τους εξυπηρέτηση, με την προθυμία που επέδειξαν να μας οδηγήσουν στην ταχύτατη εύρεση των διαφόρων τριγωνομετρικών σημείων.

♦ Τέλος, σε όλες τις **φίλες και φίλους** που έκανα κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, και με τους οποίους πέρασα δύο πολύ όμορφα χρόνια, γεμάτα με αξέχαστες εμπειρίες.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο πλαίσιο των μεταπτυχιακών εργασιών του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Γεωπληροφορική» της Σχολής Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών ανατέθηκε από το εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας τον Σεπτέμβριο του 2009 η αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 <>ΕΓΣΑ87.

Το επίσημο λογισμικό μετασχηματισμού συντεταγμένων από το Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του HEPOS (HTRS07: Hellenic Terrestrial Reference System 2007) στο ΕΓΣΑ87 και αντίστροφα, αναπτύχθηκε από την ΤΕ.ΒΟ/ΑΠΘ σε συνεργασία με την Κτηματολόγιο Α.Ε, και από τον Νοέμβριο του 2008 διατίθεται δωρεάν από την ιστοσελίδα «Downloads» του ιστοχώρου (www.hepos.gr).

Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, και συγκεκριμένα στο βόρειο και ανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου, από την Θήβα έως το Γαλαξίδι.

Για την αξιολόγηση του μετασχηματισμού και την διερεύνηση των καννάβων διόρθωσης, επιλέχθηκαν 29 τριγωνομετρικά σημεία στην περιοχή μελέτης, ακολουθώντας, όσο αυτό ήταν εφικτό, μια συμμετρία η οποία αποδίδει καλύτερα την εικόνα της περιοχής μελέτης και δίνει τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Οι μετρήσεις στην περιοχή μελέτης έγιναν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού, κατά το διάστημα 09 – 19 Οκτωβρίου 2009, ενώ κάποιες συμπληρωματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 16 Απριλίου 2010, από συνεργείο δύο ατόμων και ολοκληρώθηκαν σε διάστημα 5 ημερών.

Η επίλυση των βάσεων έγινε με αντίστοιχα προγράμματα που σχεδιάστηκαν για το σκοπό αυτό, και η εργασία παραδόθηκε τον Ιούνιο του 2010.

ΜΠΙΣΜΠΙΛΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	I
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΠΙΝΑΚΕΣ	VI
ΣΧΗΜΑΤΑ	VII
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	IX
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	XI
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 1 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	- 3 -
ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ	- 3 -
1.1 Γενικά	- 3 -
1.2 Τεχνικές επίλυσης	- 8 -
1.2.1 Τεχνική εικονικού σταθμού VRS	- 10 -
1.2.2 Τεχνική FKP – Παράμετροι μαθηματικών επιφανειών.....	- 11 -
1.2.3 Τεχνική MAC – Διαφορές σταθμών.....	- 11 -
1.2.4 Κριτήρια επιλογής δικτυακής τεχνικής	- 12 -
1.3 Το σύστημα αναφοράς του HEPOS (HTRS07).....	- 13 -
1.3.1 Επιλογή Συστήματος Αναφοράς για το HEPOS	- 15 -
1.3.2 Διαδικασία μετρήσεων και προσδιορισμού συντ/νων.....	- 17 -
1.3.3 Αμφίδρομος μετασχηματισμός HTRS07 < > ΕΓΣΑ87	- 21 -
1.3.4 Ακρίβεια του μετασχηματισμού	- 26 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	- 28 -
ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	- 28 -
2.1 Αντικείμενο της εργασίας	- 28 -
2.2 Επιλογή τριγωνομετρικών σημείων	- 29 -
2.3 Γεωδαιτικός εξοπλισμός.....	- 34 -
2.4 Μετρήσεις.....	- 37 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	- 46 -
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ-ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ -	46 -
3.1 Επίλυση των βάσεων.....	- 46 -
3.2 Προσδιορισμός συντεταγμένων	- 57 -
3.2.1 Με χρήση του προγράμματος TGO	- 57 -

3.2.2 Με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου	- 59 -
3.3 Δημιουργία εικονικού σταθμού αναφοράς	- 62 -
3.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων	- 66 -
3.4.1 Επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό	- 66 -
3.4.2 Επίλυση με εικονικό – κοντινό σταθμό	- 70 -
3.4.3 Μετασχηματισμός στο ΕΓΣΑ'87, με συντεταγμένες ΕΓΣΑ'87 από Γ.Υ.Σ.....	- 71 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	- 84 -
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	- 84 -
4.1 Συμπεράσματα.....	- 84 -
4.2 Προτάσεις.....	- 87 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 88 -
ABSTRACT	- 89 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	- 93 -
1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	- 94 -
1.1 Τα 29 τριγωνομετρικά σημεία.....	- 95 -
1.2 Φωτογραφική Τεκμηρίωση	- 96 -
1.3 Μετρήσεις.....	- 125 -
1.3.1 Έντυπα καταγραφής μετρήσεων.....	- 125 -
1.3.2 Χιλιομετρικές αποστάσεις	- 128 -
1.3.3 Πίνακας εξόδων	- 129 -
1.3.4 Ύψος δέκτη	- 130 -
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	- 131 -
2.1 Εισαγωγή μετρήσεων στο λογισμικό του TGO	- 132 -
2.2 Πίνακας Επιλεγμένων Σταθμών Αναφοράς.....	- 133 -
2.3 Επίλυση των βάσεων – Προσδιορισμός συντεταγμένων.....	- 134 -
2.4 Προσδιορισμός Συντεταγμένων	- 137 -
2.4.1 Συντεταγμένες των σημείων στο ΕΓΣΑ '87 με χρήση του TGO.....	- 137 -
2.4.2 Συντεταγμένες των σημείων στο ΕΓΣΑ '87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου	- 139 -
2.4.3 Συντεταγμένες των σημείων στο HTRS07	- 141 -
2.4.4 Συντεταγμένες των 5 σημείων στο HTRS07, κατά την επίλυση με τον εικονικό σταθμό αναφοράς (VRS)	- 143 -

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2.1 :	Πλήθος τριγωνομετρικών σημείων.....	- 30 -
Πίνακας 2.2 :	Μέτρηση τριγωνομετρικών σημείων ανά ημέρα.....	- 40 -
Πίνακας 2.3 :	Σύνολο χιλιομέτρων – εξόδων κατά την διάρκεια των μετρήσεων.....	- 41 -
Πίνακας 2.4 :	Το διάστημα μέτρησης των 29 τριγωνομετρικών σημείων.....	- 43 -
Πίνακας 3.1 :	Επιλογή κοντινού – μακρινού σταθμού αναφοράς του HEPOS σε κάθε φύλλο χάρτη.....	- 50 -
Πίνακας 3.2 :	Τελικές συντεταγμένες στο HTRS07 των 5 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS.....	- 50 -
Πίνακας 3.3 :	Στοιχεία επίλυσης των 58 βάσεων.....	- 54 -
Πίνακας 3.4 :	Τελικές Συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του προγράμματος TGO.....	- 58 -
Πίνακας 3.5 :	Τελικές συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου.....	- 61 -
Πίνακας 3.6 :	Στοιχεία επίλυσης των 5 επιλεγμένων τριγωνομετρικών σημείων χρησιμοποιώντας εικονικούς σταθμούς αναφοράς.....	- 64 -
Πίνακας 3.7 :	Συντεταγμένες των 5 τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του προγράμματος TGO, για με επίλυση εικονικό σταθμό αναφοράς.....	- 65 -
Πίνακας 3.8 :	Συντεταγμένες των 5 τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου, για επίλυση με εικονικό σταθμό αναφοράς.....	- 65 -
Πίνακας 3.9 :	Διανύσματα διαφοράς των 29 τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ'87.....	- 80 -

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.1 : Η θέση των 98 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS.....	- 5 -
Σχήμα 1.2 : Η αρχιτεκτονική του HEPOS.....	- 6 -
Σχήμα 1.3 : Αναπαράσταση της διαφοράς των δικτυακών τεχνικών σε σχέση με τη χρήση ενός μόνου σταθμού.....	- 8 -
Σχήμα 1.4 : Αρχή λειτουργίας Δικτυακών τεχνικών.....	- 9 -
Σχήμα 1.5 : Αναπαράσταση της τεχνικής MAC.....	- 12 -
Σχήμα 1.6 : Αναπαράσταση της υλοποίησης των δικτυακών τεχνικών VRS, FKP και MAC μέσω του HEPOS για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.....	- 13 -
Σχήμα 1.7 : Οι τρεις Ελληνικοί σταθμοί EUREF.....	- 18 -
Σχήμα 1.8 : Η θέση των τριών μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS, με τις μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των δύο λύσεων.....	- 20 -
Σχήμα 1.9 : Τα 2466 σημεία που μετρήθηκαν για τον προσδιορισμό του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87.....	- 21 -
Σχήμα 1.10 : 2199 κοινά σημεία.....	- 22 -
Σχήμα 1.11 : 231 κοινά σημεία ελέγχου.....	- 22 -
Σχήμα 1.12 : Η λογική του μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87.....	- 24 -
Σχήμα 1.13 : Διόρθωση καννάβων.....	- 25 -
Σχήμα 1.14 : Ακρίβεια κοινών σημείων μετασχηματισμού.....	- 26 -
Σχήμα 2.1 : Η θέση των σημείων που μετρήθηκαν κοινή ώρα (Base-Rover).....	- 38 -
Σχήμα 2.2 : Η ακριβής θέση των σημείων σε κάθε φύλλο χάρτη της περιοχής μελέτης.....	- 45 -
Σχήμα 3.1 : Διάγραμμα μεταβολής του δείκτη RMS συναρτήσει του μήκους της βάσης – Καμπύλη προσαρμογής των τιμών του διαγράμματος.....	- 56 -
Σχήμα 3.2 : Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς του HEPOS.....	- 67 -
Σχήμα 3.3 : Σύνδεση τριγωνομετρικών σημείων με δύο μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS.....	- 68 -
Σχήμα 3.2(A): Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών ($\Delta x, \Delta y$) στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων.....	- 69 -

Σχήμα 3.4 :	Διάγραμμα διαφορών των 5 επιλεγμένων σημείων κατά την επίλυση με εικονικό – κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS.....	- 70 -
Σχήμα 3.5 :	Σύνδεση των τριγωνομετρικών σημείων με τον εικονικό και κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS.....	- 71 -
Σχήμα 3.6 :	Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των 29 σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, για τους <u>κοντινούς</u> σταθμούς αναφοράς του HEPOS.....	- 74 -
Σχήμα 3.6(A):	Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών στις συντ/νες των σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων (κοντινοί σταθμοί).....	- 76 -
Σχήμα 3.7 :	Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των 29 σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, για τους <u>μακρινούς</u> σταθμούς αναφοράς του HEPOS.....	- 77 -
Σχήμα 3.7(A):	Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών στις συντ/νες των σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων (μακρινοί σταθμοί).....	- 79 -
Σχήμα 3.8 :	Διανύσματα διαφοράς των τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ'87 (<u>κοντινός σταθμός</u>).....	- 82 -
Σχήμα 3.9 :	Διανύσματα διαφοράς των τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ'87 (<u>μακρινός σταθμός</u>).....	- 83 -

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφία 1.1 : Σταθμοί αναφοράς του HEPOS.....	- 4 -
Φωτογραφία 1.2 : Αρχή λειτουργίας εικονικών σταθμών – VRS.....	- 10 -
Φωτογραφία 2.1 : Η γεωγραφική θέση των 29 τριγωνομετρικών σημείων στην περιοχή μελέτης (Θήβα – Γαλαξίδι).....	- 31 -
Φωτογραφία 2.2 : Φύλλο χάρτη Περαχώρα.....	- 32 -
Φωτογραφία 2.3 : Φύλλο χάρτη Καπαρέλλι.....	- 32 -
Φωτογραφία 2.4 : Επιλεγμένα σημεία σε απόσπασμα του φύλλου χάρτη Περαχώρα.....	- 33 -
Φωτογραφία 2.5 : Απόσπασμα φύλλου χάρτη Ιτέας.....	- 34 -
Φωτογραφία 2.6 : Απόσπασμα φύλλου χάρτη Λειβαδιάς.....	- 34 -
Φωτογραφία 2.7 : Δεκτής GPS Trimble 5800.....	- 35 -
Φωτογραφία 2.8 : Ειδικό χειριστήριο «TSC2».....	- 36 -
Φωτογραφία 2.9 : Ελαφριά βάση κέντρωσης.....	- 37 -
Φωτογραφία 2.10 : Χάρτες περιοχής μελέτης – Συμπλήρωση εντύπων καταγραφής.....	- 39 -
Φωτογραφία 2.11 : Νυχτερινή μέτρηση.....	- 40 -
Φωτογραφία 2.12 : Ύψος του δέκτη.....	- 42 -
Φωτογραφία 2.13 : Τοποθέτηση στυλαιού για την ανύψωση του δέκτη GPS-5800.....	- 42 -
Φωτογραφία 3.1 : Στοιχεία μετρήσεων των 29 τριγωνομετρικών σημείων.....	- 47 -
Φωτογραφία 3.2 : Εισαγωγή των σημείων στο λογισμικό του TGO...-	47 -
Φωτογραφία 3.3 : Η θέση των 5 σταθμών αναφοράς του HEPOS που χρησιμοποιηθήκαν για την επίλυση των βάσεων.....	- 49 -
Φωτογραφία 3.4 : Η βάση της κεραίας σε σταθμό αναφοράς του HEPOS.....	- 51 -
Φωτογραφία 3.5 : Εισαγωγή των αρχείων Rinex στο λογισμικό του TGO από έναν σταθμό αναφοράς του HEPOS.....	- 52 -
Φωτογραφία 3.6 : Καταγραφή δορυφόρων του δέκτη GPS-5800 και του αντίστοιχου σταθμού αναφοράς του HEPOS.....	- 53 -
Φωτογραφία 3.7 : Μετασχηματισμός HTRS07 < > ΕΓΣΑ '87.....	- 60 -
Φωτογραφία 3.8 : Η θέση των δύο εικονικών σταθμών αναφοράς του HEPOS.....	- 63 -

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φωτογραφία 2.1 : Επιλογή γεωειδούς.....	- 134 -
---	---------

Φωτογραφία 2.2 : Εισαγωγή αρχείων Rinex	- 134 -
Φωτογραφία 2.3 : Συν/νες σταθμού αναφοράς του HEPOS.....	- 135 -
Φωτογραφία 2.4 : Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ'87.....	- 136 -
Φωτογραφία 2.5 : Συντεταγμένες στο HTRS07.....	- 136 -

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων μεταξύ του Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς του HEPOS (HTRS07) και του ΕΓΣΑ'87. Η εφαρμογή πραγματοποιείται στο βορειοανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου.

Η εργασία αποτελείται από τα παρακάτω κεφάλαια:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού (HEllenic POsitioning System - HEPOS), με εκτενή αναφορά στις δικτυακές τεχνικές επίλυσης, καθώς και στα κριτήρια επιλογής της βέλτιστης τεχνικής για κάθε εφαρμογή. Περιγράφεται το νέο Σύστημα Αναφοράς του HEPOS (HTRS07), ενώ δίνεται και η διαδικασία προσδιορισμού του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 <> ΕΓΣΑ'87, με την ακρίβεια που παρέχει.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** πραγματοποιείται η επιλογή των τριγωνομετρικών σημείων για την αξιολόγηση του αμφιδρόμου μετασχηματισμού, και παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων (εργασίες υπαίθρου), καθώς και τα διάφορα προβλήματα που αντιμετώπιστηκαν κατά την διάρκεια των μετρήσεων.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η διαδικασία επίλυσης των βάσεων για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των 29 τριγωνομετρικών σημείων της περιοχής μελέτης, τόσο με τη χρήση του προγράμματος TGO, όσο και με τον αμφίδρομο μετασχηματισμό του Κτηματολογίου.

Περιγράφεται η δημιουργία εικονικού σταθμού αναφοράς του HEPOS, ενώ γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό, με εικονικό – κοντινό σταθμό (για 5 επιλεγμένα σημεία), καθώς και με τις υπάρχουσες συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 από την Γ.Υ.Σ, και σχεδιάζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα για την αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 <> ΕΓΣΑ'87.

Τέλος, στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από την εκπόνηση, εκτέλεση και μελέτη της μεταπτυχιακής εργασίας, και δίνονται οι προτάσεις για αντίστοιχες εργασίες, καθώς και για μελλοντικές μελέτες.

Επιπλέον, στο **παράρτημα** της εργασίας περιλαμβάνεται η ακριβής θέση και η τεκμηρίωση των 29 σημείων, με τον σχεδιασμό, μεταξύ άλλων, της βέλτιστης προσεγγιστικής διαδρομής για κάθε τριγωνομετρικό σημείο.

Δίνονται όλα τα στοιχεία των μετρήσεων, ενώ παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα του TGO, για την εισαγωγή των δεδομένων μέτρησης, την επίλυση των βάσεων και τον προσδιορισμό των συντεταγμένων, με τους δύο διαφορετικούς τρόπους.

Τέλος, παρουσιάζονται τα στοιχεία των επιλύσεων, με τις συντεταγμένες των 29 τριγωνομετρικών σημείων τόσο στο ΕΓΣΑ'87, όσο και στο HTRS07, ενώ δίνονται και οι διορθώσεις των καννάβων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή εποχή, οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της δορυφορικής Γεωδαισίας, καθώς και η συνεχιζόμενη ανάπτυξη πληρέστερων θεωρητικών και αλγοριθμικών τεχνικών για την επεξεργασία δεδομένων του Παγκόσμιου Δορυφορικού Συστήματος GPS, έχουν επιφέρει μια αλματώδη βελτίωση στην ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης σημείων στην επιφάνεια της Γης.

Με την χρήση του GPS είναι πλέον σχετικά εύκολο να υπολογίσουμε με ακρίβεια λίγων εκατοστών τόσο την απόλυτη (σε σχέση με κάποιο γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς) θέση ενός σημείου, όσο και την σχετική του θέση ως προς κάποιο γνωστό επίγειο σταθμό ελέγχου που μπορεί να βρίσκεται αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά.

Μέσα στο πλαίσιο αυτό, η χρήση του υφιστάμενου επίσημου Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς – ΕΓΣΑ87 (ΟΚΧΕ, 1987) κρίνεται πλέον ανεπαρκής για την πλήρη κάλυψη των γεωδαιτικών, τοπογραφικών και χαρτογραφικών αναγκών της χώρας, αλλά και για την υποστήριξη άλλων επιστημονικών μελετών και εφαρμογών που απαιτούν ένα σύγχρονο, τρισδιάστατο και υψηλής ακρίβειας σύστημα αναφοράς για την καταγραφή, την μελέτη και την δυναμική παρακολούθηση διαφόρων φυσικών φαινομένων και ανθρωπογενών διεργασιών.

Η σημαντική αδυναμία του ΕΓΣΑ87 οφείλεται στο γεγονός ότι είναι ένα σύστημα αναφοράς μειωμένης ακρίβειας και αξιοπιστίας, αφού ο υπολογισμός του έγινε πριν από δύο δεκαετίες χρησιμοποιώντας δεδομένα και τεχνικές συνόρθωσης τα οποία δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις σύγχρονες απαιτήσεις για ένα εθνικό γεωδαιτικό δίκτυο πρώτης τάξης.

Λαμβάνοντας επίσης υπόψη την ανάγκη συμβατότητας ενός συστήματος με το ευρωπαϊκό ETRS και το παγκόσμιο ITRS σύστημα, τα διάφορα γεωδυναμικά φαινόμενα (κίνηση τεκτονικών πλακών, σεισμική δραστηριότητα, κλπ.) που επηρεάζουν σημαντικά την γεωμετρία του Ελληνικού χώρου σε διάφορες χρονικές και χωρικές κλίμακες, όσο και τη χρησιμότητα της διαχρονικής παρακολούθησης, συμπεραίνεται ότι είναι επιτακτική και αναγκαία η δημιουργία ενός νέου εθνικού γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς.

Στο πλαίσιο αυτό, για το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού (**HE**llenic **PO**sitioning System – HEPOS) που υλοποιήθηκε από την Κτηματολόγιο Α.Ε, για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου, ώστε να προχωρήσει με σύγχρονες τεχνικές που εξασφαλίζουν μεγάλη ακρίβεια και ομοιογένεια συντεταγμένων, αναπτύχθηκε ένα νέο Σύστημα Αναφοράς.

Κωδική ονομασία για το νέο σύστημα αναφοράς είναι η HTRS07 (Hellenic Terrestrial Reference System of 2007).

Με την επιλογή του νέου συστήματος αναφοράς HTRS07, κρίνεται αναγκαία η διαδικασία συνδεσης μεταξύ του ΕΓΣΑ87 και του HTRS07, καθώς ως επίσημο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς της Ελλάδας παραμένει το ΕΓΣΑ87 και σε αυτό εκτελούνται όλες οι εργασίες, ακόμα και αυτές που υλοποιούνται από την Κτηματολόγιο Α.Ε.

Έτσι, δημιουργήθηκε ένα δίκτυο σημείων σε όλη την επικράτεια της Ελλάδας με γνωστές τόσο τις γεωδαιτικές συντεταγμένες (φ,λ) ως προς το ΕΓΣΑ87, όσο και τις 3Δ καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y, Z) ως προς το HTRS07, και υπολογίστηκε από ερευνητική ομάδα του ΓΑΤΜ/ΑΠΘ (Κατσάμπαλος Κ. , Κωτσάκης Χ.) το μοντέλο του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87.

Το μοντέλο μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87 παρέχει μια μέση ακρίβεια της τάξης των 6-8cm, ενώ παρατηρείται το φαινόμενο σε κάποιες περιπτώσεις να έχουν μετρηθεί ελάχιστα τριγωνομετρικά σημεία σε ένα φύλλο χάρτη για την δημιουργία του μετασχηματισμού, λόγω της μη ύπαρξης μεγάλου τμήματος στεριάς.

Για τους παραπάνω λόγους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να εκπονηθούν εργασίες με αντικείμενο την αξιολόγηση του μετασχηματισμού, σε περιοχές με μεγάλο θαλάσσιο άνοιγμα, όπως είναι και αυτές που περικλείουν τον Κορινθιακό κόλπο.

Έτσι τον Σεπτέμβριο του 2009 ανατέθηκε από το εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, η μεταπτυχιακή αυτή εργασία, με σκοπό να αξιολογηθεί ο αμφίδρομος μετασχηματισμός των συντεταγμένων x,y μεταξύ της προβολής του ΕΓΣΑ87 και του HTRS07 (HEPOS), και η διερεύνηση των καννάβων διόρθωσης.

Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο βορειοανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου, ενώ η μεταπτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε και παρουσιάστηκε τον Ιούνιο του 2010.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

1.1 Γενικά

Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού (**HE**llenic **PO**sitioning System – HEPOS) αναπτύχθηκε στο πλαίσιο των έργων του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης από την Κτηματολόγιο Α.Ε, για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου.

Στόχος του έργου είναι ο εκμοντερνισμός της γεωδαιτικής υποδομής της χώρας ώστε η σύνταξη του Κτηματολογίου να προχωρήσει με σύγχρονες τεχνικές που εξασφαλίζουν μεγάλη ακρίβεια και ομοιογένεια συντεταγμένων, ενώ παράλληλα να μειώνουν το χρόνο και το κόστος προσφέροντας οικονομίες κλίμακας.

Παράλληλα με τις κτηματογραφικές εργασίες του Εθνικού Κτηματολογίου, μπορεί να καλύψει και πλήθος άλλων εφαρμογών, στα πεδία της Τοπογραφίας, Γεωδαισίας, Χαρτογραφίας, Υδρογραφίας, κατασκευής τεχνικών έργων και γενικότερα της συλλογής χωρικών δεδομένων και των γεωεπιστημόνων.

Το HEPOS είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει τον προσδιορισμό θέσης με ακρίβεια, αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού GPS (**G**lobal **P**ositioning **S**ystem).

Αποτελεί ένα σύγχρονο σύστημα εντοπισμού αντίστοιχο με αυτά που λειτουργούν τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Αγγλία, Αυστρία, Βέλγιο, Γερμανία, κ.α) αλλά και σε άλλες χώρες της υφηλίου, με πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα :

- ✓ Προσδιορίζει με ακρίβεια λίγων εκατοστών τη θέση ενός σημείου σε "πραγματικό χρόνο".
- ✓ Μειώνει το κόστος προμήθειας δέκτη αναφοράς για τον χρήστη.
- ✓ Αυξάνει την αμεσότητα, οικονομία και αποδοτικότητα στην καθημερινή τοπογραφική πρακτική.
- ✓ Απλοποιεί τη μετρητική διαδικασία.
- ✓ Εξασφαλίζει ενιαία ακρίβεια και ομοιογένεια σε όλη την επικράτεια.

Το Σύστημα Εντοπισμού βρίσκεται σε λειτουργία εδώ και ένα περίπου έτος (Απρίλιος 2009) και αποτελείται από ένα σύνολο 98 μόνιμων Σταθμών Αναφοράς (Σ.Α) οι οποίοι διακρίνονται σε σταθμούς δικτυακής λύσης και μεμονωμένους σταθμούς, ένα Κέντρο Ελέγχου (Κ.Ε) το οποίο αποτελεί και την καρδιά του συστήματος και ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο το οποίο συνδέει αμφίδρομα τους Σταθμούς Αναφοράς με το Κέντρο Ελέγχου.



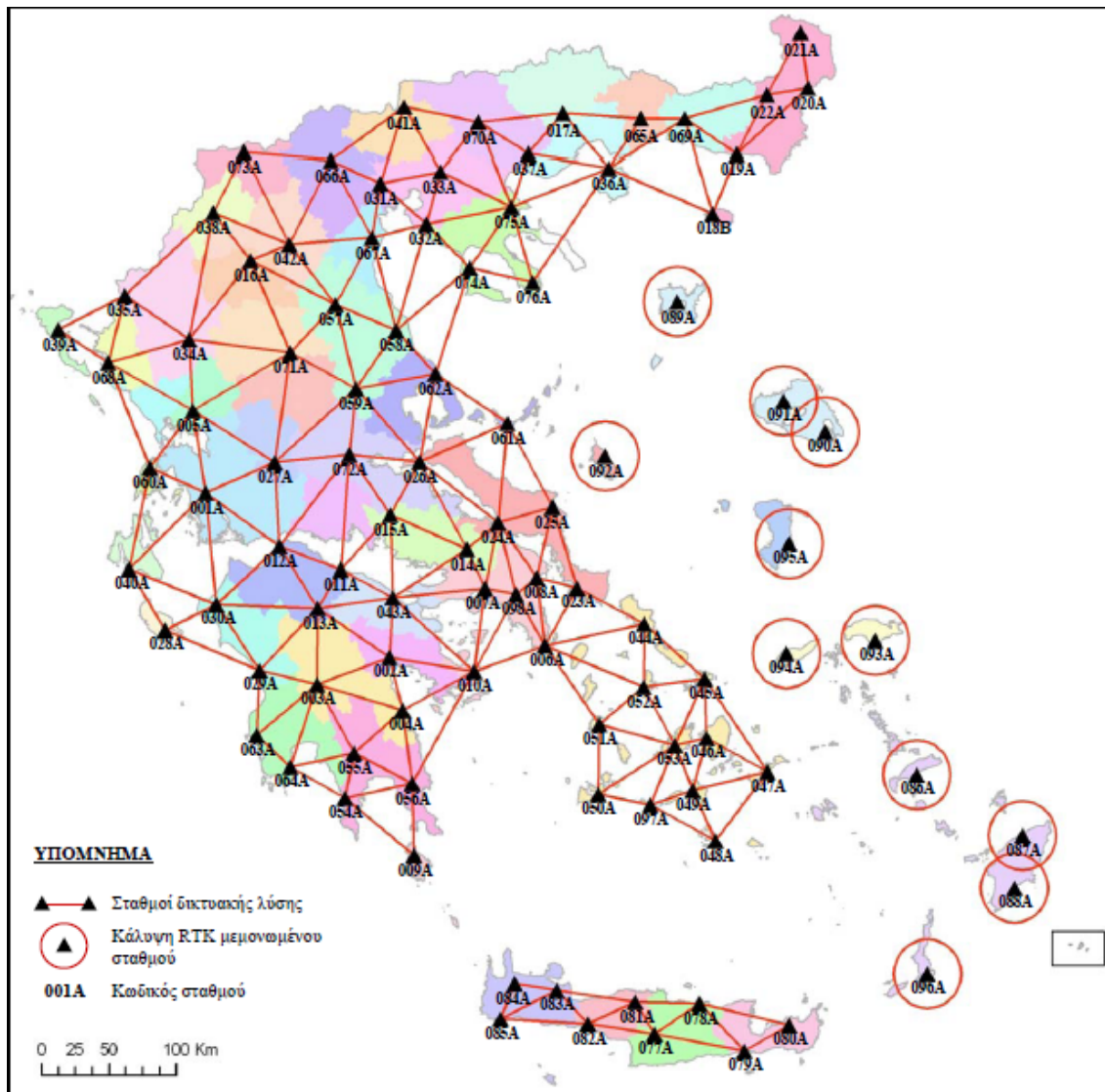
Φωτογραφία 1.1 Σταθμοί αναφοράς του HEPOS.

Οι Σταθμοί Αναφοράς (Σ.Α) βρίσκονται κατανεμημένοι σε ολόκληρη τη χώρα, τοποθετημένοι σε οροφές κτιρίων και εξωτερικούς τοίχους (Φωτ 1.1), και διακρίνονται σε 87 σταθμούς δικτυακής λύσης (VRS – FKP – MAC) και 11 μεμονωμένους σταθμούς στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου, όπου απορρίφθηκε η εγκατάσταση σταθμών αναφοράς δικτυακής λύσης, για τεχνικοοικονομικούς λόγους.

Η γεωμετρική κατανομή των σταθμών αναφοράς του HEPOS παρουσιάζεται αναλυτικά στο σχήμα 1.1.

Η δικτύωση των σταθμών αναφοράς προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ελάχιστου αριθμού Σ.Α, τοποθετημένων με κατάλληλη διάταξη σε αποστάσεις μεταξύ τους μέχρι περίπου 70km. Οι κύκλοι κάλυψης των μεμονωμένων Σ.Α έχουν ακτίνα 20km, η οποία αντιστοιχεί στο σύνηθες όριο απόστασης του κινητού δέκτη από το Σ.Α για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (RTK).

Επίσης οι Σ.Α δικτυακής λύσης μπορούν να χρησιμοποιούνται και ως μεμονωμένοι Σ.Α, επεκτείνοντας έτσι ακόμα περισσότερο την κάλυψη έξω από την περιμετρική γραμμή. [Μάστορης Δ. , 2008]

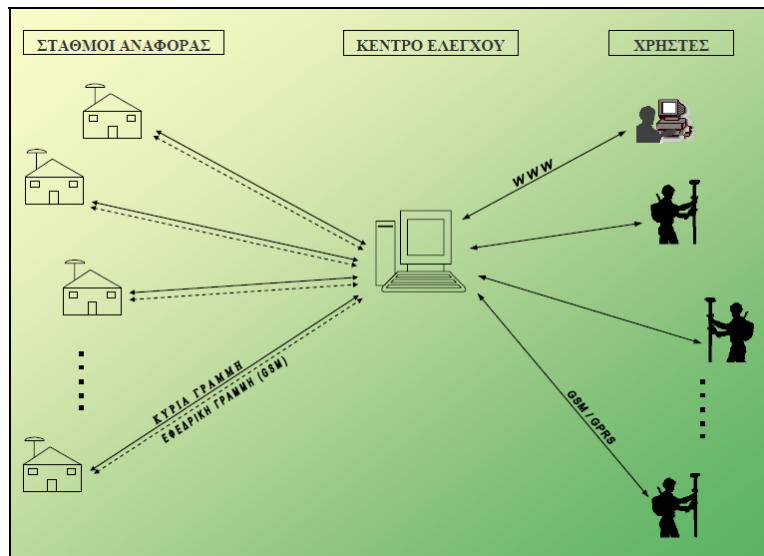


Σχημα 1.1
 Η θέση των 98 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS

Οι δέκτες GPS βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία και αποστέλλουν ανά δευτερόλεπτο τις μετρήσεις τους μέσω του τηλεπικοινωνιακού δικτύου στο Κέντρο Ελέγχου, το οποίο βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της Κτηματολόγιο Α.Ε. στο Χολαργό Αττικής.

Στο Κέντρο Ελέγχου γίνεται η συλλογή των δεδομένων, η επεξεργασία τους σε πραγματικό χρόνο και η αρχειοθέτηση των πρωτογενών και παράγωγων δεδομένων.

Επίσης το Κέντρο Ελέγχου παραλαμβάνει τα αιτήματα των χρηστών, ετοιμάζει τα δεδομένα που ζητήθηκαν και τα αποστέλλει στους χρήστες, όπως αναπαριστάτε στο σχήμα 1.2, όπου παρουσιάζονται διαγραμματικά οι συνδέσεις μεταξύ των Σταθμών Αναφοράς, του Κέντρου Ελέγχου και των χρηστών.



Σχήμα 1.2 Η αρχιτεκτονική του HEPOS.

Η εξυπηρέτηση λοιπόν των χρηστών γίνεται πάντοτε μέσω του Κέντρου Ελέγχου, ενώ οι χρήστες μπορεί να είναι διαφόρων ειδών, καθώς το HEPOS απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα φορέων όπως :

- Δημόσιες Υπηρεσίες και Οργανισμούς.
- Αναδόχους Έργων της Κτηματολόγιο Α.Ε.
- Τοπογράφους Μηχανικούς και γενικότερα επαγγελματίες του χώρου των γεωεπιστημών.
- Ιδιώτες μελετητές και κατασκευαστές έργων.
- Πανεπιστημιακούς και ερευνητικούς φορείς.

Επιπλέον, το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού παρέχει τη δυνατότητα επιλογής **υπηρεσίας προσδιορισμού θέσης**, οι οποίες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- Υπηρεσίες "πραγματικού χρόνου" (real-time), 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).
- Υπηρεσίες "μετεπεξεργασίας" (post-processing), όπου η θέση ενός σημείου προσδιορίζεται εκ των υστέρων μετά από επεξεργασία μετρήσεων στο γραφείο.

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

Για την αξιοποίηση του HEPOS απαιτείται ο κατάλληλος **εξοπλισμός χρήστη**, ο οποίος σχετίζεται κάθε φορά με την ακρίβεια που θέλει να έχει ο χρήστης, καθώς και της υπηρεσίας που προτίθεται να χρησιμοποιήσει.

Αναλυτικότερα, για ακρίβεια της τάξης των λίγων εκατοστών απαιτείται ένας γεωδαιτικός δέκτης GPS, ενώ για ακρίβεια της τάξης του μισού μέτρου αρκεί και ένας πιο απλός δέκτης GPS, αρκεί να παρέχει τη δυνατότητα λήψης των διαφορικών διορθώσεων του HEPOS.

Αντίστοιχα, για τις υπηρεσίες "πραγματικού χρόνου", 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.

Ενώ για τις εφαρμογές "μετεπεξεργασίας" εκτός από το δέκτη GPS μίας ή δύο συχνοτήτων για τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή των μετρήσεων στο πεδίο, χρειάζεται και ένα εξειδικευμένο λογισμικό γραφείου για την επεξεργασία των παρατηρήσεων. Η μόνη απαίτηση για το λογισμικό γραφείου είναι η δυνατότητα να εισάγει δεδομένα σε μορφή Rinex. [Μάστορης Δ. , 2008]

Τέλος, η χρήση των υπηρεσιών του HEPOS προϋποθέτει την εγγραφή σε αυτό, με την συμπλήρωση και κατάθεση σχετικής αίτησης. Για την **εγγραφή στο σύστημα** ο ενδιαφερόμενος πρέπει να καταβάλει ένα χαμηλό χρηματικό τίμημα, το οποίο σήμερα ανέρχεται σε 300€ (πλεον ΦΠΑ) ανά κωδικό και ανά υπηρεσία για πρόσβαση μόνο στις υπηρεσίες μετεπεξεργασίας, ενώ εάν επιθυμεί να εκτελεί και μετρήσεις RTK με δύο δέκτες ταυτόχρονα, τότε χρειάζεται δύο επιπλέον κωδικούς με την καταβολή επιπλέον 600€.

Το τέλος εγγραφής καταβάλλεται εφάπαξ και θεωρείται συμβολικό ποσό, αφού αποσβένεται μέσα από τις πρώτες χρήσεις του συστήματος.

Εκτός από το τέλος εγγραφής προβλέπεται και η επιβολή τελών χρήσης. Το ακριβές ποσό για κάθε παρεχόμενη υπηρεσία δεν έχει ακόμα καθοριστεί, όμως προβλέπεται ότι θα είναι τέτοιο ώστε η χρήση του συστήματος να είναι συμφέρουσα.

Η επιβολή των τελών χρήσης έχει ως κύριο στόχο την κάλυψη μέρους των εξόδων λειτουργίας του HEPOS όπως έξοδα τηλεπικοινωνιακού δικτύου, μίσθωσης εγκαταστάσεων των Σταθμών Αναφοράς, συντήρησης καθώς και έξοδα διαχείρισης και υποστήριξης της λειτουργίας του συστήματος.

Η διάθεση των υπηρεσιών του συστήματος δε θα μπορούσε σε καμιά περίπτωση να γίνεται δωρεάν γιατί αυτό θα σήμαινε κρατική χρηματοδότηση ενός συστήματος προς όφελος του ιδιωτικού τομέα. [Αυγερινός Κ. , 2008]

1.2 Τεχνικές επίλυσης

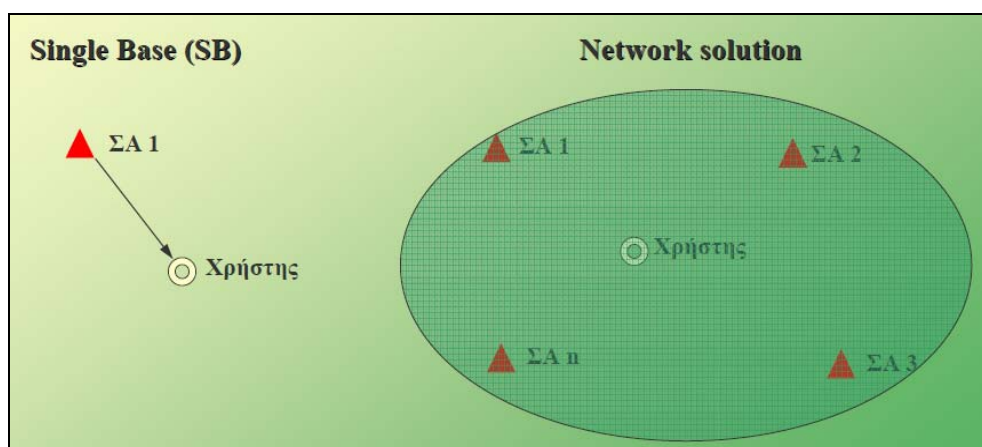
Η ιστορία των δικτυακών τεχνικών επίλυσης ξεκίνησε τη δεκαετία του 1990 όταν ερευνητές άρχισαν να αξιοποιούν τις παρατηρήσεις μόνιμων σταθμών αναφοράς με στόχο τη μοντελοποίηση παραμέτρων που επηρεάζουν τον προσδιορισμό θέσης με GNSS (τροχιακά σφάλματα, τροποσφαιρικές και κυρίως ιονοσφαιρικές επιδράσεις).

Διαπιστώθηκε ότι η χρήση αυτών των μοντέλων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το γεωδαιτικό δορυφορικό εντοπισμό. Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1990 αρχίζουν έτσι να αναπτύσσονται στη Γερμανία οι πρώτες δικτυακές τεχνικές.

Στη χώρα μας οι τεχνικές GPS χρησιμοποιούνται εκτενώς για περισσότερο από μια δεκαετία και έχουν αντικαταστήσει σχεδόν πλήρως τις κλασικές τοπογραφικές μεθόδους σε εργασίες όπως είναι η ίδρυση δικτύων σημείων ελέγχου και ο προσδιορισμός συντεταγμένων φωτοσταθερών.

Παράλληλα οι τεχνικές δορυφορικού εντοπισμού εξελίσσονται και νέες, αποδοτικότερες τεχνικές εμφανίζονται στη θέση των κλασικών δορυφορικών τεχνικών, όπως είναι οι τρεις κατηγορίες δικτυακών τεχνικών VRS, FKP, και MAC, οι οποίες προσφέρονται και μέσω του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού (HEPOS).

Κατά τη χρήση των δικτυακών τεχνικών GPS (και γενικότερα GNSS: Global Navigation Satellite Systems) ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί στοιχεία (μετρήσεις ή διορθώσεις) που προέρχονται από ένα μόνο σταθμό αναφοράς (SB: Single – Base) αλλά χρησιμοποιεί επιπλέον πληροφορία που προέρχεται από ενιαία επεξεργασία μετρήσεων από περισσότερους σταθμούς οι οποίοι ανήκουν σε ένα δίκτυο, όπως δίνεται και στο σχήμα 1.3.

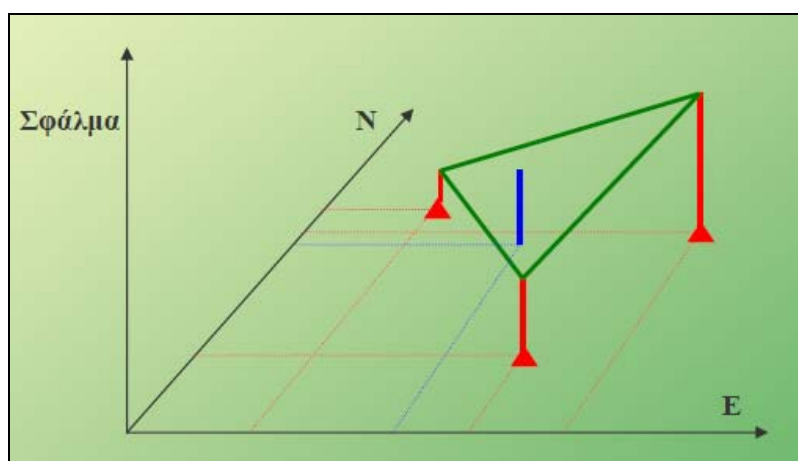


Σχήμα 1.3

Αναπαράσταση της διαφοράς των δικτυακών τεχνικών σε σχέση με τη χρήση ενός μόνου σταθμού.

Από τις παρατηρήσεις μόνιμων σταθμών αναφοράς υπολογίζονται τα σφάλματα σε καθέναν από αυτούς και στη συνέχεια επιφάνειες που περιγράφουν τα σφάλματα εντός της περιοχής του δικτύου. Η πληροφορία αυτή διατίθεται στο χρήστη, σε μορφή που εξαρτάται από τη δικτυακή τεχνική που χρησιμοποιείται.

Στο σχήμα 1.4 παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας των δικτυακών τεχνικών, όπου από τον υπολογισμό των σφαλμάτων σε κάθε ένα από τους σταθμούς αναφοράς, προκύπτει η περιοχή του δικτύου (πράσινο τρίγωνο).



Σχήμα 1.4 Αρχή λειτουργίας Δικτυακών τεχνικών.

Η χρήση των δικτυακών τεχνικών έχει το βασικό πλεονέκτημα ότι καθώς αυξάνεται το μήκος της βάσης (απόσταση base – rover):

- Δεν μειώνεται η ακρίβεια εντοπισμού.
- Δεν απαιτείται αυξημένος χρόνος παρατήρησης για την επίλυση της βάσης.
- Δεν μειώνεται η αξιοπιστία και η αποδοτικότητα του RTK.

Γενικότερα, για τον χρήστη η χρήση των δικτυακών τεχνικών εξασφαλίζει σταθερή ακρίβεια και αξιοπιστία στον προσδιορισμό θέσης ανεξάρτητα από την απόσταση του χρήστη από τους σταθμούς αναφοράς.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικότερα στοιχεία των δικτυακών τεχνικών επίλυσης που είναι καλό να γνωρίζουν όσοι ενδιαφέρονται να χρησιμοποιήσουν το HEPOS, καθώς και τα κριτήρια επιλογής της βέλτιστης τεχνικής για κάθε εφαρμογή. [Γιαννίου Μ. , 2008]

1.2.1 Τεχνική εικονικού σταθμού VRS

Στην περίπτωση του εικονικού σταθμού VRS (Virtual Reference Station) τα δεδομένα των (πραγματικών) σταθμών αναφοράς και τα υπολογισμένα μοντέλα των σφαλμάτων χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν εικονικές παρατηρήσεις (από υπολογισμούς) σε οποιοδήποτε σημείο εντός της περιοχής του δικτύου.

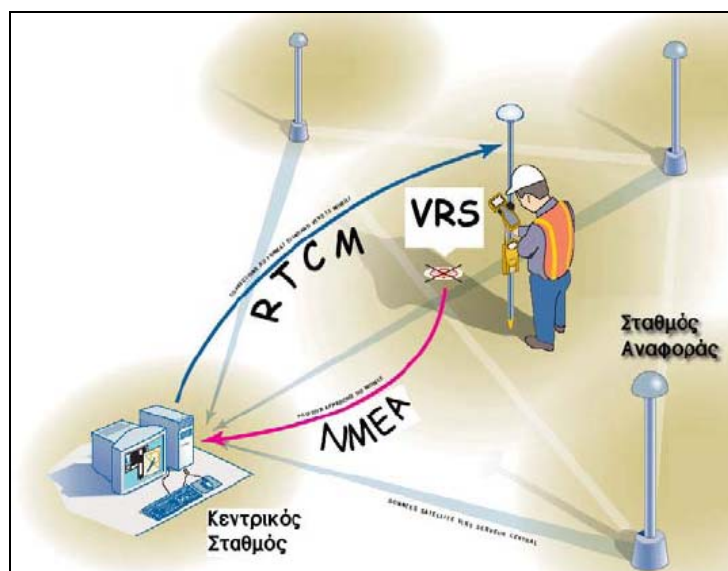
Σύμφωνα με τη θεωρία του VRS, οι παρατηρήσεις αυτές είναι ακριβώς ίδιες με αυτές που θα κατέγραφε ένας δέκτης εάν βρισκόταν σε λειτουργία στο σημείο αυτό κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Το σημείο για το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί ένας εικονικός σταθμός, μπορεί στη φυσική πραγματικότητα να είναι εντελώς ακατάλληλο για μετρήσεις π.χ. μέσα σε δάσος με πυκνή βλάστηση, μέσα σε κτίριο, στη θάλασσα ακόμα και κάτω από το έδαφος.

Οι μετρήσεις θα αντιστοιχούν στις μετρήσεις που θα είχε καταγράψει ένας δέκτης τοποθετημένος στο σημείο αυτό, εάν δεν υπήρχε κανένα εμπόδιο.

Οι εξ υπολογισμού παρατηρήσεις ενός VRS μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- ♦ για εφαρμογές μετεπεξεργασίας, με τη μορφή αρχείου Rinex.
- ♦ για εφαρμογές RTK ή DGPS, με τη μορφή διορθώσεων RTCM.



Φωτογραφία 1.2 Αρχή λειτουργίας εικονικών σταθμών – VRS.

Στην περίπτωση των εφαρμογών μετεπεξεργασίας ο χρήστης ορίζει ένα σημείο στη βέλτιστη θέση που εξυπηρετεί τις μετρήσεις του και ζητά τη δημιουργία αρχείων VRS παρατηρήσεων που να αναφέρονται στο συγκεκριμένο αυτό σημείο.

Ενώ, στην περίπτωση εφαρμογών πραγματικού χρόνου, το δίκτυο επιλέγει αυτόματα τη θέση του VRS, ώστε να είναι κοντά στο χρήστη (Φωτ 1.2). [Γιαννίου Μ. , 2008]

1.2.2 Τεχνική FKP – Παράμετροι μαθηματικών επιφανειών

Στην περίπτωση της τεχνικής FKP (Flachen KorrekturParameter Area Correction Parameters) το δίκτυο στέλνει στο χρήστη τις παραμέτρους μαθηματικών επιφανειών που περιγράφουν τα εκάστοτε σφάλματα που υπεισέρχονται στις μετρήσεις.

Ο χρήστης χρησιμοποιεί αυτές τις επιφάνειες για να υπολογίσει τις τιμές των σφαλμάτων στο σημείο στο οποίο βρίσκεται και κάνει τις ανάλογες διορθώσεις στις παρατηρήσεις.

Σύμφωνα με τη θεωρία της τεχνικής FKP, το δίκτυο δεν χρειάζεται να γνωρίζει τη θέση του χρήστη. Οι επιφάνειες διορθώσεων που στέλνει είναι κοινές για όλους τους χρήστες που βρίσκονται σε μια ευρύτερη περιοχή και ο κάθε χρήστης υπολογίζει τις διορθώσεις που αντιστοιχούν στη θέση του.

Η τεχνική FKP χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. [Γιαννίου Μ. , 2008]

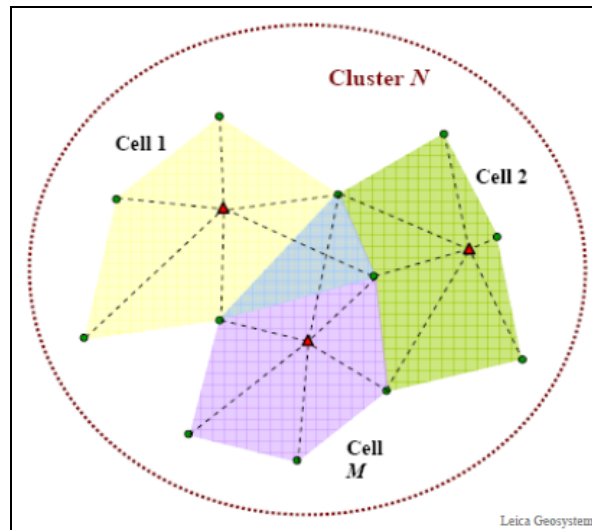
1.2.3 Τεχνική MAC – Διαφορές σταθμών

Στην περίπτωση της τεχνικής MAC (Master Auxiliary Concept) το δίκτυο στέλνει στο χρήστη τις διορθώσεις (Corrections) ενός κύριου σταθμού αναφοράς (Master station) καθώς και διαφορές διορθώσεων (Correction differences) γειτονικών βοηθητικών σταθμών αναφοράς (Auxiliary stations).

Σύμφωνα με τη θεωρία της τεχνικής MAC, ο χρήστης λαμβάνει όλη την πρωτογενή πληροφορία σχετικά με τα σφάλματα χωρίς να μεσολαβεί κάποια μοντελοποίηση από το δίκτυο. Μπορεί έτσι να εφαρμόσει προηγμένους αλγόριθμους για να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των σφαλμάτων και να πετύχει τη βέλτιστη ακρίβεια.

Το δίκτυο δεν χρειάζεται να γνωρίζει τη θέση του χρήστη, εντούτοις η πληροφορία αυτή είναι χρήσιμη για την ένταξη του χρήστη σε κελιά (cells) ή στο σύμπλεγμα (cluster), τα οποία δημιουργούνται σε μεγαλύτερα δίκτυα όπως παρουσιάζεται παρακάτω στο σχήμα 1.5, καθώς είναι ασύμφορο και ανώφελο να χρησιμοποιούνται κάθε φορά όλοι οι σταθμοί του δικτύου ως γειτονικοί βοηθητικοί σταθμοί αναφοράς (Auxiliary stations).

Η τεχνική MAC χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. [Γιαννίου Μ. , 2008]



Σχήμα 1.5
Αναπαράσταση της τεχνικής MAC.

1.2.4 Κριτήρια επιλογής δικτυακής τεχνικής

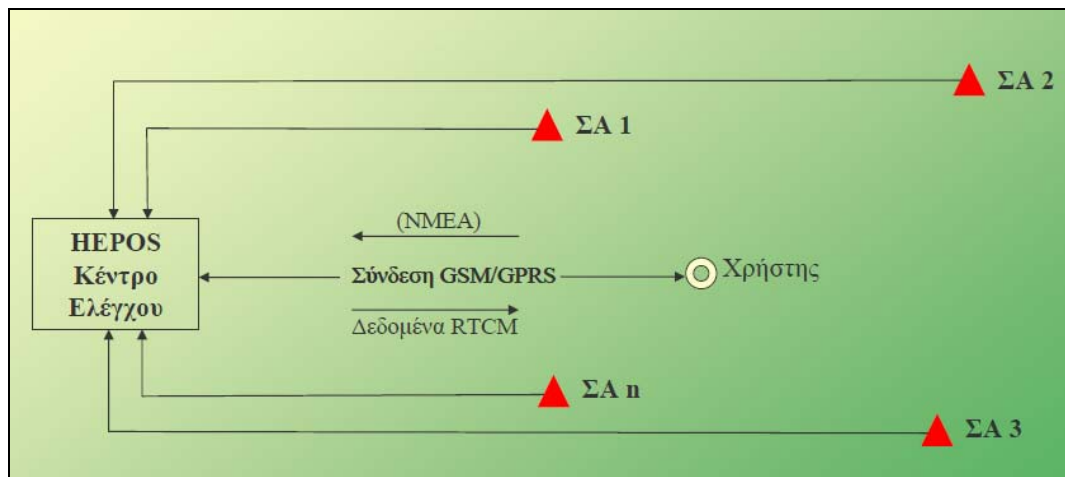
Η επιλογή της βέλτιστης τεχνικής επίλυσης, γίνεται με διάφορα κριτήρια τα οποία λαμβάνουν οι χρήστες υπόψη τους, και τα οποία είναι:

- Η τεχνική του εικονικού σταθμού - VRS είναι η μόνη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (RTK, DGPS) όσο και για εφαρμογές μετεπεξεργασίας. Οι τεχνικές FKP και MAC χρησιμοποιούνται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.
- Αν και οι περισσότεροι σύγχρονοι δέκτες GNSS υποστηρίζουν όλες τις τεχνικές, δέκτες παλαιότερης γενιάς χρειάζονται συνήθως αναβάθμιση προκειμένου να τις υποστηρίξουν. Η τεχνική με τις λιγότερες απαιτήσεις αναβάθμισης είναι αυτή του εικονικού σταθμού – VRS, καθώς ένα από τα κριτήρια ανάπτυξης αυτής της τεχνικής ήταν η μέγιστη δυνατή διατήρηση συμβατότητας με τον υφιστάμενο εξοπλισμό.
- Για τη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών πραγματικού χρόνου (RTK) οι τρεις τεχνικές είναι σε γενικές γραμμές ισοδύναμες από πλευράς ακρίβειας, αξιοπιστίας και αποδοτικότητας.

- Οι χρήστες εφαρμογών πραγματικού χρόνου που συνδέονται μέσω GPRS, μπορούν να επιλέγουν τεχνική με βάση το απαιτούμενο bandwidth κάθε τεχνικής. Η χρήση συγκεκριμένων τεχνικών ή/και format μετάδοσης δεδομένων συνεπάγεται μικρότερο όγκο δεδομένων που μεταφέρονται, γεγονός που στην περίπτωση του GPRS σημαίνει μειωμένο τηλεπικοινωνιακό κόστος.

Ολοκληρώνοντας την ανάλυση των δικτυακών τεχνικών, παρουσιάζεται η υλοποίησή τους (VRS, FKP, MAC) μέσω του HEPOS για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, τις οποίες εφαρμόζουν και οι τρεις τεχνικές, στο σχήμα 1.6.

Η σχηματική αναπαράσταση στοχεύει στην βέλτιστη κατανόηση από τους χρήστες, των όσων αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 1.2, ώστε να μπορούν να τις χρησιμοποιούν αποδοτικά, επωφελούμενοι από τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρουν.



Σχήμα 1.6

Αναπαράσταση της υλοποίησης των δικτυακών τεχνικών VRS, FKP και MAC μέσω του HEPOS για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.

1.3 Το σύστημα αναφοράς του HEPOS (HTRS07)

Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού (HEPOS), ως σύστημα γεωδαιτικού εντοπισμού μέσω GPS, απαιτεί τον ορισμό και την υλοποίηση ενός συστήματος αναφοράς (Σ.Α) συντεταγμένων.

Το Σύστημα Αναφοράς είναι ένα σύνολο από:

- Συμβάσεις (π.χ ο άξονας περιστροφής της γης)
- Πρότυπα (π.χ το ελλειψοειδές αναφοράς)
- Μοντέλα (π.χ γεωδυναμικά, παλιρροιακά)
- Σταθερές (π.χ η ταχύτητα του φωτός)

που όλα μαζί χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της θέσης ενός σημείου στο χώρο.

Προκειμένου, όμως, το σύστημα αναφοράς να είναι προσβάσιμο και χρησιμοποιήσιμο από τους χρήστες, απαιτείται η γνώση των συντεταγμένων σε ένα σύνολο σημείων.

Οι συντεταγμένες αυτές, θα πρέπει να αναφέρονται σε μια χρονική στιγμή (εποχή) και παράλληλα να δίνονται και τα στοιχεία της κίνησης (ταχύτητες) του κάθε σημείου, λόγω γεωδυναμικών / τεκτονικών φαινομένων. Η λύση για ένα σύνολο σταθμών σε μια γεωγραφική περιοχή αποτελεί ένα «**πλαίσιο αναφοράς**».

Προφανώς, υπάρχουν παγκόσμια, ηπειρωτικά και περιφερειακά / εθνικά «πλαίσια αναφοράς» τα οποία βελτιώνονται συνεχώς, καθώς συλλέγονται νέες παρατηρήσεις.

Το Παγκόσμιο Επίγειο Σύστημα Αναφοράς ITRS (**I**nternational **T**errestrial **R**eference **S**ystem) που ελέγχεται από την διεθνή επιστημονική υπηρεσία IERS και αποτελεί το αρτιότερο θεωρητικό υπόβαθρο για όλες τις σύγχρονες εφαρμογές δορυφορικής γεωδαισίας, περιλαμβάνει τα ακόλουθα πλαίσια αναφοράς ITRF (**I**nternational **T**errestrial **R**eference **F**rame): ITRF88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, (20)00 και (20)05.

Αντίστοιχα, το ευρωπαϊκό σύστημα αναφοράς ETRS89 (**E**uropean **T**errestrial **R**eference **S**ystem) ταυτίζεται με το παγκόσμιο την εποχή του 1989.0 και βασίζεται στο ίδιο γενικό θεωρητικό πλαίσιο που διέπει τα σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς (το πλαίσιο αυτό διαμορφώνεται και ενημερώνεται από την διεθνή υπηρεσία IERS).

Ενώ το σύστημα ITRS θεωρείται συνδεδεμένο με τη γήινη επιφάνεια στο σύνολό της χρησιμοποιώντας βασικούς σταθμούς αναφοράς που βρίσκονται κατανομημένοι σε ολόκληρη σχεδόν τη Γη, το σύστημα ETRS89 είναι προσκολλημένο μόνο στο σταθερό μέρος της Ευρασιατικής τεκτονικής πλάκας έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι φαινόμενες μετακινήσεις (ταχύτητες) των σημείων στο μεγαλύτερο τμήμα της Ευρώπης.

Λόγω της σχετικής κίνησης των τεκτονικών πλακών, επίγεια σημεία που βρίσκονται εκτός της Ευρωπαϊκής πλάκας θα παρουσιάζουν μια συστηματική διαχρονική μετακίνηση σε σχέση με το σύστημα ETRS89.

Για κάθε σταθμό, σε κάθε ένα από τα πλαίσια αναφοράς και σε επιλεγμένες εποχές προσδιορίζονται οι τιμές για τη θέση του και την ταχύτητά του (και στις τρεις διαστάσεις) καθώς και οι ακρίβειες αυτών των στοιχείων.

Οι υλοποιήσεις στο ETRS89 επιτυγχάνονται με δύο εναλλακτικές τεχνικές:

- Χρησιμοποιώντας κάποιο από τα υπάρχοντα πλαίσια αναφοράς του ITRS. Για κάθε πλαίσιο ITRF_{yy} αντιστοιχεί ένα πλαίσιο στο ETRS89 με όνομα ETRF_{yy} (όπου yy – η εποχή υλοποίησης), π.χ. ETRF89, ETRF90, ETRF91, ..., ETRF05.
- Με μετρήσεις GPS χρησιμοποιώντας πρόσφατες ITRF_{yy} συντεταγμένες σταθμών και ακριβείς εφημερίδες IGS τροχιών, ακολουθώντας την διαδικασία των Boucher – Altamimi (μνημόνιο) για το μετασχηματισμό στο ETRF_{yy}. [Κατσάμπαλος Κ. , 2008]

1.3.1 Επιλογή Συστήματος Αναφοράς για το HEPOS

Το Σύστημα Αναφοράς για το HEPOS αποτελεί υλοποίηση του Ευρωπαϊκού Επίγειου Συστήματος Αναφοράς ETRS89 στην Ελλάδα και χρησιμοποιεί το πλαίσιο ETRF2005 στη μέση εποχή των παρατηρήσεων του έργου των μετρήσεων του HEPOS (epoch 2007.5).

Κωδική ονομασία για το νέο σύστημα αναφοράς είναι η εξής : **HTRS07** (Hellenic Terrestrial Reference System of 2007).

Η επιλογή του νέου συστήματος αναφοράς, αντί για τη χρησιμοποίηση του υπάρχοντος ΕΓΣΑ87, οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι το ΕΓΣΑ87 είναι πλέον ένα παλιό σύστημα αναφοράς που υστερεί σε ακρίβεια και αξιοπιστία, καθώς ο υπολογισμός του έγινε πριν από δύο δεκαετίες χρησιμοποιώντας δεδομένα και τεχνικές συνόρθωσης τα οποία δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις σύγχρονες απαιτήσεις για ένα εθνικό γεωδαιτικό δίκτυο πρώτης τάξης.

Επιπλέον, το νέο σύστημα αναφοράς HTRS07 παρέχει τις εξής δυνατότητες:

- ✓ εισάγει την ελληνική γεωδαιτική πρακτική στις τρεις διαστάσεις, χωρίς τον δυισμό (2+1) του παρελθόντος,
- ✓ επιτρέπει, χάρις στα διαρκώς εξελισσόμενα και αναπτυσσόμενα συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS, GLONASS, Galileo), ακρίβειες στο επίπεδο του $\pm 1\text{cm}$, ενιαίες για όλη την Ελλάδα,
- ✓ είναι σε συμφωνία με τις διάφορες Ευρωπαϊκές οδηγίες (π.χ INSPIRE) αλλά και με τις επιλογές άλλων ευρωπαϊκών χωρών,
- ✓ εξασφαλίζει τις μικρότερες δυνατές μεταβολές των συντεταγμένων στα σημεία της Ελληνικής επικράτειας,

- ✓ είναι υλοποιήσιμο σύμφωνα με την αυστηρή και διεθνώς αποδεκτή διαδικασία (μνημόνιο Boucher/Altamimi, έκδοση 27-3-2007), αγνοώντας (προς το παρόν) τις τεκτονικές ταχύτητες,
- ✓ είναι συμβατό με το λογισμικό που εγκαταστάθηκε (Οκτώβριος 2007) από τον Ανάδοχο (έργο HEPOS_SUPPLY) για τη λειτουργία του συστήματος.

Ως Προβολή του συστήματος των συντεταγμένων (grid) ορίζεται η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή με τα παρακάτω στοιχεία:

- κεντρικός μεσημβρινός : $\lambda_0=24^\circ\text{A}$
- συντελεστής κλίμακας σε $\lambda_0=24^\circ\text{A}$: $k_0=0.9996$
- πλάτος αναφοράς : $\varphi_0= 00^\circ 00' 00'' .00$
- αρχή των τετμημένων X : $x_0=500000.00\text{m}$
- αρχή των τεταγμένων Y : $y_0=-2000000.00\text{m}$

Ειδικότερα για το Καστελόριζο χρησιμοποιείται η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή, διαφοροποιώντας τα δύο πρώτα στοιχεία ως εξής:

- κεντρικός μεσημβρινός : $\lambda_0=30^\circ\text{A}$
- συντελεστής κλίμακας σε $\lambda_0=30^\circ\text{A}$: $k_0=1.0000$

ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία διατηρούν τις ίδιες τιμές.

Επιπλέον, ως ελλειψοειδές αναφοράς χρησιμοποιείται το GRS80, όπως και στο ΕΓΣΑ87. Η θέση του κέντρου του ελλειψοειδές είναι πλέον πρακτικά στο γεώκεντρο, ταυτίζεται δηλαδή με το ETRS89.

Η συντομογραφία HTRS07 είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει όλα εκείνα τα στοιχεία που προσδιορίζουν το γεωδαιτικό σύστημα και το γεωδαιτικό πλαίσιο αναφοράς συντεταγμένων του HEPOS, συμπεριλαμβανομένων του ΕΕΠ αναφοράς και της χαρτογραφικής προβολής.

Έτσι, η έκφραση "**οι συντεταγμένες ενός σημείου ως προς το HTRS07**" αντιστοιχεί στις εξής εναλλακτικές περιπτώσεις :

- ❖ αν πρόκειται για 3Δ Καρτεσιανές συντεταγμένες, τότε αυτές αναφέρονται στο σύστημα ETRS89 και στο πλαίσιο ETRF05 epoch 2007.5,
- ❖ αν πρόκειται για γεωδαιτικές συντεταγμένες, τότε αυτές αναφέρονται στο σύστημα ETRS89 και στο πλαίσιο ETRF05, με ΕΕΠ αναφοράς το GRS80,

- ❖ αν πρόκειται για προβολικές συντεταγμένες, τότε αυτές αναφέρονται στο σύστημα ETRS89 και στο πλαίσιο ETRF05, με ΕΕΠ αναφοράς το GRS80 και χαρτογραφική προβολή TM07.

Τέλος, ο προσδιορισμός συμβατικών **(ορθομετρικών) υψομέτρων H** από τα γεωμετρικά υψόμετρα h στο νέο datum θα καταστεί δυνατός μετά τον υπολογισμό ενός μοντέλου γεωειδούς (N) για τον Ελληνικό χώρο, χρησιμοποιώντας, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα των μετρήσεων των έργων που εκτελέστηκαν στα πλαίσια του HEPOS.

Στην περίπτωση αυτή, ο όρος HTRS07 θα πρέπει να συμπεριλάβει και το αντίστοιχο μοντέλο γεωειδούς.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή εμπειρία, εκτιμάται ότι ο υπολογισμός του υψομέτρου με βάση τον τύπο :

$$H = h - N \quad (1.1)$$

θα γίνεται με μια ακρίβεια καλύτερη των $\pm 10\text{cm}$, η οποία κρίνεται ικανοποιητική για το σύνολο των τοπογραφικών εφαρμογών.

Με την επιλογή του νέου συστήματος αναφοράς HTRS07, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία ενός αμφίδρομου μετασχηματισμού συντεταγμένων μεταξύ των δύο συστημάτων αναφοράς (ΕΓΣΑ87, HTRS07), καθώς ως επίσημο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς της Ελλάδας παραμένει το ΕΓΣΑ87 και σε αυτό εκτελούνται όλες οι εργασίες, ακόμα και αυτές που υλοποιούνται από την Κτηματολόγιο Α.Ε.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία προσδιορισμού συντεταγμένων του νέου συστήματος αναφοράς, ενώ περιγράφεται αναλυτικά και ο αμφίδρομος μετασχηματισμός ΕΓΣΑ '87 < > HTRS07. [Κατσάμπαλος Κ., Κωτσάκης Χ. , 2008]

1.3.2 Διαδικασία μετρήσεων και προσδιορισμού συντεταγμένων

Στο πλαίσιο του σχεδιασμού και της υλοποίησης του HEPOS, αλλά και του προσδιορισμού των παραμέτρων του αμφίδρομου μετασχηματισμού μεταξύ του HTRS07 (ETRF2005/epoch2007.5) και του ΕΓΣΑ87, διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες σημείων στα οποία είναι απαραίτητη η χρήση ή ο προσδιορισμός των συντεταγμένων:

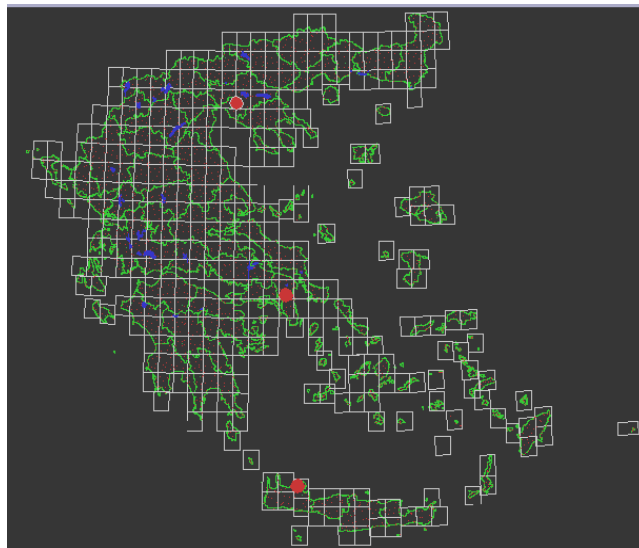
- Τρεις σταθμοί αναφοράς (AUT1, NOA1, TUC2) ενταγμένοι στο σύστημα EUREF.
- Ενενήντα-οκτώ (98) μόνιμοι σταθμοί αναφοράς του HEPOS.

- Κύριοι Σταθμοί Αναφοράς, από τους οποίους προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες των 2466 σημείων των μετρήσεων του HEPOS.
- Σημεία για τους μετασχηματισμούς, τα οποία μετρήθηκαν με χρήση δεκτών του συστήματος GPS στο πλαίσιο του έργου HEPOS_MEAS.

Συγκεκριμένα, για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων του συστήματος και κατ' επέκταση των στοιχείων του συστήματος αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν 24ωρες παρατηρήσεις των τριών σταθμών EUREF της Ελλάδας (Σχήμα 1.7), ταυτόχρονες 24ωρες παρατηρήσεις του αναδόχου στους κύριους σταθμούς αναφοράς και ακριβείς εφημερίδες.

Οι συντεταγμένες του AUT1 «κλειδώνουν» στις ακόλουθες ITRF2000 συντεταγμένες στην εποχή (epoch 2007.236) της έναρξης των παρατηρήσεων του Αναδόχου :

X	Y	Z
4466283.400m	1896166.925m	4126096.781m



Σχήμα 1.7 Οι τρεις Ελληνικοί σταθμοί EUREF.

Στη συνέχεια επιλύεται το τρισδιάστατο (3Δ) δίκτυο (AUT1-NOA1-TUC2-σταθμοί Αναδόχου) και προσδιορίζονται οι συντεταγμένες όλων των σημείων στο ITRF2000 (epoch 2007.236). Για έλεγχο, γίνεται σύγκριση των συντεταγμένων που υπολογίστηκαν στους σταθμούς NOA1 και TUC2 με τις συντεταγμένες που έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα της EUREF (χρησιμοποιώντας κατάλληλα τις ταχύτητες τους).

Μετασχηματίζονται όλες οι θέσεις στο ETRS89 (πλαίσιο ETRF2000, epoch 2007.236) και γίνεται νέα σύγκριση των συντεταγμένων των

σταθμών NOA1 και TUC2 με τις επίσημες της EUREF στο ETRS (epoch 2007.236) αγνοώντας την ενδεχόμενη τεκτονική κίνηση (μηδενικές ταχύτητες προς το παρόν).

Ομοίως, στο ETRF05/2007.5 μετασχηματίζονται οι θέσεις των σημείων, προσθέτοντας στις προηγούμενες ένα μικρό offset (+0.020, +0.016, +0.004) το οποίο προσδιορίστηκε με βάση τα επίσημα αποτελέσματα της EUREF για τον σταθμό AUT1.

Επομένως οι συντεταγμένες όλων των σταθμών προσδιορίστηκαν στα ακόλουθα πλαίσια αναφοράς :

◆ ITRF2000/2007.236

◆ ETRF2000/2007.236

◆ ETRF2005/2007.5

έτσι ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίηση τους σε διάφορες γεωδαιτικές διαδικασίες, με κύριο τον προσδιορισμό των αμφίδρομων μετασχηματισμών από και προς το ΕΓΣΑ87.

Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε η συνόρθωση του δικτύου, η οποία αρχικά έγινε από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), για τις ανάγκες καθορισμού του συστήματος αναφοράς του HEPOS και του υπολογισμού του μοντέλου μετασχηματισμού HTRS07 και ΕΓΣΑ87.

Συνολικά διετέθησαν 48ωρες παρατηρήσεις των 98 σταθμών του HEPOS και των τριών σταθμών EUREF (AUT1, NOA1, TUC2) για τις ημέρες 292 και 293 του έτους 2007. Χρησιμοποιήθηκαν ακριβείς τροχιές της IGS.

Η οριστική συνόρθωση του δικτύου ήταν αρμοδιότητα του Αναδόχου του Έργου και έγινε από εξειδικευμένο γεωδαιτικό Ινστιτούτο με το λογισμικό Bernese (ver. 4.2) χρησιμοποιώντας δεδομένα δεκατεσσάρων (14) ημερών (εβδομάδες 1448 και 1449) για τους σταθμούς του HEPOS και ένδεκα συμπληρωματικούς σταθμούς της EUREF.

Και οι δύο λύσεις, χρησιμοποιούν για τη μετάθεση από το πλαίσιο ITRF2005/2007.79 στο πλαίσιο ETRF2005/2007.5 τα ακόλουθα offsets:

0.3839m -0.2912m -0.2361m

τα οποία προσδιορίστηκαν από την ΤΕ.ΒΟ. ΑΠΘ έτσι ώστε να διατηρούνται οι συντεταγμένες του AUT1 στις επίσημες τιμές της EUREF στο ETRF2005 την εποχή 2007.5:

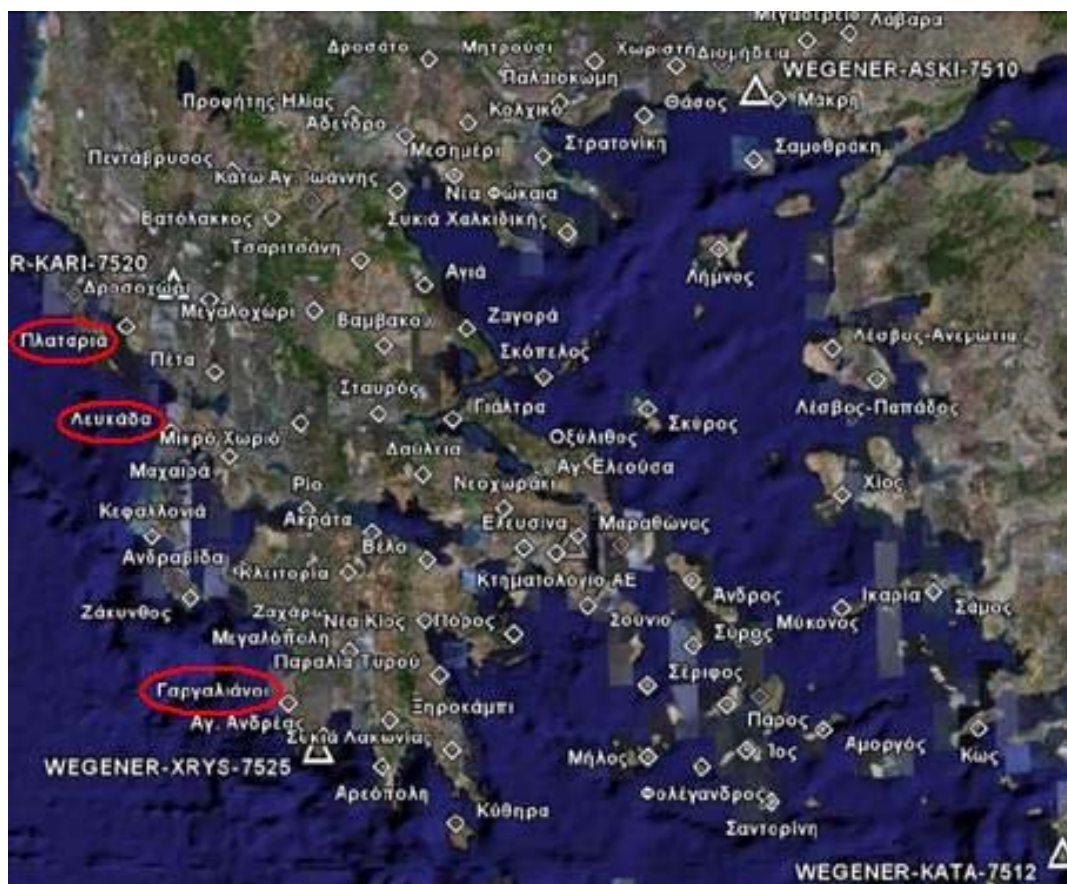
X	Y	Z
<i>4466283.7737m</i>	<i>1896166.6497m</i>	<i>4126096.5587m</i>

Η διαδικασία αυτή κρίθηκε απαραίτητη καθώς η αυστηρή εφαρμογή της διαδικασίας του μνημονίου της EUREF (Boucher-Altamimi) αφήνει υπόλοιπα της τάξης των μερικών εκατοστών (cm) ανάμεσα στους τρεις Ελληνικούς σταθμούς EUREF.

Παρά τις μικρές διαφορές, σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση υλοποιεί το ETRS89 στην Ελλάδα εξασφαλίζοντας τη μέγιστη δυνατή συμβατότητα με την επίσημη διαδικασία του μνημονίου της EUREF.

Τέλος, επισημαίνεται, ότι οι διαφορές της λύσης του Αναδόχου σε σχέση με τη λύση του ΑΠΘ (ETRF2005/2007.5) είναι γενικά στο επίπεδο του cm, με εξαίρεση τους σταθμούς 060A, 063A, 068A (3.5cm). Ο έλεγχος αυτός διασφαλίζει την επιθυμητή ακρίβεια υπολογισμών.

Οι μεγαλύτερες διαφορές στους ανωτέρω τρεις σταθμούς, δεν οφείλονται μόνο στο λογισμικό, αλλά και στη χρονική διάρκεια των δεδομένων (εβδομάδες 1448 & 1449 = 14 ημέρες, έναντι 2 ημέρες δεδομένα του ΑΠΘ). Οι τρεις αυτοί σταθμοί βρίσκονται στην Αν. Πελοπόννησο – Λευκάδα – Θεσπρωτία, και παρουσιάζονται παρακάτω στο σχήμα 1.8. [Κατσάμπαλος Κ., Κωτσάκης Χ. , 2008]



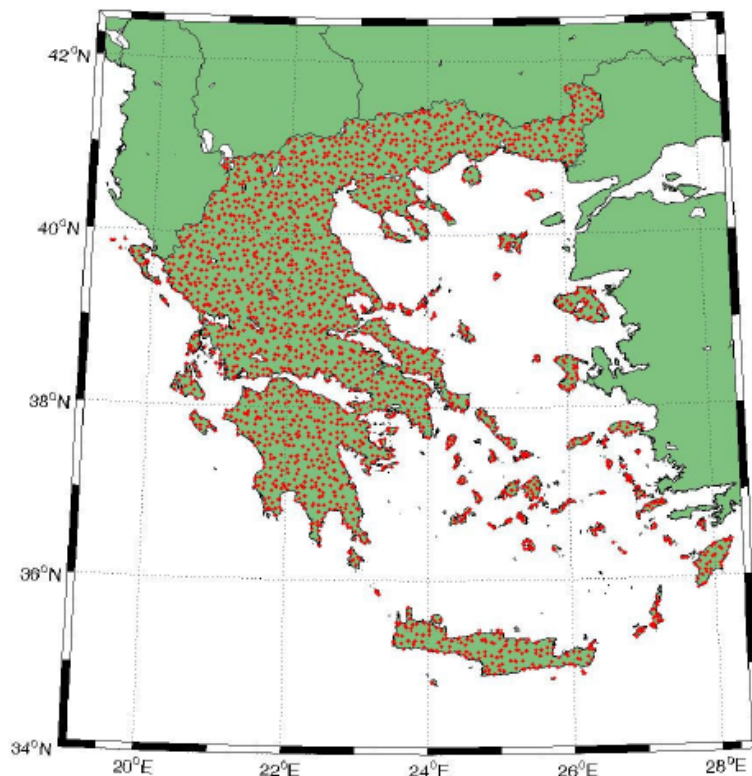
Σχήμα 1.8 Η θέση των τριών μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS, με τις μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των δύο λύσεων.

1.3.3 Αμφίδρομος μετασχηματισμός HTRS07 < > ΕΓΣΑ87

Η αξιοποίηση του HEPOS σε γεωδαιτικές, τοπογραφικές και χαρτογραφικές εργασίες στην Ελλάδα απαιτεί κατάλληλα μοντέλα μετασχηματισμού συντεταγμένων που θα εξασφαλίζουν τη δυνατότητα παροχής χωρικών πληροφοριών σε συγκεκριμένα συστήματα και «πλαίσια αναφοράς».

Έτσι, κρίνεται απαραίτητος ο προσδιορισμός αμφίδρομου μοντέλου οριζοντιογραφικού μετασχηματισμού μεταξύ του ΕΓΣΑ87 και του γεωκεντρικού πλαισίου αναφοράς συντεταγμένων του συστήματος HEPOS (HTRS07), ώστε να αποφευχθεί σε κάθε περίπτωση το ερώτημα επιλογής συστήματος αναφοράς μεταξύ ΕΓΣΑ87 και HTRS07, καθώς και να επιτραπεί η εύκολη και σωστή ένταξη τοπογραφικών εργασιών (που εκτελούνται με την βοήθεια του HEPOS οπουδήποτε στην Ελλάδα) στο ΕΓΣΑ87, χωρίς την ανάγκη να γίνονται μετρήσεις από/προς γνωστά σημεία του Εθνικού Τριγωνομετρικού Δικτύου.

Για την δημιουργία του μοντέλου πραγματοποιήθηκε η μέτρηση **2466 κοινών τριγωνομετρικών σημείων** (14 σημεία → I τάξης, 39 σημεία → II τάξης, 328 σημεία → III τάξης, 2085 σημεία → IV τάξης) σε ολόκληρη την Ελλάδα, καθώς οι 98 σταθμοί αναφοράς του HEPOS δεν επαρκούσαν, η θέση των οποίων δίνεται στο σχήμα 1.9.



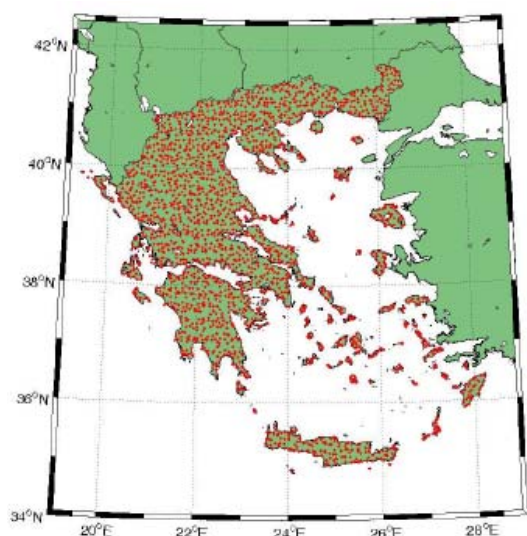
Σχήμα 1.9 Τα 2466 σημεία που μετρήθηκαν για τον προσδιορισμό του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87.

Από το δίκτυο των 2466 κοινών σημείων αφαιρέθηκαν συνολικά 36 σημεία ως "προβληματικά" με βάση τη "συμπεριφορά" τους μετά από έναν αρχικό (προσεγγιστικό) τρισδιάστατο (3Δ) μετασχηματισμό ομοιότητας.

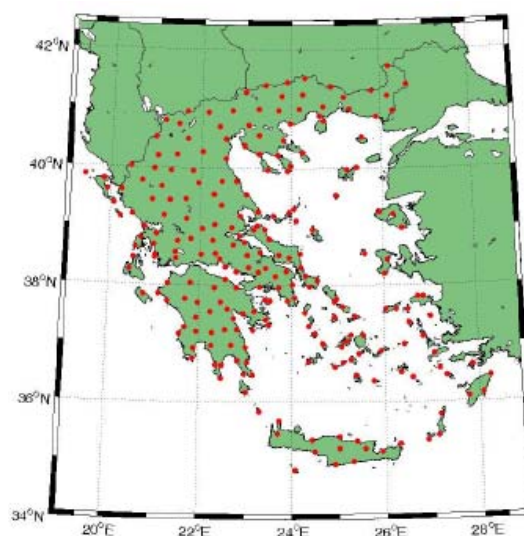
Τα υπόλοιπα 2430 "μη-προβληματικά" σημεία χωρίστηκαν σε δύο βασικές κατηγορίες, ως εξής:

- 2199 κοινά σημεία, με τα οποία προσδιορίστηκε το αμφίδρομο μοντέλο μετασχηματισμού μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ87.
- 231 κοινά σημεία, που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο εξωτερικά της ακρίβειας του αμφίδρομου μοντέλου μετασχηματισμού μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ87.

Η διάκριση των σημείων στις δύο κατηγορίες, δεν έγινε τυχαία, αλλά ακολουθήθηκε μια γεωμετρική κατανομή με την επιλογή κοινών σημείων σε όλη την Ελλάδα και για τον έλεγχο λειτουργίας του μετασχηματισμού, όπως παρατηρείται και στα σχήματα 1.10, και 1.11.



Σχήμα 1.10
2199 κοινά σημεία.



Σχήμα 1.11
231 κοινά σημεία ελέγχου.

Στη συνέχεια, και αφού ολοκληρώθηκε η επιλογή των κοινών σημείων, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο τρισδιάστατου (3Δ) μετασχηματισμού ομοιότητας, το οποίο λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στη θέση (t_x , t_y και t_z), στον προσανατολισμό (e_x , e_y και e_z) και στη «μετρική κλίμακα του χώρου» (δ_s) που χρησιμοποιούν τα δύο συστήματα.

Το μοντέλο αυτό υπολογίστηκε από ερευνητική ομάδα του ΤΑΤΜ/ΑΠΘ (Κ. Κατσάμπαλος, Χ. Κωτσάκης), χρησιμοποιώντας τις γνωστές συντεταγμένες, στα συστήματα HTRS07 και ΕΓΣΑ87, για ένα δίκτυο 2199 κοινών σημείων σε όλη την Ελλάδα (Σχήμα 1.10).

Ωστόσο, η δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου δεν επαρκούσε για να επιτευχθεί η οριζοντιογραφική σύνδεση των δύο συστημάτων με μια μέση ακρίβεια της τάξης των μερικών εκατοστών (cm).

Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των σημαντικών τοπικών «παραμορφώσεων» που παρουσιάζει το πλαίσιο αναφοράς του ΕΓΣΑ87 σε όλη την έκταση της Ελλάδας. Οι παραμορφώσεις αυτές οφείλονται στην ύπαρξη συστηματικών σφαλμάτων στις επίσημες συντεταγμένες (φ,λ) και (E,N), τα οποία προέκυψαν κατά την υλοποίηση του ΕΓΣΑ87 στα διάφορα σημεία του κρατικού τριγωνομετρικού δικτύου (κυρίως σε σημεία III και IV τάξης).

Έτσι, για να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή οριζοντιογραφική σύνδεση μεταξύ του ΕΓΣΑ87 και του συστήματος αναφοράς του HEPOS (HTRS07) με μια μέση ακρίβεια της τάξης των μερικών εκατοστών (cm) σε όλη την Ελλάδα, δημιουργήθηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα (ΤΑΤΜ/ΑΠΘ) κατάλληλοι κάρναβοι «συστηματικών διορθώσεων αναφοράς», μέσω των οποίων μπορεί να εφαρμοστεί ένας επιπλέον δυσδιάστατος (2Δ) παραμορφωτικός μετασχηματισμός στις οριζόντιες συντεταγμένες που προκύπτουν από την αρχική εφαρμογή του 3Δ μετασχηματισμού ομοιότητας.

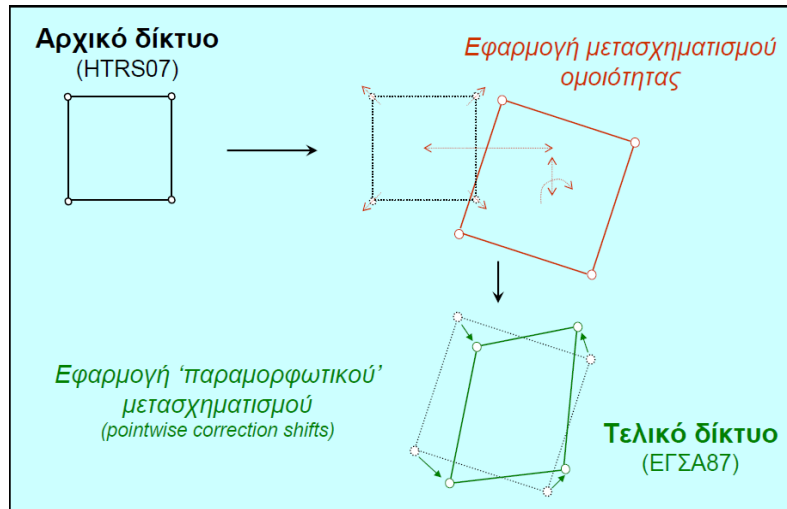
Οι κάρναβοι οριζόντιων διορθώσεων (HTRS07 → ΕΓΣΑ87) έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Datum : HTRS07
- Προβολή : TM07
- E_{min} : 41600.00m
- N_{min} : 1845619.00m
- Resolution : 2km x 2km
- Grid size : 408 γραμμές
422 στήλες

ενώ υπάρχουν δύο τέτοιοι κάρναβοι με τα παραπάνω χαρακτηριστικά :

- ένας κάρναβος με 172166 τιμές δE,
- ένας κάρναβος με 172166 τιμές δN.

Η λογική του μετασχηματισμού από το αρχικό δίκτυο (HTRS07), στο τελικό δίκτυο (ΕΓΣΑ87) παρουσιάζεται στο σχήμα 1.12, ενώ αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την δημιουργία του, δίνεται παρακάτω.



Σχήμα 1.12

Η λογική του μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87.

Συγκεκριμένα, ο τρισδιάστατος μετασχηματισμός ομοιότητας έχει την παρακάτω μορφή :

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta s & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & \delta s & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & \delta s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

όπου: $X', Y', Z' \rightarrow \text{ΕΓΣΑ87} / X, Y, Z \rightarrow \text{HTRS07}$

$$t_x = 203.437\text{m} \quad \varepsilon_x = -0''.170 \quad \delta s = 0.294\text{ppm}$$

$$t_y = -73.461\text{m} \quad \varepsilon_y = -0''.060$$

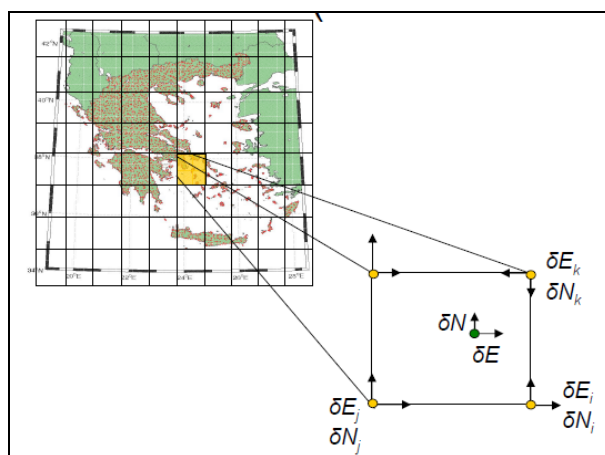
$$t_z = -243.594\text{m} \quad \varepsilon_z = -0''.151$$

Οι συντεταγμένες της εξίσωσης (1.2), μετατρέπονται σε 3Δ καμπυλόγραμμες γεωδαιτικές συντεταγμένες (φ', λ', h') ως προς το ΕΓΣΑ87, και στη συνέχεια σε προβολικές συντεταγμένες (E', N') ως προς το ίδιο σύστημα, χρησιμοποιώντας τις μαθηματικές εξισώσεις και τις αντίστοιχες παραμέτρους της προβολής TM87.

$$\boxed{X', Y', Z'} \longrightarrow \boxed{\varphi', \lambda', (h')} \xrightarrow{\text{TM87}} \boxed{E', N'} \quad (1.3)$$

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι διορθωτικές τιμές δE και δN που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο σημείο όπου εφαρμόζεται ο μετασχηματισμός.

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται μέσω 2Δ σημειακής παρεμβολής από τους αντίστοιχους καννάβους οριζόντιων διορθώσεων αναφοράς, με τη χρήση κατάλληλου μαθηματικού αλγορίθμου (προτείνεται η χρήση της 2Δ διγραμμικής παρεμβολής, δηλαδή γραμμικά και στις δύο διαστάσεις, κατά North (N) και East (E), από τους 4 κοντινότερους κόμβους του καννάβου στο εκάστοτε σημείο υπολογισμού) όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 1.13.



Σχήμα 1.13 Διόρθωση καννάβων.

Τέλος, υπολογίζονται οι τελικές τιμές για τις προβολικές συντεταγμένες ως προς το ΕΓΣΑ87, σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} E'' &= E' + \delta E \\ N'' &= N' + \delta N \end{aligned} \quad (1.4)$$

ενώ για την μετατροπή τους σε 2Δ καμπυλόγραμμες γεωδαιτικές συντεταγμένες ως προς το ίδιο σύστημα, χρησιμοποιούνται οι μαθηματικές εξισώσεις και οι αντίστοιχες παράμετροι της προβολής TM87.

Επισημαίνεται, ότι η προηγούμενη διαδικασία μετασχηματισμού δεν ισχύει για την περιοχή του Καστελόριζου, καθώς ο αμφίδρομος μετασχηματισμός HTRS07 < > ΕΓΣΑ87 περιλαμβάνει μόνο ένα απλό μοντέλο τρισδιάστατης (3Δ) μετάθεσης για την συγκεκριμένη περιοχή.

Οι τιμές των παραμέτρων t_x , t_y , t_z για την συγκεκριμένη περιοχή, είναι σημαντικά διαφορετικές από τις τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων που ισχύουν για την υπόλοιπη Ελλάδα, λόγω των διαφορετικών τιμών του κεντρικού μεσημβρινού ($\lambda_0=30^\circ A$ αντί για $24^\circ A$) και του συντελεστή κλίμακας ($k_0=1.0000$ αντί για 0.9996 στην υπόλοιπη Ελλάδα).

Συμπερασματικά, για την εφαρμογή του μετασχηματισμού μεταξύ του ΕΓΣΑ'87 και του συστήματος αναφοράς του HEPOS (HTRS07) χρειάζονται:

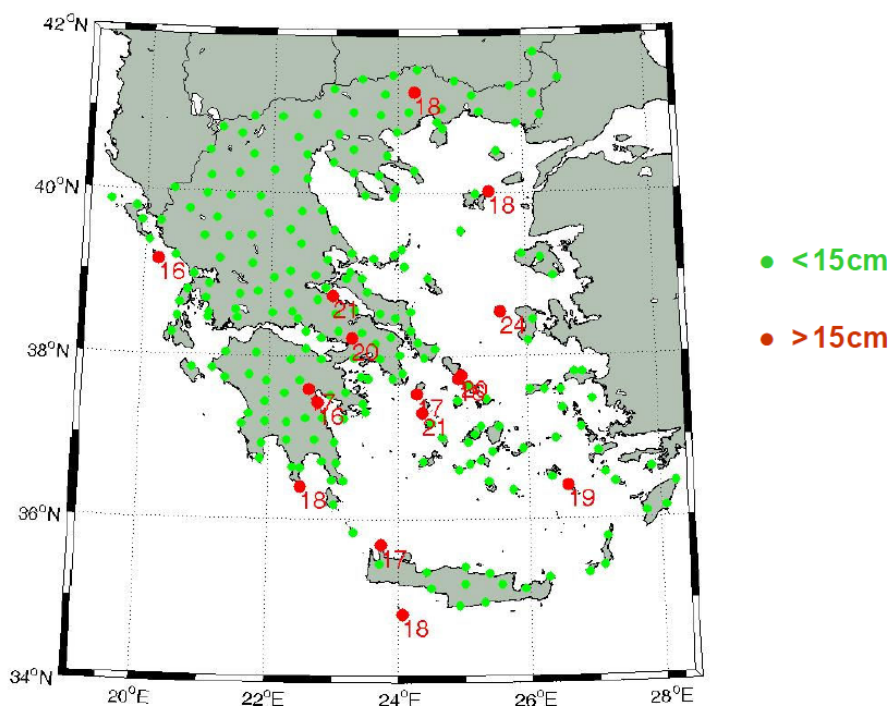
- οι επίσημες τιμές των 7 παραμέτρων ενός 3Δ μετασχηματισμού ομοιότητας (3 μεταθέσεις, 3 στροφές, 1 συντελεστή κλίμακας).
- οι κάρτες των επίσημων οριζόντιων διορθώσεων αναφοράς (δE, δN) για όλη την Ελλάδα, ως προς το δεδομένο γεωγραφικό/προβολικό υπόβαθρο.

1.3.4 Ακρίβεια του μετασχηματισμού

Από τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει μέσω της επεξεργασίας πραγματικών δεδομένων και της εφαρμογής στατιστικών ελέγχων σε διάφορα σημεία σε όλη την Ελλάδα, προκύπτει ότι το συνολικό μοντέλο μετασχηματισμού μεταξύ του HTRS07 και του ΕΓΣΑ87 παρέχει μια **μέση ακρίβεια της τάξης των 6-8cm**.

Σε μερικές μεμονωμένες περιπτώσεις, οι μέγιστες αποχές από την εφαρμογή του συνολικού μετασχηματισμού μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 25cm.

Στη συνέχεια δίνεται ο χάρτης της Ελλάδας με τα μετρημένα σημεία και τις ακρίβειες που παρέχει ο μετασχηματισμός, στο σχήμα 1.14. Με κόκκινη κουκίδα απεικονίζονται οι ελάχιστες περιπτώσεις των σημείων, όπου η αβεβαιότητα είναι μεγαλύτερη των 15cm.



Σχήμα 1.14 Ακρίβεια κοινών σημείων μετασχηματισμού.

Η ακρίβεια αυτή μπορεί να βελτιωθεί μελλοντικά με μια σειρά από διαδικασίες. Ειδικότερα, η βελτίωση της ακρίβειας για το μοντέλο του μετασχηματισμού, απαιτεί :

- ✓ Στρατηγική πύκνωση των κοινών σημείων ανάμεσα στα συστήματα HTRS07 και ΕΓΣΑ87, ειδικά σε προβληματικές περιοχές που εμφανίζουν έντονα ανομοιόμορφες παραμορφώσεις στο πλαίσιο αναφοράς του ΕΓΣΑ87.
- ✓ Εκ νέου υπολογισμός των καννάβων που περιέχουν τις συστηματικές διορθώσεις αναφοράς δE και δN.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η ακρίβεια του μετασχηματισμού HTRS07→ΕΓΣΑ87 εκφράζει ουσιαστικά την αβεβαιότητα στις προβολικές συντεταγμένες (E, N) που προκύπτουν από την εφαρμογή του συνολικού μοντέλου μετασχηματισμού (3Δ μετασχηματισμός ομοιότητας + 2Δ παραμορφωτικός μετασχηματισμός) σε σχέση με τις τιμές που θα υπολογίζονταν απευθείας στο ΕΓΣΑ87 αν γινόταν ο προσδιορισμός τους με βάση ακριβείς μετρήσεις από γειτονικά τριγωνομετρικά σημεία του κρατικού δικτύου. [Κατσάμπαλος Κ. , Κωτσάκης Χ. , 2008]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.1 Αντικείμενο της εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία δεν αποσκοπεί μόνο στην αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων x, y μεταξύ της προβολής του ΕΓΣΑ87 και του HTRS07 (HEPOS) και της διερεύνησης του σχηματισμού των καννάβων διόρθωσης, αλλά μελετά και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από:

- ✓ τη χρήση κοντινών – μακρινών σταθμών αναφοράς για την επίλυση των βάσεων.
- ✓ την δημιουργία και τη χρήση εικονικού σταθμού αναφοράς (Virtual Reference System), για την επίλυση των βάσεων.

Αναλυτικότερα, η αξιολόγηση του μετασχηματισμού και οι επιπλέον συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων, πραγματοποιείται συλλέγοντας μετρήσεις με ένα δέκτη GPS για ένα χρονικό διάστημα σε διάφορα τριγωνομετρικά σημεία, και με δεδομένα από μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS για το ίδιο χρονικό διάστημα, προκειμένου να δημιουργηθούν οι βάσεις μεταξύ των σημείων.

Στη συνέχεια, προσδιορίζοντας τις συντεταγμένες των σημείων στο HTRS07, και χρησιμοποιώντας τον μετασχηματισμό μεταξύ των δύο συστημάτων αναφοράς, υπολογίζονται εκ νέου οι συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87, και αναλύονται πιθανές διαφορές που θα προκύψουν.

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για τις κοντινές περιοχές του Κορινθιακού κόλπου, όπου παρατηρείται το φαινόμενο να έχουν επιλεγεί ελάχιστα σημεία σε κάθε φύλλο χάρτη για την δημιουργία του νέου Συστήματος Αναφοράς, λόγω βέβαια και του μεγάλου θαλάσσιου ανοίγματος που υπάρχει στην περιοχή.

Στην συγκεκριμένη εργασία θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που αναφέρονται στους **νομούς Βοιωτίας και Φωκίδας**, δηλαδή στο βορειοανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου.

2.2 Επιλογή τριγωνομετρικών σημείων

Ένα από τα δυσκολότερα, και συνάμα σημαντικότερα σημεία της συγκεκριμένης εργασίας αποτέλεσε η προεπιλογή των τριγωνομετρικών σημείων που θα συμμετάσχουν στην αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 < > ΕΓΣΑ87, και των περαιτέρω συγκρίσεων μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Βασικός στόχος της εργασίας, ήταν η εύρεση τριγωνομετρικών σημείων της Γ.Υ.Σ, βόρεια και ανατολικά του Κορινθιακού κόλπου, με την επιλογή συγκεκριμένων σημείων σε κάθε φύλλο χάρτη, και η τελική επιλογή 25-30 σημείων εξ' αυτών.

Η δυσκολία επιλογής των κατάλληλων τριγωνομετρικών οφείλεται, τόσο στην ιδιαιτερότητα της περιοχής μελέτης, με την ύπαρξη του Κορινθιακού κόλπου, όσο και στην ιδιαίτερη γεωγραφική θέση πολλών τριγωνομετρικών σημείων (μη προσβάσιμα), λόγω των μεγάλων υψομέτρων της περιοχής, που ελαχιστοποιούν τις δυνατότητες επιλογής στο έπακρο.

Έτσι, η τελική επιλογή των σημείων πραγματοποιήθηκε κατόπιν διεξοδικής μελέτης των πέντε φύλλων χάρτη 1:50000 της περιοχής μελέτης (Καπαρέλλι, Περαχώρα, Λειβαδιά, Αράχωβα, Ιτέα).

Αναλυτικότερα, τα κριτήρια που οδήγησαν στην τελική επιλογή των σημείων ήταν τα εξής :

- ❖ Η ορθή γεωμετρική κατανομή, με την επιλογή τουλάχιστον 6-8 σημείων σε κάθε φύλλο χάρτη, όπου αυτό είναι εφικτό.
- ❖ Πύκνωση του υπάρχοντος δικτύου, με την επιλογή αρκετών σημείων.
- ❖ Η πρόσβαση στα σημεία να είναι σχετικά εύκολη, και να μην τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του συνεργείου μέτρησης, με την επιλογή δυσπρόσιτων σημείων, ή σημείων κοντά στην ακτογραμμή του Κορινθιακού κόλπου.
- ❖ Η ακεραιότητα των σημείων, δηλαδή η αποφυγή τριγωνομετρικών σε κάθε περίπτωση, για τα οποία υπάρχουν ενδείξεις ότι έχουν υποστεί μεταβολή στη θέση τους, ή παρουσιάζουν προβλήματα λήψης σήματος (δασωμένες – κατοικημένες περιοχές).

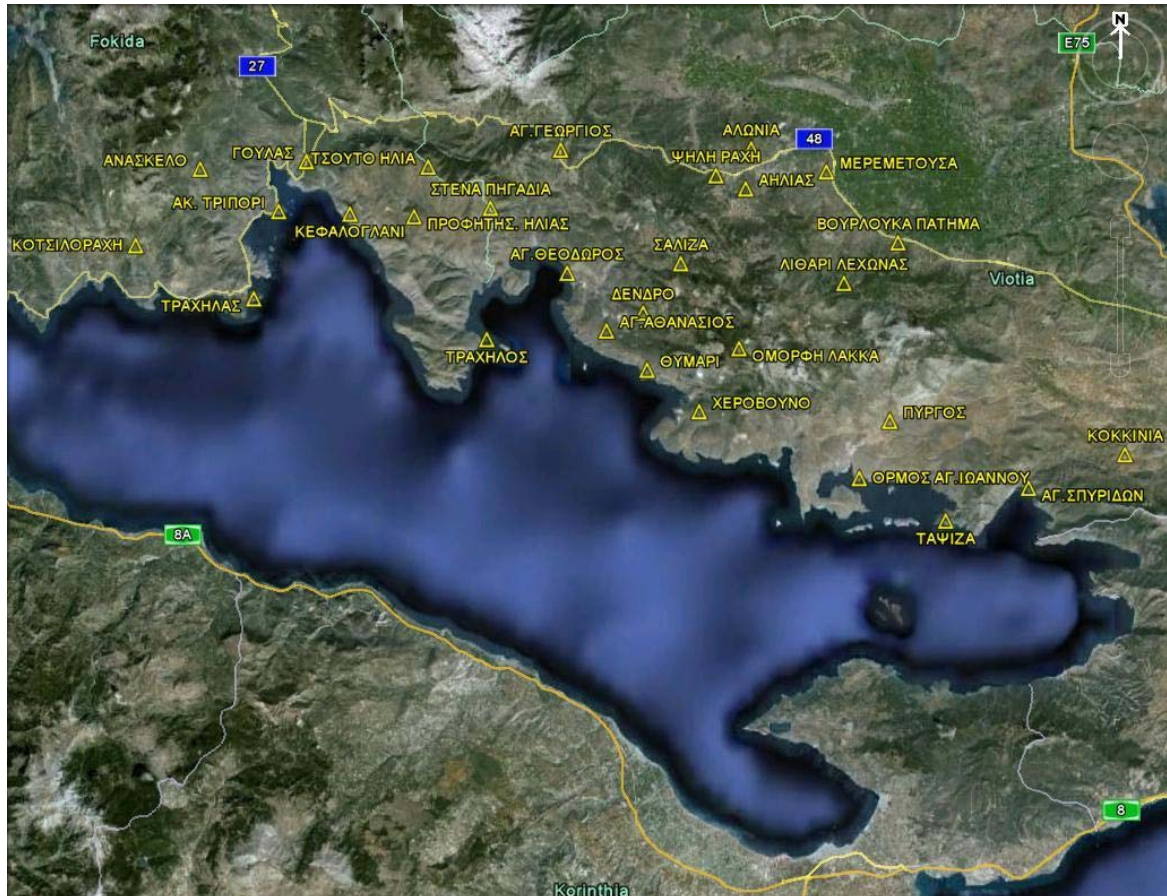
Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, επιλέχθηκαν **29 τριγωνομετρικά σημεία** για την εκπόνηση της εργασίας, η αριθμητική κατανομή των οποίων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.1, ενώ οι συντεταγμένες τους στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87, δίνονται αναλυτικά στο παράρτημα (παράγραφος 1.1).

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε να επιτευχθεί, όσο αυτό ήταν εφικτό, μια συμμετρία μεταξύ των σημείων η οποία θα αποδίδει καλύτερα την εικόνα της περιοχής μελέτης και θα δίνει τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Κωδικός Αριθμός	Φύλλο Χάρτη	Τριγωνομετρικά σημεία
137	Καπαρέλλι	3
296	Περαχώρα	1
188	Λειβαδιά	12
046	Αράχωβα	7
126	Ιτέα	6

Πίνακας 2.1 Πλήθος τριγωνομετρικών σημείων.

Η ακριβής γεωγραφική θέση των 29 σημείων, με την ονομασία τους, δίνεται στην φωτογραφία 2.1, όπου διαπιστώνεται ότι επιτεύχθηκε το κριτήριο της ορθής γεωμετρικής κατανομής. Η τεκμηρίωση κάθε σημείου, στο οποίο έγιναν μετρήσεις παρουσιάζεται αναλυτικά στο παράρτημα (παράγραφος 1.2).



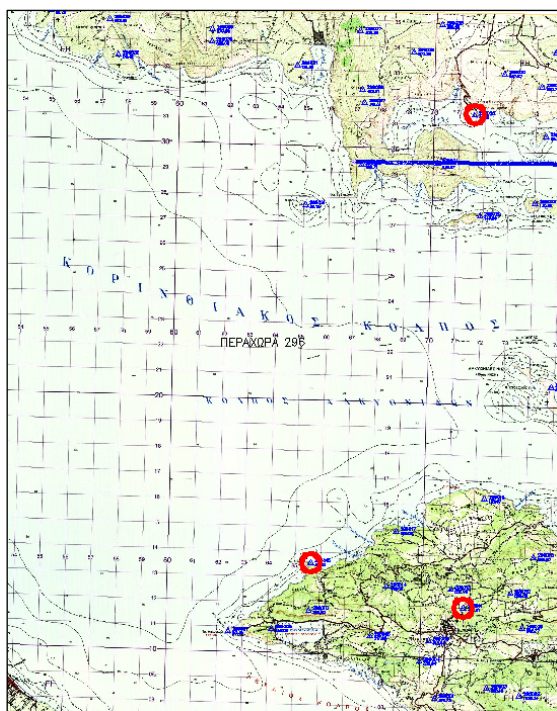
Φωτογραφία 2.1

Η γεωγραφική θέση των 29 τριγωνομετρικών σημείων στην περιοχή μελέτης (Θήβα – Γαλαξίδι).

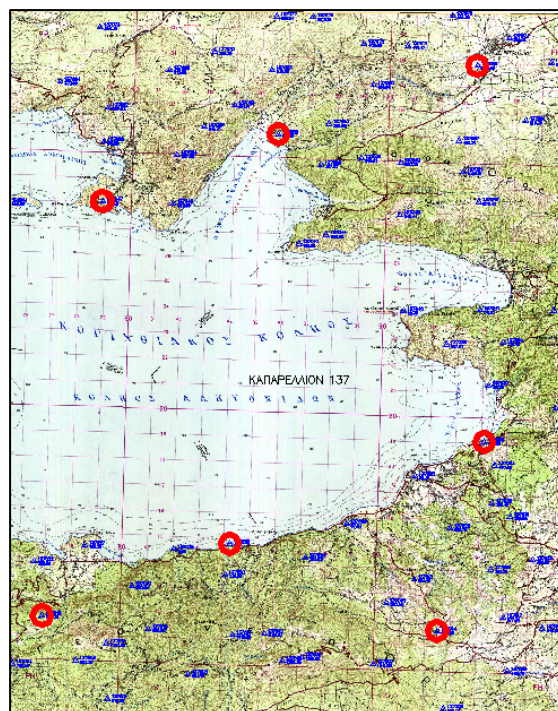
Χρήζει αναφοράς το γεγονός, ότι για τα δύο πρώτα φύλλα χάρτη όπως απεικονίζεται στον πίνακα 2.1, επιλέχθηκαν μόνο τέσσερα (4) σημεία συνολικά, καθώς και οι δύο χάρτες, αναφέρονταν σε μεγαλύτερο μέρος στο νότιο τμήμα του Κορινθιακού κόλπου, το οποίο δεν συμπεριλήφθηκε σε κανένα σημείο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Επιπλέον και οι δύο χάρτες δεν χαρακτηρίζονται ως «πλήρη» φύλλα χάρτη, καθώς το μεγαλύτερο μέρος τους καλύπτεται από υδάτινες επιφάνειες (Φωτ. 2.2, Φωτ. 2.3), με αποτέλεσμα να μην έχει κάποιο ιδιαίτερο νόημα η επιλογή επιπλέον σημείων σε τόσο κοντινή απόσταση.

Τα τέσσερα επιλεγμένα σημεία παρουσιάζονται με κόκκινο κύκλο παρακάτω στις Φωτογραφίες 2.2 και 2.3, ενώ ταυτόχρονα δίνονται με τον ίδιο χρωματισμό και έξι επιλεγμένα σημεία τα οποία μπορούν μελλοντικά να χρησιμοποιηθούν σε αντίστοιχη μεταπτυχιακή εργασία για τα συγκεκριμένα φύλλα χάρτη, στο νότιο τμήμα του Κορινθιακού κόλπου.



Φωτογραφία 2.2
Φύλλο χάρτη Περαχώρα.



Φωτογραφία 2.3
Φύλλο χάρτη Καπαρέλλι.

Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι κατά την αρχική επιλογή των σημείων, για τα φύλλα χάρτη Περαχώρα και Αράχωβα, είχαν επιλεγεί επιπλέον δύο σημεία, αυξάνοντας τον τελικό αριθμό σε 31 τριγωνομετρικά.

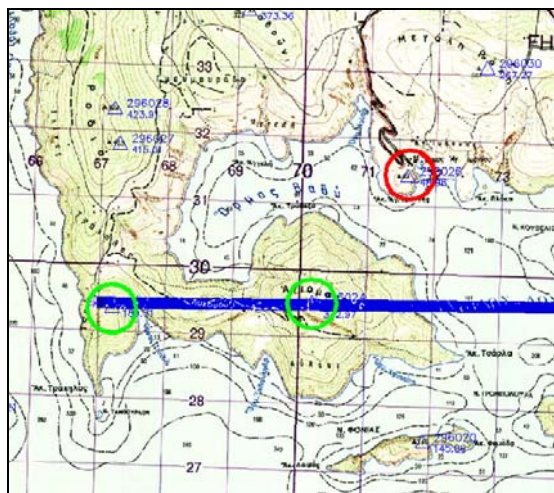
Ωστόσο η συμμετοχή τους στην εργασία δεν κατέστη δυνατό να πραγματοποιηθεί καθώς η πρόσβαση σε αυτά ήταν αδύνατη με οποιοδήποτε μέσο.

Συγκεκριμένα, για το όγδοο επιλεγμένο σημείο του φύλλου χάρτη Αράχωβα με την κωδική ονομασία "Σκοτωμένοι" (46006) στην περιοχή "Μακριά Μαλλιά", δεν επιχειρήθηκε προσπάθεια να προσεγγιστεί λόγω του εξαιρετικά ανώμαλου χωματοδρομου που οδηγούσε κοντά σε αυτό, ενώ το ίδιο συνέβη και με δύο τριγωνομετρικά σημεία που είχαν αρχικά επιλεγεί στο φύλλο χάρτη Περαχώρα ("Τσούμα", "Μάλιαζα").

Για τα σημεία αυτά πραγματοποιήθηκε μεγάλη προσπάθεια από το συνεργείο υπαίθρου να προσεγγιστούν, αλλά διαπιστώθηκε ότι εκτός της χρονοβόρας διαδικασίας (πολύωρη πεζοπορία), η προσέγγιση τους εγκυμονούσε και μεγάλους κινδύνους ασφάλειας για το συνεργείο, λόγω των βραχωδών βουνοπλαγιών, στην κορυφή των οποίων ήταν τοποθετημένα τα τριγωνομετρικά σημεία.

Αντί των δύο αυτών σημείων, επιλέχθηκε το τριγωνομετρικό με την ονομασία " Όρμος Αγ. Ιωάννου " (296026), το οποίο προσεγγίστηκε σχετικά εύκολα, καθώς βρίσκονταν δίπλα στο λιμανάκι του Αγ. Ιωάννου με υψόμετρο $H = 48.96m$.

Στην φωτογραφία 2.4 επισημαίνεται με κόκκινο κύκλο το σημείο που μετρήθηκε, καθώς και τα δύο σημεία (κύκλο πράσινου χρώματος) του φύλλου χάρτη Περαχώρα, που είχαν αρχικά επιλεγεί, αλλά δεν κατέστη δυνατό να μετρηθούν.



Φωτογραφία 2.4.

Επιλεγμένα σημεία σε απόσπασμα του φύλλου χάρτη Περαχώρα.

Τέλος, χρήζει επισήμανσης ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων δύο σημεία των φύλλων χάρτη Ιτέας και Λειβαδιάς δεν κατέστη δυνατό να μετρηθούν λόγω της ιδιαίτερης γεωγραφικής τους θέσης, και αντικαταστάθηκαν από γειτονικά σημεία του ίδιου φύλλου χάρτη.

Συγκεκριμένα, για το αρχικά επιλεγμένο σημείο του φύλλου χάρτη Ιτέα με την κωδική ονομασία "Τούρλα" (126042) δεν επιχειρήθηκε προσπάθεια να προσεγγιστεί κατόπιν και της προτροπής των κατοίκων του χωριού Βουνιχώρα – Φωκίδας, λόγω του δύσβατου χωματόδρομου που οδηγούσε πλησίον του τριγωνομετρικού σημείου, το οποίο βρίσκεται σε υψόμετρο $H = 1187.618\text{m}$.

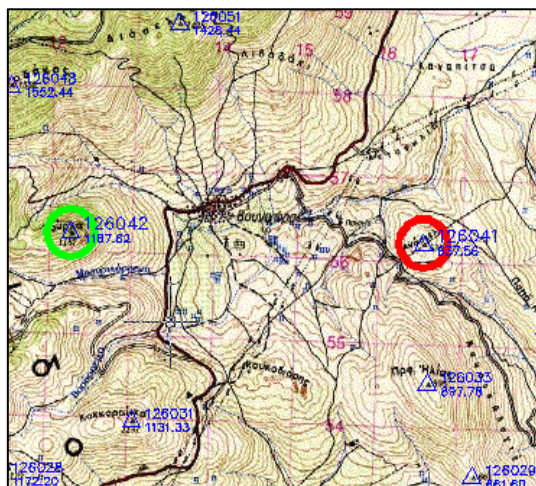
Αντί αυτού επιλέχθηκε το γειτονικό σημείο με την ονομασία "Ανάσκελο" (126041), η προσέγγιση του οποίου ήταν αρκετά εύκολη.

Αντίστοιχα, για το φύλλο χάρτη Λειβαδιάς μεταξύ των δώδεκα σημείων μέτρησης, είχε αρχικά επιλεγεί το τριγωνομετρικό σημείο με την κωδική ονομασία "Πλάκα" (188029) σε υψόμετρο $H = 1452.358\text{m}$.

Κατά την διάρκεια αναζήτησης και προσέγγισης του συγκεκριμένου σημείου, διαπιστώθηκε από το συνεργείο των μετρήσεων ότι γειτονικό σημείο του ίδιου φύλλου χάρτη μπορούσε να προσεγγιστεί ταχύτερα και ασφαλέστερα.

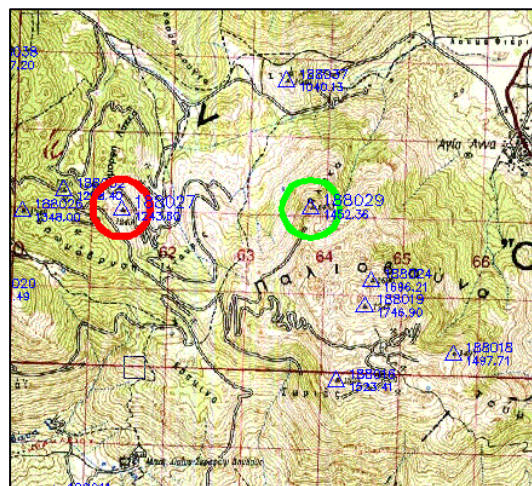
Έτσι, για την εξοικονόμηση χρόνου, και κυρίως για την ασφάλεια του συνεργείου επιλέχθηκε να συμμετάσχει στις μετρήσεις το γειτονικό τριγωνομετρικό σημείο με την ονομασία "Όμορφη Λάκκα" (188027), και με υψόμετρο $H = 1243.597\text{m}$.

Για μεγαλύτερη σαφήνεια των παραπάνω, στις φωτογραφίες 2.5 και 2.6 παρουσιάζονται τμήματα των φύλλων χάρτη Ιτέας και Λειβαδιάς αντίστοιχα, όπου επισημαίνονται με κόκκινο κύκλο τα γειτονικά σημεία που μετρήθηκαν, καθώς και τα σημεία (κύκλο πράσινου χρώματος) που είχαν αρχικά επιλεγεί για την εκπόνηση της εργασίας, αλλά για διαφορετικούς λόγους το καθένα, δεν κατέστη δυνατό να μετρηθεί.



Φωτογραφία 2.5

Απόσπασμα φύλλου χάρτη Ιτέας.



Φωτογραφία 2.6

Απόσπασμα φύλλου χάρτη Λειβαδιάς.

2.3 Γεωδαιτικός εξοπλισμός

Οι μετρήσεις των είκοσι-εννέα (29) τριγωνομετρικών σημείων της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τους δέκτες GPS-5800 διπλής συχνότητας της Trimble (Φωτ. 2.7), η λειτουργία των οποίων είναι εντελώς απλή και βασίζεται σε τρεις λυχνίες, οι οποίες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Πρώτη λυχνία από αριστερά → Όταν η λυχνία αναβοσβήνει γρήγορα δεν λαμβάνεται σήμα από αρκετούς δορυφόρους (4), ενώ όταν η λυχνία αναβοσβήνει αργά τότε ο δέκτης λαμβάνει σήμα από τουλάχιστον 4 δορυφόρους.

- Δεύτερη λυχνία από αριστερά → Η λυχνία αυτή αναβοσβήνει όταν είναι ενεργό το Radio Link.

- Τρίτη λυχνία από αριστερά → Η λυχνία αυτή έχει διττό ρόλο. Όταν η μπαταρία βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο ενέργειας, τότε η λυχνία αρχίζει να αναβοσβήνει γρήγορα. Παράλληλα παρέχεται πληροφορία σχετικά με την καταγραφή των παρατηρήσεων. Όταν η καταγραφή γίνεται κανονικά, τότε η λυχνία αναβοσβήνει μια φορά κάθε τρία δευτερόλεπτα.

Γενικά για τους δέκτες της Trimble όταν μια λυχνία αναβοσβήνει γρήγορα, σημαίνει ότι κάποιο πρόβλημα παρουσιάζεται στο επίπεδο των μετρήσεων.



Φωτογραφία 2.7 Δέκτης GPS Trimble 5800.

Στη συνέχεια δίνονται αναλυτικά, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δέκτη GPS Trimble 5800, καθώς και ο παρελκόμενος εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη εργασία.

Το σύστημα δεκτών 5800 της Trimble είναι ένα ζεύγος σύγχρονων GPS δεκτών Base και Rover, που χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη ευχρηστία, καθώς το βάρος τους είναι μικρό, και η μπαταρία είναι ενσωματωμένη στο δέκτη, οπότε δεν χρειάζεται η μεταφορά πολλών τμημάτων και καλωδίων.

Λειτουργούν με 24 κανάλια στη συχνότητα L1 με C/A κώδικα καθώς και την L2. Έχουν εσωτερική μνήμη 2MB, ικανή να αποθήκευση δεδομένα που αντιστοιχούν σε 55 ώρες καταγραφής, με μετρήσεις ανά 15 sec.

Τα σφάλματα που δίνονται από την κατασκευάστρια εταιρία για στατικό εντοπισμό είναι:

- $\pm 5\text{mm} \pm 0.5\text{ppm}$ οριζοντιογραφικά
- $\pm 5\text{mm} \pm 1\text{ppm}$ υψομετρικά,

ενώ για σχετικό κινηματικό εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο είναι:

- $\pm 10\text{mm} \pm 1\text{ppm}$ οριζοντιογραφικά,
- $\pm 20\text{mm} \pm 1\text{ppm}$ υψομετρικά.

Μαζί με τους δέκτες, παρέχεται και το ειδικό χειριστήριο «TSC2» της Trimble (Φωτ. 2.8), το οποίο επικοινωνεί με κάθε δέκτη μέσω ασύρματου πρωτόκολλου επικοινωνίας Bluetooth, κάνοντας δυνατή τη λειτουργία του συστήματος χωρίς καλώδια.

Ωστόσο στον στατικό εντοπισμό δεν κρίνεται αναγκαία η χρησιμοποίηση του ειδικού χειριστηρίου.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του σχετικού στατικού εντοπισμού το χειριστήριο δεν χρησιμοποιήθηκε, παρά μόνο στο γραφείο, πριν την διεξαγωγή των μετρήσεων, για την αλλαγή της συχνότητας καταγραφής των δεκτών (μετρήσεις ανά 15 sec).



Φωτογραφία 2.8 Ειδικό χειριστήριο «TSC2».

Εκτός από τους δύο δέκτες GPS-5800, για τη συλλογή των μετρήσεων στα τριγωνομετρικά σημεία στο νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, χρησιμοποιήθηκε και ο ακόλουθος εξοπλισμός :

- ◆ Δύο βάσεις εξαναγκασμένης κέντρωσης – Τρικόχλια (Φωτ. 2.9).
- ◆ GPS χειρός, για τον εντοπισμό των σημείων.
- ◆ Στυλαιός μήκους 0.25m, για την ανύψωση του δέκτη όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο.
- ◆ Πίνακας συντεταγμένων των τριγωνομετρικών σημείων σε ΕΓΣΑ87.
- ◆ Εκτυπωμένοι χάρτες της περιοχής μελέτης.
- ◆ Έντυπα καταγραφής.
- ◆ Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, για την τεκμηρίωση των σημείων.
- ◆ Δίμετρο, για την μέτρηση των υψών του οργάνου.
- ◆ 2 ασύρματοι για επικοινωνία του συνεργείου.
- ◆ Προστατευτικό κάλυμμα για την μπαταρία (σε περίπτωση βροχής).
- ◆ Πριόνι χειρός.

2.4 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις στην περιοχή μελέτης (νομοί Βοιωτίας – Φωκίδας) έγιναν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού, με τους δέκτες 5800 της εταιρείας Trimble, οι οποίοι είναι σύγχρονοι δέκτες, και εξασφαλίζουν την βέλτιστη ποιότητα των μετρήσεων.

Οι δέκτες τοποθετήθηκαν πάνω στις ελαφριές βάσεις εξαναγκασμένης κέντρωσης, μέσω του αντίστοιχου τρικόγλιου (Φωτ. 2.9), το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την οριζοντίωσή τους.



Φωτογραφία 2.9 Ελαφριά βάση κέντρωσης.

Αξίζει να επισημανθεί, ότι για την διεξαγωγή των μετρήσεων επιλέχθηκαν τελικά οι ελαφριές βάσεις εξαναγκασμένης κέντρωσης (Φωτ. 2.9), παρά το γεγονός ότι οι βαριές βάσεις (5Kg) θα εξασφάλιζαν την σταθερότητα των δεκτών ακόμα και κάτω από έντονες καιρικές συνθήκες, όπως δυνατούς ανέμους.

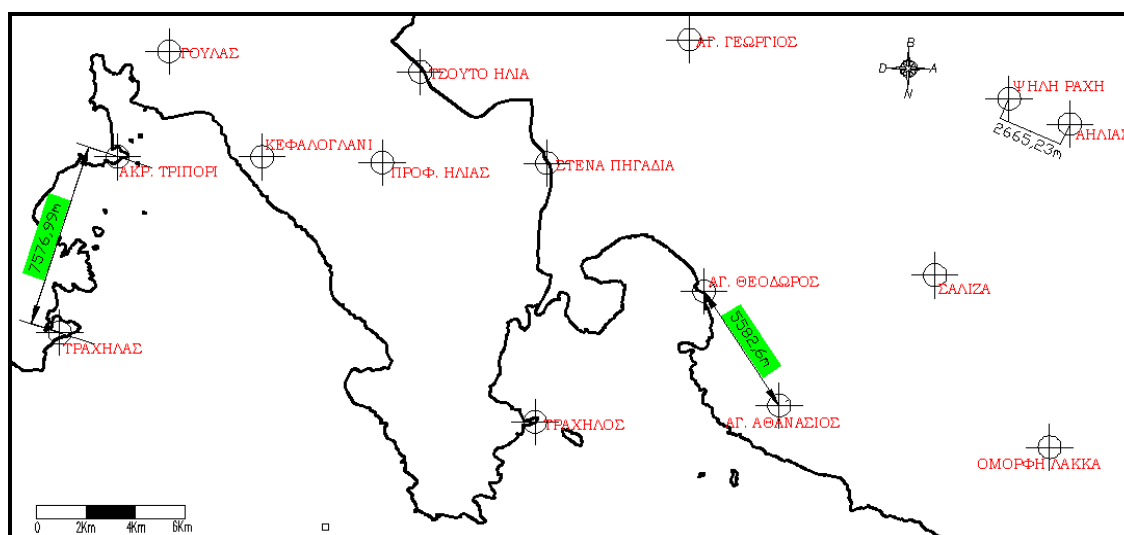
Η επιλογή των ελαφριών βάσεων, προτιμήθηκε λόγω των καλών καιρικών συνθηκών κατά την διάρκεια των μετρήσεων (δεν υπήρξε κίνδυνος μετατόπισης των βάσεων), αλλά κυρίως λόγω της δύσκολης πρόσβασης των περισσότερων τριγωνομετρικών σημείων της περιοχής μελέτης (ανάβαση σε δύσβατα μονοπάτια), με αποτέλεσμα να κρίνεται εξ αρχής δύσκολη η μεταφορά των βαριών βάσεων σε κάθε τριγωνομετρικό σημείο, τόσο για θέματα ασφάλειας του συνεργείου υπαίθρου, όσο και για θέματα ταχύτητας στη διεξαγωγή των μετρήσεων.

Οι μετρήσεις στο βόρειο τμήμα του Κορινθιακού πραγματοποιήθηκαν κάτω από ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, καθώς έγιναν στα μέσα Οκτωβρίου, και κάποιες συμπληρωματικές στα μέσα Απριλίου του 2010, και εκτελέστηκαν από συνεργείο δύο ατόμων που αποδείχθηκε αρκετά ευέλικτο.

Από τις αρχικές μετρήσεις που προηγήθηκαν στην περιοχή της Πελοποννήσου, για αντίστοιχη μεταπτυχιακή εργασία, προέκυψε το συμπέρασμα ότι για το συγκεκριμένο συνεργείο, πιο λειτουργικό ήταν το σύστημα προσέγγισης των τριγωνομετρικών σημείων, και της μέτρησης αυτών από κοινού, εκτός πολύ ελάχιστων περιπτώσεων, όπου δύο τριγωνομετρικά σημεία απείχαν μεταξύ τους ελάχιστη απόσταση και μετρήθηκαν σχεδόν ταυτόχρονα (Base – Rover).

Συγκεκριμένα, τα δύο ζεύγη των τριγωνομετρικών που μετρήθηκαν κοινή ώρα ήταν στο φύλλο χάρτη Αράχωβα τα σημεία με την κωδική ονομασία "Άγιος Θεόδωρος" – "Άγιος Αθανάσιος", τα οποία απέχουν μεταξύ τους οριζόντια απόσταση 5.5km, και στο φύλλο χάρτη Ιτέα αντίστοιχα, τα σημεία "Ακρωτήρι Τριπορί" – "Τράχηλας", τα οποία απέχουν 7.5km, αλλά η πρόσβαση σε αυτά είναι αρκετά εύκολη και γρήγορη.

Η ακριβής θέση των συγκεκριμένων τριγωνομετρικών, δίνεται παρακάτω στο σχήμα 2.1, όπου παρουσιάζονται και γειτονικά τριγωνομετρικά σημεία που μετρήθηκαν στην περιοχή μελέτης.



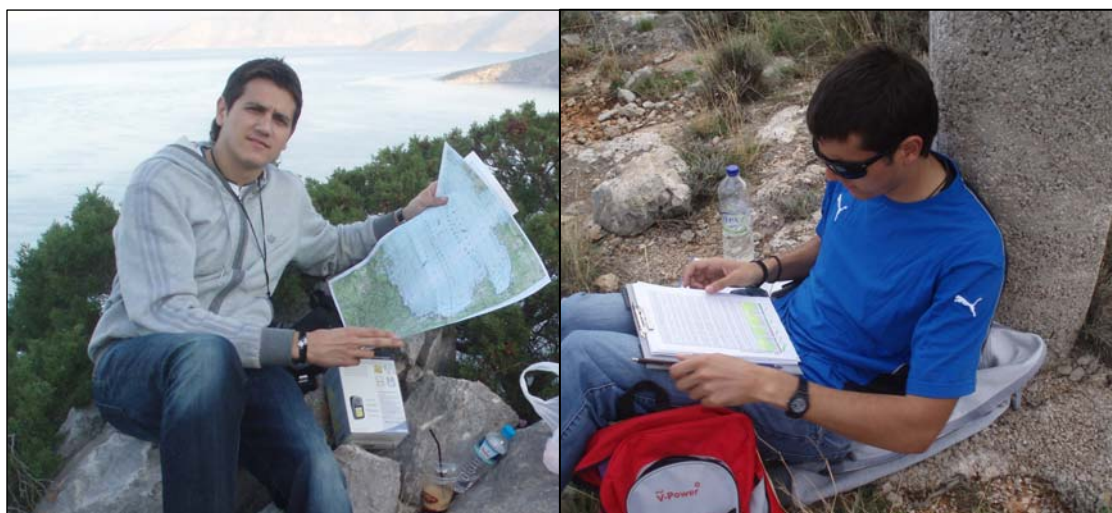
Σχήμα 2.1 Η θέση των σημείων που μετρήθηκαν κοινή ώρα (Base-Rover).

Χρήζει αναφοράς το γεγονός ότι αρχικά και άλλα σημεία μπορούσαν να συμπεριληφθούν στο σύστημα μέτρησης Base – Rover, καθώς απείχαν μικρότερη απόσταση μεταξύ τους (π.χ "Αηλίας" – "Ψηλή Ράχη" στο φύλλο χάρτη Λειβαδιάς, "Κεφαλόγλανι" – "Προφ. Ηλίας" στην ένωση των φύλλων χάρτη Ιτέας – Αράχωβας), αλλά διαπιστώθηκε ότι η πρόσβαση τις περισσότερες φορές ήταν αρκετά επικίνδυνη και χρονοβόρα, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητη η από κοινού μεταφορά του γεωδαιτικού εξοπλισμού στο τριγωνομετρικό σημείο, για την ασφάλεια του συνεργείου και των οργάνων μέτρησης.

Για κάθε τριγωνομετρικό σημείο απαιτήθηκε χρόνος μέτρησης 60 min με συχνότητα καταγραφής ανά 15sec, ενώ για την εύρεση και προσέγγιση κάθε σημείου, απαιτήθηκε χρόνος που κυμαίνεται από 40min, έως και 120 min σε ελάχιστες περιπτώσεις (π.χ Όμορφη Λάκκα, Τσούτο Ηλία, Τάμιζα).

Ο χρόνος μέτρησης κάθε τριγωνομετρικού (60min) αποδείχθηκε πολύτιμος, και δεν καταναλώθηκε μόνο για ανάπαυση του συνεργείου.

Στο διάστημα αυτό, εκτός της, μη χρονοβόρας, συμπλήρωσης των εντύπων καταγραφής (ονομασία σημείου, ύψος μέτρησης, έναρξη – λήξη μετρήσεων), τα οποία δίνονται στο παράρτημα (παράγραφος 1.3.1) γινόταν προεργασία (μελέτη χαρτών) με την ακριβή διαδρομή που θα ακολουθηθεί για την προσέγγιση του επόμενου τριγωνομετρικού σημείου (Φωτ. 2.10), η οποία αποδείχθηκε πολύτιμη ειδικά για τον οδηγό του οχήματος, εξοικονομώντας σημαντικό χρόνο σε κάθε διαδρομή.



Φωτογραφία 2.10

Χάρτες περιοχής μελέτης – Συμπλήρωση εντύπων καταγραφής.

Η μέτρηση των είκοσι-εννέα (29) τριγωνομετρικών σημείων που είχαν προεπιλεγεί για την περιοχή μελέτης, ολοκληρώθηκε σε διάστημα 5 ημερών, όπου μετρήθηκαν μέχρι και επτά τριγωνομετρικά σημεία κατά την διάρκεια μιας ημέρας (Πίνακας 2.2), συμβάλλοντας σημαντικά σε αυτό η δυνατότητα του δέκτη να μετράει και μετά την δύση του ηλίου (Φωτ. 2.11).

α/α	Ημερομηνία	Αριθμός Τριγωνομετρικών σημείων	Έναρξη πρώτης μέτρησης	Λήξη τελευταίας μέτρησης
1	09/10/09	5	07:44:17	18:45:02
2	10/10/09	7	08:01:02	20:27:02
3	11/10/09	7	07:35:17	18:52:32
4	19/10/09	5	07:29:47	16:22:47
5	16/04/10	5	08:01:26	18:29:31

Πίνακας 2.2 Μέτρηση τριγωνομετρικών σημείων ανά ημέρα.

Οι ελάχιστες βραδινές μετρήσεις αποδείχθηκαν εξαιρετικές με τον εντοπισμό και την καταγραφή πολύ περισσότερων δορυφόρων από τον δέκτη (έως και 14 δορυφόρους) όπως αποδείχθηκε κατά την επίλυση των βάσεων, ωστόσο περιορίστηκαν μόνο σε δύο τριγωνομετρικά σημεία (" Προφήτης Ηλίας ", " Τσούτο Ηλία ") κατά την δεύτερη και τρίτη ημέρα των μετρήσεων, το πλεονέκτημα των οποίων ήταν η εύκολη και ασφαλής πρόσβαση, με το αυτοκίνητο να προσεγγίζει το σημείο σε απόσταση 5m και 40m αντίστοιχα.



Φωτογραφία 2.11 Νυχτερινή μέτρηση.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση των μετρήσεων σε διάστημα 5 ημερών, διαδραμάτισε και η ορθή απόφαση του συνεργείου να διανυκτερεύσει κάποιες ημέρες, κοντά στα επόμενα προς μέτρηση τριγωνομετρικά σημεία.

Έτσι, εξασφαλίστηκε πολύτιμος χρόνος τόσο για την διεξαγωγή των μετρήσεων, όσο και για την ανάπαυση του συνεργείου, καθώς η επιστροφή στην Αθήνα, όπως φάνηκε την τρίτη μέρα των μετρήσεων ήταν ιδιαίτερα κουραστική και επίπονη, κυρίως για τον οδηγό του οχήματος.

Διαπιστώθηκε ότι και από οικονομικής απόψεως τα χρήματα που θα ξοδεύονταν για την επιστροφή του συνεργείου στη βάση και την μετάβαση την επόμενη ημέρα στην περιοχή μελέτης, ισοδυναμούσαν με τα χρήματα που δόθηκαν για την διανυκτέρευση του συνεργείου κατά την πρώτη (09/10/09) και δεύτερη ημέρα (10/10/09) των μετρήσεων, στις περιοχές Κυριάκι-Λειβαδιάς και Ιτέα αντίστοιχα.

Στη συνέχεια δίνεται ο πίνακας με τα χιλιόμετρα που διανύθηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, και με τα έξοδα που δαπανήθηκαν από το συνεργείο των δύο ατόμων (καύσιμα, διαμονή, διόδια, γεύματα) για να προκύψει το συνολικό κόστος της εργασίας και να ληφθεί υπόψη κατά την εκπόνηση παρόμοιων μελλοντικών μεταπτυχιακών εργασιών.

Αναλυτικά η χιλιομετρική απόσταση από κάθε τριγωνομετρικό σημείο στο επόμενο, καθώς και η απόσταση τους από την βάση του συνεργείου (Αθήνα) παρουσιάζεται στο παράρτημα (παράγραφος 1.3.2), όπου δίνεται εκτός των άλλων και ο πίνακας εξόδων του συνεργείου μέτρησης (παράγραφος 1.3.3) για να διαπιστωθεί από πού προέρχονται τα συνολικά έξοδα του Πίνακα 2.3.

α/α	Ημερομηνία	Χιλιόμετρα (Km)	Έξοδα (€)	Διαμονή
1	09/10/09	246	130	Κυριάκι
2	10/10/09	154	110	Ιτέα
3	11/10/09	312	60	–
4	19/10/09	390	70	–
5	16/04/10	450	80	–
ΣΥΝΟΛΟ :		1552Km	450€	

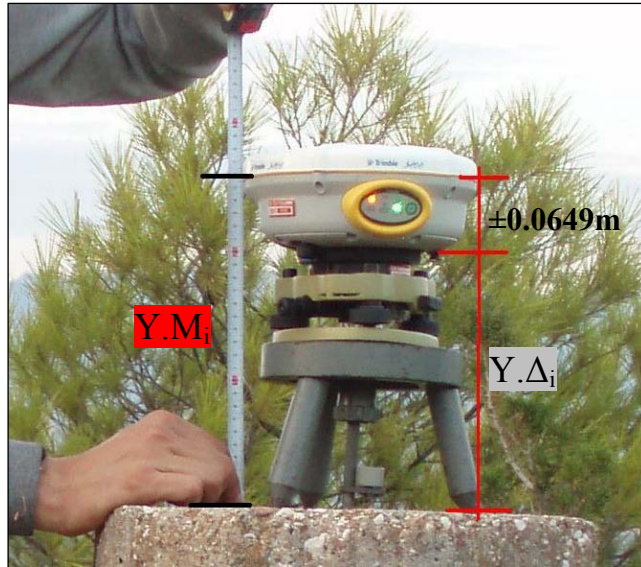
Πίνακας 2.3

Σύνολο χιλιομέτρων – εξόδων κατά την διάρκεια των μετρήσεων.

Το ύψος του δέκτη ($Y.\Delta$) σε όλα τα σημεία μετρήθηκε κάθετα από την βάση του δέκτη (Bottom of antenna amount).

Προτιμήθηκε για λόγους ταχύτητας και ελαχιστοποίησης του σφάλματος, να μετράτε το ύψος από την κορυφή του βάρους μέχρι και την κίτρινη γραμμή του δέκτη (Φωτ. 2.12), και στη συνέχεια κατά την επεξεργασία των μετρήσεων να αφαιρείται για κάθε σημείο το σταθερό ύψος του δέκτη από την κίτρινη γραμμή μέχρι την βάση του (0.0649m) καταλήγοντας στο τελικό ύψος ως εξής:

$$Y.\Delta_i = Y.M_i - 0.0649m \quad (2.1)$$



Φωτογραφία 2.12 Ύψος του δέκτη.

Επιπλέον, σε ορισμένα ελάχιστα σημεία το ύψος του δέκτη ανέβηκε κατά 0.25m, με την χρησιμοποίηση του ειδικού στυλαιού (Φωτ. 2.13).

Αυτό κρίθηκε απαραίτητο λόγω παρεμβολών (κλαδιά δένδρων, μεγάλοι θάμνοι), τα οποία θα εμπόδιζαν την εύρεση αρκετών δορυφόρων κατά την διάρκεια των μετρήσεων, και συνάμα την επίλυση των βάσεων.

Συγκεκριμένα, ο στυλαιός χρησιμοποιήθηκε στα τριγωνομετρικά σημεία με την ονομασία "Προφήτης Ηλίας" και "Μερεμετούσα" (Φωτ. 2.13), των φύλλων χάρτη Αράχωβα και Λειβαδιά αντίστοιχα.



Φωτογραφία 2.13

Τοποθέτηση στυλαιού για την ανύψωση του δέκτη GPS-5800.

Ολοκληρώνοντας τις μετρήσεις, με την κατάλληλη επεξεργασία και με εφαρμογή του αντίστοιχου προγράμματος στον υπολογιστή, προέκυψαν οι ακριβείς ώρες μέτρησης για κάθε σημείο, οι οποίες δίνονται στον πίνακα 2.4, μαζί με τον αύξοντα αριθμό ημερομηνίας

μέτρησης κάθε σημείου (π.χ 9/10/2009 → 282) ενώ αναλυτικά όλα τα στοιχεία των μετρήσεων παρουσιάζονται στο παράρτημα (παράγραφος 1.3.4), όπου δίνονται και οι σταθμοί αναφοράς με τους οποίους θα επιλυθούν οι βάσεις.

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	ΛΗΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
137058	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	9/10/2009 (282)	9:26:02	10:27:32
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	9/10/2009 (282)	7:44:17	8:46:32
188001	ΠΥΡΓΟΣ	9/10/2009 (282)	11:33:02	12:35:32
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	9/10/2009 (282)	17:43:32	18:45:02
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	9/10/2009 (282)	15:42:17	16:44:47
188067	ΣΑΛΙΖΑ	10/10/2009 (283)	8:01:02	9:02:02
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	10/10/2009 (283)	15:05:47	16:07:02
46015	ΑΓ.ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	10/10/2009 (283)	12:03:17	13:05:17
46028	ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	10/10/2009 (283)	11:11:02	13:46:32
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	10/10/2009 (283)	19:26:17	20:27:02
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	10/10/2009 (283)	17:33:47	18:35:17
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	11/10/2009 (284)	17:50:17	18:52:32
46073	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	10/10/2009 (283)	9:44:32	10:46:02
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	11/10/2009 (284)	9:51:47	10:53:17
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	11/10/2009 (284)	12:01:17	13:02:32
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	11/10/2009 (284)	9:20:02	10:42:32
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	11/10/2009 (284)	15:46:47	16:46:02
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	11/10/2009 (284)	13:53:02	14:55:02
126044	ΓΟΥΛΑΣ	11/10/2009 (284)	7:35:17	8:37:02
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	19/10/2009 (292)	12:36:32	13:37:17
188098	ΑΗΛΙΑΣ	19/10/2009 (292)	9:14:32	10:15:02
188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	19/10/2009 (292)	10:45:17	11:46:32
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	19/10/2009 (292)	7:29:47	8:30:47
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ ΙΩΑΝΝ.	19/10/2009 (292)	15:19:32	16:22:47
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ	16/04/2010 (106)	8:01:16	8:54:16
188111	ΑΛΩΝΙΑ	16/04/2010 (106)	10:25:16	11:15:16
188039	ΔΕΝΔΡΟ	16/04/2010 (106)	12:35:01	13:23:46
188017	ΘΥΜΑΡΙ	16/04/2010 (106)	14:13:31	15:00:16
137047	ΤΑΨΙΖΑ	16/04/2010 (106)	17:41:31	18:29:31

Πίνακας 2.4 Το διάστημα μέτρησης των 29 τριγωνομετρικών σημείων.

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων αντιμετωπίστηκαν κάποια προβλήματα, τα οποία κρίνεται σκόπιμο να αναλυθούν και να παρουσιαστούν οι λύσεις που δόθηκαν σε κάθε περίπτωση ώστε να βοηθήσουν κάποιες παρόμοιες μελλοντικές εργασίες :

- Για κάποια από τα τριγωνομετρικά σημεία, ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελεί η γεωγραφική θέση τους καθώς βρίσκονται σε δύσβατες κορυφές βουνών, και οι δρόμοι που οδηγούν σε αυτά είναι δύσκολοι χωματόδρομοι. Ως εκ τούτου κρίνεται σκόπιμο να χρησιμοποιείται κατάλληλο όχημα για τέτοιου είδους εργασίες.

- Είναι απαραίτητο κατά τη διάρκεια προγραμματισμού των μετρήσεων, να λαμβάνεται υπόψη και η εναλλακτική μέτρηση κάποιου γειτονικού σημείου, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι τριγωνομετρικά σημεία είτε είναι κατεστραμμένα, είτε έχουν μετακινηθεί, είτε και μη προσβάσιμα.

- Οι εκτυπωμένες φωτογραφίες από το περιβάλλον του Google Earth βοηθάνε σημαντικά στην εύρεση και προσέγγιση των τριγωνομετρικών, ωστόσο σε αρκετές περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι διαφορετική πληροφορία δίνει η φωτογραφία από την πραγματικότητα.

Για αυτό το λόγο σε τέτοιου είδους εργασίες κρίνεται απαραίτητη και η χρησιμοποίηση ενός GPS χειρός, το οποίο αποδείχθηκε πολύτιμο δίνοντας την θέση του σημείου σε κάθε περίπτωση με ικανοποιητική ακρίβεια.

- Σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και η χρήση του GPS χειρός, σε συνδυασμό με τις εκτυπωμένες φωτογραφίες του χάρτη δεν οδηγούν στον βέλτιστο δρόμο για την προσέγγιση του τριγωνομετρικού σημείου.

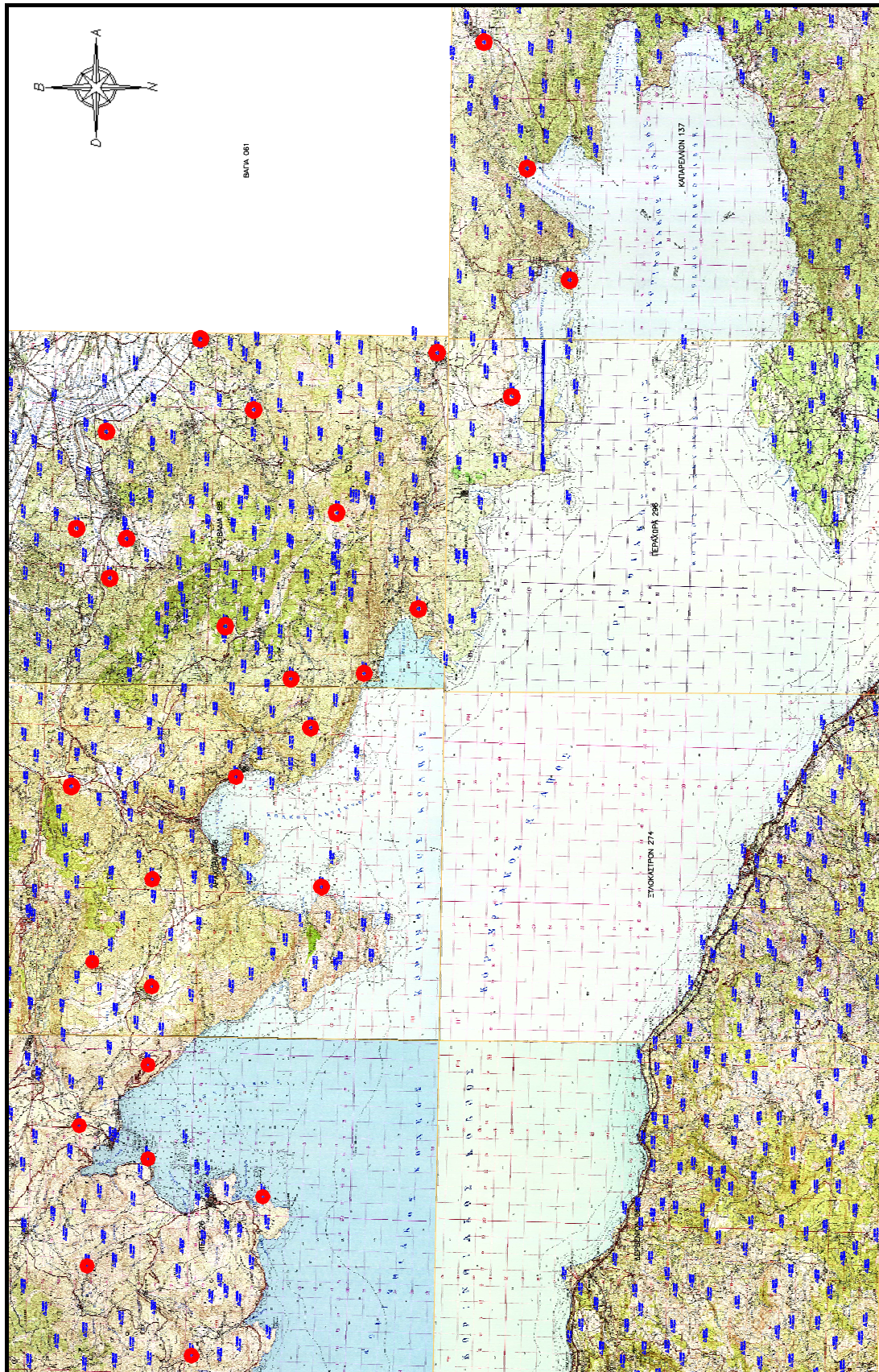
Σε αυτές τις περιπτώσεις, καθώς και σε αρκετές ακόμα, πολύτιμη αποδεικνύεται η πληροφορία από τους κατοίκους των κοντινών χωριών, και ειδικότερα των βοσκών, οι οποίοι έχουν πλήρη γνώση της ακριβούς τοποθεσίας των βάθρων της Γ.Υ.Σ, γνωρίζοντας μέχρι και την κωδική ονομασία τους.

Στο σχήμα 2.2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η γεωγραφική θέση των 29 τριγωνομετρικών σημείων στα οποία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην περιοχή μελέτης (τμήμα Θήβα – Γαλαξίδι).

Η ακριβής θέση και η τεκμηρίωση των σημείων δίνεται αναλυτικά στο παράρτημα (παράγραφος 1.2), με τον σχεδιασμό, μεταξύ άλλων, της βέλτιστης προσεγγιστικής διαδρομής για κάθε τριγωνομετρικό σημείο.

Όπως και στο υποκεφάλαιο 2.2, τα 29 τριγωνομετρικά σημεία που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία επισημαίνονται με κόκκινο κύκλο, ενώ με μπλέ επισήμανση δίνονται όλα τα υπόλοιπα τριγωνομετρικά σημεία που υπάρχουν στα συγκεκριμένα φύλλα χάρτη.

Για τα φύλλα χάρτη Καπαρέλλι και Περαχώρα τα σημεία είναι μόνο τέσσερα, καθώς όπως προαναφέρθηκε και οι δύο χάρτες καλύπτονται στο μεγαλύτερο μέρος από υδάτινες επιφάνειες.



Σχήμα 2.2
Η ακριβής θέση των σημείων σε κάθε φύλλο χάρτη της περιοχής μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

3.1 Επίλυση των βάσεων

Οι βάσεις επιλύθηκαν χρησιμοποιώντας όλα τα στοιχεία των μετρήσεων και πέντε διαφορετικούς μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS. Η επίλυση πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα Trimble Geomatics Office (TGO), το οποίο έχει συνταχθεί από την εταιρεία Trimble.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία επίλυσης των βάσεων και δίνονται τα κριτήρια επιλογής των μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS για την επίλυση κάθε τριγωνομετρικού σημείου.

Αρχικά, για την επίλυση των βάσεων με την ενεργοποίηση του λογισμικού TGO, ορίζεται το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87 (η εισαγωγή γίνεται μόνο μια φορά, κατά την εγκατάσταση του λογισμικού στον ηλεκτρονικό υπολογιστή), και έπειτα εισάγονται τα δεδομένα των μετρήσεων, τα οποία αποσπώνται από τους δύο δέκτες Trimble GPS-5800 (Base-Rover) ακολουθώντας την κατάλληλη διαδικασία, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο παράρτημα, στη παράγραφο 2.1.

Τα αρχεία που δημιουργούνται κατά την διάρκεια των μετρήσεων, έχουν επέκταση (*.T01) και είναι της μορφής : 20332821, όπου τα τέσσερα πρώτα ψηφία αναφέρονται στον κωδικό του δέκτη, τα τρία επόμενα στην ημέρα του έτους που έγινε η καταγραφή των παρατηρήσεων, και το τελευταίο ψηφίο φανερώνει πόσες φορές έχει ανοίξει ο συγκεκριμένος δέκτης την ίδια ημέρα.

Επιλέγοντας τα αρχεία από το δέκτη (data_files), εμφανίζεται ένα ένθετο παράθυρο στην οθόνη του υπολογιστή, με τις πληροφορίες για κάθε ένα αρχείο, όπως είναι ο χρόνος έναρξης και λήξης των παρατηρήσεων (Φωτ. 3.1).

Σε αυτό το παράθυρο, δίνεται το όνομα του κάθε τριγωνομετρικού σημείου (στήλη Name), το ύψος οργάνου (στήλη Antenna Height) και ο τρόπος μέτρησής του (στήλη Measure to) και πατώντας το πλήκτρο OK, ολοκληρώνεται η διαδικασία εισαγωγής όλων των στοιχείων μέτρησης στο λογισμικό του TGO, και εμφανίζεται η γεωμετρική θέση των τριγωνομετρικών σημείων, όπως παρουσιάζεται στη Φωτογραφία 3.2.

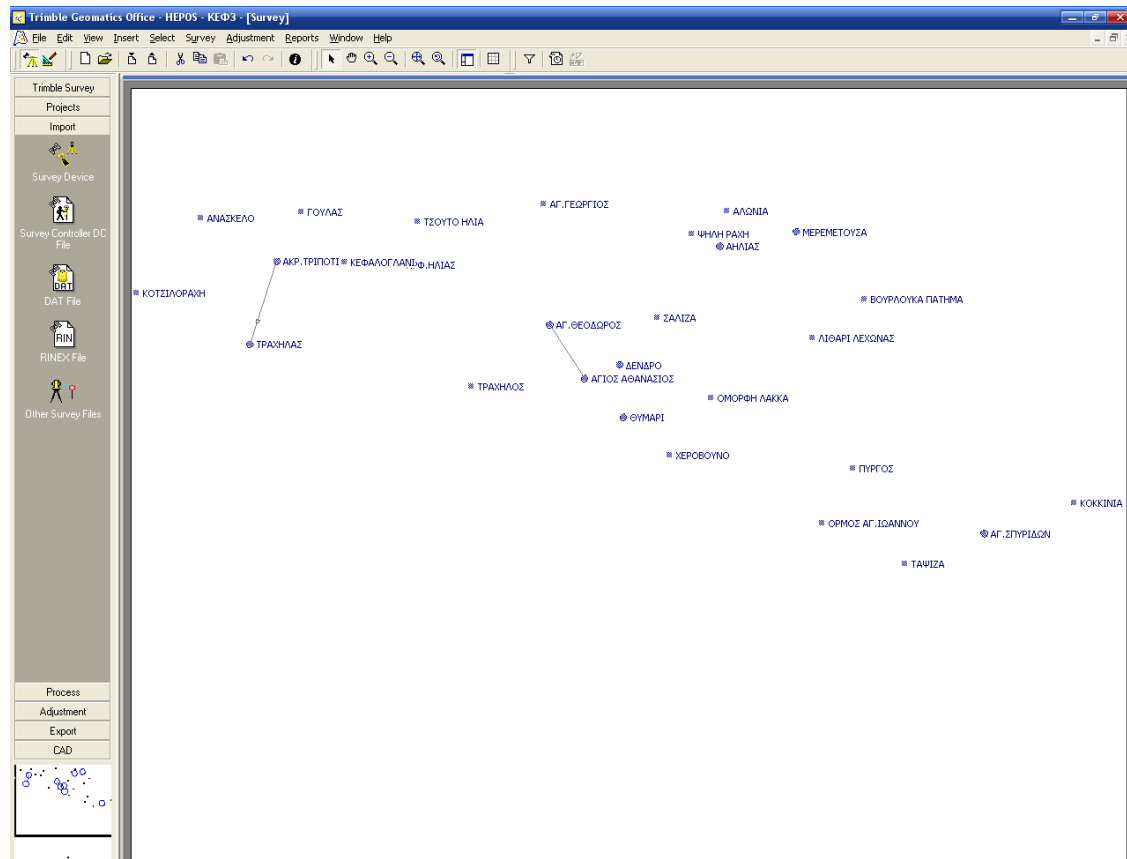
	Use	Name	Filename	Start Time	Stop Time
1	<input type="checkbox"/>	20332824	20332824-2.DAT	17:43:32 9 Οκτ 2009	18:45:02 9 Οκτ 2009
2	<input type="checkbox"/>	20332820	20332820.DAT	07:44:17 9 Οκτ 2009	08:46:32 9 Οκτ 2009
3	<input type="checkbox"/>	20332820	20332820-2.DAT	07:44:17 9 Οκτ 2009	08:46:32 9 Οκτ 2009
4	<input type="checkbox"/>	20332821	20332821.DAT	09:26:02 9 Οκτ 2009	10:27:32 9 Οκτ 2009
5	<input type="checkbox"/>	20332821	20332821-2.DAT	09:26:02 9 Οκτ 2009	10:27:32 9 Οκτ 2009
6	<input type="checkbox"/>	20332822	20332822.DAT	11:33:02 9 Οκτ 2009	12:35:32 9 Οκτ 2009
7	<input type="checkbox"/>	20332822	20332822-2.DAT	11:33:02 9 Οκτ 2009	12:35:32 9 Οκτ 2009
8	<input type="checkbox"/>	20332823	20332823.DAT	15:42:17 9 Οκτ 2009	16:44:47 9 Οκτ 2009

Φωτογραφία 3.1

Στοιχεία μετρήσεων των 29 τριγωνομετρικών σημείων

Με μπλέ επισήμανση δίνονται τα 29 τριγωνομετρικά σημεία της εργασίας, στο βορειοανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την εισαγωγή των αρχείων αν βρεθούν κοινοί χρόνοι μέτρησης μεταξύ των σημείων (μέτρηση Base – Rover), τότε εμφανίζονται με γκρι χρώμα στην οθόνη γραφικά οι βάσεις που μπορούν να επιλυθούν (Ακρ. Τριπορί – Τράχηλας, Αγ. Θεόδωρος – Αγ. Αθανάσιος).



Φωτογραφία 3.2 Εισαγωγή των σημείων στο λογισμικό του TGO.

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία εισαγωγής των μετρήσεων στο λογισμικό του TGO, κατασκευάστηκε ένας πίνακας με την ακριβή διάρκεια έναρξης – λήξης των μετρήσεων για κάθε τριγωνομετρικό και στάλθηκε στην Κτηματολόγιο Α.Ε, ώστε να δοθούν αντίστοιχα δεδομένα για τους μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS.

Ο πίνακας, αυτούσιος όπως στάλθηκε στους αρμόδιους του Κτηματολογίου για κάθε τριγωνομετρικό σημείο, δίνεται στο παράρτημα, στην παράγραφο 2.2.

Χρήζει επισήμανσης, ότι όλα τα σημεία λύθηκαν από δύο διαφορετικούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS (κοντινό – μακρινό).

Η επιλογή δύο σταθμών (κοντινού – μακρινού) για την επίλυση κάθε βάσης, πραγματοποιήθηκε για να δοθεί η δυνατότητα έρευνας και ελέγχου της συμπεριφοράς κάθε βάσης κατά την επίλυση της με κοντινό ή μακρινό σταθμό, και στη συνέχεια να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες συγκρίσεις.

Βασικό κριτήριο επιλογής των σταθμών αναφοράς αποτέλεσε, η επιλογή ενός σταθμού (κοντινός) ο οποίος βρίσκεται πλησιέστερα στο σύνολο των σημείων κάθε φύλλου χάρτη.

Συγκεκριμένα για την επιλογή του κοντινού σταθμού επιλέχθηκε για το σύνολο των σημείων (σε ποσοστό 69%) ο σταθμός 015Α καθώς διαπιστώθηκε ότι βρίσκεται πλησιέστερα στα σημεία μέτρησης (Φωτ. 3.3), ενώ για την επιλογή μακρινού σταθμού αποφασίστηκε σε γενικές γραμμές να χρησιμοποιηθούν εναλλάξ οι ίδιοι μόνιμοι σταθμοί αναφοράς, ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία αποστολής δεδομένων από την Κτηματολόγιο Α.Ε με την συμμετοχή πέντε συνολικά σταθμών αναφοράς στην επίλυση των 58 (29 σημεία x 2 σταθμοί) βάσεων.

Αναλυτικά δίνεται παρακάτω ο πίνακας 3.1 με την επιλογή των δύο σταθμών αναφοράς για κάθε φύλλο χάρτη.

Ο πίνακας ισχύει για το 86% των τριγωνομετρικών σημείων, εκτός ενός σημείου ("Κοκκινιά") στο φύλλο χάρτη Καπαρέλλι, δύο σημείων ("Κεφαλόγλανι" , "Γουλάς") στο φύλλο χάρτη Ιτέας, και ενός σημείου ("Πύργος") στο φύλλο χάρτη Λειβαδιάς, όπου η θέση των σταθμών αναφοράς αντιστρέφεται λόγω της γεωγραφικής θέσης των σημείων (π.χ για τα δύο σημεία του φύλλου χάρτη Ιτέας, μακρινός σταθμός θεωρείται ο 011Α, και κοντινός ο 015Α).

Συνολικά για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μόνιμοι σταθμοί αναφοράς : 011Α, 043Α, 014Α, 015Α, 007Α, όπου οι πρώτοι δύο βρίσκονται στο νότιο τμήμα του Κορινθιακού, οι υπόλοιποι δύο βόρεια του Κορινθιακού, ενώ ο 007Α βρίσκεται στην Ελευσίνα (Φωτ. 3.3).



Φωτογραφία 3.3 Η θέση των 5 σταθμών αναφοράς του ΗΕΡΟS που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση των βάσεων.

Κωδικός	Φύλλο Χάρτη	Επιλογή Σταθμού Αναφοράς	
		Κοντινός	Μακρινός
137	Καπαρέλλι	043A	007A
296	Περαχώρα	043A	007A
188	Λειβαδιά	015A	014A
046	Αράχωβα	015A	011A
126	Ιτέα	011A	015A

Πίνακας 3.1

Επιλογή κοντινού – μακρινού σταθμού αναφοράς του HEPOS σε κάθε φύλλο χάρτη.

Λαμβάνοντας τα απαραίτητα αρχεία (μορφής Rinex) για τους πέντε μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS με τις ημέρες και ώρες των μετρήσεων, ακολουθήθηκε η κατάλληλη διαδικασία για την επίλυση των βάσεων, με την εισαγωγή των Rinex αρχείων στο πρόγραμμα του TGO, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο παράρτημα (παράγραφο 2.3).

Αρχικά, από την διαδικασία αυτή, δίνονται οι συντεταγμένες των 5 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS στο HTRS07, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2 και χρησιμοποιούνται για την επίλυση των βάσεων.

Σταθμός Αναφοράς		Συντεταγμένες στη βάση της κεραίας		
Κωδικός	Ονομασία	X (m)	Y (m)	Z (m)
007A	Ελευσίνα	4611006.2773	2008856.0095	3909149.2148
011A	Ακράτα	4645937.6857	1907011.6163	3918883.4508
014A	Νεοχωράκι	4600720.7783	1989591.9076	3931385.0633
015A	Δαύλεια	4609055.5599	1931055.7053	3950707.4415
043A	Βέλο	4642072.4560	1947623.1283	3903423.3863

Πίνακας 3.2

Τελικές συντεταγμένες στο HTRS07 των 5 μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι συντεταγμένες των σταθμών αναφοράς του HEPOS αναφέρονται στο σημείο ένωσης της κεραίας του εκάστοτε σταθμού με τον ειδικό στυλαίο στήριξης, όπως δείχνει το βέλος κόκκινου χρωματισμού παρακάτω στην Φωτ. 3.4.



Φωτογραφία 3.4

Η βάση της κεραίας σε σταθμό αναφοράς του HEPOS.

Αναλυτικά οι συντεταγμένες και των 98 μόνιμων σταθμών αναφοράς είναι αναρτημένες από την Κτηματολόγιο Α.Ε στον ιστοχώρο του HEPOS (www.hepos.gr).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι ο χρήστης του HEPOS, για κάθε μελλοντική εργασία θα πρέπει να θεωρεί τις συντεταγμένες του πίνακα σταθερές ανεξάρτητα από την εποχή στην οποία μετράει. Για λόγους πληρότητας και μόνο, αναφέρεται ότι ο υπολογισμός τους έγινε στο πλέον πρόσφατο πλαίσιο υλοποίησης του ETRS'89, δηλαδή στο ETRF2005 (European Terrestrial Reference Frame 2005) και στην εποχή 2007.5.

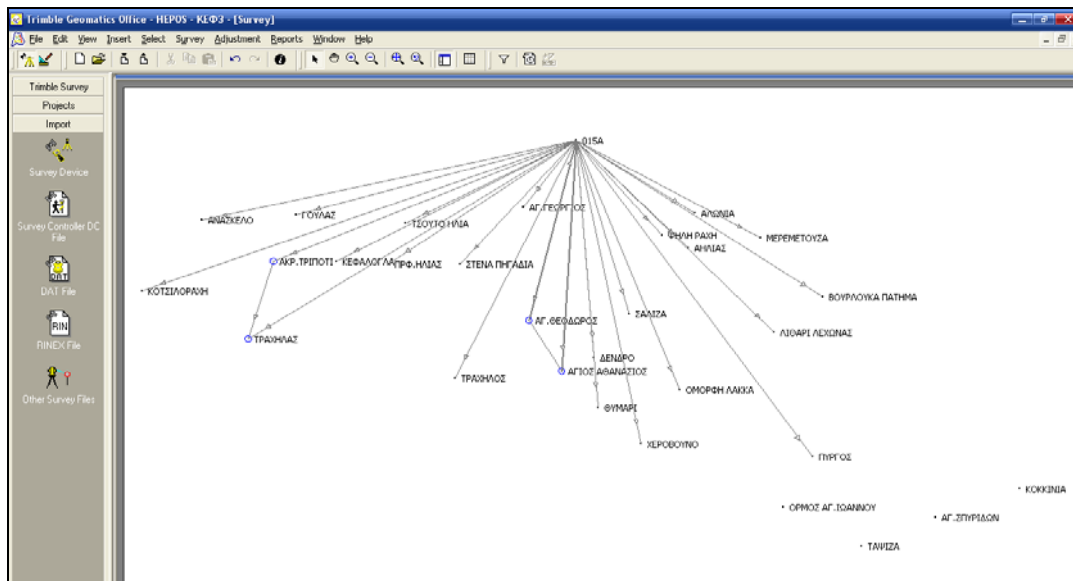
Επίσης, το τελευταίο ψηφίο του κωδικού κάθε Σταθμού Αναφοράς (ΣΑ) χρησιμοποιείται για να γίνεται από το χρήστη άμεσα αντιληπτή, πιθανή αλλαγή θέσης της κεραίας ενός ΣΑ.

Για παράδειγμα εάν ο χρήστης διαπιστώσει ότι το τελευταίο ψηφίο του τετραψήφιου κωδικού ενός ΣΑ μεταβλήθηκε από «Α» σε «Β», θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τις νέες συντεταγμένες που αντιστοιχούν στην καινούργια θέση της κεραίας.

Ολοκληρώνοντας την εισαγωγή όλων των Rinex αρχείων, προκύπτει στο λογισμικό του TGO η σύνδεση κάθε τριγωνομετρικού σημείου με τον αντίστοιχο σταθμό αναφοράς του HEPOS (Φωτ. 3.5), δημιουργώντας συνολικά 58 διαφορετικές βάσεις (29 σημεία x 2 σταθμούς αναφοράς).

Κάθε βάση είναι προσανατολισμένη τυχαία και η φορά της δηλώνεται με ένα βέλος πάνω στη βάση.

Η φορά του βέλους σε όλες τις βάσεις πρέπει να είναι από τη σταθερή κορυφή (μόνιμος σταθμός αναφοράς του HEPOS) προς το άγνωστο σημείο, ενώ για την αλλαγή φοράς του βέλους, αν κριθεί απαραίτητο, η διαδικασία είναι απλή και δίνεται στο παράρτημα (παράγραφος 2.3).



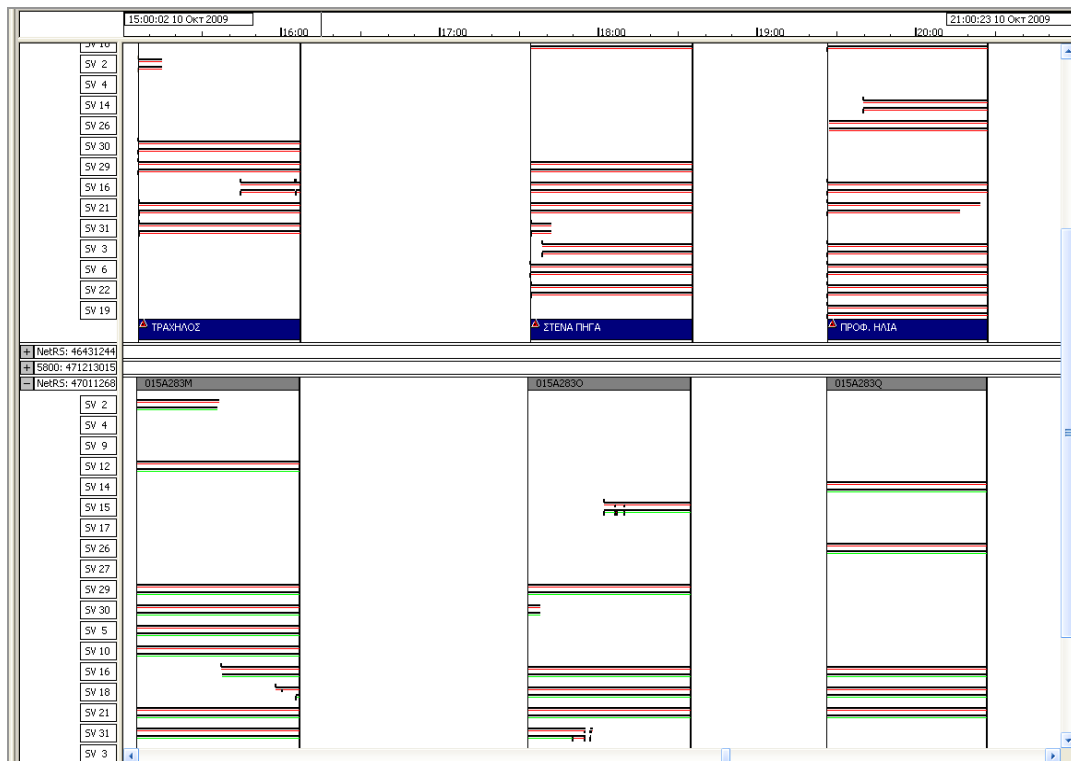
Φωτογραφία 3.5 Εισαγωγή των αρχείων Rinex στο λογισμικό του TGO από έναν σταθμό αναφοράς του HEPOS.

Αξίζει να αναφερθεί, ότι κατά την επίλυση των βάσεων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εμφανίσει τους δορυφόρους που έχουν χρησιμοποιηθεί και τον χρόνο παρατήρησης για κάθε έναν από αυτούς, και να παραλείψει αν κριθεί αναγκαίο, κάποιον εξ' αυτών για την εξαγωγή των βέλτιστων δυνατών αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα, από το λογισμικό του TGO επιλέγεται View → Timeline, και εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης ένα παράθυρο, όπου αριστερά παρουσιάζονται οι δέκτες και οι μόνιμοι σταθμοί αναφοράς, για τους οποίους έχουν αντληθεί δεδομένα.

Επιλέγοντας το (+), εμφανίζονται οι δορυφόροι που έχουν χρησιμοποιηθεί και ο χρόνος παρατήρησης για κάθε έναν (Φωτ. 3.6), ενώ με δεξιά ενεργοποίηση πάνω σε κάθε δορυφόρο δίνεται η εντολή Enable/Disable, η οποία παρέχει τη δυνατότητα παράλειψης, και μη συμμετοχής κάποιου δορυφόρου στην επίλυση της βάσης.

Αυτό συμβαίνει, διότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων είναι πολύ πιθανό τα δύο σημεία μέτρησης (σταθμός του HEPOS – δέκτης του χρήστη), να παρατηρούν και διαφορετικούς δορυφόρους, ή στους κοινούς δορυφόρους να έχουν διακοπές σήματος, διαφορετικά διαστήματα μετρήσεων, καθώς και να μην σχηματίζουν καλή γεωμετρία μεταξύ τους (Φωτ. 3.6).



Φωτογραφία 3.6 Καταγραφή δορυφόρων του δέκτη GPS-5800 και του αντίστοιχου σταθμού αναφοράς του HEPOS.

Στην παρούσα εργασία η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε ελάχιστα τριγωνομετρικά σημεία, καθώς σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την επίλυση των βάσεων κρίθηκαν ικανοποιητικά, συμβάλλοντας σημαντικά σε αυτό η διάρκεια των μετρήσεων (60min για κάθε τριγωνομετρικό σημείο).

Αναλυτικότερα, το πρώτο στοιχείο που ελέγχεται κατά την επίλυση μιας βάσης είναι ο τύπος της λύσης, ο οποίος μπορεί να είναι fixed – float, και ακολουθούν οι τιμές των παραμέτρων Ratio, Reference Variance και RMS.

Τα στοιχεία αυτά δίνουν την πληροφορία, για την αναγκαιότητα παράλειψης ή μη κάποιων δορυφόρων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Στη συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή κάθε στοιχείου, ώστε να γίνει κατανοητή με αριθμούς η αναγκαιότητα επεξεργασίας μιας βάσης και παράλειψης κάποιων δορυφόρων, πριν την τελική επίλυση της.

Συγκεκριμένα, η λύση **fixed** κυμαίνεται σε αβεβαιότητα της τάξης του 1cm, το οποίο σημαίνει ότι οι ασάφειες φάσης έχουν επιλυθεί και έχουν προσδιοριστεί οι ορθοί ακέραιοι αριθμοί των μηκών κύματος του σήματος των δορυφόρων μεταξύ δορυφόρου – δέκτη.

Ενώ, η λύση **float** παρέχει ακρίβεια 2-3cm, με αποτέλεσμα να μην επιλύει τις ασάφειες φάσης και να μένουν απροσδιόριστοι οι ορθοί ακέραιοι αριθμοί των μηκών κύματος του σήματος του δορυφόρου. Αυτό

συμβαίνει, είτε γιατί δεν επαρκή ο χρόνος μέτρησης, είτε γιατί υπάρχουν μεγάλες διακοπές στη λήψη σήματος κάποιων δορυφόρων.

Ο δείκτης **Ratio** απεικονίζει τον λόγο της μεταβλητότητας της δεύτερης καλύτερης λύσης, από την μεταβλητότητα της πρώτης καλύτερης λύσης, και οι τιμές που λαμβάνει πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 3. Σημειώνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του (> 10), τόσο καλύτερη είναι η λύση.

Ο δείκτης **Reference Variance** (αβεβαιότητα μονάδας βάρους) δείχνει πόσο πλησιάζουν οι μετρήσεις μιας βάσης την υπολογισμένη της καλύτερη τιμή. Αποδεκτές τιμές είναι οι μικρότερες της τιμής 4, ενώ όσο προσεγγίζουν την μονάδα, γίνονται καλύτερες.

Τέλος, ο δείκτης **RMS** είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα στον υπολογισμό των συντεταγμένων, και όσο πιο μικρές τιμές λαμβάνει, τόσο καλύτερα είναι τα αποτελέσματα.

Στον πίνακα 3.3 που ακολουθεί δίνονται αναλυτικά τα στοιχεία επίλυσης των 58 βάσεων που λύθηκαν με τους πέντε διαφορετικούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS, ενώ στη συνέχεια προσδιορίζονται οι συντεταγμένες των 29 τριγωνομετρικών σημείων της εργασίας, με δύο διαφορετικούς τρόπους.

Σημειώνεται, ότι σε όλους τους πίνακες που ακολουθούν και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας, πρώτα δίνεται για κάθε σημείο ο κοντινός σταθμός αναφοράς επίλυσης της βάσης, και έπειτα ο μακρινός.

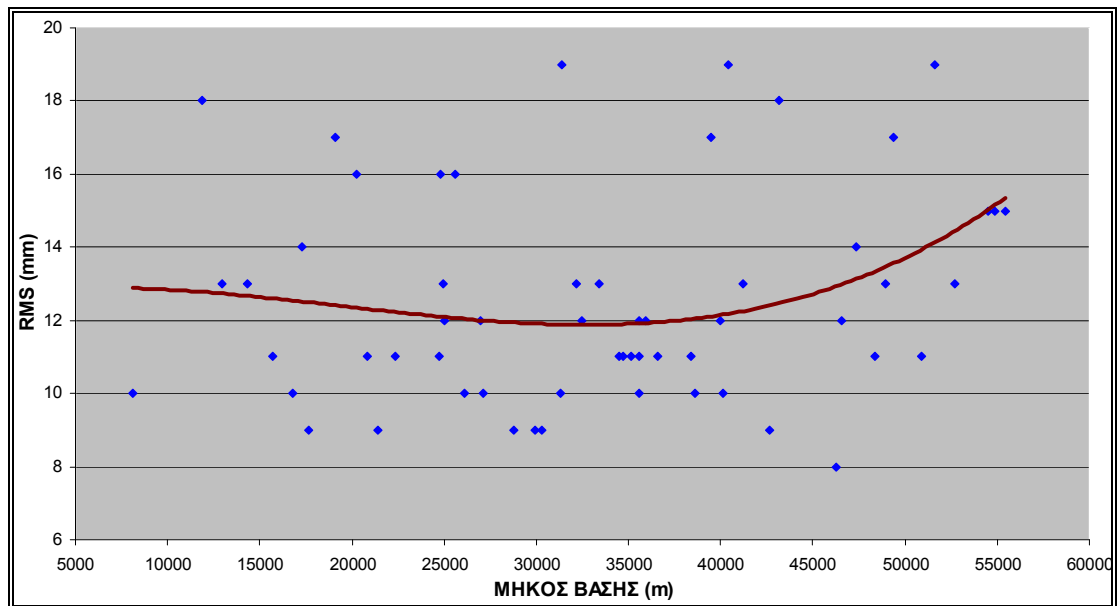
From	To	Baseline Length (m)	Solution Type	Ratio	Reference Variance	RMS (m)
043A	ΤΑΨΙΖΑ	33431.315	fixed	11.4	1.283	0.013
007A		46550.373	fixed	12.2	1.103	0.012
043A	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	40425.265	fixed	7.7	2.882	0.019
007A		41217.028	fixed	15.0	1.413	0.013
007A	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	35899.739	fixed	10.4	0.993	0.012
043A		48332.088	fixed	21.4	1.037	0.011
043A	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	31397.108	fixed	11.4	2.177	0.019
007A		54540.981	fixed	20.8	1.474	0.015
014A	ΠΥΡΓΟΣ	35143.652	fixed	13.5	0.750	0.011
015A		36597.912	fixed	13.7	0.704	0.011
015A	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	28754.940	fixed	44.8	0.556	0.009
014A		50905.381	fixed	24.9	0.872	0.011
015A	ΘΥΜΑΡΙ	24826.419	fixed	7.3	1.368	0.016
014A		54854.257	fixed	6.0	1.363	0.015
015A	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	25002.534	fixed	17.0	0.710	0.012
014A		47330.616	fixed	13.2	1.037	0.014
015A	ΔΕΝΔΡΟ	20239.150	fixed	14.7	1.056	0.016
014A		55415.890	fixed	9.2	1.564	0.015

015A	ΛΙΘΑΡΙ	25614.937	fixed	11.1	1.575	0.016
014A	ΛΕΧΩΝΑΣ	39159.364	fixed	9.0	1.376	0.017
015A	ΣΑΛΙΖΑ	16794.382	fixed	27.1	0.545	0.010
014A		52714.870	fixed	15.5	0.961	0.013
015A	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ	27148.222	fixed	8.9	1.038	0.010
014A	ΠΑΤΗΜΑ	35558.587	fixed	8.2	1.249	0.011
015A	ΑΗΛΙΑΣ	14333.775	fixed	12.2	1.737	0.013
014A		48927.828	fixed	20.5	1.973	0.013
015A	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	11869.343	fixed	12.9	2.298	0.018
014A		51585.221	fixed	6.2	1.643	0.019
015A	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	19103.994	fixed	16.3	2.114	0.017
014A		43133.139	fixed	13.5	1.690	0.018
015A	ΑΛΩΝΙΑ	12960.421	fixed	18.8	0.736	0.013
014A		49386.171	fixed	10.8	1.166	0.017
015A	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	24736.729	fixed	13.6	0.506	0.011
011A		31275.818	fixed	24.4	0.628	0.010
015A	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	21409.403	fixed	41.3	0.709	0.009
011A		40116.641	fixed	22.6	0.751	0.010
015A	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	17257.167	fixed	10.5	1.158	0.014
011A		39947.267	fixed	19.7	0.979	0.012
015A	ΠΡΦ. ΗΛΙΑΣ	20837.244	fixed	19.9	0.924	0.011
011A		34469.417	fixed	22.9	0.802	0.011
015A	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	15708.309	fixed	17.2	0.815	0.011
011A		38634.388	fixed	31.6	0.735	0.010
015A	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	17660.651	fixed	10.6	0.754	0.009
011A		38415.427	fixed	7.8	1.168	0.011
015A	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	8108.399	fixed	34.0	0.842	0.010
011A		46256.712	fixed	46.5	0.782	0.008
011A	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	22378.091	fixed	10.3	0.744	0.011
015A		35591.396	fixed	12.5	0.769	0.010
011A	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	26097.966	fixed	29.0	0.687	0.010
015A		42681.028	fixed	27.1	0.610	0.009
011A	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	29943.228	fixed	32.2	0.768	0.009
015A		30279.857	fixed	44.6	0.829	0.009
015A	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	24937.016	fixed	12.4	0.989	0.013
011A		32162.230	fixed	13.8	0.850	0.013
011A	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	32464.616	fixed	19.7	1.301	0.017
015A		35560.531	fixed	21.1	0.980	0.013
015A	ΓΟΥΛΑΣ	26948.307	fixed	8.4	0.957	0.012
011A		34678.103	fixed	14.8	0.710	0.011

Πίνακας 3.3 Στοιχεία επίλυσης των 58 βάσεων.

Επιπλέον, για μεγαλύτερη κατανόηση του πίνακα 3.3, παρουσιάζεται στη συνέχεια το διάγραμμα μεταβολής του δείκτη RMS σε συνάρτηση με το μήκος της αντίστοιχης βάσης και σχεδιάζεται η καμπύλη προσαρμογής των τιμών του διαγράμματος. (σχήμα 3.1).

Συγκεκριμένα, με μπλε κουκίδα δίνεται η τιμή του RMS για κάθε βάση που επιλύεται (58 βάσεις), όπου οι βάσεις στο διάγραμμα τοποθετούνται κατά αύξουσα σειρά με βάση το μήκος τους (Baseline Length).



Σχήμα 3.1

Διάγραμμα μεταβολής του δείκτη RMS συναρτήσει του μήκους της βάσης – Καμπύλη προσαρμογής των τιμών του διαγράμματος.

Από το παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ότι το σύνολο των τιμών του RMS κυμαίνονται μεταξύ 9-14mm, το οποίο κρίνεται ικανοποιητικό, ενώ σε ελάχιστες βάσεις παρατηρούνται υψηλές τιμές της τάξης των 18–19mm, οι οποίες και αυτές είναι αποδεκτές για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Δεν εξάγεται το συμπέρασμα ότι η αύξηση του μήκους μιας βάσης αυξάνει και την τιμή του RMS, καθώς προκύπτει ότι υψηλές τιμές RMS, έστω και ελάχιστες, υπάρχουν και στα μικρά μήκη βάσεων (12–19km).

Επιπλέον, στο συγκεκριμένο διάγραμμα διερευνήθηκε η δυνατότητα προσαρμογής των τιμών του RMS σε σχέση με την απόσταση (μήκος βάσης) σε μια καμπύλη γραμμή (δίνεται στο σχήμα 3.1).

Διαπιστώθηκε ότι οι τιμές προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνυμική εξίσωση 3^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

$$y = 10^{-13} x^3 - 6 \cdot 10^{-9} x^2 + 7 \cdot 10^{-5} x + 12.702 \quad (3.1)$$

όπου $y \rightarrow$ οι τιμές του δείκτη RMS,

$x \rightarrow$ το μήκος της βάσης.

Η εξίσωση αυτή παρέχει την δυνατότητα εκτίμησης (ή προσδιορισμού) της τιμής του RMS μιας βάσης σε σχέση με το μήκος της ίδιας βάσης, δηλαδή παρουσιάζει μια συστηματική σχέση μεταξύ RMS – μήκος βάσης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μελλοντικές εφαρμογές.

3.2 Προσδιορισμός συντεταγμένων

Η διαδικασία εύρεσης συντεταγμένων των μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS, και η ταυτόχρονη επίλυση κάθε βάσης, αποτελεί ουσιαστικά προϋπόθεση για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων κάθε τριγωνομετρικού σημείου.

Δηλαδή, τα αποτελέσματα των επιλύσεων των βάσεων, δίνουν τις συντεταγμένες των σημείων στα συστήματα αναφοράς που έχουν οριστεί από τον χρήστη (ΕΓΣΑ87 – HTRS07), ακολουθώντας την κατάλληλη διαδικασία, η οποία αναλυτικά περιγράφεται στο παράρτημα (παράγραφος 2.3).

Η δυνατότητα προσδιορισμού των συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ87 με δύο διαφορετικούς τρόπους, καθιστά εφικτές περαιτέρω συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων, οι οποίες παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο 3.4, εκτός του βασικού σκοπού της εργασίας που είναι ο έλεγχος του αμφίδρομου μετασχηματισμού HTRS07 <> ΕΓΣΑ87.

Αναλυτικά η διαδικασία προσδιορισμού συντεταγμένων με τους δύο διαφορετικούς τρόπους παρουσιάζεται παρακάτω, όπου δίνεται και ο μετασχηματισμός που κατασκευάστηκε από τον καθηγητή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. Κατσάμπαλο (σε συνεργασία με την ΤΕ.ΒΟ/ΑΠΘ), και παραχωρήθηκε στην Κτηματολόγιο Α.Ε.

3.2.1 Με χρήση του προγράμματος TGO

Για την διευκόλυνση των χρηστών και την ταχύτερη εξαγωγή αποτελεσμάτων, κατά την κατασκευή του προγράμματος Trimble Geomatics Office, η εταιρεία ενσωμάτωσε στο λογισμικό ένα μετασχηματισμό ομοιότητας όμοιο με αυτό που παραχωρήθηκε στο Κτηματολόγιο, με τις αντίστοιχες διορθώσεις καννάβων.

Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε ορίζοντας τα δύο συστήματα αναφοράς και τις παραμέτρους μετασχηματισμού για την μετάβαση από το ένα σύστημα στο άλλο, και αντίστροφα.

Έτσι, όπως αναλύεται στο παράρτημα, το λογισμικό του TGO εμφανίζει απευθείας στον χρήστη τις συντεταγμένες των σημείων και στα δύο συστήματα αναφοράς, δηλαδή εκτός του HTRS07 προκύπτουν και απευθείας συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 (επιλογή Grid), οι οποίες είναι άμεσα συγκρίσιμες με τις συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τις απευθείας συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 δίνονται στον πίνακα 3.4, ενώ αναλυτικά όλα τα στοιχεία με τη χρήση του προγράμματος TGO και οι συντεταγμένες των 29 σημείων στο HTRS07, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω, δίνονται στο παράρτημα (παράγραφος 2.4).

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	x (m)	y (m)	H (m)	Σταθμός Αναφ.	
				ΚΟΝΤ	ΜΑΚΡ
ΤΑΨΙΖΑ	415806.007	4226062.147	253.906	043A	
	415806.006	4226062.143	253.918		007A
ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	422726.199	4228703.615	96.806	043A	
	422726.202	4228703.614	96.825		007A
ΚΟΚΚΙΝΙΑ	430567.825	4231400.618	350.598	007A	
	430567.828	4231400.624	350.586		043A
ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	408610.391	4229637.577	49.576	043A	
	408610.403	4229637.574	49.557		007A
ΠΥΡΓΟΣ	411281.335	4234333.209	225.810	014A	
	411281.316	4234333.200	225.806		015A
ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	395372.026	4235496.134	441.292	015A	
	395372.037	4235496.143	441.308		014A
ΘΥΜΑΡΙ	391341.983	4238861.948	243.592	015A	
	391341.980	4238861.981	243.570		014A
ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	398922.535	4240538.916	1244.806	015A	
	398922.548	4240538.932	1244.815		014A
ΔΕΝΔΡΟ	391011.069	4243439.516	699.212	015A	
	391011.082	4243439.545	699.203		014A
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.010	4245803.749	534.228	015A	
	407737.028	4245803.761	534.246		014A
ΣΑΛΙΖΑ	394290.294	4247574.194	999.543	015A	
	394290.303	4247574.199	999.578		014A
ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	412286.232	4249130.603	170.679	015A	
	412286.238	4249130.619	170.659		014A
ΑΗΛΙΑΣ	399735.379	4253751.996	396.532	015A	
	399735.392	4253752.018	396.570		014A
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.878	4254797.008	300.823	015A	
	397282.869	4254797.012	300.855		014A
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.874	4255014.592	202.123	015A	
	406384.874	4255014.613	202.149		014A
ΑΛΩΝΙΑ	400374.850	4256832.917	308.821	015A	
	400374.856	4256832.936	308.822		014A
ΤΡΑΧΗΛΟΣ	378094.738	4241568.101	25.327	015A	
	378094.747	4241568.100	25.348		011A
ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	387978.062	4242238.328	407.023	015A	
	387978.072	4242238.340	407.044		011A
ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	384932.685	4246917.151	84.241	015A	
	384932.696	4246917.162	84.251		011A

ΠΡΦ. ΗΛΙΑΣ	371906.142	4252183.136	773.741	015A	
	371906.157	4252183.137	773.730		011A
ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	378586.412	4252153.264	869.963	015A	
	378586.423	4252153.263	869.969		011A
ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	373453.370	4255892.275	975.000	015A	
	373453.380	4255892.282	974.919		011A
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	384349.784	4257201.796	519.921	015A	
	384349.792	4257201.808	519.916		011A
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	358856.674	4245221.208	102.248	011A	
	358856.665	4245221.195	102.255		015A
ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	348987.666	4249684.482	499.638	011A	
	348987.661	4249684.469	499.65		015A
ΑΚΡΩΤ. ΤΡΙΠΟΡΙ	361195.975	4252415.295	32.16	011A	
	361195.967	4252415.282	32.171		015A
ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	367047.365	4252411.567	549.215	015A	
	367047.378	4252411.576	549.151		011A
ΑΝΑΣΚΕΛΟ	354555.881	4256191.579	638.603	011A	
	354555.866	4256191.582	638.634		015A
ΓΟΥΛΑΣ	363278.193	4256718.841	93.382	015A	
	363278.207	4256718.850	93.375		011A

Πίνακας 3.4 Τελικές Συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του προγράμματος TGO.

3.2.2 Με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου

Ο δεύτερος τρόπος προσδιορισμού συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ87 βασίζεται στον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου, ο οποίος χρησιμοποιεί τις συντεταγμένες του HTRS07 (επιλογή WGS-84) από το πρόγραμμα του TGO.

Το επίσημο λογισμικό μετασχηματισμού συντεταγμένων από το Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του HEPOS (HTRS07: Hellenic Terrestrial Reference System 2007) στο ΕΓΣΑ87 και αντίστροφα, αναπτύχθηκε από την ΤΕ.ΒΟ/ΑΠΘ σε συνεργασία με την Κτηματολόγιο Α.Ε.

Από τον Νοέμβριο του 2008 διατίθεται δωρεάν από την ιστοσελίδα «Downloads» του ιστοχώρου (www.hepos.gr), όπως παρουσιάζεται στην φωτογραφία 3.7, ενώ μέχρι και την ολοκλήρωση του έργου, γίνονταν συνεχώς βελτιώσεις, τόσο στο λογισμικό, όσο και στη τεκμηρίωση του.

Σημειώνεται ότι σε κάθε εφαρμογή του μετασχηματισμού, ο χρήστης θα πρέπει να εκλαμβάνει τους όρους HTRS07 και GTRS07 (Hellenic / Greek) ως ταυτόσημους. [Κατσάμπαλος Κ. , Κωτσάκης Χρ. , 2008]

Μετασχηματισμός GTRS07 <> ΕΓΣΑ87 / Εισαγωγή συντεταγμένων με πληκτρολόγηση / ver. 1.0

Έκδοση βασισμένη σε 7-παραμετρικό μοντέλο μετασχηματισμού Helmert
Σημ.: Όχι για την περιοχή του Καστελλόριζου

ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ : Εισαγωγή καννάβων και παραμέτρων >

0408 tx 203.437 ex -170
0422 ty -73.461 ey -060
tz -243.594 ez -151
ds -000000294

Μετασχηματισμός ΑΠΟ GTRS07 (HEPOS ETRF2005/2007.5) ΣΕ ΕΓΣΑ87 (φ.λ.η και Ε.Ν)

ΒΟΗΘΕΙΑ

ΔΩΣΕ: X,Y,Z στο GTRS07 (HEPOS) ETRF2005/2007.5 [μέτρα]

4382064.771
2023782.319
4155326.131

Μετατροπή και Μετασχ/σμός >

GTRS07 φ,λ,η και Ε,Ν, scale

40	54	53.90607
24	47	20.59229
51.610		
566446.108		
2529618.096		
0.999654		

Διορθώσεις καννάβου [cm]

-012.2
-018.4

TM07(E,N)
σε
TM87(E,N)

ΕΓΣΑ87 φ,λ,η και Ε,Ν

40	54	44.68247
24	47	14.08874
6.501		
566296.538		
4529332.307		

Μετασχηματισμός ΑΠΟ ΕΓΣΑ87 (Ε,Ν,η) ή (φ,λ,η) ΣΕ GTRS07 (HEPOS Ε,Ν και φ,λ,η)

ΕΓΣΑ87 Ε,Ν,η [m]

ΔΩΣΕ : (Ε,Ν,η) στο ΕΓΣΑ87, [ή (φ,λ,η) έχοντας όμως κενά τα πεδία Ε,Ν]

566296.541	6.501
4529332.314	

ΕΓΣΑ87 φ,λ [DDMMSS.SSSSS]

405444.68271	6.501
244714.08889	

Μετατροπή και Μετασχ/σμός >

Διορθώσεις καννάβου [cm]

012.2
018.4

GTRS07 φ,λ,η και Ε,Ν

40	54	53.90631
24	47	20.59242
00051.610		
566446.111		
2529618.103		

Φωτογραφία 3.7 Μετασχηματισμός HTRS07 <> ΕΓΣΑ '87.

Αρχικά, για την εφαρμογή του μετασχηματισμού, συμπληρώνονται τα βασικά στοιχεία (εισαγωγή καννάβων και παραμέτρων), πατώντας αριστερή ενεργοποίηση πάνω στο «ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ».

Έπειτα συμπληρώνονται από το χρήστη οι συντεταγμένες στο HTRS07 (ΔΩΣΕ: X,Y,Z στο HEPOS) και πατώντας αριστερή ενεργοποίηση πάνω στο ορθογώνιο με την ονομασία «Μετατροπή και Μετασχ/σμος», προκύπτουν οι τελικές συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ'87, καθώς και οι διορθώσεις καννάβου, οι οποίες δίνονται σε cm.

Επιπλέον παρέχεται και η δυνατότητα για εφαρμογή της αντίστροφης διαδικασίας, όπως φαίνεται στο κάτω τμήμα της Φωτογραφίας 3.7, η οποία όμως δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Παρατηρείται ότι κατά την εφαρμογή του μετασχηματισμού για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων, δεν δίνεται η τιμή του υψομέτρου σε κάθε τριγωνομετρικό σημείο, καθώς όπως διεξοδικά αναλύθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.3.1, ο υπολογισμός ορθομετρικών υψομέτρων (H) θα καταστεί δυνατός, μετά τον υπολογισμό ενός μοντέλου Γεωειδούς (N) για τον Ελλαδικό χώρο.

Στον πίνακα 3.5 που ακολουθεί, δίνονται οι τελικές συντεταγμένες των 29 τριγωνομετρικών σημείων κατά την επίλυση τους με δύο διαφορετικούς σταθμούς (κοντινό – μακρινό), καθώς και οι διορθώσεις των καννάβων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	x (m)	y (m)	Διορθώσεις Καννάβου		Σταθμός Αναφοράς	
			δx (m)	δy (m)	ΚΟΝΤ	ΜΑΚΡ
ΤΑΨΙΖΑ	415806.008	4226062.144	0.485	0.172	043A	
	415806.006	4226062.141				007A
ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	422726.196	4228703.615	0.549	0.216	043A	
	422726.198	4228703.614				007A
ΚΟΚΚΙΝΙΑ	430567.825	4231400.623	0.521	0.185	007A	
	430567.827	4231400.629				043A
ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	408610.391	4229637.576	0.509	0.082	043A	
	408610.403	4229637.574				007A
ΠΥΡΓΟΣ	411281.336	4234333.211	0.460	0.093	014A	
	411281.316	4234333.202				015A
ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	395372.026	4235496.135	0.509	-0.073	015A	
	395372.037	4235496.143				014A
ΘΥΜΑΡΙ	391341.983	4238861.949	0.429	-0.107	015A	
	391341.980	4238861.982				014A
ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	398922.535	4240538.916	0.490	-0.030	015A	
	398922.548	4240538.933				014A
ΔΕΝΔΡΟ	391011.069	4243439.516	0.379	-0.090	015A	
	391011.082	4243439.546				014A
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.011	4245803.749	0.413	0.098	015A	
	407737.029	4245803.761				014A
ΣΑΛΙΖΑ	394290.293	4247574.193	0.403	-0.012	015A	
	394290.302	4247574.199				014A
ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	412286.233	4249130.603	0.395	0.151	015A	
	412286.239	4249130.619				014A
ΑΗΛΙΑΣ	399735.378	4253751.996	0.372	0.078	015A	
	399735.390	4253752.018				014A
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.879	4254797.008	0.327	0.067	015A	
	397282.870	4254797.012				014A
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.875	4255014.591	0.359	0.136	015A	
	406384.874	4255014.613				014A
ΑΛΩΝΙΑ	400374.849	4256832.917	0.332	0.091	015A	
	400374.855	4256832.936				014A
ΤΡΑΧΗΛΟΣ	378094.738	4241568.104	0.307	-0.171	015A	
	378094.747	4241568.103				011A
ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	387978.064	4242238.330	0.342	-0.125	015A	
	387978.073	4242238.342				011A
ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	384932.687	4246917.151	0.262	-0.084	015A	
	384932.697	4246917.162				011A
ΠΡΦ. ΗΛΙΑΣ	371906.142	4252183.135	0.178	-0.100	015A	
	371906.157	4252183.137				011A
ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	378586.413	4252153.263	0.196	-0.041	015A	
	378586.424	4252153.263				011A
ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	373453.370	4255892.273	0.163	-0.047	015A	
	373453.380	4255892.281				011A

ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	384349.783	4257201.796	0.198	0.035	015A	
	384349.79	4257201.808				011A
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	358856.673	4245221.208	0.208	-0.194	011A	
	358856.664	4245221.195				015A
ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	348987.665	4249684.485	0.100	-0.402	011A	
	348987.659	4249684.473				015A
ΑΚΡΩΤ. ΤΡΙΠΟΡΙ	361195.976	4252415.295	0.088	-0.219	011A	
	361195.970	4252415.282				015A
ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	367047.365	4252411.568	0.138	-0.167	015A	
	367047.378	4252411.576				011A
ΑΝΑΣΚΕΛΟ	354555.880	4256191.578	0.083	-0.252	011A	
	354555.864	4256191.582				015A
ΓΟΥΛΑΣ	363278.193	4256718.841	0.062	-0.197	015A	
	363278.207	4256718.850				011A

Πίνακας 3.5 Τελικές συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ '87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου.

3.3 Δημιουργία εικονικού σταθμού αναφοράς

Για την εύρεση των βέλτιστων αποτελεσμάτων, την δυνατότητα περισσότερων συγκρίσεων, και την αξιοπιστία της τεχνικής εικονικού σταθμού VRS, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία επίλυσης κάποιων τριγωνομετρικών σημείων της περιοχής μελέτης με εικονικούς σταθμούς αναφοράς (Virtual Reference Station) του HEPOS.

Όπως διεξοδικά αναλύθηκε στο υποκεφάλαιο 1.2.1, για την δημιουργία ενός εικονικού σταθμού αναφοράς χρησιμοποιούνται δεδομένα από (πραγματικούς) σταθμούς αναφοράς του HEPOS, και με τα υπολογισμένα μοντέλα των σφαλμάτων, δημιουργούνται νέες παρατηρήσεις σε οποιοδήποτε σημείο εντός της περιοχής του δικτύου.

Οι μετρήσεις σε κάθε σημείο, είναι ακριβώς ίδιες με αυτές που θα κατέγραφε ένας δέκτης εάν βρισκόταν σε λειτουργία στο σημείο αυτό κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Η διαδικασία αυτή δεν δύναται να πραγματοποιηθεί για όλα τα τριγωνομετρικά σημεία, ενώ δεν θα είχε και κάποιο ιδιαίτερο νόημα, και αποφασίστηκε, χωρίς ιδιαίτερο κριτήριο, να υλοποιηθεί για τα πέντε σημεία που μετρήθηκαν κατά την τελευταία ημέρα των μετρήσεων στα φύλλα χάρτη Λειβαδιάς και Περαχώρας.

Αναλυτικότερα, δόθηκαν στους υπεύθυνους του Κτηματολογίου η ημέρα (19/10/2009) και το διάστημα των ωρών που μετρήθηκαν τα 5 σημεία, και ζητήθηκε η υλοποίηση δύο εικονικών σταθμών αναφοράς κοντά στα σημεία.

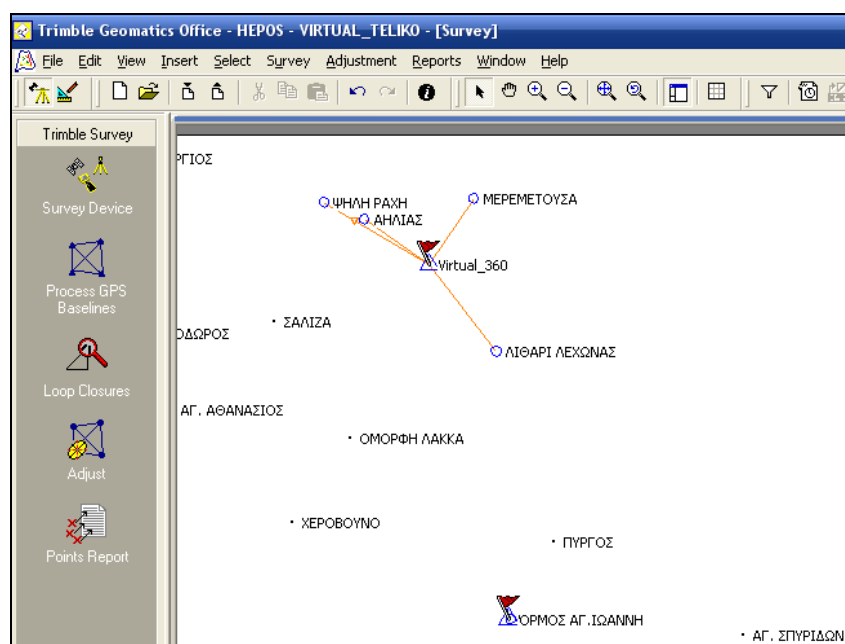
Ιδιαίτερα, για την υλοποίηση του ενός εικονικού σταθμού αναφοράς ζητήθηκε να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά σε κάποιο τριγωνομετρικό σημείο, για να ελεγχθεί η συμπεριφορά του σημείου και τα πλεονεκτήματα της χρήσης εικονικού σταθμού, η οποία αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη σε διάφορες εφαρμογές.

Λαμβάνοντας τα απαραίτητα αρχεία (μορφής Rinex) από την Κτηματολόγιο Α.Ε, ακολουθήθηκε αντίστοιχη διαδικασία για την επίλυση των βάσεων όπως αναλυτικά περιγράφει στο υποκεφάλαιο 3.1, και προέκυψε στο λογισμικό του TGO η θέση των δύο εικονικών σταθμών (Virtual_360, Virtual_361) που δημιουργήθηκαν, καθώς και η σύνδεση των 5 επιλεγμένων σημείων με τον αντίστοιχο εικονικό σταθμό αναφοράς του HEPOS (Φωτ. 3.8).

Οι δύο εικονικοί σταθμοί αναφοράς του HEPOS παρουσιάζονται με τριγωνικό σύμβολο και την σημαία κόκκινου χρώματος στο πρόγραμμα του TGO.

Επισημαίνεται, ότι τα τέσσερα σημεία του φύλλου χάρτη Λειβαδιάς λύθηκαν με τον εικονικό σταθμό με ονομασία Virtual_360, και οι αποστάσεις από τα σημεία κυμαίνονταν μεταξύ 4 – 8km, ενώ το πέμπτο τριγωνομετρικό σημείο στο φύλλο χάρτη Περαχώρα επιλύθηκε με τον εικονικό σταθμό με ονομασία Virtual_361, ο οποίος υλοποιήθηκε σε τεχνητό σημείο το οποίο απέιχε μόλις 106.359m από το τριγωνομετρικό σημείο.

Για αυτό το λόγο και στην Φωτογραφία 3.8 φαίνεται ότι ο δεύτερος εικονικός σταθμός αναφοράς συμπίπτει με το τριγωνομετρικό σημείο της περιοχής, με ονομασία Όρμος Αγ. Ιωάννου.



Φωτογραφία 3.8

Η θέση των δύο εικονικών σταθμών αναφοράς του HEPOS.

Στον πίνακα 3.6 που ακολουθεί δίνονται τα στοιχεία επίλυσης των 5 βάσεων που επιλύθηκαν χρησιμοποιώντας εικονικούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS, ενώ στη συνέχεια προσδιορίζονται οι συν/νες των 5 επιλεγμένων σημείων, με τους δύο διαφορετικούς τρόπους.

From	To	Baseline Length (m)	Solution Type	Ratio	Reference Variance	RMS (m)
Virtual_360	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	6620.966	fixed	11.5	1.299	0.013
Virtual_360	ΑΗΛΙΑΣ	4824.557	fixed	31.1	5.888	0.006
Virtual_360	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	7455.839	fixed	6.0	2.005	0.016
Virtual_360	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	4855.822	fixed	13.3	5.918	0.012
Virtual_361	ΟΡΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	106.359	fixed	18.6	6.405	0.011

Πίνακας 3.6 Στοιχεία επίλυσης των 5 επιλεγμένων τριγωνομετρικών σημείων χρησιμοποιώντας εικονικούς σταθμούς αναφοράς.

Αξίζει να επισημανθεί, ότι σε αντίθεση με τις αρχικές 58 βάσεις, κατά την επίλυση με τους εικονικούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS σε όλες τις βάσεις πραγματοποιήθηκε η διαδικασία εμφάνισης των δορυφόρων, και συνάμα παράλειψης κάποιων εξ'αυτών ή αντίστοιχα κάποιων διακοπόμενων διαστημάτων, για την εξαγωγή καλύτερων αποτελεσμάτων.

Ειδικότερα, παρατηρείται το φαινόμενο, ότι λόγω της κοντινής απόστασης μεταξύ σημείου (δέκτης του χρήστη) και σταθμού (εικονικός σταθμός αναφοράς του HEPOS), να είναι προτιμότερη η καταγραφή παρατηρήσεων για μικρότερο χρονικό διάστημα, από την αρχική μέτρηση των 60min, για την επίλυση της κάθε βάσης.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την επίλυση της βάσης των σημείων "Μερεμετούσα" και "Αηλίας" με τον εικονικό σταθμό (Virtual_360) επιλέχθηκε τελικός χρόνος παρατήρησης που αντιστοιχούσε σε 20–25min, κατόπιν πολλών επαναλήψεων για την βελτίωση των τιμών των παραμέτρων του Πίνακα 3.5, όσο αυτό ήταν εφικτό.

Ολοκληρώνοντας την επίλυση των βάσεων, προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες των 5 σημείων με τους δύο διαφορετικούς τρόπους, που αναλύθηκαν παραπάνω.

– Με χρήση του προγράμματος TGO

Ακολουθώντας την διαδικασία προσδιορισμού συντεταγμένων, προέκυψαν οι απευθείας συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ'87 των 5 τριγωνομετρικών σημείων, οι οποίες δίνονται στον πίνακα 3.7, ενώ οι συντεταγμένες στο HTRS07 οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου, δίνονται στο παράρτημα (παράγραφος 2.4.4).

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	x (m)	y (m)	H (m)	Σταθμός Αναφοράς
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.014	4245803.756	534.242	Virtual_360
ΑΗΛΙΑΣ	399735.387	4253751.997	396.575	Virtual_360
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.873	4254797.005	300.841	Virtual_360
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.858	4255014.571	202.194	Virtual_360
ΟΡΜΟΣ ΑΓ. ΙΩΑΝΝ	408610.380	4229637.565	49.561	Virtual_361

Πίνακας 3.7

Συντεταγμένες των 5 τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του προγράμματος TGO, για επίλυση με εικονικό σταθμό αναφοράς.

– Με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου

Εισάγοντας τις συντεταγμένες του HTRS07 (επιλογή WGS-84) από το πρόγραμμα του TGO, στον αμφίδρομο μετασχηματισμό HTRS07 < > ΕΓΣΑ'87 του Κτηματολογίου, προέκυψαν οι συντεταγμένες των 5 επιλεγμένων τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 καθώς και οι διορθώσεις των καννάβων από τον μετασχηματισμό, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα 3.8.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	x (m)	y (m)	Διορθ Καννάβου		Σταθμός Αναφοράς
			δx (m)	δy (m)	
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.015	4245803.755	0.413	0.098	Virtual_360
ΑΗΛΙΑΣ	399735.386	4253751.996	0.372	0.078	Virtual_360
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.874	4254797.004	0.327	0.067	Virtual_360
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.859	4255014.570	0.359	0.136	Virtual_360
ΟΡΜΟΣ ΑΓ. ΙΩΑΝΝ.	408610.380	4229637.565	0.509	0.082	Virtual_361

Πίνακας 3.8

Συντεταγμένες των 5 τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου, για επίλυση με εικονικό σταθμό αναφοράς.

Παρατηρώντας τους πίνακες 3.7 και 3.8, προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των συντεταγμένων από τους δύο τρόπους κυμαίνονται μόλις σε $\pm 1\text{mm}$, κάτι το οποίο αποδεικνύει την αξιοπιστία των εικονικών σταθμών αναφοράς του HEPOS, αλλά κυρίως του αμφιδρόμου μετασχηματισμού του Κτηματολογίου.

3.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για τα 29 τριγωνομετρικά σημεία που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας, γίνεται έλεγχος ως προς τα αποτελέσματα που προκύπτουν κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό για το ίδιο σημείο, με εικονικό – κοντινό σταθμό για τα 5 επιλεγμένα σημεία, καθώς και με τις υπάρχουσες συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων στο ΕΓΣΑ'87 από την Γ.Υ.Σ, για έλεγχο του αμφιδρόμου μετασχηματισμού HTRS07 <> ΕΓΣΑ'87.

Επισημαίνεται, ότι κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων, σε κάθε περίπτωση **χρησιμοποιούνται οι συντεταγμένες που προέκυψαν στο ΕΓΣΑ'87 από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου** (υποκεφάλαιο 3.1.2), καθώς αυτός είναι ο επίσημος τρόπος προσδιορισμού συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ'87 ο οποίος δίνεται από την Κτηματολόγιο Α.Ε.

Αρχικά, κατά την διάρκεια των συγκρίσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος, για τυχόν διαφορές μεταξύ των συντεταγμένων από το πρόγραμμα επεξεργασίας των μετρήσεων (χρήση του TGO) με τις αντίστοιχες συντεταγμένες των 29 σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου.

Οι διαφορές που προέκυψαν κυμαίνονται σε ένα μέσο όρο κάτω του $\pm 1\text{mm}$, με αποτέλεσμα να μην κρίνεται απαραίτητο να παρουσιασθούν καθώς δεν επιδέχονται σχολιασμού σε κάθε περίπτωση.

3.4.1 Επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται προκειμένου να ελεγχθεί αν το μήκος της βάσης επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ακρίβεια προσδιορισμού των συντεταγμένων σε κάθε τριγωνομετρικό σημείο.

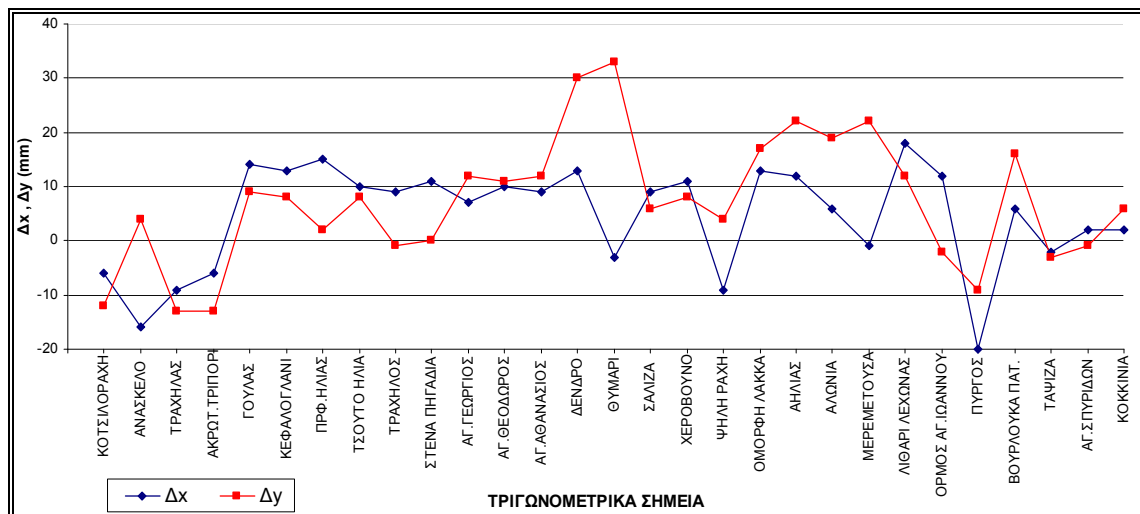
Στο σχήμα 3.2 που ακολουθεί, δίνεται η διαφορά των συντεταγμένων Δx (μπλε γραμμή) και Δy (κόκκινη γραμμή) για τα 29 τριγωνομετρικά σημεία κατά την επίλυση κάθε σημείου με κοντινό και μακρινό σταθμό αναφοράς του HEPOS, όπου οι τιμές για κάθε σημείο (i) προκύπτουν ως εξής :

$$\Delta x_i = x_{i\text{ΚΟΝΤΙΝΟΥ}} - x_{i\text{ΜΑΚΡΙΝΟΥ}}$$

$$\Delta y_i = y_{i\text{ΚΟΝΤΙΝΟΥ}} - y_{i\text{ΜΑΚΡΙΝΟΥ}} \quad (3.2)$$

Αξίζει να επισημανθεί ότι οι θέσεις των τριγωνομετρικών σημείων στον άξονα (x) του διαγράμματος δεν είναι τυχαίες, αλλά τοποθετούνται κατά αύξουσα σειρά με βάση την γεωγραφική θέση τους κατά την τετμημένη (x).

Η διαδικασία αυτή ακολουθείται σε όλα τα διαγράμματα που δίνονται στη συνέχεια, ακόμα και σε αυτό των 5 επιλεγμένων σημείων για την επίλυση με εικονικό σταθμό αναφοράς.



Σχήμα 3.2

Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων στο ΕΓΣΑ '87 κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς.

Μελετώντας το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι δεν υπάρχει ομαλή μεταβολή μεταξύ των διαφορών των συντεταγμένων των σημείων κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς του ΗΕΡΟΣ.

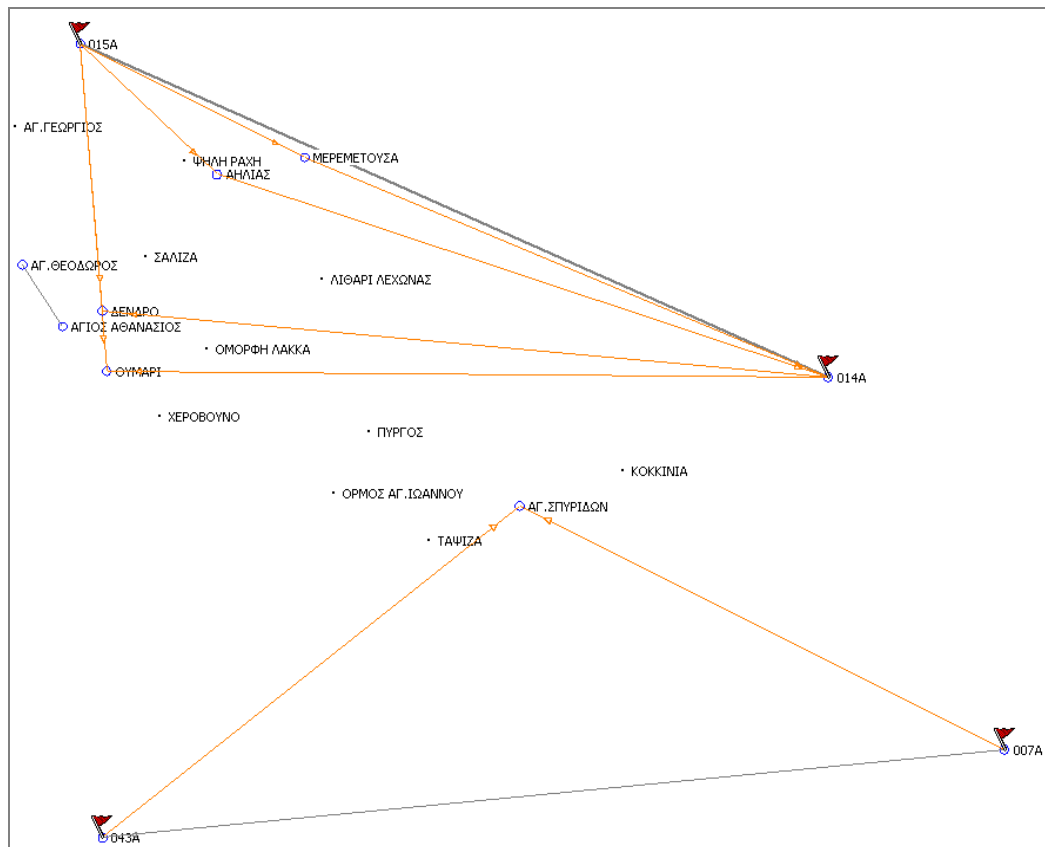
Οι διαφορές στις τιμές των τεταγμένων (y) είναι σε γενικές γραμμές λίγο μεγαλύτερες από ότι αυτές στις τετμημένες (x) των αντίστοιχων σημείων.

Αναλυτικότερα οι διαφορές μεταξύ των εκάστοτε δύο σταθμών αναφοράς του ΗΕΡΟΣ που χρησιμοποιούνται για την επίλυση του ίδιου τριγωνομετρικού σημείου κυμαίνονται από -2cm έως +3.3cm, και σε ένα μέσο όρο της τάξης του ±1cm, εκτός τεσσάρων συνολικά σημείων όπου η διαφορά στην τεταγμένη τους ξεπερνά τα +2cm ("Αηλιάς" "Μερεμετούσα") και φτάνει μέχρι τα +3cm ("Δένδρο") και +3.3cm ("Θυμάρι") αντίστοιχα.

Για τα σημεία αυτά, χρήζει ιδιαίτερης αναφοράς το γεγονός ότι βρίσκονται στο ίδιο φύλλο χάρτη (Λειβαδιάς), καθώς και ότι η διαφορά

μεταξύ του μήκους της βάσης (Baseline_Length) κατά την επίλυση του σημείου με κοντινό, και σε δεύτερη φάση με μακρινό σταθμό είναι από τις μεγαλύτερες που υπάρχουν στην παρούσα εργασία και κυμαίνονται σε 30-35Km, ενώ για παράδειγμα η διαφορά μεταξύ των δύο βάσεων για την επίλυση του τριγωνομετρικού σημείου "Αγ. Σπυρίδων" είναι μικρότερη από 1km.

Για μεγαλύτερη σαφήνεια, παρατίθεται παρακάτω το σχήμα 3.3, όπου προκύπτει ότι για τα τέσσερα σημεία με τις μεγαλύτερες αποκλίσεις στο διάγραμμα, το μήκος της βάσης του μακρινού σταθμού, είναι διπλάσιο ("Θυμάρι") ή και τριπλάσιο ("Αηλιάς", "Μερεμετούσα", "Δένδρο") από αυτό του κοντινού σταθμού, ενώ η διαφορά από τους σταθμούς αναφοράς, για το πέμπτο σημείο είναι πολύ μικρή και η ένωση του με τους δύο σταθμούς αναφοράς σχηματίζει ένα σχεδόν ισοσκελές τρίγωνο.



Σχήμα 3.3 Σύνδεση τριγωνομετρικών σημείων με δύο μόνιμους σταθμούς αναφοράς του HEPOS.

Επιπλέον, για το παραπάνω διάγραμμα εξετάστηκε η δυνατότητα προσαρμογής των διαφορών (Δx , Δy) των συντεταγμένων του ίδιου σημείου κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς, σε σχέση με την γεωγραφική θέση του σημείου (τα σημεία έχουν τοποθετηθεί κατά αύξουσα σειρά με βάση την τετμημένη τους) σε μια καμπύλη γραμμή. (σχήμα 3.2Α)

Κατόπιν της κατάλληλης διερεύνησης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του διαγράμματος για τις διαφορές Δx, προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνμική εξίσωση 2^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

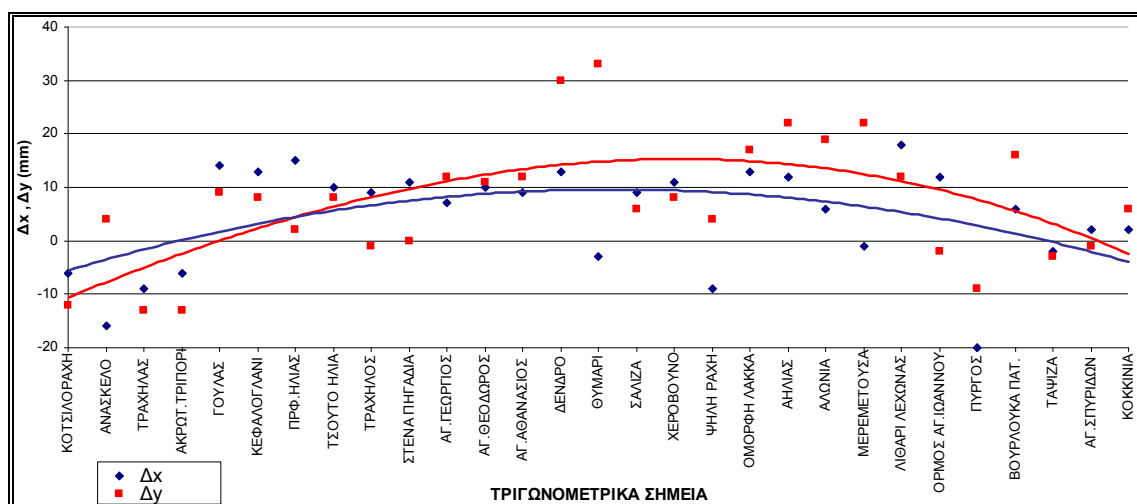
$$y = -0.0734 x^2 + 2.257 x - 7.7307 \quad (3.3)$$

ενώ για τις διαφορές στις τεταγμένες Δy από την επίλυση των δύο σταθμών αναφοράς, οι τιμές προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνμική εξίσωση 3^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

$$y = -0.001x^3 - 0.0651x^2 + 3.0924x - 13.694 \quad (3.4)$$

όπου $y \rightarrow$ οι διαφορές των συντεταγμένων (Δx , Δy) από τις δύο επιλύσεις, και $x \rightarrow$ η γεωγραφική θέση του αντίστοιχου σημείου.

Για μεγαλύτερη κατανόηση των εξισώσεων, οι δύο καμπύλες προσαρμογής σχεδιάζονται παρακάτω στο σχήμα 3.2Α, όπου με μπλε επισήμανση δίνεται η γραμμή προσαρμογής που προκύπτει για τις διαφορές Δx, ενώ με κόκκινο χρωματισμό δίνεται η καμπύλη γραμμή στην οποία προσαρμόζονται καλύτερα οι διαφορές Δy.



Σχήμα 3.2(A)

Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών (Δx , Δy) στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση με κοντινό – μακρινό σταθμό αναφοράς, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων.

Οι εξισώσεις αυτές παρέχουν την δυνατότητα εκτίμησης και προσδιορισμού των διαφορών στις συντεταγμένες του ίδιου σημείου κατά την επίλυση με κοντινό και μακρινό σταθμό αναφοράς του ΗΕΡΟΣ, σε σχέση με την γεωγραφική θέση του σημείου.

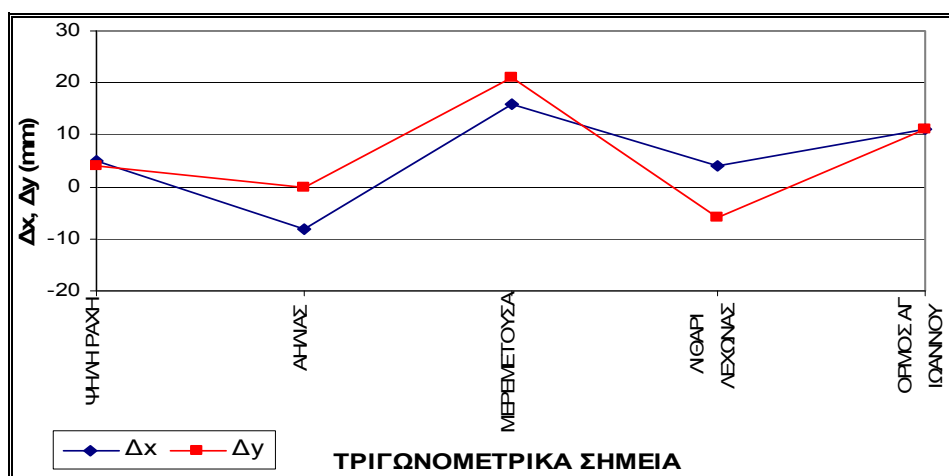
3.4.2 Επίλυση με εικονικό – κοντινό σταθμό

Για τα πέντε επιλεγμένα τριγωνομετρικά σημεία που επιλύθηκαν με τους δύο εικονικούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS, πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων, με τα αντίστοιχα που προέκυψαν κατά την επίλυση των ίδιων σημείων με τον κοντινό σταθμό αναφοράς.

Στο σχήμα 3.4 που ακολουθεί, δίνεται η διαφορά των συντεταγμένων Δx (μπλε γραμμή) και Δy (κόκκινη γραμμή) για τα 5 τριγωνομετρικά σημεία κατά την επίλυση κάθε σημείου με εικονικό και κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS, όπου οι τιμές για κάθε σημείο (i) προκύπτουν ως εξής :

$$\Delta x_i = x_{i\text{ΚΟΝΤΙΝΟΥ}} - x_{i\text{ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ}}$$

$$\Delta y_i = y_{i\text{ΚΟΝΤΙΝΟΥ}} - y_{i\text{ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ}} \quad (3.5)$$

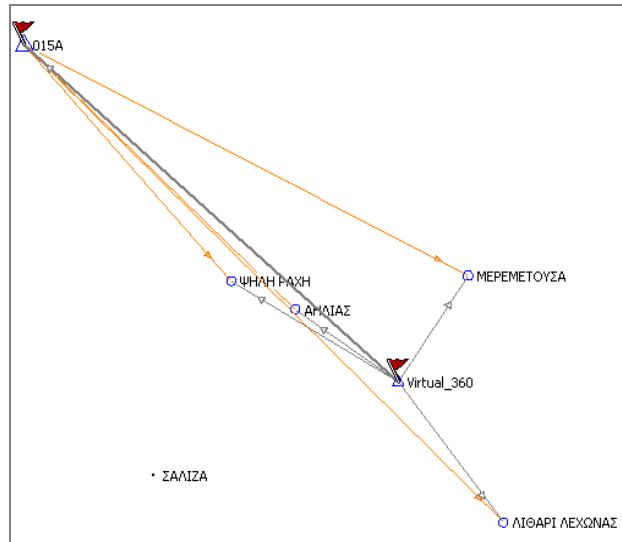


Σχήμα 3.4

Διάγραμμα διαφορών των 5 επιλεγμένων σημείων κατά την επίλυση με εικονικό – κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS.

Επισημαίνεται, ότι η μέση απόσταση των σημείων από τον εικονικό σταθμό κυμαίνεται σε 4–8Km, εκτός του πέμπτου σημείου, για το οποίο στο υποκεφάλαιο 3.3 έγινε ιδιαίτερη αναφορά και απέχει μόλις 106m από τον εικονικό σταθμό, ενώ η μέση απόσταση των ίδιων σημείων από τον κοντινό σταθμό αναφοράς κυμαίνεται σε 20–25Km.

Στη συνέχεια δίνεται και η σύνδεση των 4 επιλεγμένων τριγωνομετρικών σημείων του φύλλου χάρτη Λειβαδιάς με τον κοντινό σταθμό (015A), και τον εικονικό σταθμό αναφοράς (Virtual_360), για να δοθεί το μήκος της κάθε βάσης, και να πραγματοποιηθούν οι σχετικές συγκρίσεις.



Σχήμα 3.5

Σύνδεση των τριγωνομετρικών σημείων με τον εικονικό και κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS.

Μελετώντας το διάγραμμα της διαφοράς εικονικού – κοντινού σταθμού αναφοράς (σχήμα 3.4) προκύπτει ότι οι διαφορές κυμαίνονται από -0.8cm έως $+2.1\text{cm}$, και σε ένα μέσο όρο του $\pm 1\text{cm}$, εκτός από ένα τριγωνομετρικό σημείο στο οποίο η διαφορά Δy φτάνει τα $+2.1\text{cm}$, ενώ η διαφορά Δx αγγίζει τα $+1.6\text{cm}$.

Για το σημείο αυτό ("Μερεμετούσα"), χρήζει επισήμανσης ότι το μήκος της βάσης του κοντινού σταθμού είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό του εικονικού σταθμού όπως προκύπτει και από το σχήμα 3.5, και ίσως η διαφορά στο διάγραμμα παραπέμπει στην πρώτη σύγκριση, όπου προέκυψε ότι το μήκος της βάσης επηρεάζει σε κάποιο μικρό βαθμό (2–3cm) την ακρίβεια προσδιορισμού των συντεταγμένων.

3.4.3 Μετασχηματισμός στο ΕΓΣΑ'87, με συντεταγμένες ΕΓΣΑ'87 από Γ.Υ.Σ

Το σημαντικότερο σημείο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η σύγκριση των συντεταγμένων των 29 τριγωνομετρικών σημείων που προέκυψαν από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου, με τις υπάρχουσες γνωστές συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στην προβολή του ΕΓΣΑ'87.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι κάθε σημείο επιλύθηκε από δύο διαφορετικούς σταθμούς (κοντινό – μακρινό) κατά την εκπόνηση της εργασίας, προκύπτουν δύο διαφορετικές συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων και συνάμα δύο διαγράμματα, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια.

Οι τιμές για κάθε τριγωνομετρικό σημείο (i), για την δημιουργία των διαγραμμάτων στο ΕΓΣΑ'87 προκύπτουν από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\begin{aligned}\Delta x_i &= x_{iΓ.Υ.Σ} - x_{iΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ} \\ \Delta y_i &= y_{iΓ.Υ.Σ} - y_{iΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ}\end{aligned}\quad (3.6)$$

όπου στις τιμές του μετασχηματισμού, επιλέγονται στην πρώτη περίπτωση οι συντεταγμένες που προκύπτουν από την επίλυση των βάσεων με τους κοντινούς σταθμούς αναφοράς (K), ενώ στην δεύτερη αυτές που προκύπτουν από τους μακρινούς σταθμούς αναφοράς (M) του HEPOS.

Για την δυνατότητα σχολιασμού των διαγραμμάτων και εξαγωγής συμπερασμάτων, εφαρμόζεται στη σχέση (3.6) νόμος μετάδοσης σφαλμάτων ώστε να προκύψουν τα ανεκτά όρια σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

Αναλυτικά, κατά το στάδιο επίλυσης των βάσεων στο λογισμικό του TGO, προσδιορίζεται για κάθε σημείο το σφάλμα εύρεσης των συντεταγμένων του ($\sigma_{\text{Easting}} = \sigma_{x\text{TGO}}$, $\sigma_{\text{Northing}} = \sigma_{y\text{TGO}}$) και προκύπτει ο μέσος όρος για τα 29 σημεία, ο οποίος για τις τετμημένες (x) είναι 1.2mm, ενώ για τις τεταγμένες (y) είναι 1.1mm.

Στη συνέχεια, έχοντας και τα αντίστοιχα οριζοντιογραφικά σφάλματα των σημείων που δίνει η Γ.Υ.Σ (δίνονται στο παράρτημα στην παράγραφο 1.1), εφαρμόζεται ο νόμος μετάδοσης σφαλμάτων στην παραπάνω σχέση (3.6) ως εξής :

$$\sigma_{\Delta x,y} = \sqrt{(\sigma_{x,y\Gamma.Υ.Σ})^2 + (\sigma_{x,y\text{TGO}})^2} \quad (3.7)$$

και προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα: $\sigma_{\Delta x} = 1.2\text{cm}$
 $\sigma_{\Delta y} = 1.1\text{cm}$

Τέλος, επιλέγοντας επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, πολλαπλασιάζονται οι τιμές $\sigma_{\Delta x}$, $\sigma_{\Delta y}$ με το συντελεστή $c_{95\%} = 2.447$, και προκύπτουν τα τελικά επιτρεπόμενα όρια των διαφορών τα οποία δίνονται παρακάτω:

- για τις διαφορές μεταξύ των τετμημένων : $\sigma_{\Delta x95\%} = \pm 3.0\text{cm}$
- για τις διαφορές μεταξύ των τεταγμένων : $\sigma_{\Delta y95\%} = \pm 2.6\text{cm}$

και με βάση αυτά τα όρια (θόρυβος των μετρήσεων) θα συγκριθούν και θα σχολιασθούν οι τιμές που θα προκύψουν από τα δύο διαγράμματα.

Κατά την επίλυση των σημείων με τους κοντινούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS, και την σύγκριση των συντεταγμένων τους με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ προκύπτουν οι διαφορές οι οποίες παρουσιάζονται σε διάγραμμα, όπως προαναφέρθηκε, για μεγαλύτερη κατανόηση και ευκολότερη αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων (σχήμα 3.6).

Αναλύοντας το παρακάτω διάγραμμα, προκύπτει ότι οι διαφορές μεταξύ των συντεταγμένων από τους δύο τρόπους, κυμαίνονται μέσα στα προβλεπόμενα όρια ακρίβειας του μετασχηματισμού, και τα περισσότερα εξ'αυτών (σε ποσοστό 80%) εντός των ανεκτών ορίων που προσδιορίστηκαν παραπάνω για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Οι διαφορές στο σύνολο των σημείων κυμαίνονται σε ένα μέσο όρο της τάξης των 1.7cm για τις διαφορές στην τετμημένη και 2.8cm στην τεταγμένη, ενώ ελάχιστα τριγωνομετρικά σημεία παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές, κυρίως στην τιμή της τεταγμένης (Δy) τους (κόκκινη γραμμή), η οποία φτάνει μέχρι και τα ± 9 cm.

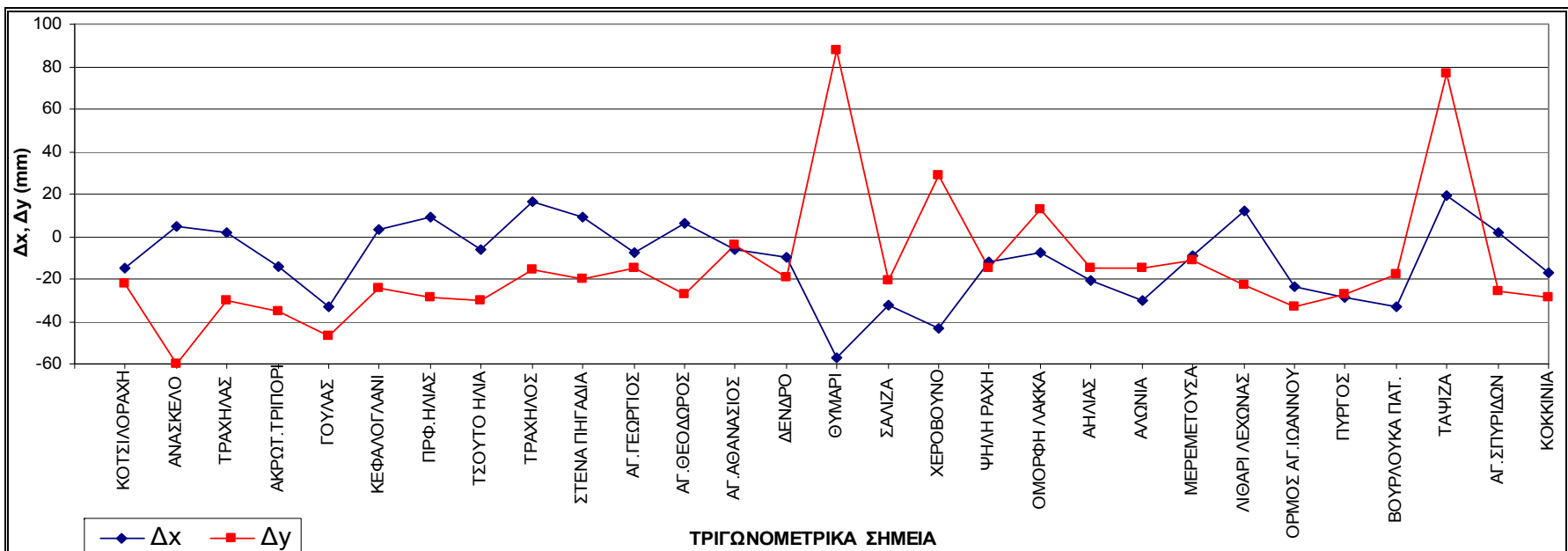
Ειδικότερα, μόνο τέσσερα τριγωνομετρικά σημεία ("Ανάσκελο", "Γουλάς", "Θυμάρι", "Τάπιζα") παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά, η οποία να χρήζει σχολιασμού, κυρίως κατά τον προσδιορισμό της τεταγμένης (y), η οποία για το πρώτο σημείο φτάνει τα -6.1cm, για το δεύτερο τα -4.7cm, για το τρίτο τα +8.8cm (μέγιστη διαφορά) και για το τέταρτο τα +7.7cm. σε σχέση με τις τιμές που δίνει για τα αντίστοιχα σημεία η Γ.Υ.Σ.

Ενώ τρία ακόμα σημεία ("Ακρ.Τριπορί", "Τσούτο Ηλία", "Όρμος Αγ.Ιωάννου") βρίσκονται λίγο πάνω από το επιτρεπόμενο όριο ($\sigma_{\Delta y 95\%} = \pm 2.6$ cm) με τις διαφορές στις τεταγμένες να λαμβάνουν τιμές -3.5cm, -3.0cm και -3.3cm αντίστοιχα.

Επιπλέον για το σημείο "Θυμάρι" χρήζει σχολιασμού και η διαφορά στην τετμημένη (x), καθώς είναι το μοναδικό σημείο, μαζί με το "Χερόβουνο" όπου η διαφορά (Δx) ξεπερνά κατά πολύ το ανεκτό όριο των ± 3 cm, και κυμαίνεται για το πρώτο σημείο σε -5.7cm (μέγιστη διαφορά), και για το δεύτερο σημείο σε -4.3cm.

Χαρακτηριστικό των δύο σημείων με τις μεγαλύτερες διαφορές στην τετμημένη, είναι η γεωγραφική τους θέση, καθώς ανήκουν στο ίδιο φύλλο χάρτη (Λειβαδιάς), και βρίσκονται αρκετά κοντά μεταξύ τους.

Αντίστοιχα, και κατά τον προσδιορισμό των διαφορών στην τετμημένη, τρία σημεία ("Γουλάς", "Σάλιζα", "Βουρλούκα Πάτημα") λαμβάνουν αρνητικές τιμές ελάχιστα μεγαλύτερες από το επιτρεπόμενο όριο, και συγκεκριμένα κατά 0.3cm.



Σχήμα 3.6 Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των 29 σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, για τους κοντινούς σταθμούς αναφοράς του ΗΕΡΟΣ.

Γενικότερα, οι διαφορές αυτές είτε μπορεί να οφείλονται στην ορθότητα και την ακρίβεια των συντεταγμένων της Γ.Υ.Σ, είτε σε αδυναμία του μετασχηματισμού στην περιοχή μελέτης.

Επιπλέον, για το ανωτέρω διάγραμμα (σχήμα 3.6) διερευνήθηκε η δυνατότητα προσαρμογής των διαφορών (Δx , Δy) στις συντεταγμένες των σημείων από το μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε σχέση με την θέση των σημείων (τα σημεία έχουν τοποθετηθεί κατά αύξουσα σειρά με βάση την γεωγραφική θέση τους κατά την τετμημένη x) σε μια καμπύλη γραμμή.

Κατόπιν της κατάλληλης διερεύνησης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του διαγράμματος για τις διαφορές Δx (μπλε γραμμή) μεταξύ του μετασχηματισμού προσδιορισμού συντεταγμένων και των υπαρχόντων της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ'87, προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνυμική εξίσωση 3^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

$$y = 0.0114 x^3 - 0.4914 x^2 + 5.1231 x - 17.902 \quad (3.8)$$

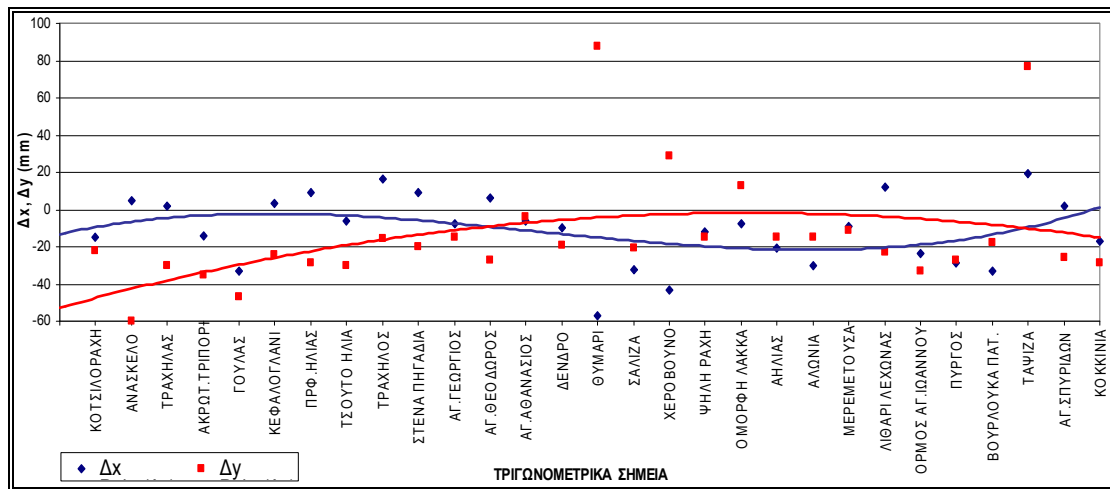
ενώ για τις διαφορές στις τεταγμένες Δy (κόκκινη γραμμή), οι τιμές προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνυμική εξίσωση 2^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

$$y = -0.1376 x^2 + 5.5658 x - 58.116 \quad (3.9)$$

όπου $y \rightarrow$ οι διαφορές των συντεταγμένων (Δx , Δy) μεταξύ του μετασχηματισμού και της Γ.Υ.Σ,
και $x \rightarrow$ η γεωγραφική θέση του αντίστοιχου σημείου.

Οι εξισώσεις αυτές (3.8, 3.9) παρέχουν την δυνατότητα εκτίμησης και προσδιορισμού των διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση με τον μετασχηματισμό του κτηματολογίου σε σχέση με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, με βάση την γεωγραφική θέση του αντίστοιχου σημείου.

Για μεγαλύτερη κατανόηση των εξισώσεων, οι δύο καμπύλες προσαρμογής σχεδιάζονται παρακάτω στο σχήμα 3.6Α, όπου με μπλε επισήμανση δίνεται η γραμμή προσαρμογής για τις διαφορές Δx ($x_{Γ.Υ.Σ} - x_{ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ}$), ενώ με κόκκινο χρωματισμό δίνεται η καμπύλη γραμμή στην οποία προσαρμόζονται καλύτερα οι διαφορές Δy ($y_{Γ.Υ.Σ} - y_{ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ}$).



Σχήμα 3.6(A)

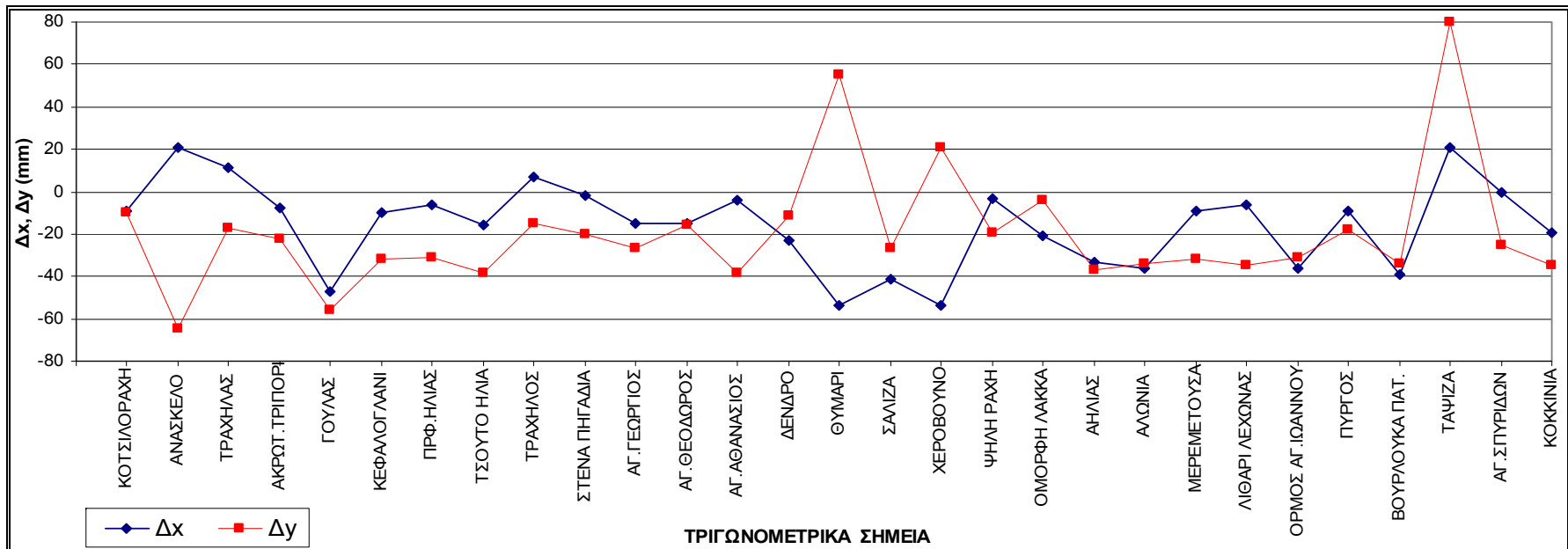
Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων (κοντινοί σταθμοί).

Αντίστοιχα, κατά την επίλυση των σημείων με τους **μακρινούς σταθμούς** αναφοράς του HEPOS, πραγματοποιείται όμοια διαδικασία και προκύπτει το παρακάτω σχήμα, όπου δίνονται σε διάγραμμα οι διαφορές των ίδιων τριγωνομετρικών σημείων και προκύπτουν, κατόπιν της κατάλληλης διερεύνησης, οι εξισώσεις που εκφράζουν τις τιμές του διαγράμματος καθώς και οι γραμμές προσαρμογής τους.

Μελετώντας το παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 3.7), προκύπτουν, σε γενικές γραμμές, αντίστοιχα αποτελέσματα με αυτά που αναλύθηκαν κατά την επίλυση των σημείων με τους κοντινούς σταθμούς αναφοράς του HEPOS.

Παρατηρείται ότι οι διαφορές μεταξύ των σημείων κυμαίνονται σε λίγο μεγαλύτερα επίπεδα, και συγκεκριμένα σε ένα μέσο όρο μεγαλύτερο κατά 0.3cm (2.0cm) για τις διαφορές στην τετμημένη και κατά 0.2cm (3.0cm) για τις διαφορές στην τεταγμένη, τα οποία όμως και σε αυτή την περίπτωση δεν ξεπερνάνε τα ανεκτά όρια εκτός ορισμένων τριγωνομετρικών σημείων (67% των σημείων εντός των επιτρεπόμενων ορίων).

Ειδικότερα, μόνο τέσσερα τριγωνομετρικά σημεία ("Ανάσκελο", "Γουλάς", "Θυμάρι", "Τάψιζα") παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά, η οποία να χρήζει σχολιασμού, κυρίως κατά τον προσδιορισμό της τεταγμένης (y), η οποία για το πρώτο σημείο φτάνει τα -6.5cm, για το δεύτερο τα -5.6cm, για το τρίτο τα +5.5cm, και για το τέταρτο τα +8.0cm. (μέγιστη διαφορά) σε σχέση με τις τιμές που δίνει για τα αντίστοιχα σημεία η Γ.Υ.Σ.



Σχήμα 3.7 Διάγραμμα διαφορών στις συντεταγμένες των 29 σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, για τους μακρινούς σταθμούς αναφοράς του ΗΕΡΟΣ.

Μικρότερη διαφορά, αλλά εκτός των ανεκτών ορίων ($\sigma_{\Delta y^{95\%}} = \pm 2.6\text{cm}$) για την τεταγμένη (Δy) παρουσιάζουν αρκετά σημεία του φύλλου χάρτη Λειβαδιάς και του φύλλου χάρτη Ιτέας με την διαφορά να κυμαίνεται σταθερά από -3.2cm έως -3.9cm .

Αντίστοιχα για τις διαφορές στην τετμημένη (x), χρίζουν σχολιασμού τα σημεία "Θυμάρι" και "Γουλάς", καθώς περιλαμβάνονται στα πέντε σημεία, μαζί με το "Χερόβουνο", το "Σάλιζα" και το "Βουρλούκα Πάτημα" όπου η διαφορά (Δx) ξεπερνά αρκετά το ανεκτό όριο των $\pm 3\text{cm}$, και κυμαίνεται για το πρώτο σημείο σε -5.4cm (μέγιστη διαφορά), για το δεύτερο σημείο σε -4.7cm , για το τρίτο σε -5.4cm , για το τέταρτο σε -4.1cm , και για το πέμπτο σημείο σε -3.9cm .

Χαρακτηριστικό των τεσσάρων σημείων με τις μεγαλύτερες διαφορές στην τετμημένη, είναι η γεωγραφική τους θέση, καθώς ανήκουν στο ίδιο φύλλο χάρτη (Λειβαδιάς), και τρία εξ'αυτών βρίσκονται στην ίδια σειρά μεταξύ τους στο διάγραμμα με βάση την τιμή της τετμημένη τους.

Τέλος, μικρότερη διαφορά άλλα ικανή σχολιασμού παρουσιάζουν και τα σημεία "Αλώνια" και "Όρμος Αγ. Ιωάννου", όπου η διαφορά τους φτάνει τα -3.6cm , αυξάνοντας συνολικά σε 7 τα σημεία όπου η διαφορά στην τετμημένη βρίσκεται εκτός του θορύβου των μετρήσεων.

Γενικότερα, οι διαφορές αυτές είτε μπορεί να οφείλονται στην ορθότητα και την ακρίβεια των συντεταγμένων της Γ.Υ.Σ, είτε μπορεί στην συγκεκριμένη περιοχή να παρουσιάζει μια μικρή αδυναμία ο αμφίδρομος μετασχηματισμός του Κτηματολογίου.

Ωστόσο, **οι διαφορές σε κάθε περίπτωση** (παρόλο που κάποιες βρίσκονται εκτός των ανεκτών ορίων της σχέσης 3.7) δεν είναι τόσο μεγάλες, και **κυμαίνονται εντός των προβλεπόμενων ορίων του μετασχηματισμού (6–8cm)**, με αποτέλεσμα να μην κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων.

Όπως προαναφέρθηκε, και για αυτό το διάγραμμα (σχήμα 3.7) εξετάστηκε η δυνατότητα προσαρμογής των διαφορών (Δx , Δy) στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση με μακρινό σταθμό αναφοράς του HEPOS με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε σχέση με την γεωγραφική θέση των σημείων σε μια καμπύλη γραμμή.

Κατόπιν της κατάλληλης διερεύνησης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του διαγράμματος για τις διαφορές Δx (μπλε γραμμή) των μακρινών σταθμών μεταξύ των δύο τρόπων προσδιορισμού συντεταγμένων, προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνυμική εξίσωση 3^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

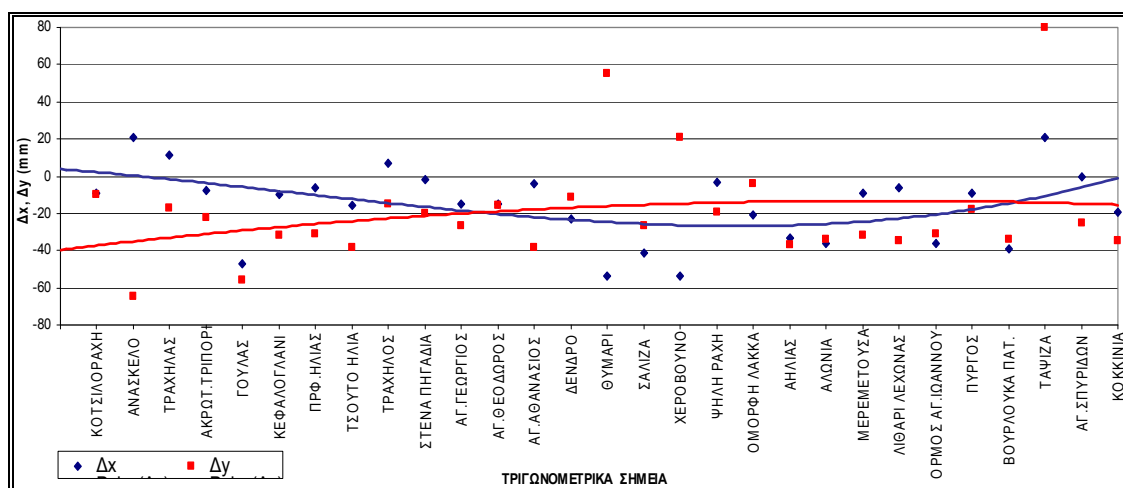
$$y = 0.0051x^3 - 0.1152x^2 - 1.3241x + 5.1909 \quad (3.10)$$

ενώ για τις διαφορές στις τεταγμένες Δy (κόκκινη γραμμή), οι τιμές προσαρμόζονται καλύτερα σε μια πολυωνυμική εξίσωση 2^{ου} βαθμού, η οποία έχει την εξής μορφή :

$$y = -0.052x^2 + 2.4449x - 41.934 \quad (3.11)$$

όπου $y \rightarrow$ οι διαφορές των συντεταγμένων (Δx , Δy) μεταξύ του μετασχηματισμού και των υπάρχουσων της Γ.Υ.Σ για την επίλυση με μακρινό σταθμό αναφοράς,
και $x \rightarrow$ η γεωγραφική θέση του αντίστοιχου σημείου.

Για μεγαλύτερη κατανόηση των εξισώσεων, οι δύο καμπύλες προσαρμογής σχεδιάζονται παρακάτω στο σχήμα 3.7Α, όπου με μπλε επισήμανση δίνεται η γραμμή προσαρμογής για τις διαφορές Δx ($x_{Γ.Υ.Σ} - x_{ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ}$), ενώ με κόκκινο χρωματισμό δίνεται η καμπύλη γραμμή στην οποία προσαρμόζονται καλύτερα οι διαφορές Δy ($y_{Γ.Υ.Σ} - y_{ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ}$), κατά την επίλυση των βάσεων με τους μακρινούς σταθμούς αναφοράς.



Σχήμα 3.7(A)

Καμπύλες προσαρμογής των διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων από τον μετασχηματισμό του Κτηματολογίου με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, σε συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των σημείων (μακρινοί σταθμοί).

Οι εξισώσεις αυτές (3.10, 3.11) παρέχουν την δυνατότητα εκτίμησης και προσδιορισμού των διαφορών στις συντεταγμένες των σημείων κατά την επίλυση (για μακρινούς σταθμούς) με τον μετασχηματισμό του κτηματολογίου σε σχέση με τις υπάρχουσες της Γ.Υ.Σ, με βάση την γεωγραφική θέση των σημείων.

Τέλος, προσδιορίζονται τα **διανύσματα** για κάθε ένα τριγωνομετρικό σημείο της περιοχής μελέτης κατά την επίλυση με κοντινό και μακρινό σταθμό αναφοράς του HEPOS σε σχέση με τις υπάρχουσες συντεταγμένες που δίνονται από την Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ΄87.

Υπολογίζεται η τιμή του διανύσματος δS , καθώς και η γωνία (α) για την σχεδίαση του διανύσματος, από τις σχέσεις :

$$\delta S = \sqrt{(\Delta x_i)^2 + (\Delta y_i)^2} \quad (3.12)$$

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{\Delta x_i}{\Delta y_i}\right) \quad (3.13)$$

όπου η γωνιά (α) του διανύσματος σχεδιάζεται δεξιόστροφα από τον άξονα y , κατόπιν της κατάλληλης διερεύνησης της.

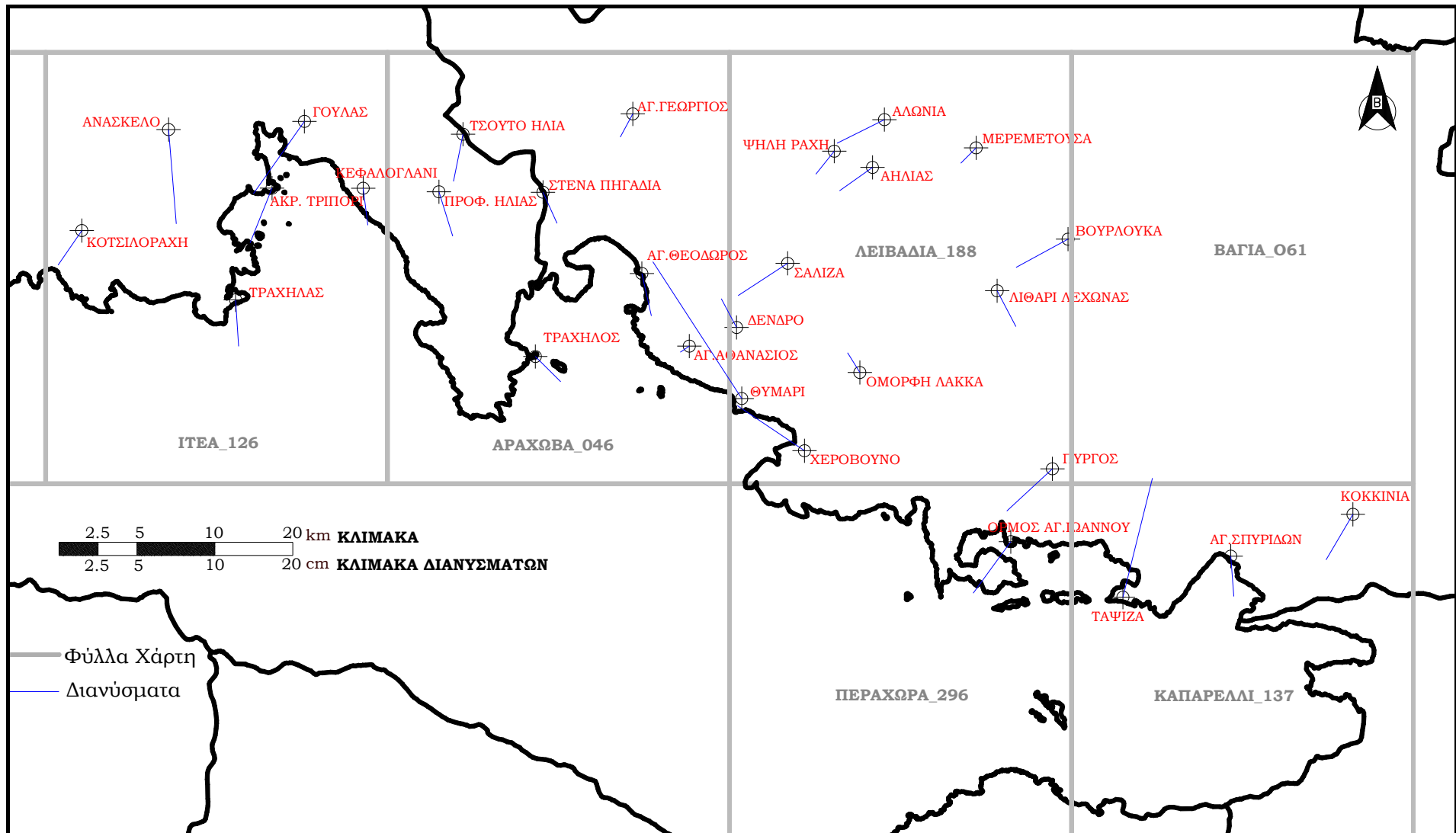
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δίνονται παρακάτω στον πίνακα 3.9, ενώ αντίστοιχα στα σχήματα 3.8 και 3.9 παρουσιάζονται τα διανύσματα κατά την επίλυση με τον κοντινό και μακρινό σταθμό αναφοράς αντίστοιχα.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	Δx (m)	Δy (m)	δS (m)	α (grad)	Σταθμός Αναφ.	
					ΚΟΝΤ	ΜΑΚΡ
ΤΑΨΙΖΑ	0.019	0.077	0.079	15.4011	043A	
	0.021	0.080	0.083	16.3426		007A
ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	0.002	-0.026	0.026	195.1125	043A	
	0.000	-0.025	0.025	200.0000		007A
ΚΟΚΚΙΝΙΑ	-0.017	-0.029	0.034	233.7546	007A	
	-0.019	-0.035	0.040	231.6618		043A
ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	-0.024	-0.033	0.041	240.0304	043A	
	-0.036	-0.031	0.048	254.7421		007A
ΠΥΡΓΟΣ	-0.029	-0.027	0.040	252.2727	014A	
	-0.009	-0.018	0.020	229.5167		015A
ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	-0.043	0.029	0.052	337.7738	015A	
	-0.054	0.021	0.058	323.6117		014A
ΘΥΜΑΡΙ	-0.057	0.088	0.105	363.4086	015A	
	-0.054	0.055	0.077	350.5840		014A
ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	-0.008	0.013	0.015	364.8806	015A	
	-0.021	-0.004	0.021	288.0174		014A
ΔΕΝΔΡΟ	-0.010	0.019	0.021	369.1572	015A	
	-0.023	-0.011	0.025	271.6000		014A
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	0.012	-0.023	0.026	169.3858	015A	
	-0.006	-0.035	0.036	210.8084		014A

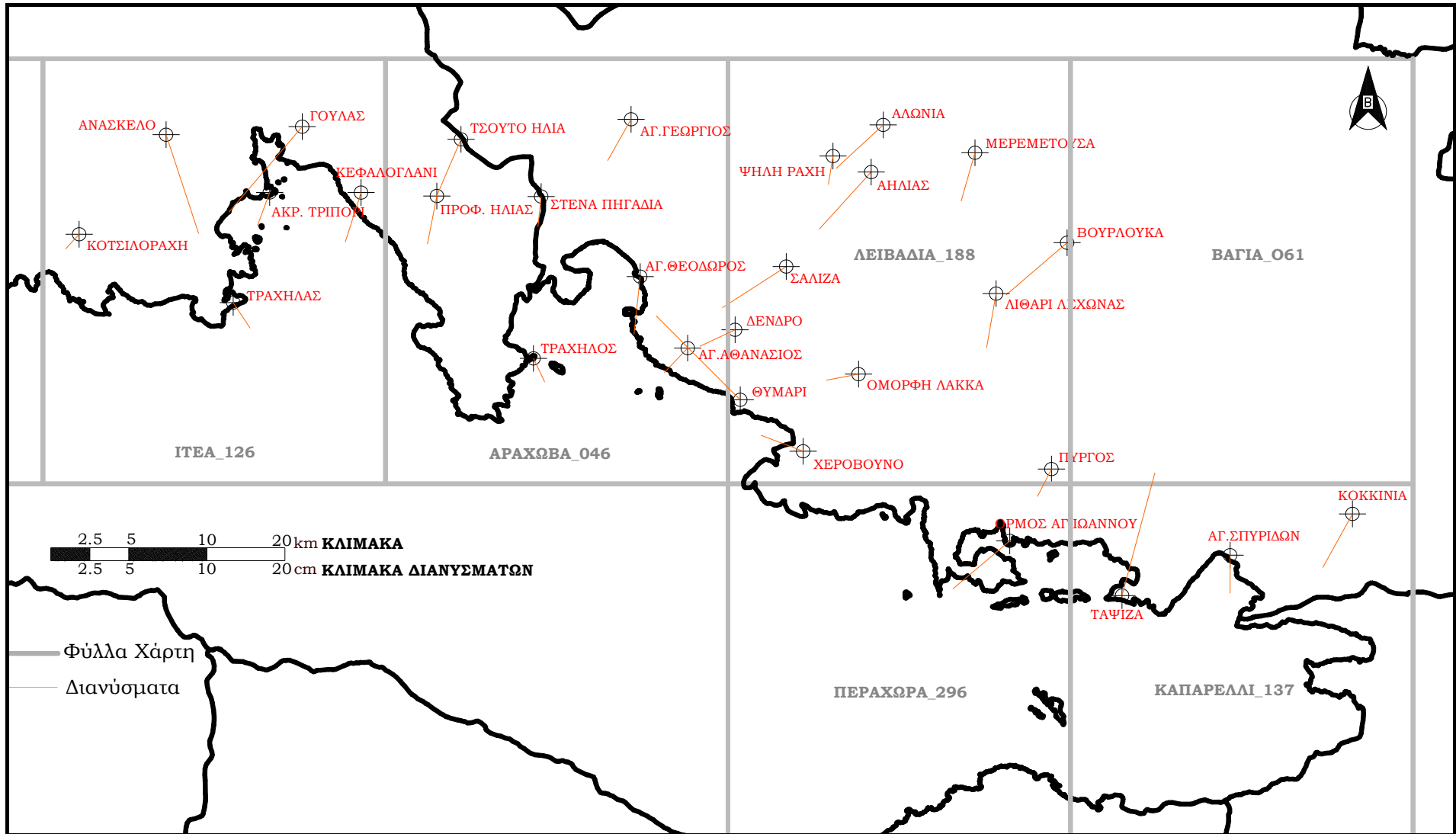
ΣΑΛΙΖΑ	-0.032	-0.021	0.038	263.0279	015A	
	-0.041	-0.027	0.049	262.9263		014A
ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	-0.033	-0.018	0.038	268.2106	015A	
	-0.039	-0.034	0.052	254.3536		014A
ΑΗΛΙΑΣ	-0.021	-0.015	0.026	260.5137	015A	
	-0.033	-0.037	0.050	246.3661		014A
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	-0.012	-0.015	0.019	242.9553	015A	
	-0.003	-0.019	0.019	209.9696		014A
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	-0.010	-0.010	0.014	250.0000	015A	
	-0.009	-0.032	0.033	217.4540		014A
ΑΛΩΝΙΑ	-0.030	-0.015	0.034	270.4833	015A	
	-0.036	-0.034	0.050	251.8184		014A
ΤΡΑΧΗΛΟΣ	0.016	-0.016	0.023	150.0000	015A	
	0.007	-0.015	0.017	172.2035		011A
ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	-0.006	-0.004	0.007	262.5666	015A	
	-0.015	-0.016	0.022	247.9471		011A
ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	0.006	-0.027	0.028	186.0791	015A	
	-0.004	-0.038	0.038	206.6767		011A
ΠΡΦ. ΗΛΙΑΣ	0.009	-0.029	0.030	180.8428	015A	
	-0.006	-0.031	0.032	212.1712		011A
ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	0.009	-0.020	0.022	173.0803	015A	
	-0.002	-0.020	0.020	206.3451		011A
ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	-0.006	-0.030	0.031	212.5666	015A	
	-0.016	-0.038	0.041	225.3707		011A
ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	-0.008	-0.015	0.017	231.1917	015A	
	-0.015	-0.027	0.031	232.2829		011A
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	0.002	-0.030	0.030	195.7621	011A	
	0.011	-0.017	0.020	163.4386		015A
ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	-0.015	-0.022	0.027	238.0965	011A	
	-0.009	-0.010	0.013	246.6525		015A
ΑΚΡΩΤ. ΤΡΙΠΟΡΙ	-0.014	-0.035	0.038	224.2238	011A	
	-0.008	-0.022	0.023	222.2035		015A
ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	0.003	-0.024	0.024	192.0833	015A	
	-0.010	-0.032	0.034	219.2822		011A
ΑΝΑΣΚΕΛΟ	0.005	-0.061	0.061	194.7934	011A	
	0.021	-0.065	0.068	180.1062		015A
ΓΟΥΛΑΣ	-0.033	-0.047	0.057	238.9708	015A	
	-0.047	-0.056	0.073	244.4514		011A

Πίνακας 3.9

Διανύσματα διαφοράς των 29 τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ'87.



Σχήμα 3.8 Διανύσματα διαφοράς των τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ '87 (κοντινός σταθμός).



Σχήμα 3.9 Διανύσματα διαφοράς των τριγωνομετρικών σημείων κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μετασχηματισμού με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ στο ΕΓΣΑ '87 (μακρινός σταθμός).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

4.1 Συμπεράσματα

Αντικείμενο της εργασίας είναι η αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων x, y μεταξύ του HTRS07 και του ΕΓΣΑ'87, στο βορειοανατολικό τμήμα του Κορινθιακού Κόλπου. Το τμήμα αυτό επιλέχθηκε λόγω τις ιδιαιτερότητας που παρουσιάζει η κατανομή των τριγωνομετρικών σημείων εξαιτίας του θαλάσσιου ανοίγματος.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν 29 τριγωνομετρικά σημεία, κατανομημένα σε διαφορετικά φύλλα χάρτη. Εφαρμόστηκαν διαφορετικές τεχνικές επεξεργασίας, για την επίλυση των βάσεων, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον πλησιέστερο σταθμό του HEPOS από κάποιο άλλο πιο μακρινό καθώς και η τεχνική του εικονικού σταθμού αναφοράς VRS.

Από την επεξεργασία των μετρήσεων και την ανάλυσή τους προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- Διαπιστώθηκε ότι η λειτουργία του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων μεταξύ του HTRS07 και του ΕΓΣΑ'87 είναι ικανοποιητική για το σύνολο των σημείων της περιοχής μελέτης. Οι τιμές των διαφορών για τις τετμημένες των σημείων κυμαίνονται από -5.7cm έως $+2.1\text{cm}$, ενώ οι αντίστοιχες τιμές των τεταγμένων κυμαίνονται από -6.5cm έως $+8.8\text{cm}$. Παρατηρείτε δηλαδή μια μεγαλύτερη διακύμανση των τιμών των τεταγμένων y . Ο μέσος όρος των διαφορών που παρατηρήθηκαν για τις τετμημένες x είναι της τάξης του 1.8cm , ενώ για τις τεταγμένες y είναι 2.9cm .

- Παρατηρείται ότι οι διαφορές στις τιμές των x, y που προέκυψαν είναι μέσα στην αναμενόμενη αβεβαιότητα της διαφοράς τους $\sigma_{\Delta x,y} = \sqrt{\sigma_{x,y\Gamma.Y.\Sigma}^2 + \sigma_{x,y\text{HEPOS}}^2} = \pm 2.6 - \pm 3\text{cm}$ για το 63% των αποτελεσμάτων (77% των τετμημένων, 48% των τεταγμένων) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Η μεγαλύτερη διαφορά είναι $+8.8\text{cm}$, ενώ στο σύνολό τους οι διαφορές κατά x, y κυμαίνονται από -6.5cm έως $+8.8\text{cm}$ και πιθανόν οφείλονται είτε στην ορθότητα και την ακρίβεια των

συντεταγμένων της Γ.Υ.Σ, είτε σε αδυναμία του αμφίδρομου μετασχηματισμού στην συγκεκριμένη περιοχή.

- Για την πλειοψηφία των σημείων (σε ποσοστό 83%) ο μετασχηματισμός δίνει μεγαλύτερες τιμές x,y από τις αντίστοιχες της Γ.Υ.Σ, κατά την επίλυση με μακρινό ή κοντινό σταθμό αναφοράς του HEPOS (σε σύνολο 58 βάσεων).
- Στο σύνολο τους τα διανύσματα των διαφορών Γ.Υ.Σ – Herpos που σχεδιάστηκαν για κάθε σημείο από την σύγκριση των επιλύσεων του μετασχηματισμού (κοντινός – μακρινός σταθμός) με την Γ.Υ.Σ, έχουν νότια (31% των σημείων) και νοτιοδυτική (59% των σημείων) διεύθυνση, εκτός τριών μόνο σημείων όπου η φορά των διανυσμάτων είναι εντελώς διαφορετική, καθώς δύο σημεία έχουν βορειοδυτική διεύθυνση, ενώ το τρίτο ακολουθεί την βορειοανατολική διεύθυνση. Χαρακτηριστικό των τριών αυτών σημείων είναι ότι απέχουν ελάχιστα από την ακτογραμμή του Κορινθιακού κόλπου, ενώ παρουσιάζουν και τις μεγαλύτερες τιμές δS του μέτρου του διανύσματος (σχήμα 3.9).
Γενικά το μέτρο των διανυσμάτων κυμαίνεται από 1.3cm έως 10.5cm, και ο μέσος όρος τους είναι της τάξης των 3.7cm (3.5cm όταν η επίλυση γίνεται χρησιμοποιώντας δεδομένα κοντινών σταθμών αναφοράς και 3.9cm όταν χρησιμοποιούνται δεδομένα μακρινών σταθμών αναφοράς).
- Οι τοπικές διορθώσεις από τον κάρναβο του μετασχηματισμού για τα 29 τριγωνομετρικά σημεία κυμαίνονται για το δx από 6cm έως 55cm, ενώ για το δy από 1cm έως 40cm.
- Η επιλογή επίλυσης των βάσεων με δύο διαφορετικούς σταθμούς αναφοράς (κοντινό – μακρινό) επιδέχεται σχολιασμού, καθώς παρατηρούνται κάποιες μικροδιαφορές οι οποίες φτάνουν μέχρι και τα 3.3cm για ένα τριγωνομετρικό σημείο του φύλλου χάρτη Λειβαδιάς ("Θυμάρι"), ενώ ο μέσος όρος των διαφορών είναι της τάξης των 1.0cm (± 0.9 cm για τις τετμημένες και ± 1.1 cm για τις τεταγμένες).
- Από την σύγκριση των δύο επιλύσεων (κοντινός-μακρινός σταθμός αναφοράς) προκύπτει ότι βέλτιστη επίλυση για τον προσδιορισμό συν/νων θεωρείται αυτή με τον πλησιέστερο σταθμό αναφοράς, καθώς παρατηρούνται καλύτερες τιμές στο σύνολο των στοιχείων επίλυσης (ratio, reference_variance, rms). Επομένως όπως διαπιστώθηκε τα σημεία που βρίσκονται εντός της αναμενόμενης

αβεβαιότητας ($\sigma_{\Delta x}$, $\sigma_{\Delta y}$), είναι σε ποσοστό 69% από τον κοντινό σταθμό, έναντι 57% κατά την επίλυση με μακρινό σταθμό αναφοράς.

Τέλος οι διαφορές κατά την επίλυση με τον κοντινό σταθμό σε σχέση με τις συντεταγμένες της Γ.Υ.Σ, είναι μικρότερες από ότι αυτές με τον μακρινό σταθμό αναφοράς κατά 0.3cm για τις τετμημένες και 0.2cm για τις τεταγμένες.

- Η επίλυση των 5 επιλεγμένων σημείων με τους δύο εικονικούς σταθμούς αναφοράς – VRS , δεν διαφοροποίησε αισθητά τις συντεταγμένες σε σχέση με την επίλυση με τον κοντινό σταθμό, παρόλο που οι σταθμοί δημιουργήθηκαν σχεδόν δίπλα στα επιλεγμένα σημεία. Χαρακτηριστικά οι αποστάσεις των εικονικών σταθμών από τα σημεία κυμαίνονται από 0.1Km έως 7.4Km και σε ένα μέσο όρο της τάξης των 3.9Km, ενώ αντίστοιχα ο μέσος όρος των αποστάσεων κατά την επίλυση όλων των σημείων με τον κοντινό σταθμό αναφοράς είναι 22.7Km.
Οι διαφορές στις τιμές των συντεταγμένων x , y κυμαίνονται από -0.8cm έως +2.1cm, και σε ένα μέσο όρο της τάξης των 0.9cm.
- Από τα στοιχεία επίλυσης των βάσεων, διαπιστώθηκε ότι η αύξηση του μήκους μιας βάσης για την ίδια χρονική διάρκεια παρατήρησης δεν συνεπάγεται αύξηση και της τιμής του RMS, καθώς προκύπτει ότι υψηλές τιμές RMS, έστω και ελάχιστες, υπάρχουν και στα μικρά μήκη βάσεων (12–19km).
- Η επιλογή των 29 τριγωνομετρικών σημείων αποδείχθηκε ορθή, και εξασφάλισε μια ομαλή διασπορά μεταξύ τους, η οποία αποδίδεται στην περιοχή μελέτης και καλύπτει επαρκώς τα πέντε φύλλα χάρτη που την απαρτίζουν.
- Η προσέγγιση και μέτρηση των σημείων από συνεργείο δύο ατόμων, κρίνεται αναγκαία, κυρίως για λόγους ασφάλειας, λόγω της δύσκολης πρόσβασης στο σύνολο των τριγωνομετρικών σημείων.
- Στο στάδιο προγραμματισμού των μετρήσεων, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία, καθώς η εύρεση και προσέγγιση των τριγωνομετρικών σημείων αποδείχθηκε αρκετά δύσκολη. Ένας καλός και σωστός προγραμματισμός στο γραφείο, εξοικονομεί σημαντικό και πολύτιμο χρόνο στο ύπαιθρο.

4.2 Προτάσεις

Οι προτάσεις που ακολουθούν αναφέρονται σε θέματα μελλοντικών μελετών:

- 1) Πύκνωση των κοινών σημείων ανάμεσα στα συστήματα HTRS07 και ΕΓΣΑ'87, ειδικά σε προβληματικές περιοχές που εμφανίζουν έντονα ανομοιόμορφες παραμορφώσεις στο πλαίσιο αναφοράς του ΕΓΣΑ'87, με σκοπό την βελτίωση της ακρίβειας του αμφίδρομου μετασχηματισμού.
- 2) Εκ νέου υπολογισμός των καννάβων με συμπλήρωση νέων μετρημένων σημείων που περιέχουν τις συστηματικές διορθώσεις αναφοράς δE και δN, για την βελτίωση της ακρίβειας του αμφίδρομου μετασχηματισμού.
- 3) Αξιολόγηση του μετασχηματισμού σε όλο το εύρος του Κορινθιακού κόλπου, με την μέτρηση περισσοτέρων τριγωνομετρικών σημείων, τόσο στο βόρειο, όσο κυρίως στο νότιο τμήμα του.
- 4) Χρησιμοποίηση όλων των στοιχείων μέτρησης, για τον προσδιορισμό τοπικού μοντέλου γεωειδούς στην περιοχή μελέτης και αξιολόγησή του σε σχέση με το παγκόσμιο μοντέλο γεωειδούς EGM08 για την περιοχή.
- 5) Μέτρηση τριγωνομετρικών σημείων εντός του Κορινθιακού κόλπου, με την βοήθεια πλωτού μέσου, όπου παρατηρείται το φαινόμενο να μην έχουν μετρηθεί σχεδόν καθόλου σημεία για την δημιουργία του μετασχηματισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αυγερινός Κ., Α.Τ.Μ – Κτηματολόγιο Α.Ε, *Διάθεση των υπηρεσιών του HEPOS* , Νοέμβριος 2008.
2. Γιαννίου Μ., Τμήμα Γεωδαιτικής Υποδομής – Τεχνικός Σύμβουλος Κτηματολόγιο Α.Ε, *Το έργο των μετρήσεων του HEPOS* , Ημερίδα για το HEPOS, ΤΑΤΜ, ΑΠΘ, Σεπτέμβριος 2008, Παρουσίαση ppt.
3. Γιαννίου Μ., Τμήμα Γεωδαιτικής Υποδομής – Τεχνικός Σύμβουλος Κτηματολόγιο Α.Ε, *HEPOS και σύγχρονες δικτυακές τεχνικές GPS*, Ημερίδα για το HEPOS, ΤΑΤΜ, ΑΠΘ, Σεπτέμβριος 2008, Παρουσίαση ppt.
4. Γιαννίου Μ. – Μάστορης Δ, *Περιγραφή του HEPOS και των Υπηρεσιών που Παρέχει* , Ημερίδα για το HEPOS, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Δεκέμβριος 2007, Παρουσίαση ppt.
5. Γιαννίου Μ. – Μάστορης Δ, *HEPOS - Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης* , Δελτίο ΠΣΔΑΤΜ, Φεβρουάριος 2006.
6. Δεληκαράογλου Δ., *Βιωσιμότητα του HEPOS* , Ημερίδα για το HEPOS, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Δεκέμβριος 2007, Παρουσίαση ppt.
7. Κατσάμπαλος Κ – Κωτσάκης Χρ., *Η ανάγκη δημιουργίας ενός σύγχρονου 3D δορυφορικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς στην Ελλάδα*, ΤΑΤΜ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2006.
8. Κατσάμπαλος Κ – Κωτσάκης Χρ., *Το Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του HEPOS (HTRS07)*, ΤΑΤΜ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2008.
9. Κατσάμπαλος Κ. – Κωτσάκης Χρ., *Το μοντέλο μετασχηματισμού ΕΓΣΑ87 <> HEPOS*, ΤΑΤΜ, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2008.
10. <http://www.hepos.gr/?Lang=GR>
11. http://users.auth.gr/~kvek/HEPOS_2008
12. <http://users.auth.gr/~kvek/auth-hepos.html>

**EVALUATION OF THE COORDINATES
TRANSFORMATION BETWEEN HTRS07 and GGRS87.
APPLICATION IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE
CORINTHIAN GULF.**

ABSTRACT

The subject of the master thesis is the evaluation of the coordinates transformation between HTRS07 and GGRS87. The application is carried out in the north-eastern part of the Corinthian Gulf.

The master thesis consists of the following chapters:

The **first chapter** presents the general characteristics of the Hellenic Positioning System- HEPOS with extensive reference to network techniques of resolution as well as to the selection criteria of the most optimal technique for each application. The new Reference System of HEPOS (HTRS07) is described and the procedure of the determination of the transformation between HTRS07 and GGRS87 and vice versa is given with the uncertainty that it may be provided.

In the **second chapter** the selection of the triangulation points is accomplished in order to evaluate the transformation and the methods of data collection (field work) as well as the problems that were encountered during the measurements are presented.

The **third chapter** presents the solving procedure of the baselines in order to determine the coordinates of 29 triangulation points of the study area both by the use of the TGO program and the algorithm which is given by the National Cadastrale. It also describes the creation of a virtual reference station - VRS, while it compares the results that came out from the adjustment with a close-permanent station, with the virtual station (for 5 selected points) and with the official coordinates of the triangulation points in GGRS87 by the H.M.G.S (**Hellenic Military Geographical Service**). Also corresponding diagrams are drawn in order to evaluate the transformation.

Finally the **forth chapter**, presents the conclusions of the planning, application and analysis of the thesis and provides proposals for similar works and future researches.

Moreover, the **annex** includes the specific location and documentation of 29 points with a plan of the optimal approximate route for reach one.

It gives all the measurement data, while it presents in detail the procedure that was followed in the TGO software to enter the data measurements, adjust the baselines and determine the coordinates that was performed in two different ways.

Finally, it presents the data of the adjustment, the coordinates of the 29 triangulation points both in GGRS87 and HTRS07 and it gives the corrections of the grids calculated by the transformation of the National Cadastrale.

The processing and analysis of the measurements lead to some results that are presented below:

- It was proved that the operation of the coordinates transformation between HTRS07 and GGRS87 is satisfactory for the overall points of the study area. The values of the differences for the x coordinate range from -5.7cm to +2.1cm, while the corresponding values of the coordinates y range from -6.5cm to +8.8cm. A greater fluctuation in the values of the coordinate y is observed. The average difference that is observed for the (x) is about 1.8 cm, while for the (y) is 2.9 cm.
- It is observed that the differences Δx and Δy are in the limits of expected uncertainty of their difference $\sigma_{\Delta x,y} = \sqrt{\sigma_{x,y\Gamma.Y.\Sigma}^2 + \sigma_{x,yHEPOS}^2} = \pm 2.6 - \pm 3cm$ for 63% of the results (77% of the x , 48% of the y) for 95% confidence level. The biggest difference is +8.8cm, while the differences in x, y in their totality range from -6.5cm to +8.8cm and is either due to the correctness and the accuracy of the coordinates of HMGS or the inability of the transformation in the specific region.
- For the majority of the points (a percentage of 83%) the transformation has bigger values x, y than the corresponding ones of H.M.G.S.
- In their totality the vector of the differences between the coordinates of HMGS and HEPOS that were calculated for each point by the comparison of the results of the transformation (remote – close station) with HMGS have a south (31% of the

points) and southwestern (59% of the points) direction, except only three points that their vectors direction is completely different. Two points have a northwestern direction, while the third one has a northeastern direction. These three points are very close to the shoreline of the Corinthian Gulf.

Generally, the vectors length range from 1.3cm to 10.5cm and their average is 3.7cm.

- The local corrections from the grid of the transformation for the 29 triangulation points fluctuate for δx from 6cm to 55cm, while for δy from 1cm to 40cm.
- The choice of the adjustment the baselines with two different reference stations (remote–close) show that, some minor differences are observed which reach the 3.3 cm for a triangulation point near Levadia ("*Thymari*"), while the differences on average is 1.0cm (± 0.9 cm for the x, and ± 1.1 cm for the y).
- The comparison of the adjustments (remote–close reference station) shows that the optimal one is the close to the reference station, as better values are observed in the totality of the bases (ratio, reference_variance, rms). Therefore, as seen the points that are within the expected uncertainty ($\sigma_{\Delta x}$, $\sigma_{\Delta y}$), is the 69% percent from the close station over 57% with a remote reference station. Finally, the differences in coordinates came out by the close station adjustment in relation to the coordinates of H.M.G.S, are smaller than those with a remote reference station by 0.3cm for the x and 0.2cm for the y.
- The adjustment of the five selected points using the two virtual reference stations – VRS did not differed significantly the coordinates in relation to the coordinates result by the close reference station.
- The elements of adjustment the baselines have shown that the increase of the length of the baseline for the same duration of observation does not involve an increase of the value of RMS, as it appears that the high values RMS, even few, are in the small length baseline (12–19km).

- The selection of 29 triangulation points has been proved right, and has ensured a smooth dispersion between them, which is assigned to the study area and covers adequately the five map sheets.
- The approach and the measurement of the points by a crew of two people is necessary, particularly for safety reasons because of the difficult access to the triangulation points.
- Special attention should be given to the stage of the planning of the measurements, as the recognition finding and the approach of the triangulation points were proved quite difficult. A right planning in the office saves valuable time in the countryside.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

1.1 Τα 29 τριγωνομετρικά σημεία

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΑΞΗ	ΕΓΣΑ '87						ΕΓΣΑ '87			σ _χ	σ _γ	σ _ζ	Ύψος Βάρθου	Φύλλο Χάρτη
			φ		λ		χ	γ	Η							
137047	ΤΑΨΙΖΑ	iv	38	10	42.7741	23	2	19.3816	415806.027	4226062.221	253.309	0.014	0.01	0.02	1.1	ΚΑΠΑΡΕΛΛΙ
137058	ΑΓ.ΣΠΥΡΙΔΩΝ	iv	38	12	10.6968	23	7	2.7544	422726.198	4228703.589	95.925	0.012	0.011	0.018	1.1	ΚΑΠΑΡΕΛΛΙ
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	iv	38	13	40.4941	23	12	24.1958	430567.808	4231400.594	349.48	0.009	0.008	0	1.07	ΚΑΠΑΡΕΛΛΙ
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ ΙΩΑΝΝ.	iv	38	12	36.2330	22	57	22.007	408610.367	4229637.543	48.96	0.012	0.009	0.024	1.02	ΠΕΡΑΧΩΡΑ
188001	ΠΥΡΓΟΣ	iv	38	15	9.5222	22	59	9.7069	411281.307	4234333.184	224.915	0.008	0.008	0.029	1.09	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	iv	38	15	41.0847	22	48	14.6278	395371.983	4235496.164	440.705	0.012	0.008	0.029	1.04	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188017	ΘΥΜΑΡΙ	iv	38	17	28.5419	22	45	26.9686	391341.926	4238862.037	243.054	0.029	0.018	0.06	1.07	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	iv	38	18	26.1268	22	50	38.1084	398922.527	4240538.929	1243.597	0.008	0.007	0.018	1.05	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188039	ΔΕΝΔΡΟ	iv	38	19	56.8778	22	45	10.8087	391011.059	4243439.535	698.237	0.008	0.008	0.026	1.05	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	iv	38	21	20.3328	22	56	38.5101	407737.023	4245803.726	533.098	0.01	0.007	0.016	1.1	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188067	ΣΑΛΙΖΑ	iv	38	22	12.4085	22	47	23.6172	394290.261	4247574.172	998.274	0.007	0.007	0.017	1.11	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ.	iv	38	23	9.9004	22	59	44.43	412286.2	4249130.585	169.711	0.007	0.005	0.012	1.07	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188098	ΑΗΛΙΑΣ	iv	38	25	35.0587	22	51	4.801	399735.357	4253751.981	395.476	0.008	0.007	0.013	1.09	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	iv	38	26	7.9525	22	49	23.1226	397282.867	4254796.993	299.75	0.007	0.007	0.011	1.05	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	iv	38	26	18.6142	22	55	38.3936	406384.865	4255014.581	201.27	0.006	0.008	0	1.08	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
188111	ΑΛΩΝΙΑ	iv	38	27	15.2539	22	51	29.5952	400374.819	4256832.902	307.84	0.008	0.009	0	1.1	ΛΕΙΒΑΔΙΑ
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	iv	38	18	50.1861	22	36	20.0948	378094.754	4241568.088	24.791	0.01	0.007	0.029	1.11	ΑΡΑΧΩΒΑ
46015	ΑΓ.ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	iv	38	19	16.5681	22	43	6.5959	387978.058	4242238.326	406.216	0.01	0.011	0.019	1.12	ΑΡΑΧΩΒΑ
46028	ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	iv	38	21	46.9406	22	40	58.4611	384932.693	4246917.124	83.386	0.009	0.008	0.02	1.1	ΑΡΑΧΩΒΑ
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	iv	38	24	31.3653	22	31	58.3854	371906.151	4252183.106	772.626	0.01	0.009	0.021	1.12	ΑΡΑΧΩΒΑ
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	iv	38	24	33.7544	22	36	33.7703	378586.422	4252153.243	868.74	0.007	0.008	0	1.1	ΑΡΑΧΩΒΑ
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	iii	38	26	32.4599	22	32	59.7563	373453.364	4255892.243	973.641	0.024	0.024	0.013	1.11	ΑΡΑΧΩΒΑ
46073	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	iv	38	27	20.2579	22	40	28.3564	384349.775	4257201.781	518.56	0.007	0.007	0	1.1	ΑΡΑΧΩΒΑ
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	iii	38	20	38.5029	22	23	5.5364	358856.675	4245221.178	102.009	0.046	0.029	0.016	1.1	ΙΤΕΑ
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	iv	38	22	57.4512	22	16	15.6998	348987.65	4249684.463	499.037	0.01	0.011	0.017	1.1	ΙΤΕΑ
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	iii	38	24	33.1364	22	24	36.7651	361195.962	4252415.26	31.64	0.03	0.026	0	1.11	ΙΤΕΑ
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	iv	38	24	36.2192	22	28	37.955	367047.368	4252411.544	548.33	0.01	0.014	0	1.1	ΙΤΕΑ
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	iv	38	26	31.7997	22	20	0.2685	354555.885	4256191.517	637.56	0.007	0.008	0	1.1	ΙΤΕΑ
126044	ΓΟΥΛΑΣ	iv	38	26	53.8639	22	25	59.5737	363278.16	4256718.794	92.43	0.008	0.008	0	1.09	ΙΤΕΑ

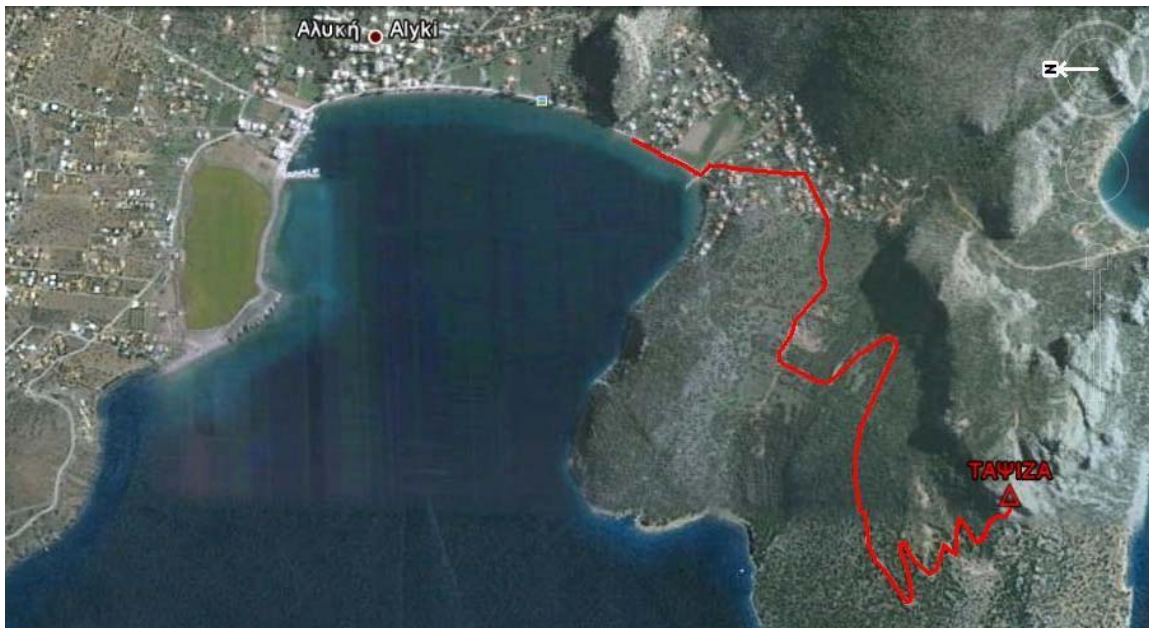
1.2 Φωτογραφική Τεκμηρίωση

ΤΑΨΙΖΑ (137047)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοδυτικά του χωριού Αλυκή του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 1.9km από το χωριό. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Καπαρέλλι.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 10' 42.7741''$ $\lambda = 23^{\circ} 02' 19.3816''$	$x = 415806.027m$ $y = 4226062.221m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 254.409m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 16 / 04 / 2010

ΑΓΙΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ (137058)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοδυτικά του χωριού Καπαρέλλι του νομού Βοιωτίας, σε απόσταση 9.1km, και πάνω από την παραλία Λιβαδόστρας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Καπαρέλλι.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΕΓΣΑ '87	ΕΓΣΑ '87
	$\varphi = 38^{\circ} 12' 10.6968''$ $\lambda = 23^{\circ} 07' 02.7544''$	$x = 422726.198m$ $y = 4228703.589m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 97.025m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 09 / 10 / 2009

ΚΟΚΚΙΝΙΑ (137068)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 650m νότια του χωριού Καπαρέλλι του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 10.5km από την εθνική οδό Θηβών – Ελευσίνας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Καπαρέλλι.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 13' 40.4941''$
 $\lambda = 23^{\circ} 12' 24.1958''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 430567.808m$
 $y = 4231400.594m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 350.55m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 09 / 10 / 2009

ΠΥΡΓΟΣ (128001)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο δίπλα στο χωριό Δόμβραινα του νομού Βοιωτίας, και συγκεκριμένα σε απόσταση 150m πάνω από την εθνική οδό Θηβών – Θίσβης. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 15' 09.5222''$
 $\lambda = 22^{\circ} 59' 09.7069''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 411281.307m$
 $y = 4234333.184m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 226.005m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

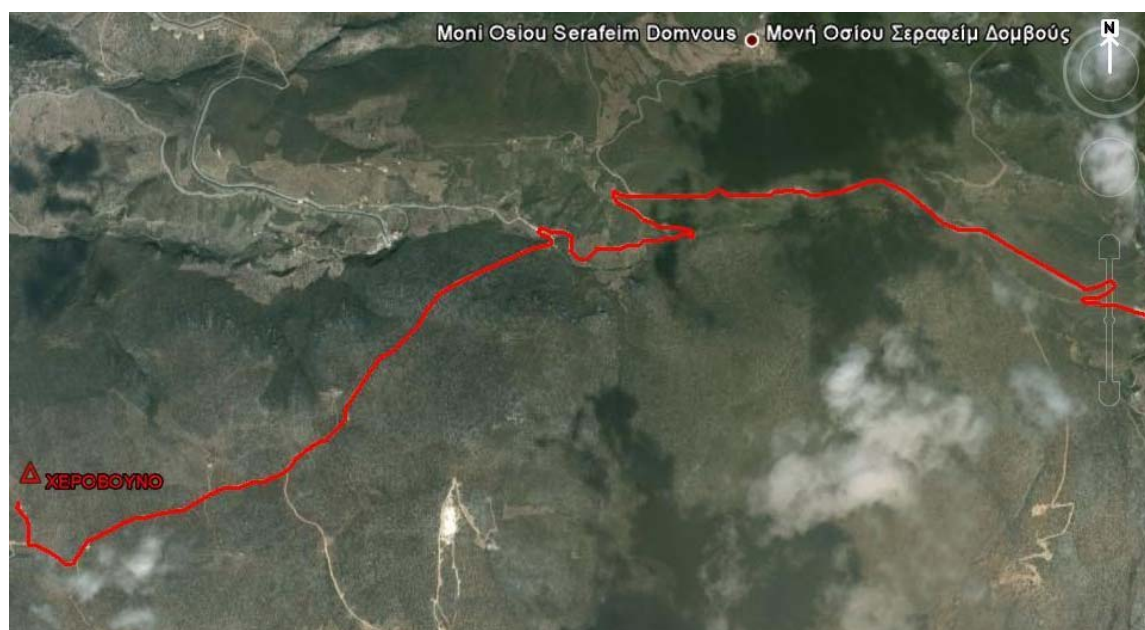
Ημερομηνία μέτρησης : 09 / 10 / 2009

ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ (188003)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 10km δυτικά του χωριού Προδρόμου του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 3.9km από την Μονή Οσίου Σεραφείμ της περιοχής. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 15' 41.0847''$ $\lambda = 22^{\circ} 48' 14.6278''$	$x = 395371.983m$ $y = 4235496.164m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 441.745m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 09 / 10 / 2009

ΘΥΜΑΡΙ (188017)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 1.5km βορειοδυτικά του χωριού Παναγία Καλαμιώτισσα του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 8km από το χωριό Κυριάκι. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 17' 28.5419''$
 $\lambda = 22^{\circ} 45' 26.9686''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 391341.926m$
 $y = 4238862.037m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 244.124m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 16 / 04 / 2010

ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ (188027)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 8km βορειοδυτικά του χωριού Προδρόμου του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 5km από την Μονή Οσίου Σεραφείμ. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 18' 26.1268''$
 $\lambda = 22^{\circ} 50' 38.1084''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 398922.527m$
 $y = 4240538.929m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 1244.647m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

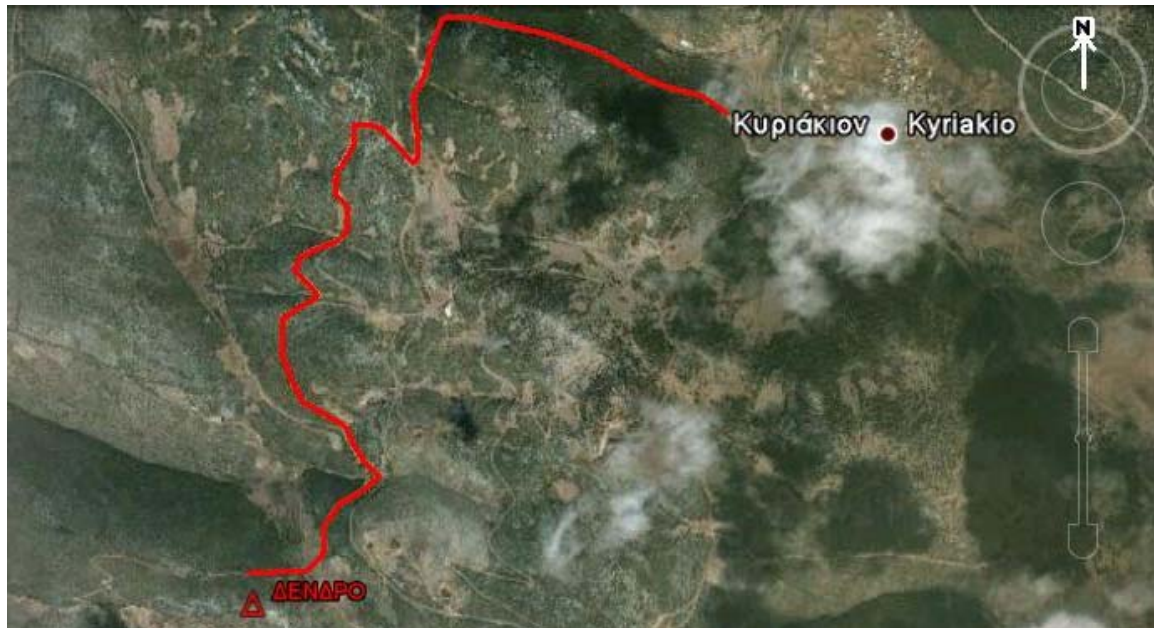
Ημερομηνία μέτρησης : 09 / 10 / 2009

ΔΕΝΔΡΟ (188039)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοδυτικά του χωριού Κυριάκιον του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 3.6km από το χωριό. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 19' 56.8778''$
 $\lambda = 22^{\circ} 45' 10.8087''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 391011.059m$
 $y = 4243439.535m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 699.287m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 16 / 04 / 2010

ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ (188059)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο δυτικά του χωριού Κορώνεια του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 6.5km από την παλαιά εθνική οδό Αθηνών – Λαμίας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 21' 20.3328''$
 $\lambda = 22^{\circ} 56' 38.5101''$

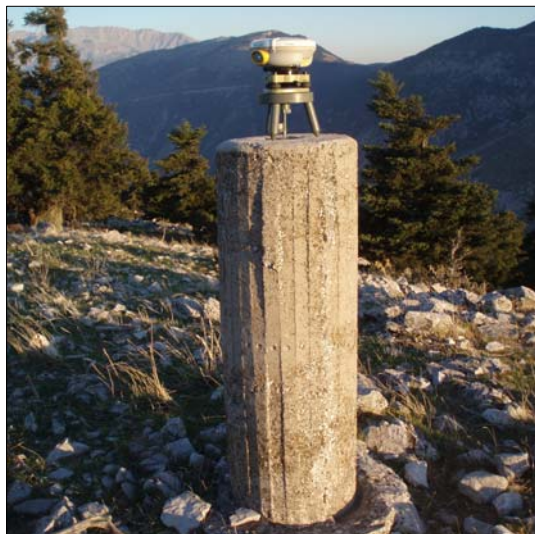
ΕΓΣΑ '87
 $x = 407737.023\text{m}$
 $y = 4245803.726\text{m}$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 534.198\text{m}$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 19 / 10 / 2009

ΣΑΛΙΖΑ (188067)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο βόρεια του χωριού Κυριάκιον του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 2.1km από το χωρίο. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 22' 12.4085''$
 $\lambda = 22^{\circ} 47' 23.6172''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 394290.261\text{m}$
 $y = 4247574.172\text{m}$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 999.384\text{m}$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

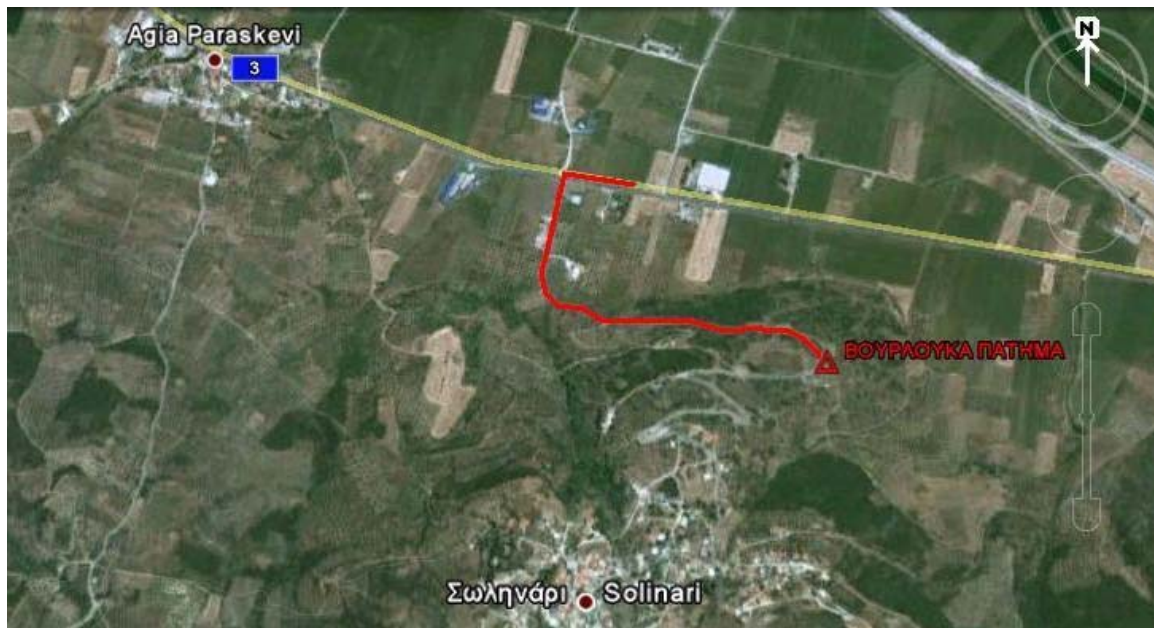
Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ (188076)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νότια του χωριού Σωληνάρι του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 600m από την παλαιά εθνική οδό Αθηνών – Λαμίας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 23' 09.9004''$ $\lambda = 22^{\circ} 59' 44.4300''$	$x = 412286.200m$ $y = 4249130.585m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 170.781m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 16 / 04 / 2010

ΑΗΛΙΑΣ (188098)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 2.2km νοτιοδυτικά της Λειβαδιάς, και σε απόσταση 600m από το εκκλησάκι του Προφήτη Ηλία. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 25' 35.0587''$
 $\lambda = 22^{\circ} 51' 04.8010''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 399735.357m$
 $y = 4253751.981m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 396.566m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 19 / 10 / 2009

ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ (188101)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 4.4km δυτικά της Λειβαδιάς, και σε απόσταση 700m από την εθνική οδό Αμφίσσης – Λειβαδιάς. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 26' 07.9525''$
 $\lambda = 22^{\circ} 49' 23.1226''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 397282.867m$
 $y = 4254796.993m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 300.8m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 19 / 10 / 2009

ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ (188103)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 5km ανατολικά της Λειβαδιάς, και σε απόσταση 850m από την παλαιά εθνική οδό Αθηνών – Λαμίας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 26' 18.6142''$
 $\lambda = 22^{\circ} 55' 38.3936''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 406384.865m$
 $y = 4255014.581m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 202.35m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

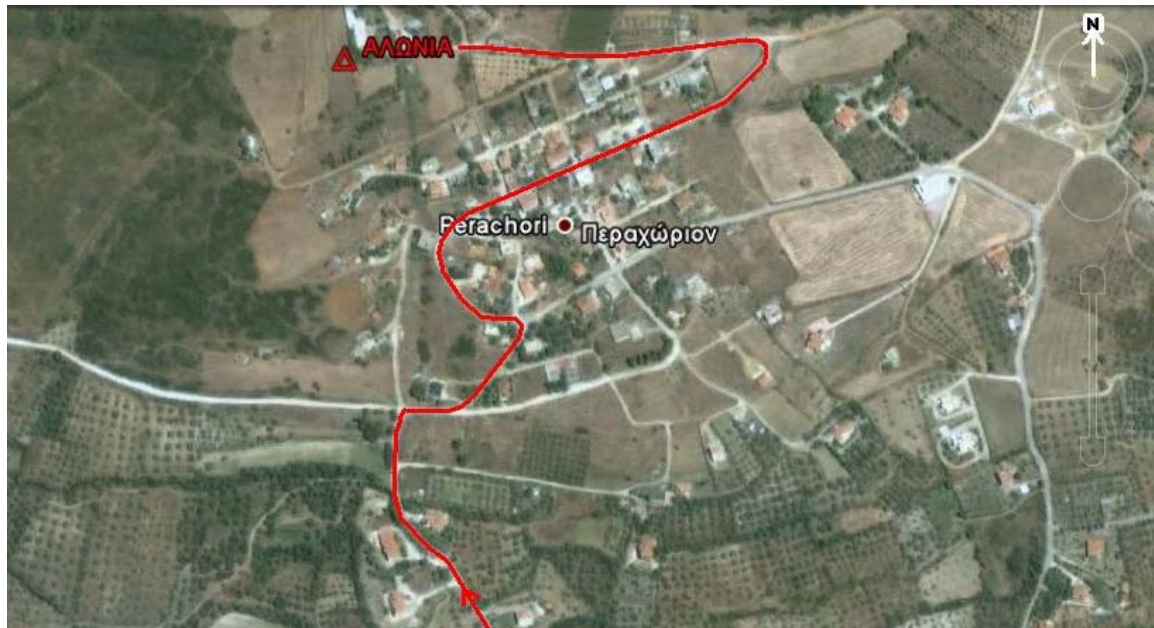
Ημερομηνία μέτρησης : 19 / 10 / 2009

ΑΛΩΝΙΑ (188111)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο βόρεια του χωριού Περαχώριον του νομού Βοιωτίας, και σε απόσταση 1.2Km από την εθνική οδό Αμφίσσης – Λειβαδιάς. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Λειβαδιάς.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 27' 15.2539''$
 $\lambda = 22^{\circ} 51' 29.5952''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 400374.819m$
 $y = 4256832.902m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 308.94m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

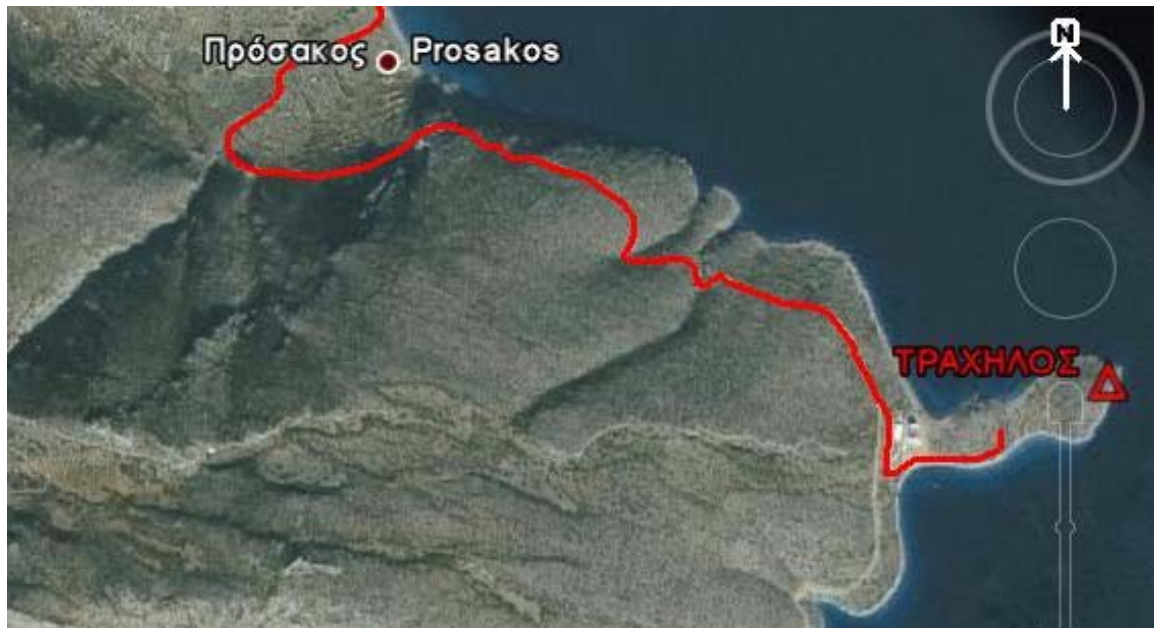
Ημερομηνία μέτρησης : 16 / 04 / 2010

ΤΡΑΧΗΛΟΣ (46011)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 2.2km νοτιοανατολικά του χωριού Πρόσακου του Νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 10km από τα Αντίκυρα. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ 87
 $\varphi = 38^{\circ} 18' 50.1861''$
 $\lambda = 22^{\circ} 36' 20.0948''$

ΕΓΣΑ 87
 $x = 378094.754\text{m}$
 $y = 4241568.088\text{m}$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 25.901\text{m}$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

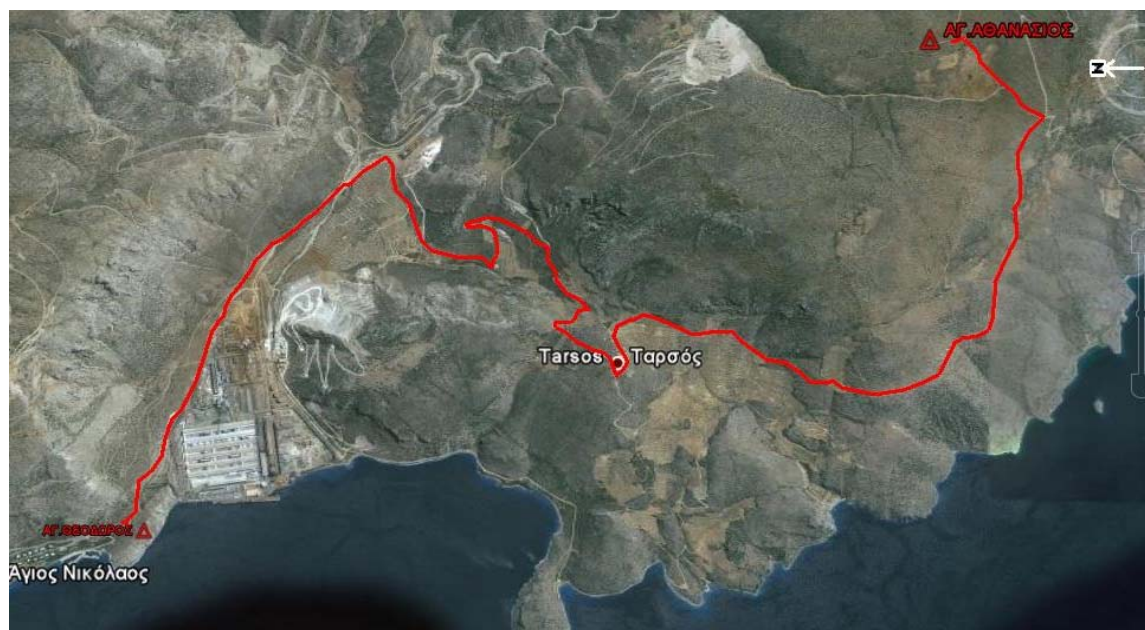
Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (46015)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοανατολικά της παραλίας Διστόμου, και σε απόσταση 7km από το εργοστάσιο αλουμινίου της περιοχής. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ 87
 $\varphi = 38^{\circ} 19' 16.5681''$
 $\lambda = 22^{\circ} 43' 06.5959''$

ΕΓΣΑ 87
 $x = 387978.058m$
 $y = 4242238.326m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 407.336m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

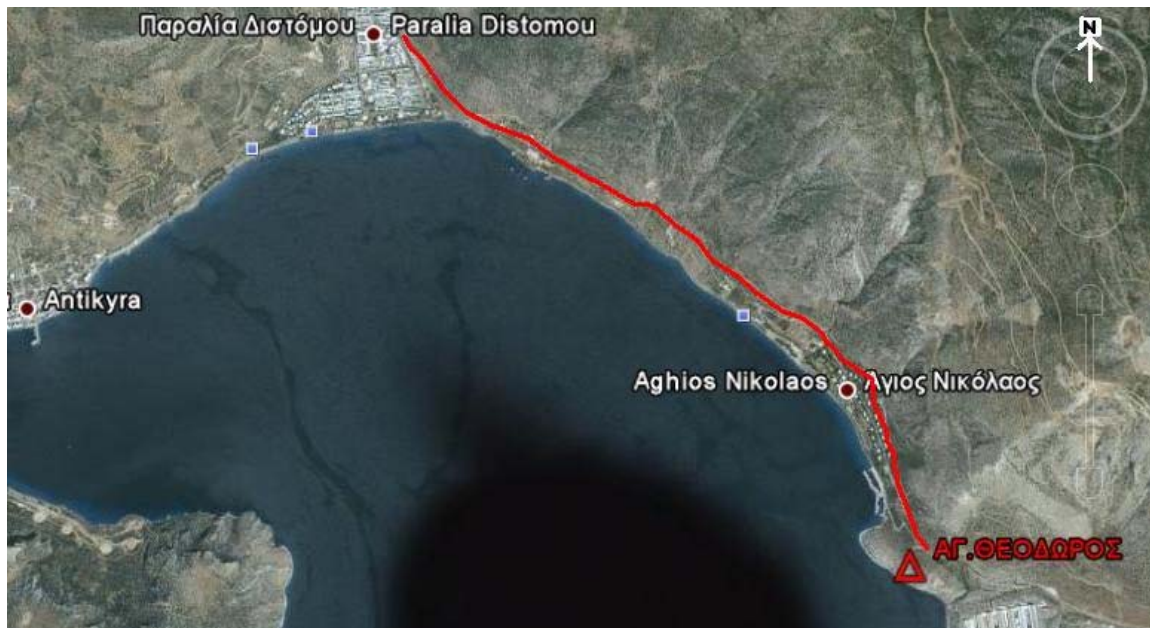
Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΑΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ (46028)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοανατολικά της παραλίας Διστόμου του Νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 4km από την παραλία. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΕΓΣΑ 87	ΕΓΣΑ 87
	$\varphi = 38^{\circ} 21' 46.9406''$ $\lambda = 22^{\circ} 40' 58.4611''$	$x = 384932.693m$ $y = 4246917.124m$

Ορθομετρικό υψόμετρο : $H = 84.486m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ (46048)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νοτιοανατολικά του χωριού Δεσφίνα του Νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 1.2km από την εθνική οδό Διστόμου – Ιτέας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ '87
 $\varphi = 38^{\circ} 24' 31.3653''$
 $\lambda = 22^{\circ} 31' 58.3854''$

ΕΓΣΑ '87
 $x = 371906.151\text{m}$
 $y = 4252183.106\text{m}$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 773.746\text{m}$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ (46050)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο ανατολικά του χωριού Δεσφίνα του Νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 2.1km από την εθνική οδό Διστόμου – Ιτέας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΕΓΣΑ 87
 $\varphi = 38^{\circ} 24' 33.7544''$
 $\lambda = 22^{\circ} 36' 33.7703''$

ΕΓΣΑ 87
 $x = 378586.422\text{m}$
 $y = 4252153.243\text{m}$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 869.84\text{m}$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

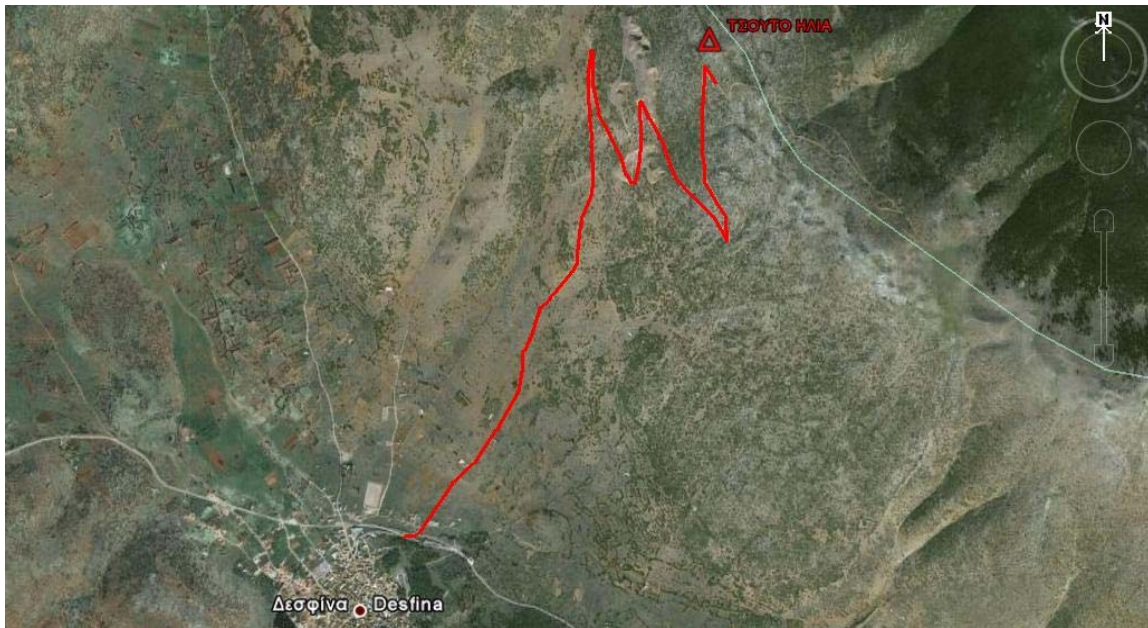
Ημερομηνία μέτρησης : 10 / 10 / 2009

ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ (46066)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΠ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο βορειοανατολικά του χωριού Δεσφίνα του Νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 3.1km από τον κεντρικό δρόμο Διστόμου – Ιτέας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 26' 32.4599''$ $\lambda = 22^{\circ} 32' 59.7563''$	$x = 373453.364m$ $y = 4255892.243m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 974.751m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ (46073)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΠ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 3.6km βόρεια του χωριού Δίστομου του Νομού Φωκίδας, δίπλα στην εκκλησιά του Αγίου Γεωργίου. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Αράχωβας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΕΓΣΑ '87	ΕΓΣΑ '87
	$\varphi = 38^{\circ} 27' 20.2579''$ $\lambda = 22^{\circ} 40' 28.3564''$	$x = 384349.775m$ $y = 4257201.781m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 519.66m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

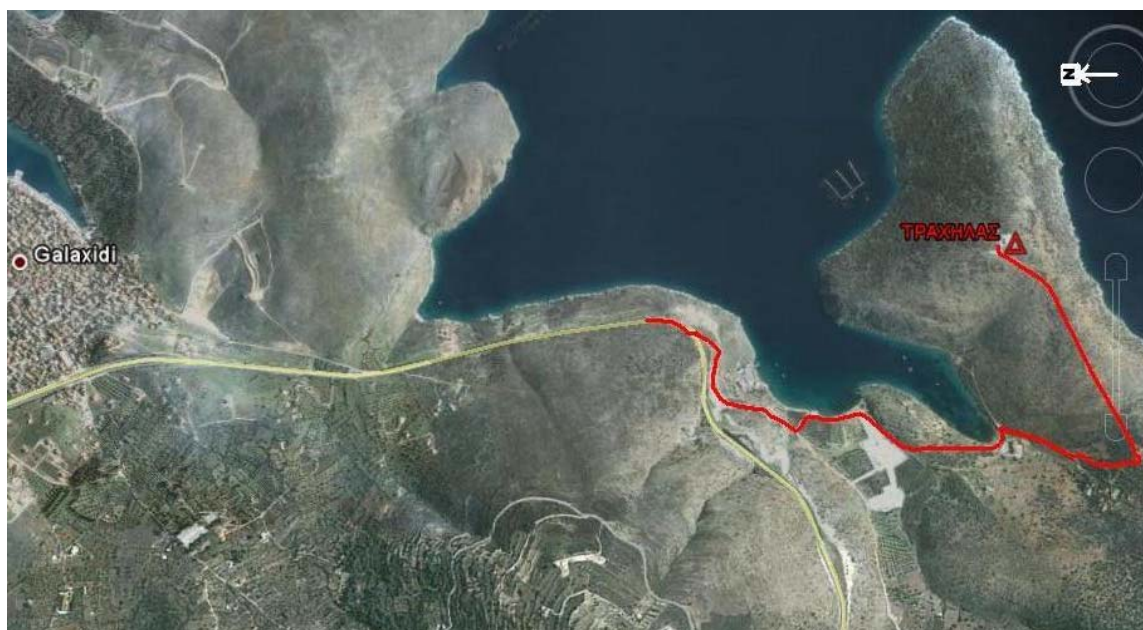
Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΤΡΑΧΗΛΑΣ (126003)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο νότια του Γαλαξιδίου του νομού Φωκίδας , και σε απόσταση 2.3km από την εθνική οδό Πατρών – Λαμίας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Ιτέας.

	ΕΓΣΑ 87	ΕΓΣΑ 87
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	$\varphi = 38^{\circ} 20' 38.5029''$ $\lambda = 22^{\circ} 23' 05.5364''$	$x = 358856.675m$ $y = 4245221.178m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 103.109m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ (126018)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο δυτικά του Γαλαξιδίου του νομού Φωκίδας, και σε απόσταση 3.8km από το χωριό Πάνορμος. Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Ιτέας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ 87</i>	<i>ΕΓΣΑ 87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 22' 57.4512''$ $\lambda = 22^{\circ} 16' 15.6998''$	$x = 348987.65m$ $y = 4249684.463m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 500.137m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

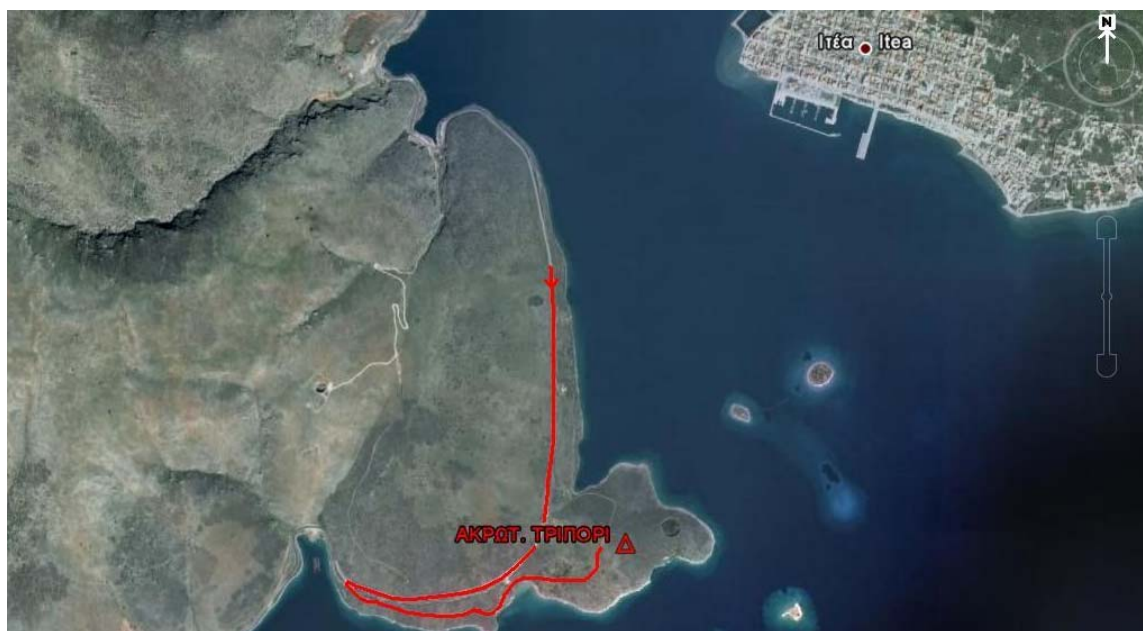
Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΑΚΡΩΤΗΡΙ ΤΡΙΠΟΡΙ (126025)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 6.5km νοτιοδυτικά της Ιτέας, και σε απόσταση 0.7km από την εθνική οδό Πατρών – Λαμίας. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Ιτέας.

	ΕΓΣΑ '87	ΕΓΣΑ '87
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	$\varphi = 38^{\circ} 24' 33.1364''$ $\lambda = 22^{\circ} 24' 36.7651''$	$x = 361195.962m$ $y = 4252415.26m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 32.75m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ (126026)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο δυτικά του χωριού Δεσφίνας, και σε απόσταση 350m από την εθνική οδό Διστόμου – Ιτέας . Ανήκει στο φύλλο χάρτη Ιτέας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 24' 36.2192''$ $\lambda = 22^{\circ} 28' 37.955''$	$x = 367047.368m$ $y = 4252411.544m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 549.43m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΑΝΑΣΚΕΛΟ (126041)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 2.8km νοτιοανατολικά του χωριού Βουνιχώρα, και σε απόσταση 2km από τον κεντρικό δρόμο Αμφίσσης – Λιδωρικίου. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Ιτέας.

	ΕΓΣΑ '87	ΕΓΣΑ '87
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	$\varphi = 38^{\circ} 26' 31.7997''$ $\lambda = 22^{\circ} 20' 00.2685''$	$x = 354555.885m$ $y = 4256191.517m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 638.66m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

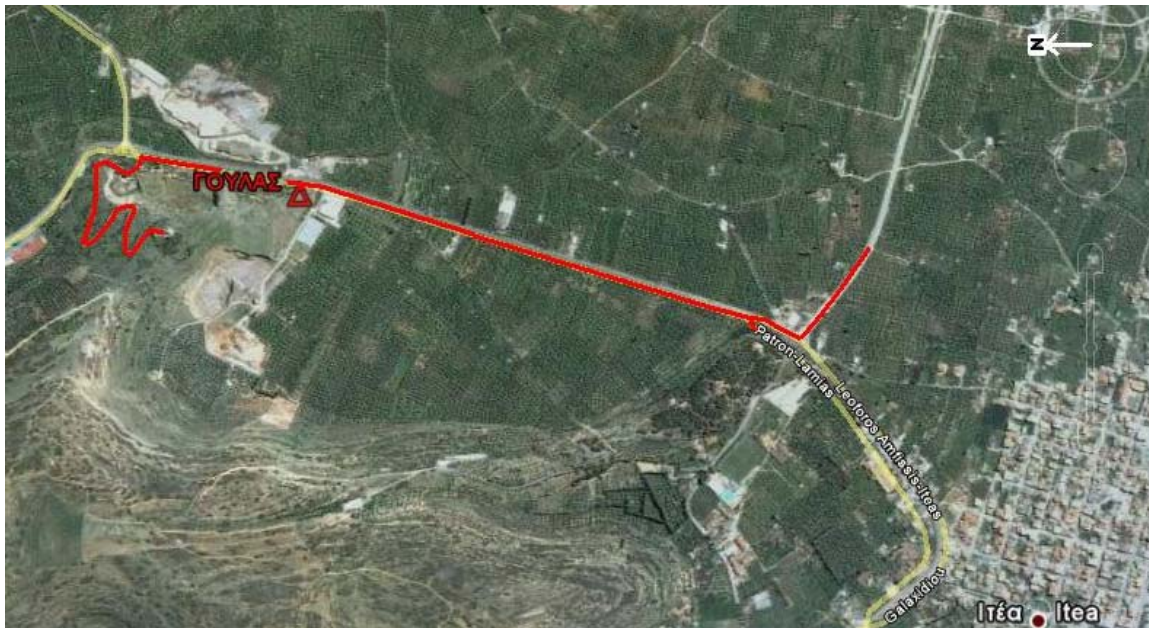
Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΓΟΥΛΑΣ (126044)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο βόρεια της Ιτέας, σε απόσταση 2km και πάνω από την εθνική οδό Πατρών – Λαμίας . Ανήκει στο φύλλο χάρτη της Ιτέας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ '87</i>	<i>ΕΓΣΑ '87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 26' 53.8639''$ $\lambda = 22^{\circ} 25' 59.5737''$	$x = 363278.16m$ $y = 4256718.794m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 93.52m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 11 / 10 / 2009

ΟΡΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ (296026)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΠΡΟΣΒΑΣΗ



ΘΕΣΗ Βάθρο της Γ.Υ.Σ τοποθετημένο 6km νότια του χωριού Δόμβραινα του νομού Βοιωτίας, και συγκεκριμένα 140m πάνω από το λιμανάκι του Αγίου Ιωάννου. Ανήκει στο φύλλο χάρτη Περαχώρας.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	<i>ΕΓΣΑ 87</i>	<i>ΕΓΣΑ 87</i>
	$\varphi = 38^{\circ} 12' 36.2330''$ $\lambda = 22^{\circ} 57' 22.0070''$	$x = 408610.367m$ $y = 4229637.543m$

Ορθομετρικό υψόμετρο $H = 50.06m$ (αναφέρεται στην κεφαλή του βάθρου)

Ημερομηνία μέτρησης : 19 / 10 / 2009

1.3 Μετρήσεις

1.3.1 Έντυπα καταγραφής μετρήσεων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ
ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ GPS

ΣΗΜΕΙΟ : ΚΟΚΚΙΝΙΑ (137068)				Ημερομηνία : 09/10/09	
Ύψος Οργάνου (m)	Τρόπος μέτρησης Υ.Ο	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
0.253	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	07:44	07:46	08:46
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΓΙΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ (137058)				Ημερομηνία : 09/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	09:25	09:27	10:27
ΣΗΜΕΙΟ : ΠΥΡΓΟΣ (188001)				Ημερομηνία : 09/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	11:33	11:35	12:35
ΣΗΜΕΙΟ : ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ (188027)				Ημερομηνία : 09/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	15:43	15:45	16:45
ΣΗΜΕΙΟ : ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ (188003)				Ημερομηνία : 09/10/09	
0.253	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	17:43	17:45	18:45
ΣΗΜΕΙΟ : ΣΑΛΙΖΑ (188067)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	08:00	08:02	09:02
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (46073)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.255	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	09:43	09:45	10:45
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ (46028)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	11:13	11:15	13:45
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (46015)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.256	ΚΑΘΕΤΑ	BASE	12:03	12:05	13:05
ΣΗΜΕΙΟ : ΤΡΑΧΗΛΟΣ (46011)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	15:05	15:07	16:07
ΣΗΜΕΙΟ : ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ (46050)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	17:33	17:35	18:35

ΣΗΜΕΙΟ : ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ (46048)				Ημερομηνία : 10/10/09	
0.503	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	19:25	19:27	20:27
ΣΗΜΕΙΟ : ΓΟΥΛΑΣ (126044)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	07:33	07:35	08:37
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΚΡΩΤΗΡΙ ΤΡΙΠΟΡΙ (126025)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	09:18	09:20	10:42
ΣΗΜΕΙΟ : ΤΡΑΧΗΛΑΣ (126003)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	BASE	09:49	09:51	10:54
ΣΗΜΕΙΟ : ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ (126018)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.251	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	11:59	12:01	13:02
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΝΑΣΚΕΛΟ (126041)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	13:51	13:53	14:54
ΣΗΜΕΙΟ : ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ (126026)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	15:44	15:46	16:46
ΣΗΜΕΙΟ : ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ (46066)				Ημερομηνία : 11/10/09	
0.255	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	17:48	17:50	18:52
ΣΗΜΕΙΟ : ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ (188103)				Ημερομηνία : 19/10/09	
0.505	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	07:27	07:29	08:30
ΣΗΜΕΙΟ : ΑΗΛΙΑΣ (188098)				Ημερομηνία : 19/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	09:12	09:14	10:15
ΣΗΜΕΙΟ : ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ (188101)				Ημερομηνία : 19/10/09	
0.254	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	10:43	10:45	11:46
ΣΗΜΕΙΟ : ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ (188059)				Ημερομηνία : 19/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	12:34	12:36	13:37
ΣΗΜΕΙΟ : ΟΡΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ (296026)				Ημερομηνία : 19/10/09	
0.252	ΚΑΘΕΤΑ	ROVER 53618 - 46	15:18	15:20	16:22
ΣΗΜΕΙΟ : ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ (188076)				Ημερομηνία : 16/04/10	
0.260	ΚΑΘΕΤΑ	BASE	07:58	08:00	08:55

ΣΗΜΕΙΟ : <i>ΑΛΩΝΙΑ (188111)</i>				Ημερομηνία : <i>16/04/10</i>	
<i>0.263</i>	<i>ΚΑΘΕΤΑ</i>	<i>BASE</i>	<i>10:23</i>	<i>10:25</i>	<i>11:17</i>
ΣΗΜΕΙΟ : <i>ΔΕΝΔΡΟ (188039)</i>				Ημερομηνία : <i>16/04/10</i>	
<i>0.260</i>	<i>ΚΑΘΕΤΑ</i>	<i>BASE</i>	<i>12:33</i>	<i>12:35</i>	<i>13:25</i>
ΣΗΜΕΙΟ : <i>ΘΥΜΑΡΙ (188017)</i>				Ημερομηνία : <i>16/04/10</i>	
<i>0.264</i>	<i>ΚΑΘΕΤΑ</i>	<i>BASE</i>	<i>14:13</i>	<i>14:15</i>	<i>15:02</i>
ΣΗΜΕΙΟ : <i>ΤΑΨΙΖΑ (137047)</i>				Ημερομηνία : <i>16/04/10</i>	
<i>0.264</i>	<i>ΚΑΘΕΤΑ</i>	<i>BASE</i>	<i>17:39</i>	<i>17:41</i>	<i>18:30</i>

ΓΠ, ΛΛ, 05/2006

Σημείωση: Το ύψος οργάνου δίνεται όπως μετρήθηκε από το συνεργείο στο ύπαιθρο, χωρίς την αφαίρεση του ύψους του δέκτη (0.0649m).

1.3.2 Χιλιομετρικές αποστάσεις

Ημερομηνία Μέτρησης	Τριγωνομετρικά Σημεία		Χιλιομετρική Απόσταση (km)
	ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	
09/10/09	<i>Αναχώρηση (Αθήνα)</i>	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	84
	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	12
	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	ΠΥΡΓΟΣ	34
	ΠΥΡΓΟΣ	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	28
	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	14
	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	<i>Άφιξη (Κυριάκι)</i>	34
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ :		206
10/10/09	<i>Αναχώρηση (Κυριάκι)</i>	ΣΑΛΙΖΑ	5
	ΣΑΛΙΖΑ	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	22
	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	17
	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	11
	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	34
	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	29
	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ	10
	ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ	<i>Άφιξη (Ιτέα)</i>	26
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ :		154	
11/10/09	<i>Αναχώρηση (Ιτέα)</i>	ΓΟΥΛΑΣ	5
	ΓΟΥΛΑΣ	ΑΚΡΩΤ. ΤΡΙΠΟΡΙ	18
	ΑΚΡΩΤ. ΤΡΙΠΟΡΙ	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	12
	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	21
	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	20
	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	38
	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	11
	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	<i>Άφιξη (Αθήνα)</i>	152
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ :		277	
19/10/09	<i>Αναχώρηση (Αθήνα)</i>	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	122
	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	ΑΗΛΙΑΣ	13
	ΑΗΛΙΑΣ	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	6
	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	11
	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	73
	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	<i>Άφιξη (Αθήνα)</i>	165
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ :		390	
16/04/10	<i>Αναχώρηση (Αθήνα)</i>	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ.	120
	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ.	ΑΛΩΝΙΑ	50
	ΑΛΩΝΙΑ	ΔΕΝΔΡΟ	60
	ΔΕΝΔΡΟ	ΘΥΜΑΡΙ	50
	ΘΥΜΑΡΙ	ΤΑΨΙΖΑ	40
	ΤΑΨΙΖΑ	<i>Άφιξη (Αθήνα)</i>	130
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ :		450	

Σημείωση: Τα χιλιόμετρα που διανύθηκαν κατά την διεξαγωγή των μετρήσεων ήταν περισσότερα (συνολικά 1552Km), αλλά δεν δίνονται στον παραπάνω πίνακα, καθώς αναφέρονται στην επιστροφή του οχήματος στο ίδιο σημείο (μέτρηση Base-Rover), ή στην αναζήτηση τριγωνομετρικών σημείων τα οποία τελικά δεν κατέστη δυνατό να προσεγγιστούν (π.χ φύλλο χάρτη Περαχώρα).

1.3.3 Πίνακας εξόδων

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΕΞΟΔΩΝ				ΠΑΡΑΤΗΡ.
	ΚΑΥΣΙΜΑ	ΔΙΟΔΙΑ	ΔΙΑΜΟΝΗ	ΓΕΥΜΑΤΑ	
09/10/09	33€ (246km)	—	70 €	27 €	Διαμονή στο Κυριάκι
10/10/09	25€ (154km)	—	60 €	25 €	Διαμονή στην Ιτέα
11/10/09	37€ (312km)	2.70€	—	20.30 €	
19/10/09	42€ (390km)	6.40€	—	21.60 €	
16/04/10	53€ (450km)	6.40€	—	20.60 €	
ΣΥΝΟΛΟ :	190€ (1552km)	15.50€	130 €	114.50 €	
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ :					450€

1.3.4 Ύψος δέκτη

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	A/A ΗΜΕΡ.	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΝΑΡΞΗ	ΛΗΞΗ	Height (m)	Measured to	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
137058	ΑΓ.ΣΠΥΡΙΔΩΝ	282	9/10/2009	9:26:02	10:27:32	0.187	Bottom of antenna mount	043A & 007A
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	282	9/10/2009	7:44:17	8:46:32	0.188	Bottom of antenna mount	043A & 007A
188001	ΠΥΡΓΟΣ	282	9/10/2009	11:33:02	12:35:32	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	282	9/10/2009	17:43:32	18:45:02	0.188	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	282	9/10/2009	15:42:17	16:44:47	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188067	ΣΑΛΙΖΑ	283	10/10/2009	8:01:02	9:02:02	0.187	Bottom of antenna mount	015A & 014A
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	283	10/10/2009	15:05:47	16:07:02	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46015	ΑΓ.ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	283	10/10/2009	12:03:17	13:05:17	0.191	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46028	ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	283	10/10/2009	11:11:02	13:46:32	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	283	10/10/2009	19:26:17	20:27:02	0.438	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	283	10/10/2009	17:33:47	18:35:17	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	284	11/10/2009	17:50:17	18:52:32	0.190	Bottom of antenna mount	015A & 011A
46073	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	283	10/10/2009	9:44:32	10:46:02	0.190	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	284	11/10/2009	9:51:47	10:53:17	0.192	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	284	11/10/2009	12:01:17	13:02:32	0.186	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	284	11/10/2009	9:20:02	10:42:32	0.188	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	284	11/10/2009	15:46:47	16:46:02	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	284	11/10/2009	13:53:02	14:55:02	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 011A
126044	ΓΟΥΛΑΣ	284	11/10/2009	7:35:17	8:37:02	0.187	Bottom of antenna mount	015A & 011A
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	292	19/10/2009	12:36:32	13:37:17	0.187	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188098	ΑΗΛΙΑΣ	292	19/10/2009	9:14:32	10:15:02	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	292	19/10/2009	10:45:17	11:46:32	0.189	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	292	19/10/2009	7:29:47	8:30:47	0.440	Bottom of antenna mount	015A & 014A
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ ΙΩΑΝΝΟΥ	292	19/10/2009	15:19:32	16:22:47	0.187	Bottom of antenna mount	043A & 007A
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ.	106	16/04/2010	8:01:16	8:54:16	0.195	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188111	ΑΛΩΝΙΑ	106	16/04/2010	10:25:16	11:15:16	0.198	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188039	ΔΕΝΔΡΟ	106	16/04/2010	12:35:01	13:23:46	0.195	Bottom of antenna mount	015A & 014A
188017	ΘΥΜΑΡΙ	106	16/04/2010	14:13:31	15:00:16	0.199	Bottom of antenna mount	015A & 014A
137047	ΤΑΨΙΖΑ	106	16/04/2010	17:41:31	18:29:31	0.199	Bottom of antenna mount	043A & 007A

2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

2.1 Εισαγωγή μετρήσεων στο λογισμικό του TGO

Ανοίγοντας το πρόγραμμα TGO (Trimble Geomatics Office), επιλέγεται :

◆ Menu → Import → Survey → Survey devices → **OK**

Στο παράθυρο που ανοίγει, και με την προϋπόθεση ότι έχει ενωθεί ο δέκτης με τον H/Y χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σειριακό καλώδιο, επιλέγεται :

◆ GPS Recvr – 5000 Series: COM 1 → OPEN → επιλογή αρχείων → **OK**

Σημείωση : Αν στις επιλογές δεν υπάρχει η ένδειξη GPS Recvr – 5000 Series, θα πρέπει να ενημερωθεί χρησιμοποιώντας το CD (Survey and infrastructure receivers), επιλέγοντας Main → Update Software → Register Later → Next → Next → No → Finish.

Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα ένθετο παράθυρο με τις πληροφορίες για κάθε ένα αρχείο, όπως ο χρόνος έναρξης και λήξης των παρατηρήσεων.

Σε αυτό το ένθετο δίνεται το όνομα του κάθε τριγωνομετρικού σημείου (στήλη Name), το ύψος οργάνου (στήλη Antenna Height) και ο τρόπος μέτρησής του (στήλη Measure to) και επιλέγεται το πλήκτρο **OK**.

Με την ίδια διαδικασία κατεβαίνουν τα αρχεία που βρίσκονται στον άλλο δέκτη.

Για να εμφανισθούν τα ονόματα των κορυφών των βάσεων επιλέγεται δεξιά ενεργοποίηση στο κενό, στο παράθυρο του προγράμματος, και κατόπιν:

◆ point labels → name → **OK**

2.2 Πίνακας Επιλεγμένων Σταθμών Αναφοράς

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	φ			λ			Α/Α ΗΜΕΡΑΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΝΑΡΞΗ	ΛΗΞΗ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
137058	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	38	12	10.6968	23	7	2.7544	282	9/10/2009	9:26:02	10:27:32	043A & 007A
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	38	13	40.4941	23	12	24.1958	282	9/10/2009	7:44:17	8:46:32	043A & 007A
188001	ΠΥΡΓΟΣ	38	15	9.5222	22	59	9.7069	282	9/10/2009	11:33:02	12:35:32	015A & 014A
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	38	15	41.0847	22	48	14.6278	282	9/10/2009	17:43:32	18:45:02	015A & 014A
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	38	18	26.1268	22	50	38.1084	282	9/10/2009	15:42:17	16:44:47	015A & 014A
188067	ΣΑΛΙΖΑ	38	22	12.4085	22	47	23.6172	283	10/10/2009	8:01:02	9:02:02	015A & 014A
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	38	18	50.1861	22	36	20.0948	283	10/10/2009	15:05:47	16:07:02	015A & 011A
46015	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	38	19	16.5681	22	43	6.5959	283	10/10/2009	12:03:17	13:05:17	015A & 011A
46028	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	38	21	46.9406	22	40	58.4611	283	10/10/2009	11:11:02	13:46:32	015A & 011A
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	38	24	31.3653	22	31	58.3854	283	10/10/2009	19:26:17	20:27:02	015A & 011A
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	38	24	33.7544	22	36	33.7703	283	10/10/2009	17:33:47	18:35:17	015A & 011A
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	38	26	32.4599	22	32	59.7563	284	11/10/2009	17:50:17	18:52:32	015A & 011A
46073	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	38	27	20.2579	22	40	28.3564	283	10/10/2009	9:44:32	10:46:02	015A & 011A
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	38	20	38.5029	22	23	5.5364	284	11/10/2009	9:51:47	10:53:17	015A & 011A
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	38	22	57.4512	22	16	15.6998	284	11/10/2009	12:01:17	13:02:32	015A & 011A
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	38	24	33.1364	22	24	36.7651	284	11/10/2009	9:20:02	10:42:32	015A & 011A
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	38	24	36.2192	22	28	37.955	284	11/10/2009	15:46:47	16:46:02	015A & 011A
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	38	26	31.7997	22	20	0.2685	284	11/10/2009	13:53:02	14:55:02	015A & 011A
126044	ΓΟΥΛΑΣ	38	26	53.8639	22	25	59.5737	284	11/10/2009	7:35:17	8:37:02	015A & 011A
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	38	21	20.3328	22	56	38.5101	292	19/10/2009	12:36:32	13:37:17	015A & 014A
188098	ΑΗΛΙΑΣ	38	25	35.0587	22	51	4.801	292	19/10/2009	9:14:32	10:15:02	015A & 014A
188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	38	26	7.9525	22	49	23.1226	292	19/10/2009	10:45:17	11:46:32	015A & 014A
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	38	26	18.6142	22	55	38.3936	292	19/10/2009	7:29:47	8:30:47	015A & 014A
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ ΙΩΑΝΝ.	38	12	36.233	22	57	22.007	292	19/10/2009	15:19:32	16:22:47	043A & 007A
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤ.	38	23	9.9004	22	59	44.43	106	16/04/2010	8:01:16	8:54:16	015A & 014A
188111	ΑΛΩΝΙΑ	38	27	15,2539	22	51	29,5952	106	16/04/2010	10:25:16	11:15:16	015A & 014A
188039	ΔΕΝΔΡΟ	38	19	56,8778	22	45	10,8087	106	16/04/2010	12:35:01	13:23:46	015A & 014A
188017	ΘΥΜΑΡΙ	38	17	28,5419	22	45	26,9686	106	16/04/2010	14:13:31	15:00:16	015A & 014A
137047	ΤΑΨΙΖΑ	38	10	42,7741	23	2	19,3816	106	16/04/2010	17:41:31	18:29:31	043A & 007A

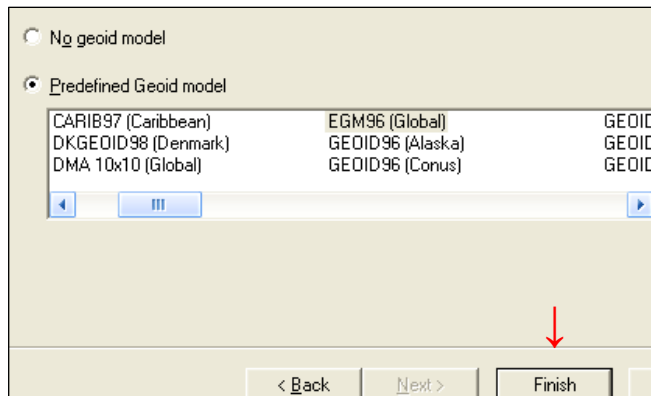
2.3 Επίλυση των βάσεων – Προσδιορισμός συντεταγμένων

Ανοίγοντας το πρόγραμμα TGO (Trimble Geomatics Office), επιλέγεται :

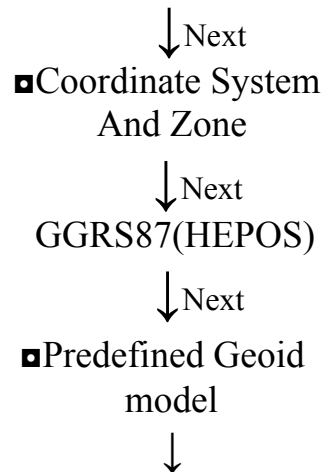
◆ File → New Project → Name (ονομασία αρχείου, π.χ HEPOS015) → **OK**

Επιλέγοντας OK, ανοίγει το παράθυρο με ονομασία :

Project Properties → Coordinate System → Change → New System



Φωτογραφία 2.1 Επιλογή Γεωειδούς.

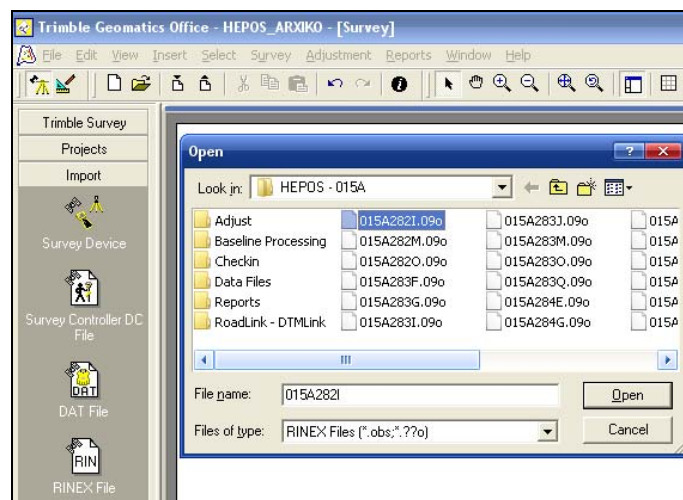


OK ← Apply ← Finish ← EGM96(Global)

Η εισαγωγή του συστήματος γίνεται μόνο μια φορά, μετά την εγκατάσταση του λογισμικού στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

◆ Από το μενού της αριστερής στήλης που εμφανίζεται στην οθόνη του TGO (Φωτ. 2.2), επιλέγεται :

Import → RINEX File → επιλογή Rinex (π.χ 015A282I.09ο) → Open → **OK**







Φωτογραφία 2.2 Εισαγωγή αρχείων Rinex.

Επισημαίνεται, ότι τα τέσσερα πρώτα ψηφία των αρχείων Rinex, αναφέρονται στον σταθμό αναφοράς που καταγράφονται οι μετρήσεις, τα τρία επόμενα στην ημέρα του έτους που έγινε η καταγραφή των παρατηρήσεων, και το τελευταίο ψηφίο στον διαχωρισμό της ώρας που μετρήθηκε.

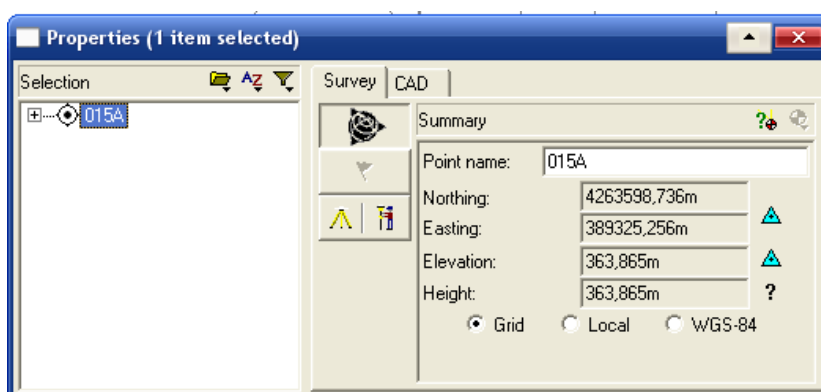
Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για την εισαγωγή όλων των Rinex αρχείων.

Η φορά του βέλους σε όλες τις βάσεις πρέπει να είναι από τη σταθερή κορυφή (μόνιμος σταθμός αναφοράς του HEPOS) προς το άγνωστο σημείο, ενώ για την αλλαγή φοράς του βέλους, επιλέγεται η βάση με αριστερή ενεργοποίηση → δεξιά ενεργοποίηση πάνω στη βάση → Reverse observation flowout.

♦ Στη συνέχεια επιλέγεται ο μόνιμος σταθμός αναφοράς του HEPOS που λύνει τη βάση (π.χ 015A) πατώντας πάνω στο ίχνος του με αριστερή ενεργοποίηση, και με δεξιά ενεργοποίηση επιλέγουμε :

Properties →  (Add a new Coordinate) → επιλογή Grid → επιλογή στο ? των Northing – Easting →  (Insert current value) → προκύπτουν οι συντεταγμένες σταθμού → επιλογή  → Control Quality → εμφανίζεται το σύμβολο , (αντίστοιχα στο ? του Elevation),

και προκύπτει το παράθυρο που παρουσιάζεται στην Φωτογραφία 2.3, στο οποίο δίνονται οι τελικές συντεταγμένες του σταθμού αναφοράς του HEPOS.



Φωτογραφία 2.3
Συν/νες σταθμού αναφοράς HEPOS.

◆ Για την επίλυση των βάσεων, επιλέγεται με αριστερή ενεργοποίηση η γκρι γραμμή που συνδέει το κάθε σημείο με τον σταθμό αναφοράς του HEPOS (π.χ 015A), και έπειτα :

Menu → Process → Process GPS Baselines → στοιχεία επίλυσης (ratio,variance,...,rms) → **Save** (η γκρι γραμμή χρωματίζεται κίτρινη, που σημαίνει ότι η βάση λύθηκε και είναι fixed).

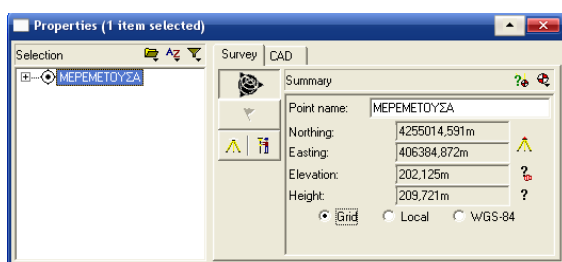
◆ Έπειτα στο Units and Format δηλώνονται οι συντεταγμένες να εμφανίζονται με (X,Y,Z) ως εξής :

File → Project Properties → Units and Format → Display WGS – 84 as → επιλογή X,Y,Z → Apply → **OK** (η διαδικασία αυτή γίνεται μόνο μια φορά κατά την πρώτη εισαγωγή αρχείων στο πρόγραμμα του TGO).

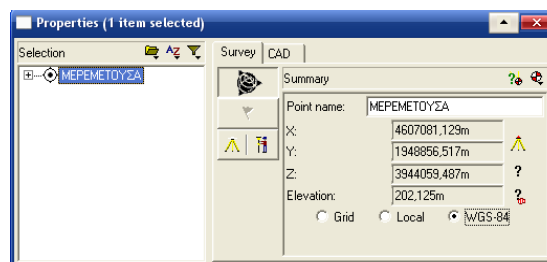
◆ Τέλος, επιλέγοντας κάθε σημείο, μετά την επίλυση της αντίστοιχης βάσης, με αριστερή ενεργοποίηση και πατώντας πάνω σε αυτό δεξιά ενεργοποίηση, και την επιλογή Properties προκύπτουν οι συντεταγμένες του σημείου ως εξής :

■ στο πεδίο Grid → συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 (Φωτ. 2.4).

■ στο πεδίο WGS-84 → συντεταγμένες στο HTRS07, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του αμφίδρομου μετασχηματισμού του Κτηματολογίου (Φωτ. 2.5).



Φωτογραφία 2.4
Συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ'87.



Φωτογραφία 2.5
Συντεταγμένες στο HTRS07.

2.4 Προσδιορισμός Συντεταγμένων

2.4.1 Συντεταγμένες των σημείων στο ΕΓΣΑ '87 με χρήση του TGO

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟ Γ.Υ.Σ (m)			ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟ TGO (m)			Δx (m)	Δy (m)	ΔH (m)	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	
		x	y	H*	x	y	H*				ΚΟΝΤ.	ΜΑΚΡ.
137047	ΤΑΨΙΖΑ	415806.027	4226062.221	254.409	415806.007	4226062.147	253.906	0.020	0.074	0.503	043A	
					415806.006	4226062.143	253.918	-0.021	-0.078	0.491		007A
137058	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	422726.198	4228703.589	97.025	422726.199	4228703.615	96.806	-0.001	-0.026	0.219	043A	
					422726.202	4228703.614	96.825	-0.004	-0.025	0.200		007A
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	430567.808	4231400.594	350.55	430567.825	4231400.618	350.598	-0.017	-0.024	-0.048	007A	
					430567.828	4231400.624	350.586	-0.020	-0.030	-0.036		043A
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	408610.367	4229637.543	50.06	408610.391	4229637.577	49.576	-0.024	-0.034	0.484	043A	
					408610.403	4229637.574	49.557	-0.036	-0.031	0.503		007A
188001	ΠΥΡΓΟΣ	411281.307	4234333.184	226.005	411281.335	4234333.209	225.810	-0.028	-0.025	0.195	014A	
					411281.316	4234333.200	225.806	-0.009	-0.016	0.199		015A
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	395371.983	4235496.164	441.745	395372.026	4235496.134	441.292	-0.043	0.030	0.453	015A	
					395372.037	4235496.143	441.308	-0.054	0.021	0.437		014A
188017	ΘΥΜΑΡΙ	391341.926	4238862.037	244.124	391341.983	4238861.948	243.592	-0.057	0.089	0.532	015A	
					391341.980	4238861.981	243.570	-0.054	0.056	0.554		014A
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	398922.527	4240538.929	1244.647	398922.535	4240538.916	1244.806	-0.008	0.013	-0.159	015A	
					398922.548	4240538.932	1244.815	-0.021	-0.003	-0.168		014A
188039	ΔΕΝΔΡΟ	391011.059	4243439.535	699.287	391011.069	4243439.516	699.212	-0.010	0.019	0,075	015A	
					391011.082	4243439.545	699.203	-0.023	-0.010	0,084		014A
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.023	4245803.726	534.198	407737.010	4245803.749	534.228	0.013	-0.023	-0.030	015A	
					407737.028	4245803.761	534.246	-0.005	-0.035	-0.048		014A
188067	ΣΑΛΙΖΑ	394290.261	4247574.172	999.384	394290.294	4247574.194	999.543	-0.033	-0.022	-0.159	015A	
					394290.303	4247574.199	999.578	-0.042	-0.027	-0.194		014A
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	412286.200	4249130.585	170.781	412286.232	4249130.603	170.679	-0.032	-0.018	0.102	015A	
					412286.238	4249130.619	170.659	-0.038	-0.034	0.122		014A
188098	ΑΗΛΙΑΣ	399735.357	4253751.981	396.566	399735.379	4253751.996	396.532	-0.022	-0.015	0.034	015A	
					399735.392	4253752.018	396.570	-0.035	-0.037	-0.004		014A

188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.867	4254796.993	300.8	397282.878	4254797.008	300.823	-0.011	-0.015	-0.023	015A	
					397282.869	4254797.012	300.855	-0.002	-0.019	-0.055		014A
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.865	4255014.581	202.35	406384.874	4255014.592	202.123	-0.009	-0.011	0.227	015A	
					406384.874	4255014.613	202.149	-0.009	-0.032	0.201		014A
188111	ΑΛΩΝΙΑ	400374.819	4256832.902	308.94	400374.850	4256832.917	308.821	-0.031	-0.015	0.119	015A	
					400374.856	4256832.936	308.822	-0.037	-0.034	0.118		014A
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	378094.754	4241568.088	25.901	378094.738	4241568.101	25.327	0.016	-0.013	0.574	015A	
					378094.747	4241568.100	25.348	0.007	-0.012	0.553		011A
46015	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	387978.058	4242238.326	407.336	387978.062	4242238.328	407.023	-0.004	-0.002	0.313	015A	
					387978.072	4242238.340	407.044	-0.014	-0.014	0.292		011A
46028	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	384932.693	4246917.124	84.486	384932.685	4246917.151	84.241	0.008	-0.027	0.245	015A	
					384932.696	4246917.162	84.251	-0.003	-0.038	0.235		011A
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	371906.151	4252183.106	773.746	371906.142	4252183.136	773.741	0.009	-0.030	0.005	015A	
					371906.157	4252183.137	773.730	-0.006	-0.031	0.016		011A
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	378586.422	4252153.243	869.84	378586.412	4252153.264	869.963	0.010	-0.021	-0.123	015A	
					378586.423	4252153.263	869.969	-0.001	-0.020	-0.129		011A
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	373453.364	4255892.243	974.751	373453.370	4255892.275	975.000	-0.006	-0.032	-0.249	015A	
					373453.380	4255892.282	974.919	-0.016	-0.039	-0.168		011A
46073	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	384349.775	4257201.781	519.66	384349.784	4257201.796	519.921	-0.009	-0.015	-0.261	015A	
					384349.792	4257201.808	519.916	-0.017	-0.027	-0.256		011A
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	358856.675	4245221.178	103.109	358856.674	4245221.208	102.248	0.001	-0.030	0.861	011A	
					358856.665	4245221.195	102.255	0.010	-0.017	0.854		015A
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	348987.65	4249684.463	500.137	348987.666	4249684.482	499.638	-0.016	-0.019	0.499	011A	
					348987.661	4249684.469	499.65	-0.011	-0.006	0.487		015A
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	361195.962	4252415.26	32.75	361195.975	4252415.295	32.16	-0.013	-0.035	0.590	011A	
					361195.967	4252415.282	32.171	-0.005	-0.022	0.579		015A
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	367047.368	4252411.544	549.43	367047.365	4252411.567	549.215	0.003	-0.023	0.215	015A	
					367047.378	4252411.576	549.151	-0.010	-0.032	0.279		011A
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	354555.885	4256191.517	638.66	354555.881	4256191.579	638.603	0.004	-0.062	0.057	011A	
					354555.866	4256191.582	638.634	0.019	-0.065	0.026		015A
126044	ΓΟΥΛΑΣ	363278.16	4256718.794	93.52	363278.193	4256718.841	93.382	-0.033	-0.047	0.138	015A	
					363278.207	4256718.850	93.375	-0.047	-0.056	0.145		011A

* Το υψόμετρο (H) αναφέρεται στην κεφαλή του βάρου.

2.4.2 Συντεταγμένες των σημείων στο ΕΓΣΑ '87 με χρήση του μετασχηματισμού του Κτηματολογίου

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟ Γ.Υ.Σ (m)			ΣΥΝΤ/ΝΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤ. (m)		ΔΧ (m)	ΔΥ (m)	ΚΑΝΝΑΒΟΣ (m)		ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	
		Χ	Υ	Η*	Χ	Υ			δχ	δγ	ΚΟΝΤ	ΜΑΚΡ
137047	ΤΑΨΙΖΑ	415806.027	4226062.221	254.409	415806.008	4226062.144	0.019	0.077	0.485	0.172	043A	
					415806.006	4226062.141	0.021	0.080				007A
137058	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	422726.198	4228703.589	97.025	422726.196	4228703.615	0.002	-0.026	0.549	0.216	043A	
					422726.198	4228703.614	0.000	-0.025				007A
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	430567.808	4231400.594	350.55	430567.825	4231400.623	-0.017	-0.029	0.521	0.185	007A	
					430567.827	4231400.629	-0.019	-0.035				043A
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	408610.367	4229637.543	50.06	408610.391	4229637.576	-0.024	-0.033	0.509	0.082	043A	
					408610.403	4229637.574	-0.036	-0.031				007A
188001	ΠΥΡΓΟΣ	411281.307	4234333.184	226.005	411281.336	4234333.211	-0.029	-0.027	0.460	0.093	014A	
					411281.316	4234333.202	-0.009	-0.018				015A
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	395371.983	4235496.164	441.745	395372.026	4235496.135	-0.043	0.029	0.509	-0.073	015A	
					395372.037	4235496.143	-0.054	0.021				014A
188017	ΘΥΜΑΡΙ	391341.926	4238862.037	244.124	391341.983	4238861.949	-0.057	0.088	0.429	-0.107	015A	
					391341.980	4238861.982	-0.054	0.055				014A
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	398922.527	4240538.929	1244.647	398922.535	4240538.916	-0.008	0.013	0.490	-0.030	015A	
					398922.548	4240538.933	-0.021	-0.004				014A
188039	ΔΕΝΔΡΟ	391011.059	4243439.535	699.287	391011.069	4243439.516	-0.010	0.019	0.379	-0.090	015A	
					391011.082	4243439.546	-0.023	-0.011				014A
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	407737.023	4245803.726	534.198	407737.011	4245803.749	0.012	-0.023	0.413	0.098	015A	
					407737.029	4245803.761	-0.006	-0.035				014A
188067	ΣΑΛΙΖΑ	394290.261	4247574.172	999.384	394290.293	4247574.193	-0.032	-0.021	0.403	-0.012	015A	
					394290.302	4247574.199	-0.041	-0.027				014A
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	412286.200	4249130.585	170.781	412286.233	4249130.603	-0.033	-0.018	0.395	0.151	015A	
					412286.239	4249130.619	-0.039	-0.034				014A
188098	ΑΗΛΙΑΣ	399735.357	4253751.981	396.566	399735.378	4253751.996	-0.021	-0.015	0.372	0.078	015A	
					399735.390	4253752.018	-0.033	-0.037				014A

188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	397282.867	4254796.993	300.8	397282.879	4254797.008	-0.012	-0.015	0.327	0.067	015A	
					397282.870	4254797.012	-0.003	-0.019				014A
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	406384.865	4255014.581	202.35	406384.875	4255014.591	-0.010	-0.010	0.359	0.136	015A	
					406384.874	4255014.613	-0.009	-0.032				014A
188111	ΑΛΩΝΙΑ	400374.819	4256832.902	308.94	400374.849	4256832.917	-0.030	-0.015	0.332	0.091	015A	
					400374.855	4256832.936	-0.036	-0.034				014A
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	378094.754	4241568.088	25.901	378094.738	4241568.104	0.016	-0.016	0.307	-0.171	015A	
					378094.747	4241568.103	0.007	-0.015				011A
46015	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	387978.058	4242238.326	407.336	387978.064	4242238.330	-0.006	-0.004	0.342	-0.125	015A	
					387978.073	4242238.342	-0.015	-0.016				011A
46028	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	384932.693	4246917.124	84.486	384932.687	4246917.151	0.006	-0.027	0.262	-0.084	015A	
					384932.697	4246917.162	-0.004	-0.038				011A
46048	ΠΡΦ.ΗΛΙΑΣ	371906.151	4252183.106	773.746	371906.142	4252183.135	0.009	-0.029	0.178	-0.100	015A	
					371906.157	4252183.137	-0.006	-0.031				011A
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	378586.422	4252153.243	869.84	378586.413	4252153.263	0.009	-0.020	0.196	-0.041	015A	
					378586.424	4252153.263	-0.002	-0.020				011A
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	373453.364	4255892.243	974.751	373453.370	4255892.273	-0.006	-0.030	0.163	-0.047	015A	
					373453.380	4255892.281	-0.016	-0.038				011A
46073	ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ	384349.775	4257201.781	519.66	384349.783	4257201.796	-0.008	-0.015	0.198	0.035	015A	
					384349.79	4257201.808	-0.015	-0.027				011A
126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	358856.675	4245221.178	103.109	358856.673	4245221.208	0.002	-0.030	0.208	-0.194	011A	
					358856.664	4245221.195	0.011	-0.017				015A
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	348987.65	4249684.463	500.137	348987.665	4249684.485	-0.015	-0.022	0.100	-0.402	011A	
					348987.659	4249684.473	-0.009	-0.010				015A
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	361195.962	4252415.26	32.75	361195.976	4252415.295	-0.014	-0.035	0.088	-0.219	011A	
					361195.970	4252415.282	-0.008	-0.022				015A
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	367047.368	4252411.544	549.43	367047.365	4252411.568	0.003	-0.024	0.138	-0.167	015A	
					367047.378	4252411.576	-0.010	-0.032				011A
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	354555.885	4256191.517	638.66	354555.880	4256191.578	0.005	-0.061	0.083	-0.252	011A	
					354555.864	4256191.582	0.021	-0.065				015A
126044	ΓΟΥΛΑΣ	363278.16	4256718.794	93.52	363278.193	4256718.841	-0.033	-0.047	0.062	-0.197	015A	
					363278.207	4256718.850	-0.047	-0.056				011A

* Το υψόμετρο (H) αναφέρεται στην κεφαλή του βάρου.

2.4.3 Συντεταγμένες των σημείων στο HTRS07

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	Χ (m)	Υ (m)	Ζ (m)	Σταθμός Αναφ	
					ΚΟΝΤ	ΜΑΚΡ
137047	ΤΑΨΙΖΑ	4619783.502	1964826.222	3921448.617	043A	
		4619783.514	1964826.225	3921448.622		007A
137058	ΑΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ	4615424.859	1970464.860	3923482.372	043A	
		4615424.872	1970464.868	3923482.383		007A
137068	ΚΟΚΚΙΝΙΑ	4610957.666	1977059.125	3925814.962	007A	
		4610957.679	1977059.128	3925814.965		043A
296026	ΟΡΜΟΣ ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ	4620471.226	1957257.035	3924071.706	043A	
		4620471.209	1957257.041	3924071.692		007A
188001	ΠΥΡΓΟΣ	4616883.353	1958581.296	3927893.528	014A	
		4616883.344	1958581.313	3927893.538		015A
188003	ΧΕΡΟΒΟΥΝΟ	4622680.080	1943739.771	3928790.930	015A	
		4622680.083	1943739.784	3928790.947		014A
188017	ΘΥΜΑΡΙ	4622222.343	1939127.479	3931269.505	015A	
		4622222.309	1939127.461	3931269.516		014A
188027	ΟΜΟΡΦΗ ΛΑΚΚΑ	4619002.219	1945975.717	3933283.782	015A	
		4619002.212	1945975.728	3933283.801		014A
188039	ΔΕΝΔΡΟ	4620088.790	1937806.823	3935141.021	015A	
		4620088.761	1937806.825	3935141.039		014A
188059	ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	4612013.696	1952527.737	3937057.304	015A	
		4612013.701	1952527.759	3937057.330		014A
188067	ΣΑΛΙΖΑ	4616666.508	1939868.035	3938605.062	015A	
		4616666.526	1939868.052	3938605.088		014A
188076	ΒΟΥΡΛΟΥΚΑ ΠΑΤΗΜΑ	4608059.029	1955753.664	3939480.521	015A	
		4608059.003	1955753.659	3939480.521		014A
188098	ΑΗΛΙΑΣ	4610571.438	1943126.900	3943128.162	015A	
		4610571.447	1943126.917	3943128.202		014A
188101	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	4610878.388	1940580.141	3943863.194	015A	
		4610878.413	1940580.142	3943863.217		014A
188103	ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	4607081.126	1948856.518	3944059.487	015A	
		4607081.133	1948856.520	3944059.520		014A
188111	ΑΛΩΝΙΑ	4608504.508	1942908.330	3945493.602	015A	
		4608504.496	1942908.331	3945493.618		014A
46011	ΤΡΑΧΗΛΟΣ	4625747.949	1926199.345	3933109.552	015A	
		4625747.962	1926199.361	3933109.565		011A
46015	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	4621754.352	1935233.295	3933984.674	015A	
		4621754.357	1935233.307	3933984.697		011A
46028	ΑΓ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ	4620067.87	1931154.816	3937421.02	015A	
		4620067.867	1931154.826	3937421.035		011A
46048	ΠΡΦ. ΗΛΙΑΣ	4622698.869	1918051.131	3941823.081	015A	
		4622698.855	1918051.141	3941823.076		011A
46050	ΣΤΕΝΑ ΠΗΓΑΔΙΑ	4620161.691	1924232.966	3941940.740	015A	
		4620161.691	1924232.978	3941940.744		011A
46066	ΤΣΟΥΤΟ ΗΛΙΑ	4620130.168	1918596.987	3944873.747	015A	
		4620130.101	1918596.97	3944873.703		011A
46073	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	4614772.547	1928150.511	3945745.382	015A	
		4614772.535	1928150.514	3945745.389		011A

126003	ΤΡΑΧΗΛΑΣ	4631272.975	1907599.266	3935776.621	011A	
		4631272.959	1907599.268	3935776.627		015A
126018	ΚΟΤΣΙΛΟΡΑΧΗ	4632880.809	1897503.164	3939382.488	011A	
		4632880.791	1897503.162	3939382.490		015A
126025	ΑΚΡΩΤ.ΤΡΙΠΟΡΙ	4626225.595	1907914.365	3941404.894	011A	
		4626225.613	1907914.366	3941404.890		015A
126026	ΚΕΦΑΛΟΓΛΑΝΙ	4624311.665	1913455.218	3941800.768	015A	
		4624311.609	1913455.208	3941800.735		011A
126041	ΑΝΑΣΚΕΛΟ	4627114.425	1901027.165	3944648.189	011A	
		4627114.452	1901027.159	3944648.211		015A
126044	ΓΟΥΛΑΣ	4623010.686	1908760.725	3944842.327	015A	
		4623010.671	1908760.734	3944842.330		011A

2.4.4 Συντεταγμένες των 5 σημείων στο HTRS07, κατά την επίλυση με τον εικονικό σταθμό αναφοράς (VRS)

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	X (m)	Y (m)	Z (m)	Σταθμός Αναφοράς.
ΛΙΘΑΡΙ ΛΕΧΩΝΑΣ	4612013.706	1952527.746	3937057.322	Virtual_360
ΑΗΛΙΑΣ	4610571.465	1943126.920	3943128.188	Virtual_360
ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	4610878.405	1940580.143	3943863.202	Virtual_360
ΜΕΡΕΜΕΤΟΥΣΑ	4607081.195	1948856.530	3944059.514	Virtual_360
ΟΡΜΟΣ ΑΓ. ΙΩΑΝΝ.	4620471.226	1957257.023	3924071.688	Virtual_361