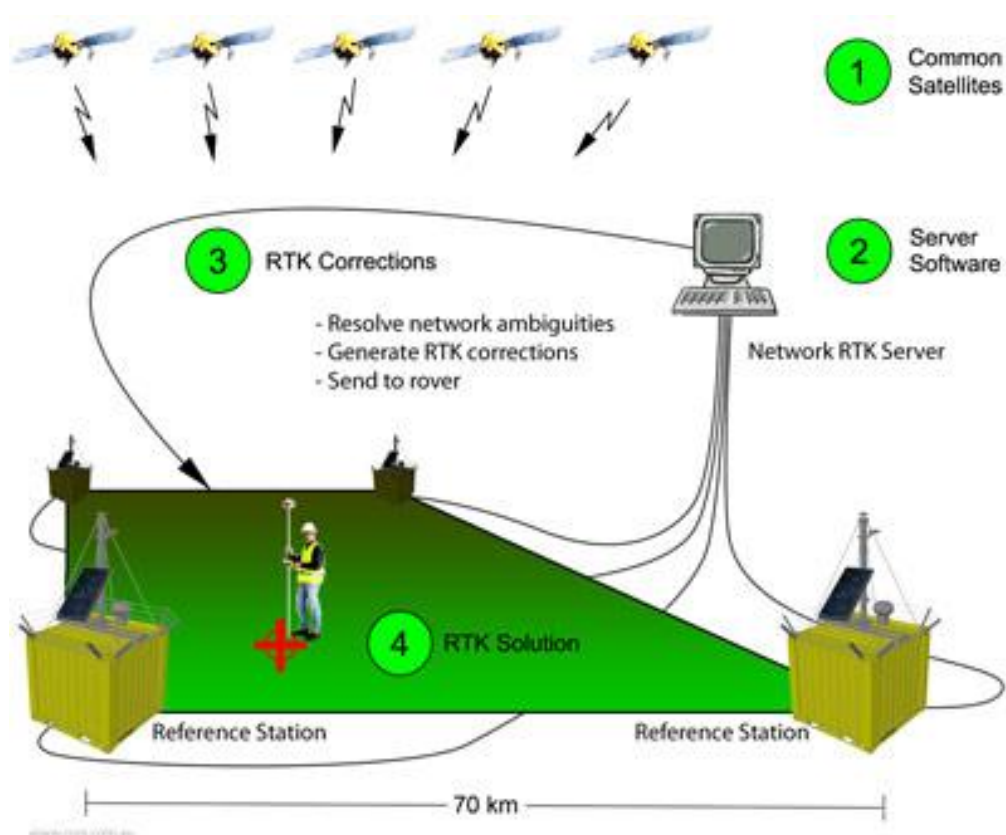




ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ RTK ΜΕ ΜΟΝΙΜΟ ΣΤΑΘΜΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ



Διπλωματική Εργασία

Φραγκάλας Νίκος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Τσακίρη Μαρία

Επικ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Περίληψη

Η συνεχής εξέλιξη των παγκόσμιων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO) οδήγησε στη δημιουργία δικτύων μόνιμων σταθμών αναφοράς καθώς και στη χρήση των τεχνικών δικτυακού DGPS και RTK. Καθώς οι τεχνικές αυτές εξελίσσονται, η χρήση τους έχει βρει ευρεία εφαρμογή τα τελευταία χρόνια στην αστική αποτύπωση.

Συμβαδίζοντας με αυτή την εξέλιξη, δημιουργήθηκαν στην Ελλάδα Μόνιμοι Σταθμοί Αναφοράς GPS καθώς επίσης και Δίκτυα αυτών.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται εφαρμογή της κλασικής μεθόδου αστικών αποτυπώσεων και της τεχνικής RTK με λήψη διορθώσεων από ένα Μόνιμο Σταθμό Αναφοράς (Single – Base RTK). Η τεχνική αυτή πραγματοποιήθηκε με δέκτες δύο εταιριών. Σκοπός είναι η εφαρμογή της τεχνικής RTK και η αξιολόγηση της ακρίβειάς της στις αστικές αποτυπώσεις.

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκαν 4 οικοδομικά τετράγωνα στην περιοχή της Φιλοθέης Αττικής, τα οποία απέχουν από τους σταθμούς αναφοράς των 2 εταιριών που βρίσκονται στην περιοχή του Αμαρουσίου και της Μεταμόρφωσης, περίπου 4100 και 4600 μέτρα αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνικής RTK, για κάθε δέκτη, συγκρίνονται με τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου της κλασικής ταχυμετρίας, καθώς επίσης και μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο προσδιορισμός των συντεταγμένων με τη χρήση της τεχνικής RTK, έχει μία ακρίβεια της τάξης των λίγων εκατοστών, κάτι που καθιστά χρήσιμη την εφαρμογή αυτής της μεθόδου.

Summary

The continuous development of the Global Navigation Satellite Systems GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO), has led to the creation of Networks of Permanent Reference Stations and to the use of network positioning techniques such as DGPS and RKT. Through the constant development of these techniques, a wide variety of their applications in urban surveying has been found in recent years.

Following these developments, Permanent GPS Stations and Networks were created in Greece.

In the present work, takes place the application of the classical method of urban surveying and the application of the RTK technique with adjustment recordings from a Permanent Reference Station (Single – Base RTK). This technique was implemented with the use of receivers from two different companies. The aim of this work is the application of the RTK technique and the evaluation of its precision in urban surveying.

In the area of Filothei, Attica, four building blocks was the chosen region of study, blocks that are 4100 and 4600 meters away from the Reference Stations of the two different companies, which are placed in region of Amarousio and Metamorphosis respectively.

Results collected from the application of the RTK technique, for each one of the receivers, were compared with results of the application of the classic tacheometry, and also compared with one another. The results of the comparisons show that the positioning accuracy ranks at only a few centimeters, something that supports the application of this technique as useful.

Εισαγωγικό σημείωμα

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας του Τομέα Τοπογραφίας της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., υπό την επίβλεψη της Επίκουρου Καθηγήτριας Μαρίας Τσακίρη, η οποία διατύπωσε το αντικείμενο της εργασίας αυτής σύμφωνα με τα ειδικά μου ενδιαφέροντα. Θέλω να της εκφράσω τις ευχαριστίες μου για τη συνεχή της στήριξη και καθοδήγηση σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής, τον κ. Γκίκα Βασίλειο και τον κ. Πανταζή Γεώργιο, Επίκουρους Καθηγητές του Ε.Μ.Π. για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Ευχαριστίες αρμόζουν επίσης στο Τεχνικό Γραφείο Αδερφών Λεγάκη για τα δεδομένα που μου παραχωρήθηκαν.

Ευχαριστώ επίσης τους φίλους μου και συναδέλφους, Καρατζιά Ιωάννη και Ρουμελιώτη Αλέξανδρο, για τη συμμετοχή τους στη διαδικασία των μετρήσεων και για τη γενικότερη βοήθειά τους.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και όλους τους φίλους μου και συμφοιτητές μου, που με τον τρόπο τους, με στήριξαν σ' αυτή μου την προσπάθεια.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Η τεχνολογία RTK στην αστική αποτύπωση.....	1
1.2 Στόχος της εργασίας.....	3
1.3 Δομή της εργασίας.....	3
Κεφάλαιο 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΩΝ: Η ΜΕΘΟΔΟΣ RTK ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.....	5
2.1 Μέθοδοι αστικών αποτυπώσεων και υπολογισμός ακρίβειας.....	5
2.2 Αστικές αποτυπώσεις με δορυφορικά συστήματα.....	6
2.3 Ακρίβεια αστικών αποτυπώσεων RTK.....	14
2.4 Ανάπτυξη - ανάλυση RTK: Το σύστημα HEPOS.....	14
2.5 Συστήματα αναφοράς της κάθε εταιρείας που Χρησιμοποιήθηκαν.....	15
Κεφάλαιο 3. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ.....	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Επιλογή περιοχής μελέτης.....	21
3.3 Τοπογραφικά όργανα.....	23
3.3.1 LEICA TCR805 Power.....	23
3.3.2 Leica GPS1200+ Series High performance GNSS System.....	24
3.3.2.1 ATX1230GG.....	27

3.3.3 Z-MAX.NET.....	27
3.4 Διαδικασία μετρήσεων.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	37
4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Αποτελέσματα.....	37
4.2.1 Αποτελέσματα-επίλυση όδευσης και ακρίβειες.....	37
4.3 Αποτελέσματα RTK.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	61
5.1 Εισαγωγή.....	61
5.2 Συμπεράσματα.....	61
5.3 Προτάσεις.....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65

Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η τεχνολογία RTK στην αστική αποτύπωση

Η χρήση των παγκόσμιων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης, όπως GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO) έχει βρει ευρεία εφαρμογή τα τελευταία χρόνια στην αστική αποτύπωση (CNAGA, 2009). Καθώς οι τεχνικές και οι μεθοδολογίες εξελίσσονται, επιδιώκεται η αύξηση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, και ταυτόχρονα η μείωση του κόστους και του απαιτούμενου χρόνου παραμονής στο ύπαιθρο για τις μετρήσεις (Βαρελάς, 2009). Στα πλαίσια αυτά, τα συστήματα GNSS αποτελούν την πιο διαδεδομένη και διαρκώς εξελισσόμενη τεχνική της γεωδαισίας, και ειδικότερα της δορυφορικής γεωδαισίας. Οι σημερινές μέθοδοι της δορυφορικής γεωδαισίας είναι πλέον εξελιγμένες σε ακριβή μέσα προσδιορισμού θέσεων, και βρίσκουν εφαρμογή σε πολλούς τομείς, όπως για παράδειγμα στον προσδιορισμό συστημάτων αναφοράς και στον έλεγχο των μετακινήσεων (Βαρελάς, 2009).

Η συνεχής εξέλιξη των GNSS οδήγησε στη δημιουργία δικτύων μόνιμων σταθμών αναφοράς. Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι, ενώ μέχρι σήμερα για μετρήσεις πραγματικού χρόνου αλλά και μετεπεξεργασίας, απαιτούνταν δύο δέκτες, πλέον τον δεύτερο δέκτη έχει αντικαταστήσει ο μόνιμος σταθμός αναφοράς. Έτσι, είναι πλέον δυνατό να πραγματοποιούνται μετρήσεις με την ύπαρξη ενός και μόνο δέκτη. Επίσης, στην εξέλιξη των GNSS εντάσσεται η δυνατότητα αποστολής διορθώσεων πραγματικού χρόνου μέσω διαδικτύου, αντί μέσω ραδιοζεύξης. Τα δεδομένα των μετρήσεων του σταθμού αναφοράς αποθηκεύονται σε server από όπου μπορούν να ανακτηθούν για μετεπεξεργασία.

Μια σημαντική εξέλιξη των μεθόδων σχετικού προσδιορισμού θέσης, όπου η επεξεργασία των αποτελεσμάτων γίνεται εκ των υστέρων, αποτελούν οι τεχνικές προσδιορισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο (Αφεντουλίδου, 2008). Η DGPS (διαφορικός εντοπισμός με χρήση του κώδικα του φέροντος κύματος) και η RTK (διαφορικός εντοπισμός με χρήση φάσης σε πραγματικό χρόνο)

είναι τέτοιου είδους τεχνικές, εκ των οποίων περισσότερο διαδεδομένη είναι η τεχνική RTK.

Η μέθοδος RTK (Real-Time Kinematic) είναι ο διαφορικός εντοπισμός με χρήση της φάσης του φέροντος κύματος σε πραγματικό χρόνο. Όταν ένας δέκτης έχει επιλύσει την ασάφεια φάσης, η ακρίβεια στον υπολογισμό της θέσης κυμαίνεται από 0.5 έως 2 cm οριζοντιογραφικά και από 1 έως 3 cm υψομετρικά (ανάλογα με την ικανότητα της κεραίας να εξαλείφει το "multipath") (Leick, 1990, Seeber, 1993).

Επομένως, για τις μετρήσεις RTK η σημαντικότερη παράμετρος είναι η επίλυση της ασάφειας φάσης. Το πιο κρίσιμο ερώτημα αφορά το μέγεθος του χρονικού διαστήματος που χρειάζεται για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης αξιόπιστα από την στιγμή που ο δέκτης λαμβάνει σήματα από τους δορυφόρους. Σε περίπτωση που δεν επιλυθεί σωστά η ασάφεια φάσης τότε είναι σαν να έχουν διαβαστεί λάθος οι διαβαθμίσεις των μέτρων και να δίνεται έμφαση στην ανάγνωση των χιλιοστών.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί οι Μόνιμοι Σταθμοί Αναφοράς για την υποστήριξη των γεωδαιτικών εφαρμογών υψηλής ακριβείας. Η λειτουργία τους περιλαμβάνει την 24ωρη πρόσβαση των χρηστών του δικτύου GPS σε προϊόντα GPS και σε πραγματικό χρόνο μέσω σταθερών σημείων αναφοράς, προσδιορισμένων με υψηλή ακρίβεια και εξοπλισμένων με δέκτες GPS τελευταίας τεχνολογίας για τη συγκέντρωση και την αποστολή δεδομένων από και προς τους χρήστες (<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>).

Οι εξελίξεις και βελτιώσεις στα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού, στη γεωδαισία και στους Μόνιμους Σταθμούς Αναφοράς οδήγησαν στην εμφάνιση των Δικτύων Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς με τη χρήση των τεχνικών του δικτυακού RTK. Οι τεχνικές του δικτυακού RTK έχουν μεγάλη ακρίβεια, της τάξης του εκατοστού, με μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και παρατηρήσεις φάσης, ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα λειτουργίας σε αποστάσεις αρκετών δεκάδων χιλιομέτρων από τον πλησιέστερο Μόνιμο Σταθμό Αναφοράς, με απόδοση ισάξια της κλασσικής μεθόδου RTK, η οποία

λειτουργεί σε συγκριτικά πολύ μικρότερες αποστάσεις (<http://www.jgc.gr/jgc/default.asp>).

Μια σημαντική εφαρμογή στην Ελλάδα είναι το σύστημα HEPOS, που δημιουργήθηκε το 2009 από την Κτηματολόγιο Α.Ε.. Το σύστημα αυτό αποτελεί το πρώτο Ελληνικό Δίκτυο Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς GPS και παρέχει υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης (Φωτίου και Πικριδάς,2006).

1.2 Στόχος της εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εφαρμογή και αξιολόγηση της τεχνικής RTK στην αστική αποτύπωση με χρήση μόνιμων σταθμών αναφοράς με GPS, των εταιριών LEICA και JGC.

Επιμέρους στόχους της διπλωματικής εργασίας αποτελούν:

- η αξιολόγηση της ακρίβειας των τεχνικών RTK
- ο έλεγχος της οριζοντιογραφικής και υψομετρικής ακρίβειας έτσι όπως υπολογίζεται από τον δέκτη, ως προς τις προδιαγραφές του κατασκευαστή
- η επεξεργασία των μετρήσεων (total station)
- η εξαγωγή των αποτελεσμάτων RTK για τα σημεία υπό διερεύνηση, καθώς και η σύγκριση των μετρήσεων.

1.3 Δομή της εργασίας

Στο **Κεφάλαιο 1** της εργασίας περιγράφονται εισαγωγικά στοιχεία για τις τεχνικές γεωδαισίας και συγκεκριμένα την RTK, καθώς και ο προβληματισμός της εργασίας, αναφορικά με τη συνήθη πρακτική και τις δυσκολίες και απαιτήσεις ακρίβειας των αστικών αποτυπώσεων και τη χρήση δορυφορικών συστημάτων έναντι των συμβατικών. Τέλος περιγράφεται η δομή της εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται οι μέθοδοι των αστικών αποτυπώσεων, και συζητείται η σημασία της ακρίβειας των μετρήσεων με την ανάλυση RTK. Επίσης περιγράφονται τα συστήματα αναφοράς της κάθε εταιρείας που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζονται αναλυτικά οι εργασίες πεδίου που πραγματοποιήθηκαν, η περιοχή μελέτης που επιλέχθηκε, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν, οι προδιαγραφές τους, οι ακρίβειες, τα αποτελέσματα της τεχνικής RTK, καθώς και τα προβλήματα που υπήρξαν κατά την εφαρμογή της.

Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφεται η επεξεργασία των μετρήσεων (total station), τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία, η επίλυση της όδευσης, η επίλυση της ταχυμετρίας, τα αποτελέσματα RTK των σημείων, καθώς και η σύγκριση των μετρήσεων.

Τέλος στο **Κεφάλαιο 5** εξάγονται τα συμπεράσματα της εργασίας και δίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Κεφάλαιο 2

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΩΝ: Η ΜΕΘΟΔΟΣ RTK ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

2.1 Μέθοδοι αστικών αποτυπώσεων και υπολογισμός ακρίβειας

Οι μέθοδοι αστικών αποτυπώσεων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις τοπογραφικές αστικές αποτυπώσεις και τις αστικές αποτυπώσεις με δορυφορικά συστήματα.

Τοπογραφική ή ταχυμετρική αποτύπωση είναι η αποτύπωση κατά την οποία γίνεται ταυτόχρονα προσδιορισμός της οριζόντιας προβολής και των υψομέτρων του τμήματος της φυσικής γήινης επιφάνειας. Τα τοπογραφικά διαγράμματα που προκύπτουν από τη διαδικασία αυτή περιλαμβάνουν σημεία λεπτομερειών και ισοϋψείς καμπύλες (CNAGA, 2009).

Αντικείμενο της εργασίας αυτής αποτελεί η αστική αποτύπωση με δορυφορικά συστήματα, και ειδικότερα με την τεχνική RTK. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι μέθοδοι αστικών αποτυπώσεων με δορυφορικά συστήματα, και γίνεται ανάλυση της τεχνικής RTK.

Ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της ακρίβειας της τεχνικής RTK. Η ακρίβεια περιγράφει το κατά πόσο διαφέρει το αποτέλεσμα της μέτρησης από την πραγματική (ορθή) θέση του σημείου. Ο υπολογισμός της ακρίβειας γίνεται μέσω αλγορίθμων του κάθε κατασκευαστή, που εξαρτώνται από τον αριθμό και την γεωμετρία των κοινών δορυφόρων και το κατά πόσο μπορεί να επιλυθούν οι ασάφειες φάσης. Τέλος, στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται τα συστήματα αναφοράς των δύο εταιρειών, που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία.

2.2 Αστικές αποτυπώσεις με δορυφορικά συστήματα

Τα συστήματα δορυφορικού εντοπισμού θέσης βρίσκουν σήμερα πολλές εφαρμογές. Ένα παράδειγμα είναι οι κτηματολογικές εφαρμογές, όπου οι τεχνικές δορυφορικού εντοπισμού θέσης όπως ο κινηματικός εντοπισμός θέσης σε πραγματικό χρόνο (RTK) αλλά και ο στατικός εντοπισμός, χρησιμοποιούνται σε κτηματογραφήσεις περιοχών και στην ανάπτυξη χαρτογραφικών υποβάθρων. Επίσης, οι μόνιμοι σταθμοί GPS και τα δίκτυά τους, με τις δικτυακές τεχνικές προσδιορισμού θέσης, χρησιμοποιούνται σε κτηματολογικές εφαρμογές, επειδή παρέχουν εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος στην τελική απόδοση προϊόντων υψηλής ακρίβειας και αξιοπιστίας.

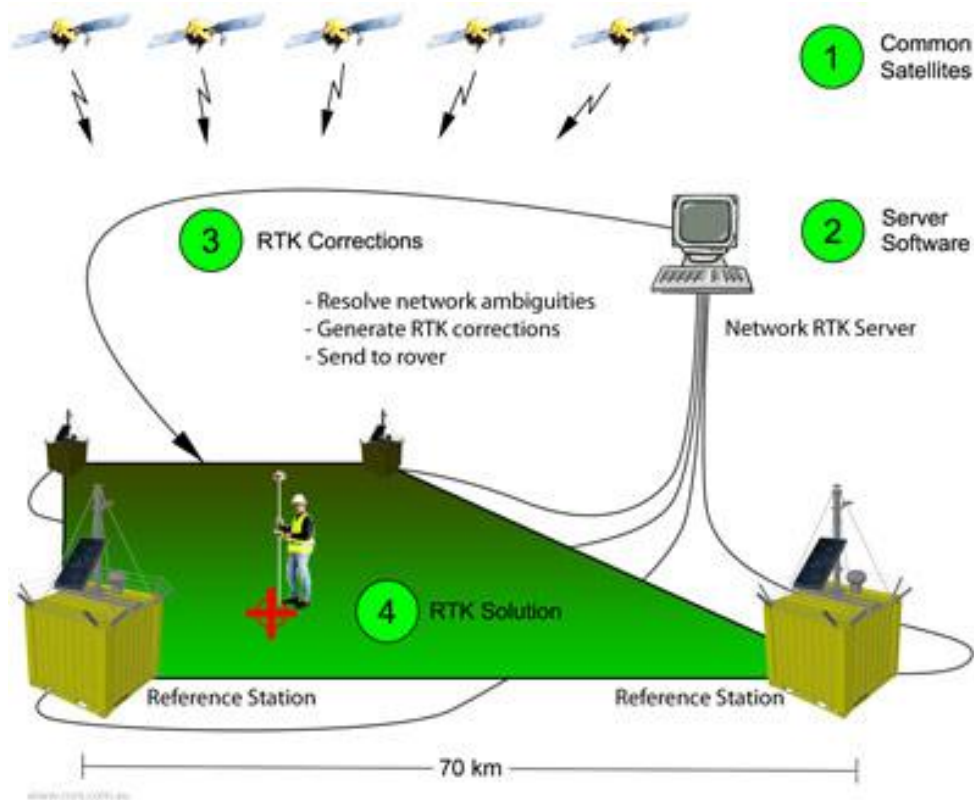
Τα δορυφορικά συστήματα εντοπισμού και πλοήγησης, (Global Navigation Satellite Systems), πραγματοποιούν ακριβή εντοπισμό θέσης, με την χρήση δορυφορικών μεθόδων, οι οποίες εφαρμόζουν κινηματικές ή στατικές τεχνικές. Τα πιο γνωστά δορυφορικά συστήματα παγκοσμίως είναι το GPS, το GLONASS και το GALILEO.

Οι μετρήσεις με χρήση της φάσης του φέροντος κύματος είναι σαν μια μετροταινία με διαβαθμίσεις χιλιοστού, όπου όμως οι διαβαθμίσεις των μέτρων δεν φαίνονται άμεσα όταν λαμβάνεται το σήμα των δορυφόρων με τον δέκτη. Για το λόγο αυτό απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα αναμονής για να εμφανιστούν οι διαβαθμίσεις των μέτρων και να ολοκληρωθούν οι μετρήσεις. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα επιλύεται η ασάφεια φάσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα αυτό, τόσο και πιο καθαρές γίνονται οι διαβαθμίσεις των μέτρων. Όταν εμφανιστούν οι διαβαθμίσεις, παραμένουν ξεκάθαρες δίνοντας τη δυνατότητα άμεσων συνεχών μετρήσεων όσο ο δέκτης λαμβάνει σήματα από τους δορυφόρους. Όταν χαθεί η επαφή με τους δορυφόρους οι διαβαθμίσεις εξαφανίζονται και χρειάζεται εκ νέου αναμονή για να επιλυθεί η ασάφεια φάσης και να εμφανιστούν οι διαβαθμίσεις των μέτρων.

Ο απαιτούμενος χρόνος για την επίλυση της ασάφειας φάσης εξαρτάται από τις παρακάτω παραμέτρους (Δεληκαράογλου, 2006):

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

Η τεχνική RTK (Σχήμα 2.1) απαιτεί συνεχή οπτική επαφή μεταξύ των δεκτών, που μπορεί να μην ικανοποιείται, λόγω της μορφολογίας του πεδίου. Άλλος ένας σημαντικός περιορισμός που υφίσταται στην τεχνική RTK είναι η απόσταση ανάμεσα στον σταθερό και τον κινητό δέκτη. Από την απόσταση αυτή εξαρτώνται συστηματικά και τυχαία σφάλματα, που προκύπτουν λόγω της ατμόσφαιρας ή των τροχιών των δορυφόρων. Τα σφάλματα αυτά μπορούν να μειωθούν με τη μείωση της απόστασης μεταξύ του σταθερού και του κινητού δέκτη, η οποία αναφέρεται ότι πρέπει να είναι της τάξεως των 10-15 km (<http://www.gps.gov/>).



Σχήμα 2.1 Η τεχνική RTK (Αφεντουλίδου, 2008)

Ο εντοπισμός των συντεταγμένων μπορεί να είναι στατικός ή κινηματικός. Κατά τον στατικό εντοπισμό, ο δέκτης GPS παραμένει ακίνητος στο σημείο του οποίου πρόκειται να προσδιοριστεί η θέση, καθόλη την διάρκεια των μετρήσεων. Αντίθετα, κατά τον κινηματικό εντοπισμό ο προσδιορισμός των συντεταγμένων σημείων γίνεται με τον δέκτη GPS να κινείται στα σημεία αυτά.

Ειδικότερα, στον στατικό προσδιορισμό θέσης οι δέκτες τοποθετούνται στα προς προσδιορισμό σημεία για ένα χρονικό διάστημα από δέκα λεπτά έως και μια ώρα μέχρι να επιλυθεί η βάση. Ο χρόνος επίλυσης των βάσεων είναι μεγαλύτερος κατά τον στατικό σε σύγκριση με τον κινηματικό εντοπισμό. Για την ελαχιστοποίηση του χρόνου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι δέκτες.

Στον κινηματικό εντοπισμό, ένας δέκτης τοποθετείται σε γνωστό σημείο αναφοράς, ενώ ένας δεύτερος δέκτης κινείται στα σημεία των οποίων η θέση πρόκειται να προσδιοριστεί. Ο σταθερός δέκτης στέλνει τις ακατέργαστες

μετρήσεις του στον κινητό δέκτη, ο οποίος επιλύει τις ασάφειες φάσεις και καθορίζει την ακριβή του θέση με βάση τα δεδομένα που του έχουν αποσταλεί. Για να επιλυθεί η θέση κατά τον κινηματικό εντοπισμό, πρέπει να επιλυθούν οι ασάφειες των κύκλων φάσης του φέροντος κύματος.

Ο κινηματικός εντοπισμός ως τεχνική προσδιορισμού θέσης έχει μια σειρά πλεονεκτημάτων:

- Μικρό χρόνο έναρξης των μετρήσεων
- Μικρό χρόνο παρατήρησης στο πεδίο
- Εξάρτηση της ακρίβειας από την απόσταση από το σταθμό αναφοράς
- Καλή ακρίβεια εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο

Ωστόσο υπάρχουν και μειονεκτήματα της τεχνικής αυτής, το κυριότερο από τα οποία είναι ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ σταθμού αναφοράς και κινητού δέκτη δεν μπορεί είναι μεγαλύτερη από 20 χιλιόμετρα. Μεγαλύτερη απόσταση θα αύξανε το σφάλμα, λόγω των σφαλμάτων των δορυφορικών τροχιών και της ιονοσφαιρικής και τροποσφαιρικής διάθλασης των σημάτων. Η χρήση σταθμών αναφοράς GNSS στην περιοχή μελέτης είναι μια προσέγγιση αντιμετώπισης αυτού του μειονεκτήματος. Αυτή η δημιουργία μόνιμων σταθμών αποτέλεσε το ξεκίνημα της δημιουργίας του δικτυακού RTK.

Άλλο ένα μειονέκτημα του δορυφορικού εντοπισμού προκύπτει κατά την εφαρμογή του στις αστικές περιοχές, επειδή το δορυφορικό σήμα «παγιδεύεται» σε σημεία όπως ψηλά κτίρια, δενδροστοιχίες, γέφυρες, και επίσης αλλοιώνεται λόγω της παρεμβολής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από πυλώνες και κεραίες κινητής τηλεφωνίας.

Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS περιλαμβάνουν μόνιμους σταθμούς GPS εγκατεστημένους σε κατάλληλες θέσεις ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή κάλυψη της περιοχής μελέτης. Υπάρχουν τρία είδη δικτύων μόνιμων σταθμών GPS:

- Δίκτυα συνεχούς παρακολούθησης δορυφόρων (CORS) τα οποία παρέχουν ακριβή δορυφορικά δεδομένα

- Κλασικά δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS τα οποία παρέχουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης ύστερα από μετεπεξεργασία
- Δίκτυα RTK τα οποία παρέχουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο.

Με τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές εντοπισμού θέσης υψηλής ακρίβειας, π.χ. δικτυακές τεχνικές RTK. Η υψηλή ακρίβεια οφείλεται στο γεγονός ότι ο προσδιορισμός θέσης γίνεται βάσει των δεδομένων όλων των σταθμών του δικτύου και όχι μόνο του σταθμού της «βάσης». Έτσι, οι δικτυακές τεχνικές RTK επιτρέπουν την κάλυψη μιας περιοχής με λιγότερους μόνιμους σταθμούς αναφοράς (αποστάσεις 50-70 km) επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερη εμβέλεια και ακρίβεια (Φωτίου και Πικριδής, 2006).

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές μέθοδοι δικτύωσης των σταθμών αναφοράς σε ένα δίκτυο RTK:

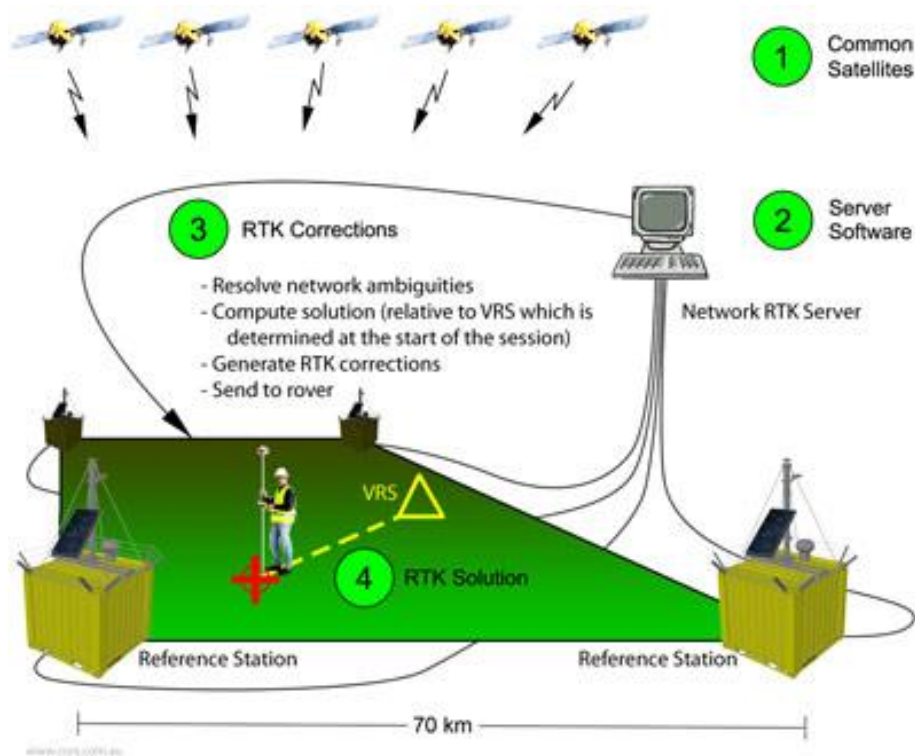
- Οι Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς (Virtual Reference Stations, VRS)
- Οι Σταθμοί Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων (Flächen Korrektur Parameter, FKP)
- Η τεχνική Master- Auxiliary Concept (MAC).

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος δικτύωσης είναι η μέθοδος Εικονικών Σταθμών Αναφοράς VRS. Οι τεχνικές αυτές περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς (VRS)

Ο προσδιορισμός θέσης με την τεχνική του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς (VRS: Virtual Reference Station) γίνεται με τη δημιουργία ενός «πλασματικού» σταθμού GPS ο οποίος λειτουργεί όπως ένας πραγματικός δέκτης GPS, και αφορά κυρίως εφαρμογές πραγματικού χρόνου (RTK / DGPS). Η τεχνική

στηρίζεται στην ύπαρξη δικτύου μόνιμων σταθμών GPS σε αποστάσεις μεταξύ τους που δεν ξεπερνούν τα 50 – 70 km (Σχήμα 2.2).



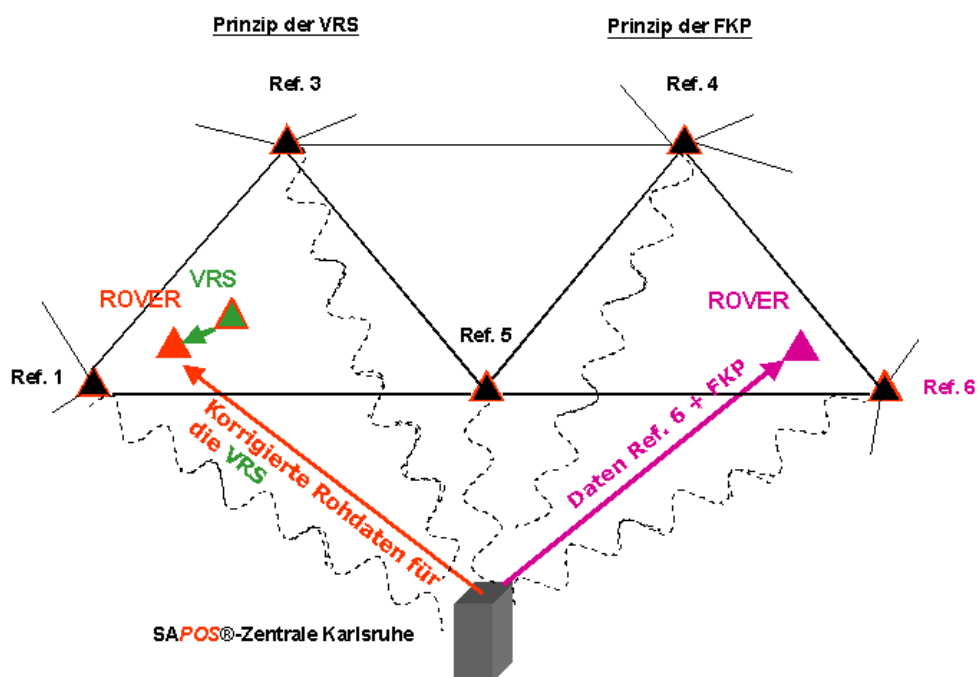
Σχήμα 2.2. Εικονικός σταθμός αναφοράς (VRS)

(Πηγή: <http://www.globalcors.com/technical-info/network-rtk>)

Η χρήση των VRS περιλαμβάνει την παρεμβολή των δεδομένων ενός πλήθους σταθμών αναφοράς ώστε να προκύψουν τα δεδομένα διορθώσεων για τους κινητούς δέκτες, με στόχο τη μείωση των σφαλμάτων της μεθόδου RTK. Έτσι μπορεί να αυξηθεί η μέγιστη απόσταση ανάμεσα στο σταθερό και τον κινητό δέκτη, αυξάνοντας την ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί.

Σταθμοί Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων – (Flächen Korrektur Parameter, FKP)

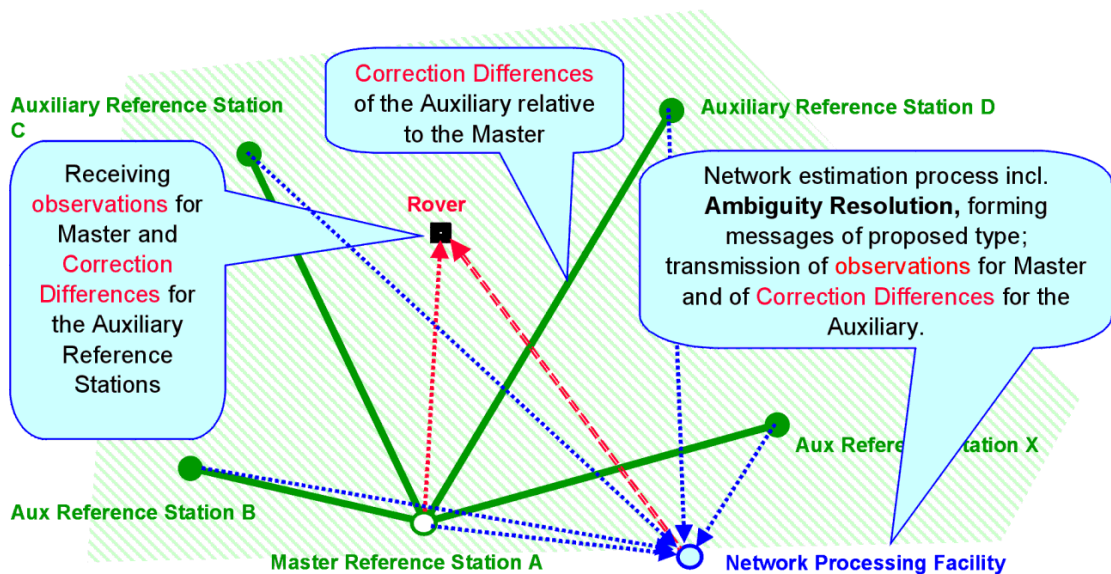
Ο ακριβής υπολογισμός των σφαλμάτων GPS/GNSS που εξαρτώνται από την απόσταση και οι διορθώσεις RTK μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση πολυωνυμικής παραμετροποίησης η οποία θα περιγράφει την επιρροή των σφαλμάτων GNSS για κάθε θέση. Στην περίπτωση αυτή θεωρείται μια επιφάνεια που εκφράζεται από μια σειρά πολυωνυμικών συντελεστών και η οποία προσεγγίζει τις διακυμάνσεις αυτών των σφαλμάτων από σημείο σε σημείο στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος. Η τεχνική αυτή λέγεται *τεχνική των παραμέτρων επιφανειακών διορθώσεων*. Κατά την εφαρμογή της διαδικασίας αυτής υπάρχει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του κέντρου ελέγχου ως αποστολέα των FKP διορθώσεων και του εκάστοτε κινούμενου χρήστη ως αποδέκτη αυτών των διορθώσεων. Ένας κινούμενος χρήστης με τη σειρά του χρησιμοποιεί τις παραμέτρους που αντιστοιχούν στο άμεσο περιβάλλον του δέκτη του ή μέσω παρεμβολής στο εκάστοτε σημείο ενδιαφέροντός του (<http://www.gps.gov/>) (Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3. Η αρχή λειτουργίας της τεχνικής FKP σε σχέση με την τεχνική VRS (Πηγή: http://www.sapos-bw.de/gps_Messverfahren.html)

Τεχνική Master-Auxiliary Concept (MAC)

Η τεχνική Master-Auxiliary Concept (MAC) χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Περιλαμβάνει αποστολή, από το δίκτυο στο χρήστη, των διορθώσεων ενός κύριου σταθμού αναφοράς (Master Station) καθώς και των διαφορών διορθώσεων (Correction Differences) γειτονικών βοηθητικών σταθμών αναφοράς (Auxiliary Stations) (Σχήμα 2.4). Κατά την εφαρμογή της τεχνικής MAC, ο χρήστης λαμβάνει όλη την πληροφορία που αφορά τα σφάλματα χωρίς κάποια μοντελοποίηση. Στη συνέχεια μπορεί να εφαρμόσει προηγμένους αλγόριθμους για να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των σφαλμάτων και να πετύχει τη βέλτιστη ακρίβεια (<http://www.gps.gov/>, <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>).



Σχήμα 2.4 Σχηματική απεικόνιση της τεχνικής MAC

(Πηγή: <http://www.wasoft.de/e/iagwg451/euler/euler.html>)

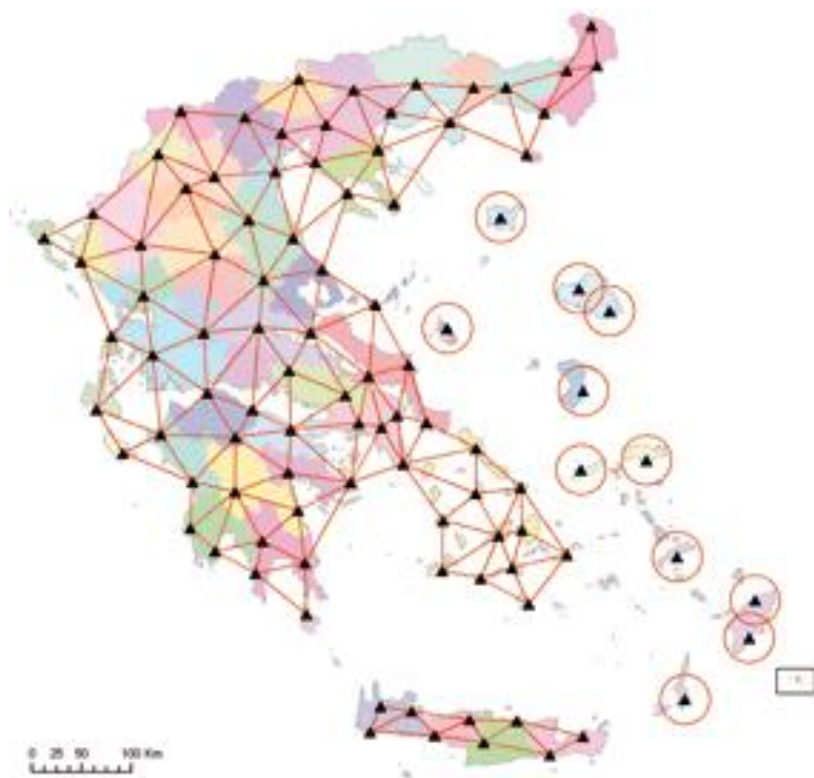
2.3 Ακρίβεια αστικών αποτυπώσεων RTK

Η ακρίβεια της τεχνικής RTK διακρίνεται σε οριζοντιογραφική και υψομετρική. Η ακρίβεια εντοπισμού ενός σημείου που προκύπτει από τη μέθοδο RTK, είναι της τάξεως των 10 mm + 1ppm οριζοντιογραφική και 20 mm + 1ppm υψομετρική για την κινηματική RTK και 5 mm + 0.5 ppm οριζοντιογραφική και 10 mm + 0.5 ppm υψομετρική για την static RTK.

Ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της ακρίβειας της τεχνικής RTK μέσω σύνδεσης του σημείου με μόνιμους σταθμούς αναφοράς. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός αυτής της ακρίβειας γίνεται μέσω αλγορίθμων του κάθε κατασκευαστή που εξαρτώνται από τον αριθμό και την γεωμετρία των κοινών δορυφόρων και το κατά πόσο μπορεί να επιλυθούν οι ασάφειες φάσης.

2.4 Ανάπτυξη - ανάλυση RTK: Το σύστημα HEPOS

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής RTK είναι το σύστημα HEPOS. Το **HePoS, (Hellenic Position System)**, είναι ένα σύστημα, το οποίο παρέχει υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού GPS, και αποτελεί ένα σύστημα αντίστοιχο με αυτά που λειτουργούν τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αρχικός στόχος της δημιουργίας του συστήματος HEPOS ήταν να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου για τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς, όπου υπάρχουν απαιτήσεις ακρίβειας από μερικά χιλιοστά έως και 0.5m. Το σύστημα αποτελείται από ένα δίκτυο 98 μόνιμων δορυφορικών σταθμών αναφοράς, κατανεμημένων σε ολόκληρη τη χώρα (Σχήμα 2.5). Οι μετρήσεις των σταθμών αυτών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο σε ένα Κέντρο Ελέγχου, το οποίο τα επεξεργάζεται και αποστέλλει στους χρήστες τα δεδομένα σταθμού αναφοράς, τα οποία απαιτούνται για το σχετικό προσδιορισμό θέσης με GPS, που γίνεται πλέον με ένα μόνο δέκτη (<http://www.hepos.gr/>).



Σχήμα 2.5 Το δίκτυο του HEPOS στην Ελλάδα, με 98 σταθμούς αναφοράς (<http://www.hepos.gr/>)

2.5 Συστήματα αναφοράς της κάθε εταιρείας που χρησιμοποιήθηκαν

Τα συστήματα αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν της εταιρείας METRICA A.E. και της εταιρείας JGC ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ A.E. Στην ενότητα αυτή δίνεται μια συνοπτική περιγραφή τους.

Η εταιρεία METRICA A.E.

Η εταιρεία METRICA A.E. ιδρύθηκε με την σημερινή της μορφή το 2005, ενώ προϋπήρχε στον χώρο εδώ και 20 χρόνια με διαφορετικές επωνυμίες. Αντιπροσωπεύει τα προϊόντα του οίκου Leica στην Ελλάδα και έχει έδρα στην Μεταμόρφωση Αττικής.

Η Metrica διαθέτει μόνιμο δίκτυο σταθμών αναφοράς GPS σε όλη σχεδόν την Ελλάδα, καθώς και δυνατότητα δικτυακής λύσης για την ευρύτερη περιοχή της Αττικής (Πίνακας 2.1, Σχήμα 2.6). Ο πρώτος σταθμός στη Μεταμόρφωση λειτούργησε το τέλος του 2006 ενώ σταδιακά αύξησε τους σταθμούς ώστε σήμερα να έχει συνολικά 22. Οι δέκτες που χρησιμοποιούνται στην πλειοψηφία των σταθμών είναι LEICA GRX 1200 PRO, με antenna type AX 1202 GG.

Το δίκτυο καλύπτει σχεδόν όλο τον Ελλαδικό χώρο με ακρίβεια DGPS (50cm), καθώς και πολλές πρόσθετες περιοχές με ακρίβεια RTK (1-5cm), ενώ υπάρχει και η δυνατότητα για Post Processing δεδομένων από τον FTP Server.

Πίνακας 2.1. Σταθμοί αναφοράς της METRICA (<http://www.metrice.gr/>)

1- Μεταμόρφωση Αττικής	12- Λήμνος
2- Ανάβυσσος Αττικής	13- Κ. Νευροκόπι
3- Θεσσαλονίκη	14- Βασιλική Λευκάδας
4- Θήβα	15- Σπανοχώρι Λευκάδας
5- Αταλάντη	16- Κασσιόπη Κέρκυρας
6- Κόρινθο	17- Κλοκοτός Τρικάλων
7- Πεντέλη	18- Λαμία
8- Σπέτσες	19- Κτημένη Καρδίτσας
9- Κεφαλονιά (Βαλσαμάτα)	20- Αγναντερό Καρδίτσας
10- Ριόλο Αχαΐας	21- Καλαμπάκα Τρικάλων
11- Αγία Παρασκευή Μυτιλήνης	22- Ξηρόκαμπος Τρικάλων

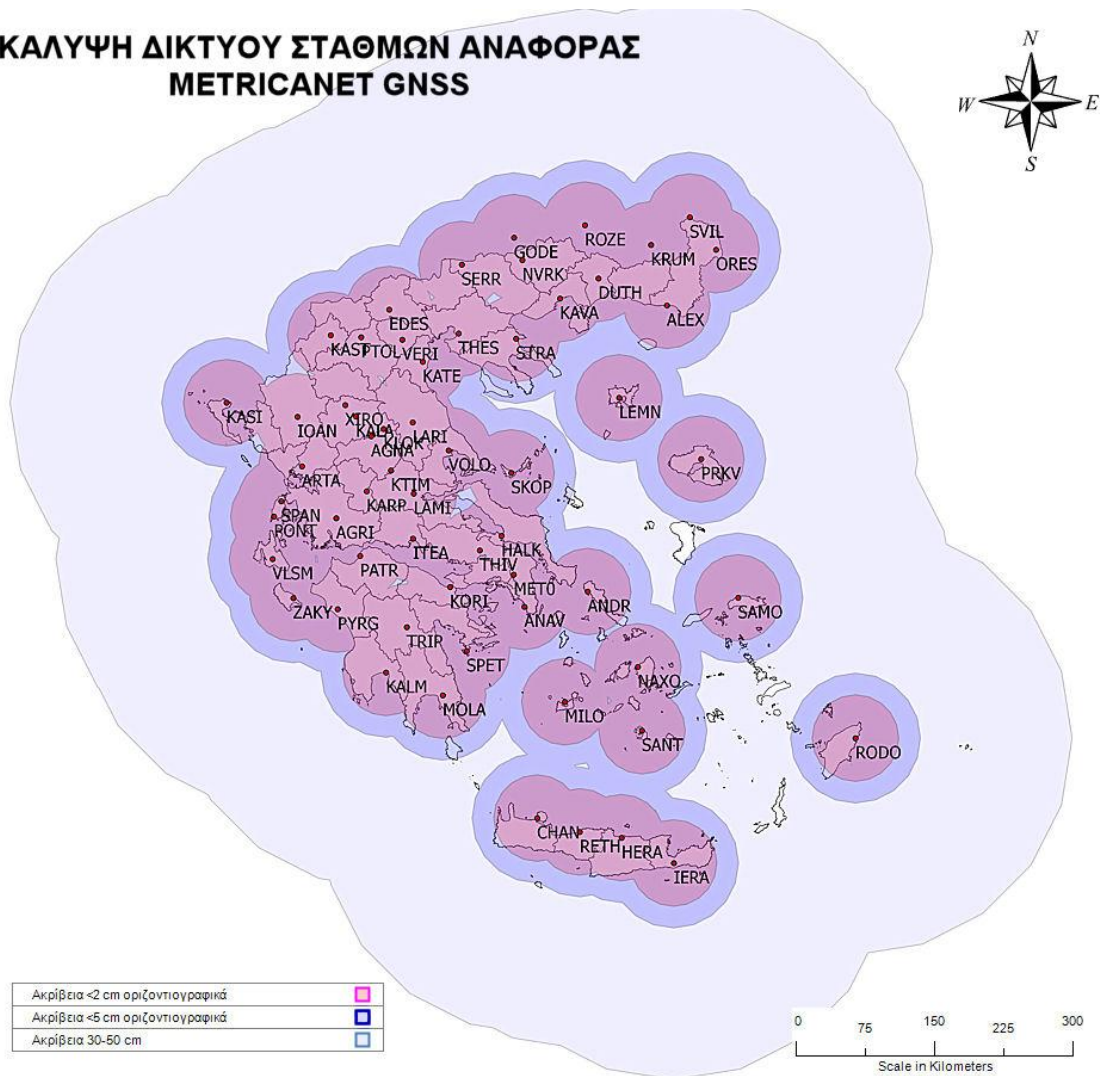
Μερικοί από τους σταθμούς είναι του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, καθώς και ορισμένοι από την Ε65, (οι 5 τελευταίοι που προστέθηκαν πρόσφατα), καθώς η εταιρεία έχει συμφωνήσει να έχει πρόσβαση στους σταθμούς αυτούς με κάποιο οικονομικό αντάλλαγμα, τους οποίους έχει εγκαταστήσει για λογαριασμό τους δέκτες LEICA.

Εκτός των δικτυακών προϊόντων πραγματικού χρόνου που προσφέρονται στις περιοχές Αττικής – Βοιωτίας – Κορινθίας και Α. Πελοποννήσου, που ήδη προσφέρονται από το MetricaNet, σήμερα παρέχονται προϊόντα πραγματικού χρόνου σε όλη την Ελλάδα (DGPS = 30–70cm), όπως επίσης και προϊόντα RTK (1-5cm), σε συγκεκριμένες περιοχές που καλύπτουν μεγάλο μέρος της Κεντρικής Ελλάδας, Βόρειας Ελλάδας, Πελοποννήσου, Βορείου Αιγαίου και Ιονίων νησιών, ενώ παρέχονται όλα τα μηνύματα διόρθωσης για πραγματικό χρόνο, (πέρα από το LEICA για τους αντίστοιχους δέκτες) όπως RTCM2.3, RTCM3.0, CMR, CMR+, καθώς και για δικτυακή λύση για VRS, FKP, MAC.

Συνοπτικά οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι οι εξής:

1. RTK – NTRIP, διορθώσεις πραγματικού χρόνου μέσω GPRS Internet.
2. Real Time DGPS via NTRIP διορθώσεις για βάσεις μεγαλύτερες από 50km από τον κοντινότερο σταθμό αναφοράς.
3. Post Processing δεδομένα για εκ των υστέρων επίλυση μετρήσεων στο γραφείο.

ΚΑΛΥΨΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ METRICANET GNSS



Σχήμα 2.6 Δίκτυο σταθμών αναφοράς της Metrica

(Πηγή: http://www.ypodomes.com/show_news.php?news_id=13447)

Για την ευρύτερη περιοχή ΑΤΤΙΚΗΣ - ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - ΒΟΙΩΤΙΑΣ – ΒΟΡΕΙΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ προσφέρεται και Δικτυακή Επίλυση (MAC, FKP, VRS), ταυτόχρονα με την δυνατότητα για διορθώσεις από μεμονωμένους σταθμούς (Single – Base RTK). Οι σταθμοί που συμμετέχουν στο δίκτυο αυτό είναι συνολικά 6, και είναι οι εξής:

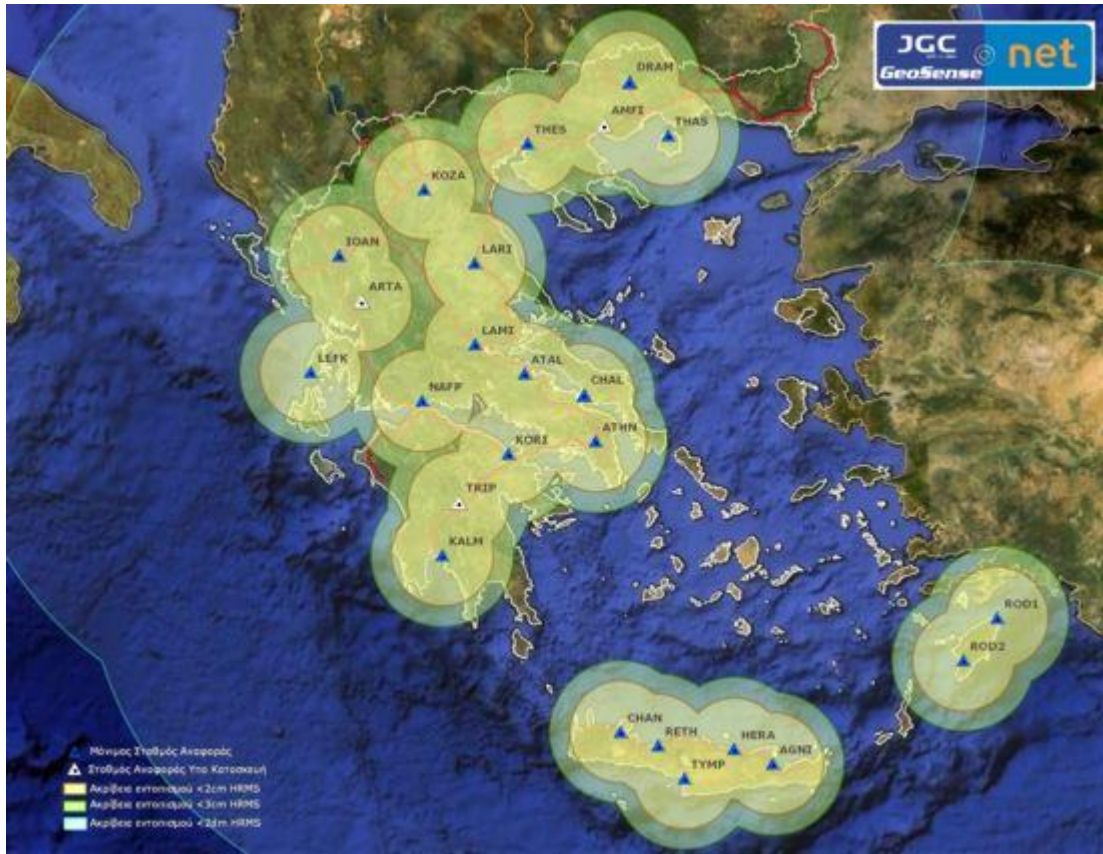
- 1) στην Μεταμόρφωση, (όπου είναι και η έδρα της εταιρείας),
- 2) στην Πεντέλη,

- 3) στην Ανάβυσσο,
- 4) στην Θήβα,
- 5) στην Κόρινθο και
- 6) στις Σπέτσες

Η εταιρία JGC ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Α.Ε.

Η JGC Συστήματα Γεωπληροφορικής Α.Ε. ιδρύθηκε το 1999. Το δίκτυο παρέχει RTK διορθώσεις πρωτοκόλλου NTRIP και μορφής RTCM v3.0, αλλά και πρωτογενή δεδομένα μορφής RINEX σε διάφορα διάκενα καταγραφών. Τα δορυφορικά συστήματα που το JGC-Net υποστηρίζει είναι τα GPS, GLONASS αλλά και SBAS. Η JGC έχει θέσει σε λειτουργία από τον Δεκέμβρη του 2006, μόνιμο σταθμό αναφοράς GPS με την ονομασία JGC1 στο κτήριο της εταιρείας στο Μαρούσι, παρέχοντας RTK και DGPS διορθώσεις μέσω Internet, ενώ παράλληλα παρέχει και δεδομένα μορφής RINEX με ρυθμό 1 sec. Όσον αφορά τις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου, προσφέρεται τόσο RTK όσο και DGPS.

Κάθε σταθμός του δικτύου είναι συνορθωμένος στο datum HTRS07 ώστε να υπάρχει ταύτιση με το σύστημα HEPOS. Αναφορικά με την παροχή θέσεων με ακρίβεια επιπέδου FIXED λύσης (1-2cm HRMS), κάθε σταθμός του δικτύου είναι σε θέση να καλύπτει περιοχή ακτίνας τυπικά 50km, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο δέκτη Rover και τις συνθήκες μέτρησης. Ταυτόχρονα, το δίκτυο JGC-Net καλύπτει όλο τον Ελλαδικό χώρο (Σχήμα 2.7) με ακρίβεια <20cm HRMS. Οι σταθμοί αναφοράς που χρησιμοποιούνται στο JGC-Net είναι κυρίως οι νέοι ProFlex 500. (<http://www.jgc.gr/>)



Σχήμα 2.7 Δίκτυο σταθμών αναφοράς της JGC
 (Πηγή: <http://www.jgc.gr/el/jgcnet.html>)

Κεφάλαιο 3. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η λεπτομερής αναφορά των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στην ύπαιθρο, με τη χρονική σειρά που έγιναν. Παρουσιάζεται δηλαδή η μεθοδολογία των κατάλληλων μετρήσεων έτσι ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της εργασίας. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την επιλογή της περιοχής μελέτης και τα σημεία που επιλέχθηκαν σ' αυτή, τα τοπογραφικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν με τις προδιαγραφές τους, τη διαδικασία των μετρήσεων που υλοποιήθηκαν καθώς επίσης και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια αυτών.

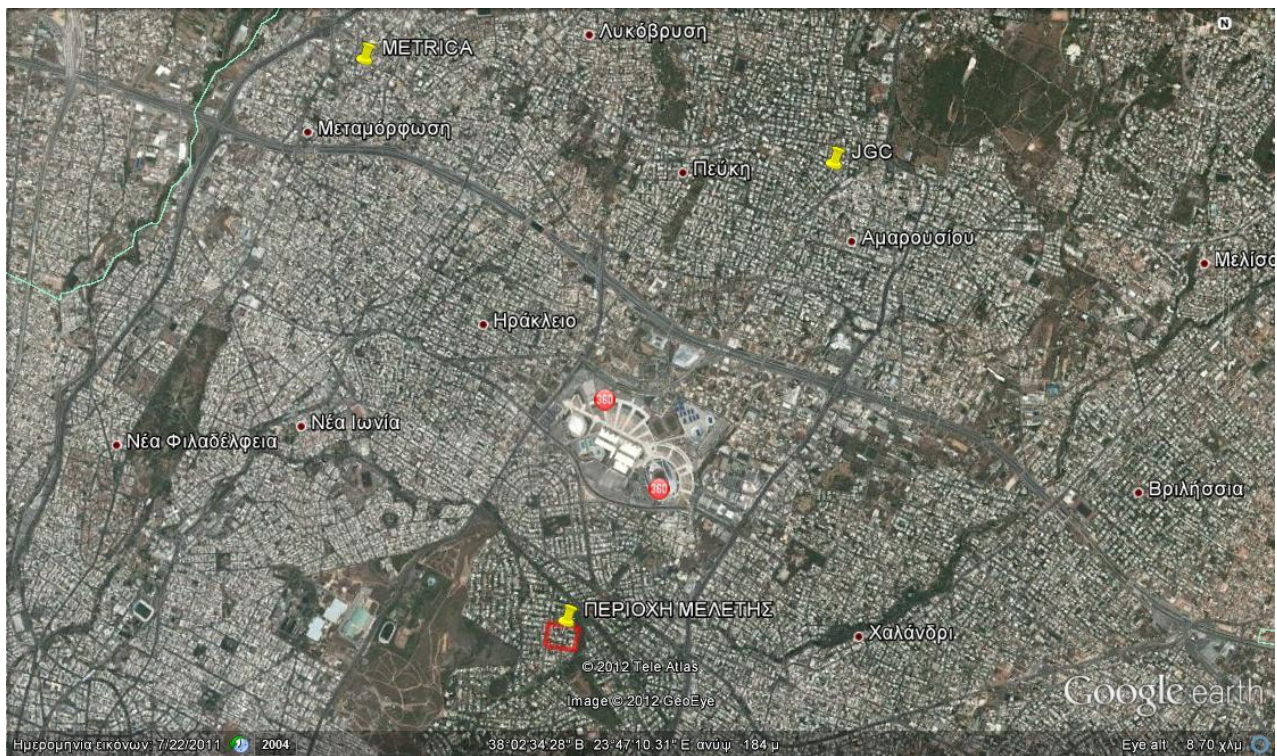
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης επιλέχθηκε στα πλαίσια εργασιών φυσικού αερίου στη Φιλοθέη. Η Φιλοθέη είναι μια αστική περιοχή με μεγάλα οικοδομικά τετράγωνα και κυρίως με μεγάλες πρασιές, γεγονός που θεωρητικά ενισχύει τη δυνατότητα για χρήση GPS στην περιοχή, σε αντίθεση με άλλες αστικές περιοχές όπου η ρυμοτομική και η οικοδομική γραμμή ταυτίζονται και η μη ύπαρξη οριζοντα απομακρύνει το ενδεχόμενο αυτό. Αποφασίστηκε ως σημεία ενδιαφέροντος να επιλεγθούν σημεία επάνω στην γραμμή των οικοδομικών τετραγώνων έτσι ώστε να είναι υλοποιήσιμες οι μετρήσεις, μιας και η ρυμοτομική γραμμή που ήταν η αρχική σκέψη καλύπτονταν κυρίως από μάντρες μεγάλου ύψους.

Η περιοχή που τελικά επιλέχθηκε περιέχει τέσσερα οικοδομικά τετράγωνα και περιλαμβάνει τις οδούς ΒΟΡ. ΗΠΕΙΡΟΥ, ΠΙΝΔΟΥ και ΡΙΜΙΝΙ από βόρεια προς νότια και τις οδούς ΚΥΠΡΟΥ, ΜΑΛΕΜΕ και ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ από δυτικά προς ανατολικά (Εικόνα 3.1). Λόγω του γεγονότος ότι τα οικοδομικά τετράγωνα δεν είχαν γωνίες αλλά καμπύλες επιλέχθηκαν τρία σημεία σε κάθε καμπύλη, ένα στην αρχή, ένα στο κέντρο και ένα στο τέλος της καθώς επίσης και ένα σημείο στο μέσο περίπου των πλευρών τους.



Εικόνα 3.1. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης (Πηγή: Google Earth)



Εικόνα 3.2. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης και των σταθμών αναφοράς των εταιριών (Πηγή: Google Earth)

3.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

Τα τοπογραφικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τις εργασίες υπαίθρου είναι ο γεωδαιτικός σταθμός Leica TCR805Power, ο δέκτης ATX1230GG της σειράς προϊόντων Leica GPS 1200 της εταιρίας METRICA A.E. και ο δέκτης Z-MAX.NET της MAGGELAN της εταιρίας JGC ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Α.Ε.

3.3.1 LEICA TCR805 Power

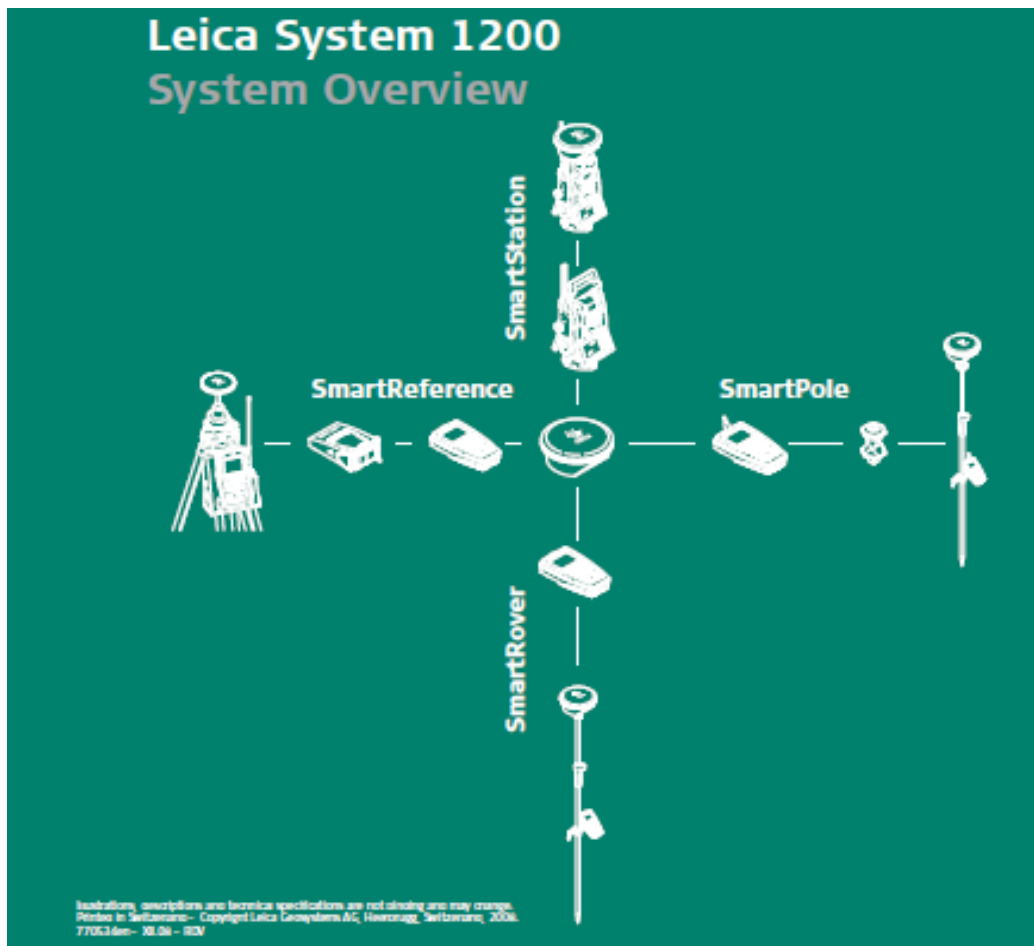
Για την ταχυμετρία χρησιμοποιήθηκε ο γεωδαιτικός σταθμός Total Station TCR805 Power της Leica Geosystems (Εικόνα 3.3). Το όργανο αυτό έχει ενσωματωμένο καταγραφικό, αντικειμενικό φακό 40mm, μεγέθυνση 30X και ελάχιστη απόσταση εστίασης 1.7m. Το TCR805 έχει τη δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων μέσω της λειτουργίας IR (δηλ. υπέρυθρης ακτινοβολίας) σε συνδυασμό με ανακλαστήρα, ή μέσω της λειτουργίας RL (δηλ. ορατής ακτίνας laser) χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (Reflector less). Η μετρούμενη απόσταση στη λειτουργία IR μπορεί να φθάσει τα 3500 μέτρα και με τη χρήση κανονικού μεγέθους πρίσματος, ενώ στη λειτουργία RL μπορεί να φθάσει τα 100 έως 120 μέτρα υπό συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας και με καλή ορατότητα ανάλογα με την ανακλαστικότητα του στόχου. Η ακρίβεια κυμαίνεται από 2mm+2ppm έως 5mm+2ppm.



Εικόνα 3.3. Total Station TCR805 Power

3.3.2 Leica GPS1200+ Series High performance GNSS System

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η σχηματική αναπαράσταση του συστήματος Leica GPS1200+ Series High performance GNSS System και στην Εικόνα 3.4 φωτογραφία του συστήματος. Το σύστημα ενσωματώνει τη νέα τεχνολογία GNSS και επιτυγχάνει περισσότερη αξιοπιστία μετρήσεων. Περιλαμβάνει προγράμματα φιλικά στο χρήστη. Είναι αδιάβροχο και αντέχει σε θερμοκρασίες από -40 έως +65 °C.



Σχήμα 3.1. Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος LEICA



Εικόνα 3.4. Leica GPS1200+ Series High performance GNSS System

3.3.2.1 ATX1230GG

Στους Πίνακες 1 και 2 του Παραρτήματος παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι ακρίβειες του δέκτη ATX1230GG. Οι ακρίβειες που επιτυγχάνονται είναι 5 mm οριζοντιογραφική και 10 mm υψομετρική ακρίβεια.

3.3.3 Z-MAX.NET

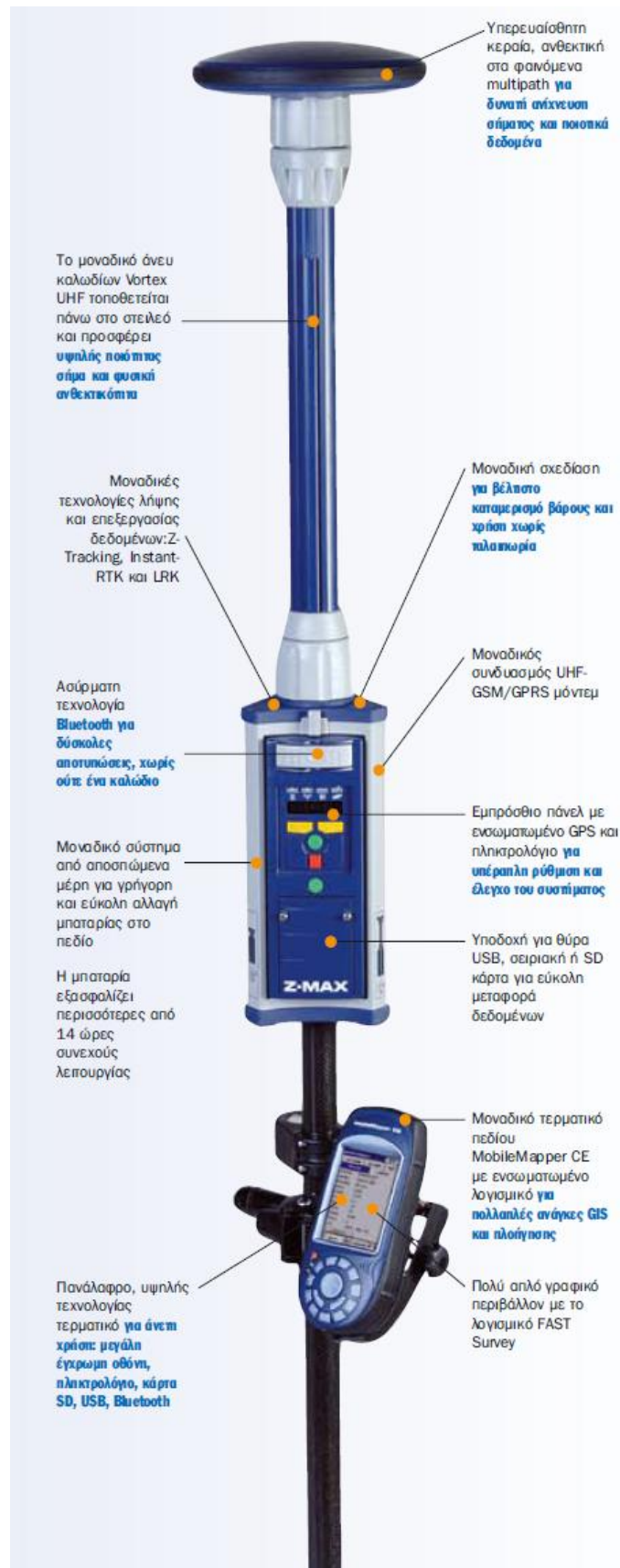
Το σύστημα Z-MAX.NET απεικονίζεται στις Εικόνες 3.5 - 3.7, και οι τεχνικές του προδιαγραφές δίνονται στον Πίνακα 3 του Παραρτήματος 1. Η οριζοντιογραφική ακρίβεια του συστήματος είναι 5 mm και η υψομετρική 10 mm.



Εικόνα 3.5. Σύστημα Z-MAX



Εικόνα 3.6. Χρήση του συστήματος Z-MAX



Εικόνα 3.7. Αναλυτική περιγραφή του συστήματος Z-MAX

3.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε η εργασία αυτή έγινε στα πλαίσια εργασιών φυσικού αερίου. Έτσι υπήρχε στην περιοχή υλοποιημένο τριγωνομετρικό δίκτυο με γνωστές συντεταγμένες, καθώς επίσης και πολυγωνομετρικό δίκτυο. Στις παρακάτω εικόνες (3.8 - 3.13) παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά στιγμιότυπα από τη διαδικασία των μετρήσεων.



Εικόνα 3.8. Απεικόνιση περιοχής μελέτης



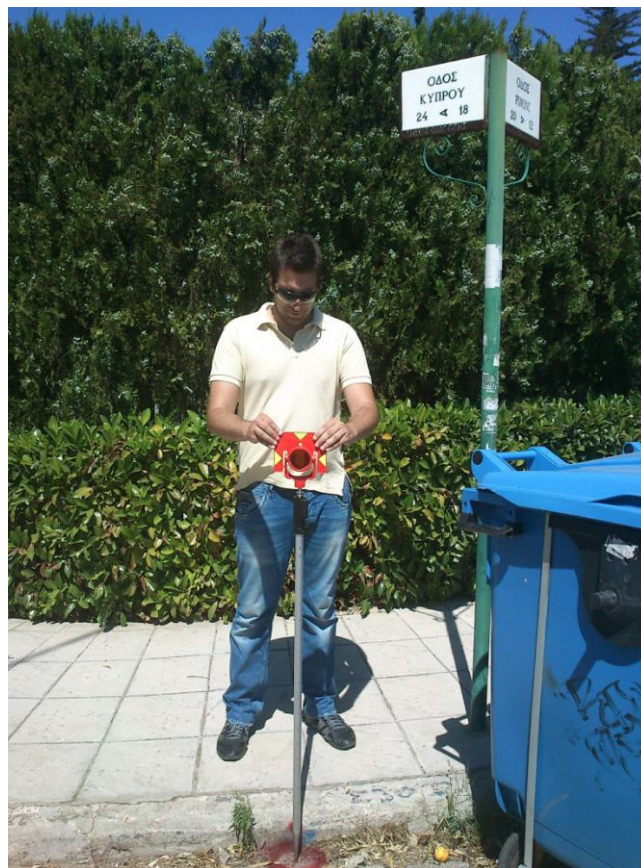
Εικόνα 3.9. Απεικόνιση περιοχής μελέτης



Εικόνα 3.10. Απεικόνιση σημείου ενδιαφέροντος



Εικόνα 3.11. Αποτύπωση με γεωδαιτικό σταθμό



Εικόνα 3.12. Αποτύπωση με γεωδαιτικό σταθμό



Εικόνα 3.13. Αποτύπωση με δορυφορικό δέκτη

Κατά τις μετρήσεις πραγματοποιήθηκε εκτίμηση της ακρίβειας, η οποία ήταν ένας από τους κύριους στόχους της διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της ακρίβειας της τεχνικής RTK μέσω σύνδεσης με Μόνιμο Σταθμό Αναφοράς (Single – Base RTK).

Ένας άμεσος δείκτης της ακρίβειας του RTK είναι και η ένδειξη της οριζοντιογραφικής και της υψομετρικής ακρίβειας που υπολογίζεται ταυτόχρονα με την αποθήκευση του σημείου. Ωστόσο η ακρίβεια αυτή υπολογίζεται από αλγορίθμους του κάθε κατασκευαστή που συσχετίζονται με τον αριθμό και την γεωμετρία των κοινών δορυφόρων και κατά πόσο μπορεί να επιλυθούν οι ασάφειες φάσης.

Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης RTK απαιτείται να είναι γνωστή η πραγματική-ορθή θέση του σημείου. Το ιδανικότερο θα ήταν για παράδειγμα να μετρηθούν σημεία που ήδη είναι γνωστά, π.χ. τριγωνομετρικά, ωστόσο αυτά δεν απέχουν συγκεκριμένες αποστάσεις από τους μόνιμους σταθμούς αναφοράς, και από την άλλη πρόκειται μόνο για ένα σημείο για το

οποίο δεν μπορούν να προκύψουν απόλυτα ασφαλή αποτελέσματα, (ίσως μόνο αν γινόταν μετρήσεις για το ίδιο το σημείο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές).

Οι μετρήσεις RTK πραγματοποιήθηκαν για χρόνο 5-10sec με συνολικά 3 καταγραφές, (epochs).

Όσον αφορά το σύστημα αναφοράς των μετρήσεων και στις 2 τεχνικές επιλέχθηκε να είναι το ΕΓΣΑ87. Όπως είναι γνωστό οι πρωτογενείς μετρήσεις των δεκτών GPS γίνονται στο WGS84 και συγκεκριμένα σε 3 καρτεσιανές συντεταγμένες, (X,Y,Z), και για μετασχηματιστούν σε προβολικές συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ87, αρχικά εφαρμόζεται ένα τρισδιάστατο διάνυσμα μετάθεσης, (χωρίς στροφή), και μετά εφαρμόζονται οι μαθηματικοί τύποι της εγκάρσιας μερκατορικής προβολής όπως ορίζεται στο ΕΓΣΑ87, (βλ παρακάτω τους παραμέτρους αυτούς). Αυτή η διαδικασία μετασχηματισμού περιέχει και ένα μικρό σφάλμα το οποίο δεν θεωρείται σημαντικό και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε τα αποτελέσματα να είναι σε ΕΓΣΑ87, το οποίο είναι και το σύστημα αναφοράς όπου πραγματοποιούνται σήμερα οι τοπογραφικές αποτυπώσεις, (σε περίπτωση που χρειάζονται ένταξη στο κρατικό σύστημα αναφοράς).

Αν είχε επιλεγεί σαν σύστημα αναφοράς το WGS84, φαινομενικά τα σφάλματα του μετασχηματισμού δεν υπάρχουν αφού δεν πραγματοποιείται εκείνη τη στιγμή μετασχηματισμός, ωστόσο από την στιγμή που οι RTK μετρήσεις γίνονται μέσω μόνιμων σταθμών αναφοράς, το σφάλμα του μετασχηματισμού εμπεριέχεται ήδη στις συντεταγμένες του σταθμού μέσω της αντίστροφής πορείας του, (ΕΓΣΑ87 -> WGS84), αφού για να οριστούν υπολογίστηκαν με βάση τα ευρύτερα τριγωνομετρικά τα οποία είναι σε ΕΓΣΑ87.

Οι παράμετροι μετασχηματισμού λοιπόν από WGS84 σε ΕΓΣΑ87 που λήφθησαν υπόψη, τόσο για τις μετρήσεις πραγματικού χρόνου, (στα project εντός controller), όσο και στο πρόγραμμα μετεπεξεργασίας είναι οι εξής:

.X= 199.723μ, .Y= -74.030μ, .Z= -246.018μ

με: $a = 6378137\mu$ και $1/f = 298.257224$

Οι δέκτες που επιλέχθηκαν είναι τα τελευταία μοντέλα των δεκτών GNSS, των οποίων οι αντιπρόσωποι διέθεταν και μόνιμο σταθμό αναφοράς. Βασικό κοινό χαρακτηριστικό των διπλόσυχνων δεκτών έπρεπε να είναι η δυνατότητα για λήψη και των GLONASS δορυφόρων. Η σύγκριση αυτή ήταν δυνατή μόνο όταν η σύνδεση γινόταν με μόνιμο σταθμό αναφοράς ο οποίος έστελνε διορθώσεις και για GLONASS.

Το ύψος των δεκτών GPS ήταν συνήθως στα 2 μέτρα, αν και διαφοροποιούνταν ανάλογα με τις συνθήκες του εκάστοτε σημείου.

Στα σημεία ενδιαφέροντος, για να εξασφαλιστεί ότι θα είναι τα ίδια για όλες τις μεθόδους αποτύπωσης, τοποθετήθηκαν ασαλόκαρφα και επισημάνθηκαν με κόκκινο χρώμα.

Με τη μέθοδο της ταχυμετρίας μετρήθηκαν 63 σημεία και οι συντεταγμένες τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Με τη μέθοδο δορυφορικού εντοπισμού μετρήθηκαν 61 σημεία, αφού σε 2 περιπτώσεις ήταν αδύνατη η λήψη σήματος και από τους 2 δέκτες, λόγω δεντροστοιχίας.

Πίνακας 3.1. Τα σημεία που μετρήθηκαν και οι συντεταγμένες τους

α/α	X(m)	Y(m)	H(m)	α/α	X(m)	Y(m)	H(m)
1	480506,243	4208340,945	159,105	33	480400,353	4208362,943	158,532
2	480505,857	4208344,583	159,118	34	480402,097	4208323,336	160,402
3	480503,524	4208347,229	159,177	35	480407,968	4208355,443	158,811
4	480499,109	4208354,038	159,173	36	480411,885	4208360,891	158,506
5	480506,6	4208355,29	159,154	37	480418,549	4208362,447	158,323
6	480510,463	4208361,051	158,785	38	480401,261	4208355,387	158,809
7	480500,069	4208306,558	159,545	39	480517,142	4208397,186	157,774
8	480492,448	4208264,617	160,072	40	480522,599	4208424,974	156,856
9	480491,068	4208264,003	160,079	41	480520,436	4208432,646	156,439
10	480489,51	4208263,94	160,159	42	480515,181	4208436,621	156,652
11	480453,341	4208270,478	161,39	43	480478,12	4208443,581	157,59
12	480403,471	4208279,484	162,574	44	480434,779	4208451,072	155,055
13	480397,14	4208284,634	162,372	45	480428,471	4208449,596	154,685
14	480396,135	4208290,571	162,099	46	480424,045	4208443,469	154,779
15	480389,896	4208291,734	162,074	47	480410,51	4208405,574	156,402

16	480385,78	4208285,536	162,526	48	480417,489	4208442,53	154,992
17	480377,365	4208284,153	162,994	49	480416,589	4208450,379	154,482
18	480331,377	4208292,488	165,76	50	480409,504	4208455,605	154,01
19	480278,872	4208301,975	167,767	51	480363,974	4208463,87	154,199
20	480273,778	4208305,247	167,849	52	480309,766	4208473,57	154,663
21	480455,37	4208355,88	158,745	53	480304,2	4208472,315	154,815
22	480458,123	4208361,325	158,635	54	480301,433	4208468,194	155,2
23	480419,88	4208368,334	158,191	55	480295,302	4208434,347	157,376
24	480413,809	4208372,783	157,944	56	480288,937	4208399,458	159,54
25	480412,28	4208379,136	157,694	57	480289,59	4208394,425	159,907
26	480417,255	4208405,742	156,411	58	480288,993	4208384,507	160,444
27	480405,855	4208379,694	157,752	59	480285,952	4208381,879	160,78
28	480401,121	4208374,087	158,1	60	480278,339	4208344,591	165,938
29	480394,951	4208372,776	158,478	61	480272,868	4208310,845	167,486
30	480342,807	4208382,218	159,537	62	480294,289	4208390,974	160,072
31	480339,861	4208376,813	159,635	63	480293,342	4208385,231	160,152
32	480394,993	4208366,651	158,436				

Οι συντεταγμένες των σταθμών αναφοράς (σημείο ΜΕΤ0) που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν οι εξής:

LEICA

JGC

X: 479000.671

X: 482604.204

Y: 4212795.623

Y: 4211810.260

Z: 181.264

Z: 118.120

Κεφάλαιο 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Εισαγωγή

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τα σφάλματα των μετρήσεων με τη μέθοδο της ταχυμετρίας και τα αντίστοιχα με τη μέθοδο δορυφορικού εντοπισμού (RTK). Επίσης πραγματοποιείται η σύγκριση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων από κάθε μέθοδο. Μέσω αυτών των συγκρίσεων προέκυψαν τα συμπεράσματα για την ακρίβεια και την καταλληλότητα της κάθε μεθόδου ως προς τις αστικές αποτυπώσεις.

4.2 Αποτελέσματα

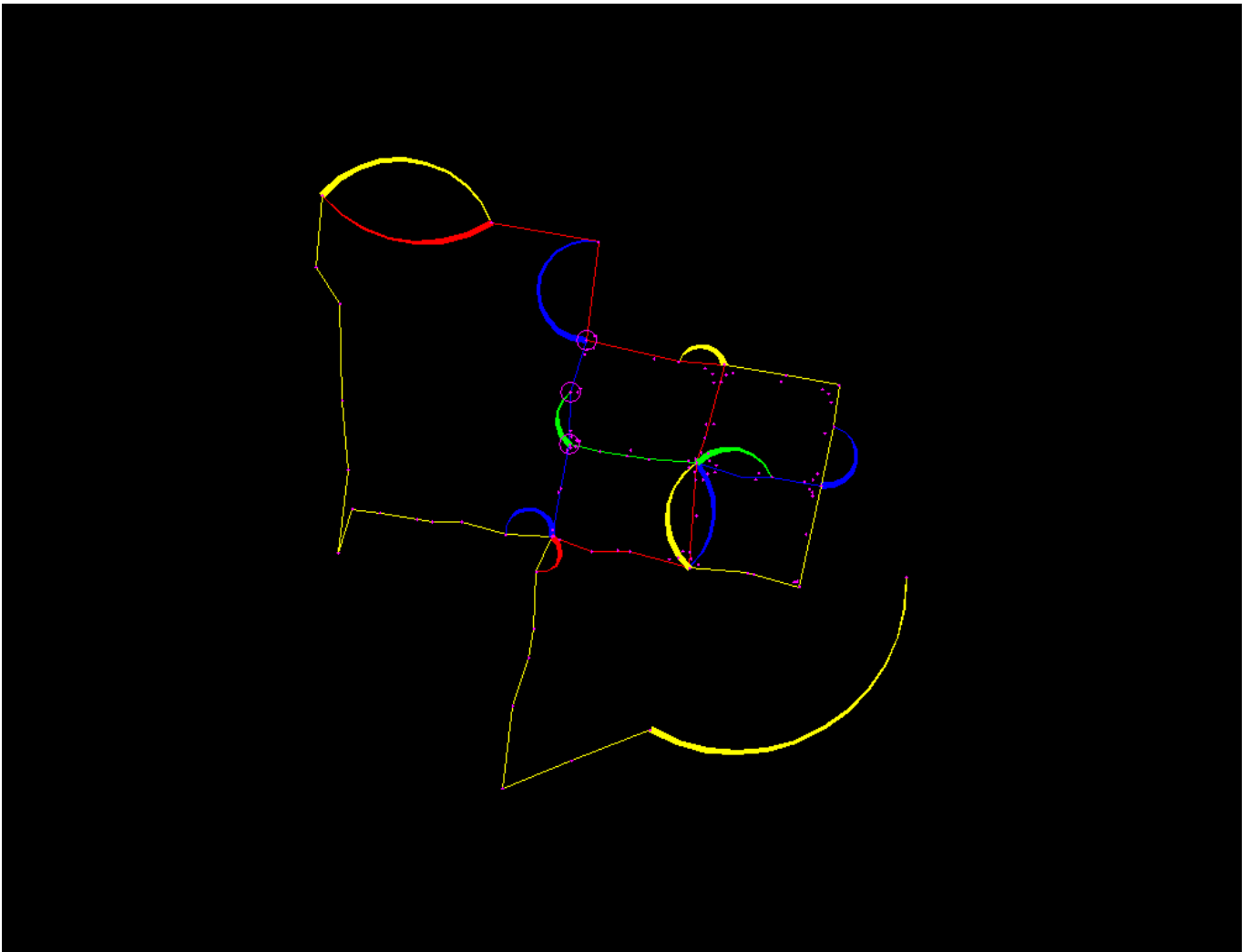
❖ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΑΣ – TOTAL STATION LEICA TCR805

Με την κλασική μέθοδο της ταχυμετρίας για την παρούσα αστική αποτύπωση των οικοδομικών τετραγώνων, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τον Ιούλιο του έτους 2008. Στη συνέχεια επιλύθηκαν οι εξαρτημένες οδεύσεις από τριγωνομετρικά που ιδρύθηκαν στην περιοχή, ώστε οι συντεταγμένες των ταχυμετρικών σημείων να βρίσκονται στο κρατικό σύστημα αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) και άρα να είναι άμεσα συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες των μετρήσεων με δορυφορικό εντοπισμό.

4.2.1 Αποτελέσματα-επίλυση όδευσης και ακρίβειες

Για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των ταχυμετρικών σημείων, επιλύθηκαν με το πρόγραμμα επίλυσης ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΑ της εταιρίας ΦΩΤΟΤΟΠΟ ΕΠΕ, 6 οδεύσεις οι οποίες απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη.

Τα σταθερά σημεία της όδευσης, είναι τα σημεία που οι συντεταγμένες τους ήταν γνωστές και έχουν προσδιοριστεί με δορυφορικό εντοπισμό Static. Επιπλέον το σφάλμα προσδιορισμού των σημείων εξάρτησης είναι $5\text{mm}\pm 0.5\text{ppm}$ οριζοντιογραφικά και $10\text{mm}\pm 0.5\text{ppm}$ υψομετρικά, όπως ήδη έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.



Εικόνα 4.1 Σχηματικός χάρτης των οδεύσεων της ταχυμετρίας

Τα σφάλματα επίλυσης των οδεύσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

	οριζοντιογραφικό σφάλμα (m)	γωνιακό σφάλμα(grad)
1	0.073	0.0123
2	0.045	0.0147
3	0.012	-0,0067
4	0.015	0.0061
5	0.005	-0.0019
6	0.007	0.0063

Πίνακας 4.1 τα οριζόντια και γωνιακά σφάλματα που προέκυψαν από την επίλυση κάθε όδευσης

Τα σφάλματα επίλυσης των οδεύσεων βρίσκονται εντός των αποδεκτών σφαλμάτων, σύμφωνα με τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε ως προς τους Ελληνικούς Κανονισμούς (Π.Δ. 696/74)

Οι προδιαγραφές ορίζονται ως εξής για καθεμιά από τις οδεύσεις που δημιουργήθηκαν.

ανεκτά σφάλματα (Π.Δ. 696/74)			
όδευσης	Γωνιακά(grad)	Οριζοντιογραφικά(m)	Υψομετρικά(m)
1	0.0447	0.354	0.653
2	0.0332	0.300	0.526
3	0.0224	0.184	0.433
4	0.0283	0.247	0.472
5	0.0200	0.157	0.392
6	0.0200	0.157	0.394

Πίνακας 4.2 Ανεκτά σφάλματα για κάθε όδευση σύμφωνα με τις προδιαγραφές

Κατόπιν της επίλυσης των οδεύσεων και τον παράλληλο μετασχηματισμό των συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ '87, προέκυψαν από την επίλυση της ταχυμετρίας με το προαναφερόμενο πρόγραμμα επίλυσης, οι συντεταγμένες των σημείων καθώς και τα σφάλματα προσδιορισμού τους που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα.

Με βάση το νόμο μετάδοσης σφαλμάτων στο πρώτο θεμελιώδες θεώρημα από το οποίο προκύπτουν οι συντεταγμένες Χ, Υ από την όδευση και της βασικής σχέσης τριγωνομετρικής υψομετρίας για τα ορθομετρικά υψόμετρα, προκύπτουν τα σφάλματα προσδιορισμού των σημείων που αποτυπώθηκαν με τη μέθοδο της ταχυμετρίας.

Συγκεκριμένα, για τις συντεταγμένες των σημείων τα σφάλματα προκύπτουν ως εξής:

$$\sigma_X = \sqrt{(\sigma_{\varepsilon\xi\alpha\rho\tau}^2 + \sin a_{X\varepsilon\xi\alpha\rho\tau} \cdot \sigma_s^2 + \cos a_{X\varepsilon\xi\alpha\rho\tau} \cdot \sigma_{a_{X\varepsilon\xi\alpha\rho\tau}}^2)} \quad (\text{m})$$

$$\sigma_Y = \sqrt{(\sigma_{\varepsilon\xi\alpha\rho\tau}^2 + \cos a_{X\varepsilon\xi\alpha\rho\tau} \cdot \sigma_s^2 + \sin_{\sigma\eta\mu-\varepsilon\xi\alpha\rho\tau} \cdot \sigma_{a_{\sigma\eta\mu-\varepsilon\xi\alpha\rho\tau}}^2)} \quad (\text{m})$$

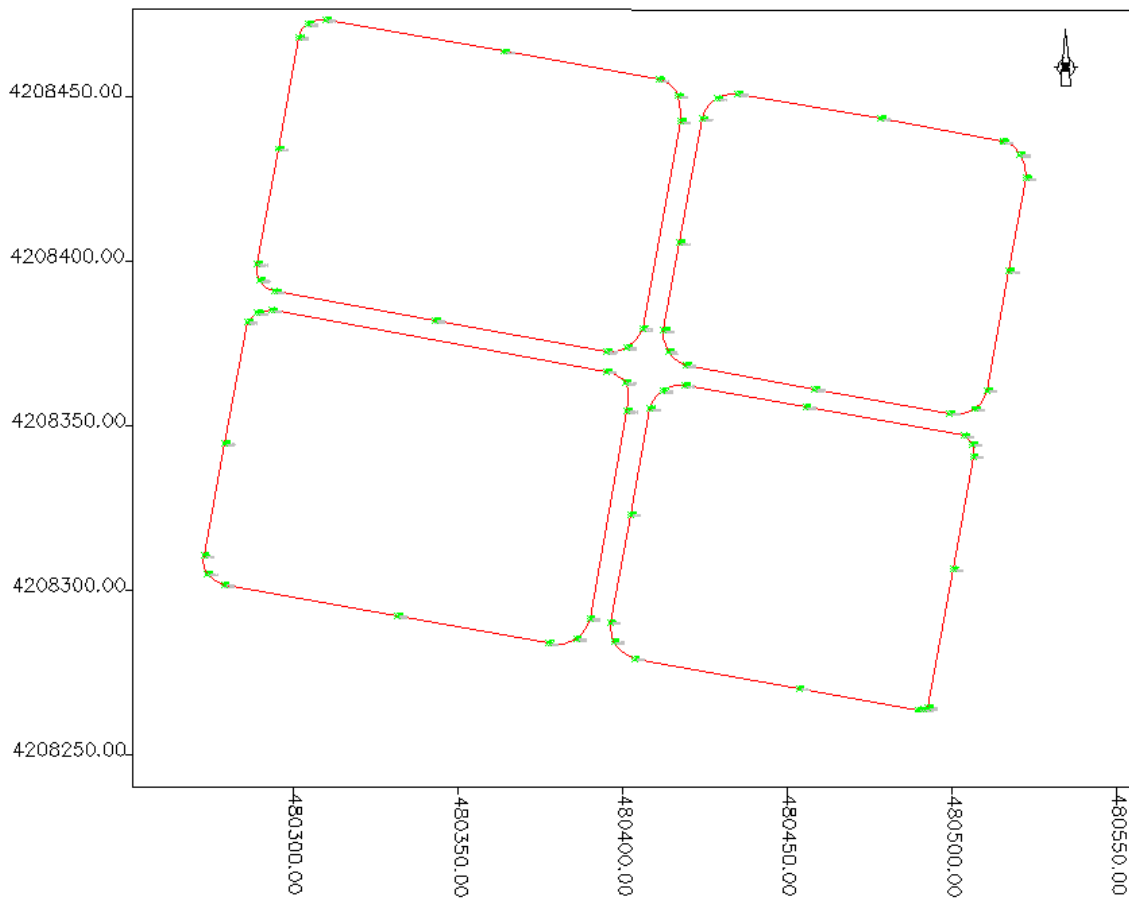
$$\sigma_H = \sqrt{\cos^2 z + \left(\frac{(1-k)}{R} \cdot \sin^2 z\right)^2} \quad (\text{m})$$

Επίσης, ο χάρτης των σημείων που αποτυπώθηκαν στο ΕΓΣΑ 87' με τη μέθοδο της ταχυμετρίας στα τέσσερα οικοδομικά τετράγωνα παρουσιάζεται παρακάτω:

α/α	X(m)	Y(m)	H(m)	σ_x (m)	σ_y (m)	σ_H (m)	α/α	X(m)	Y(m)	H(m)	σ_x (m)	σ_y (m)	σ_H (m)
1	480506,271	4208340,885	159,229	0,005	0,003	0,007	33	480400,755	4208363,315	158,600	0,007	0,005	0,009
2	480505,850	4208344,535	159,256	0,005	0,003	0,007	34	480401,189	4208354,749	158,941	0,005	0,003	0,007
3	480503,517	4208347,130	159,306	0,005	0,003	0,007	35	480402,135	4208323,277	160,485	0,006	0,004	0,008
4	480499,115	4208353,986	159,285	0,005	0,003	0,007	36	480408,039	4208355,352	158,846	0,005	0,003	0,007
5	480506,628	4208355,261	159,243	0,005	0,003	0,007	37	480411,951	4208360,766	158,521	0,005	0,003	0,007
6	480510,434	4208360,972	159,014	0,006	0,004	0,009	38	480418,573	4208362,401	158,417	0,005	0,003	0,007
7	480500,080	4208306,525	159,703	0,006	0,004	0,009	39	480517,049	4208397,150	157,689	0,005	0,003	0,007
8	480492,456	4208264,563	160,155	0,006	0,004	0,009	40	480522,231	4208425,399	156,652	0,005	0,003	0,007
9	480491,097	4208263,946	160,177	0,006	0,004	0,009	41	480520,443	4208432,586	156,529	0,007	0,005	0,009
10	480489,534	4208263,891	160,263	0,006	0,004	0,009	42	480515,174	4208436,509	156,741	0,007	0,005	0,009
11	480453,350	4208270,399	161,460	0,006	0,004	0,009	43	480478,127	4208443,517	157,644	0,007	0,005	0,009
12	480403,452	4208279,420	162,624	0,006	0,004	0,009	44	480434,795	4208450,986	155,091	0,007	0,005	0,009
13	480397,194	4208284,588	162,454	0,006	0,004	0,009	45	480428,494	4208449,523	154,785	0,007	0,005	0,009
14	480396,198	4208290,516	162,153	0,006	0,004	0,009	46	480424,140	4208443,357	154,874	0,007	0,005	0,009
15	480389,891	4208291,686	162,164	0,006	0,004	0,009	47	480410,510	4208405,574	156,402	0,007	0,005	0,009
16	480385,778	4208285,504	162,594	0,006	0,004	0,009	48	480417,405	4208442,601	154,966	0,007	0,005	0,009
17	480377,399	4208284,101	163,144	0,006	0,004	0,009	49	480416,602	4208450,351	154,540	0,007	0,005	0,009
18	480331,398	4208292,437	165,818	0,006	0,004	0,009	50	480410,823	4208455,301	154,137	0,006	0,004	0,008
19	480278,891	4208301,925	167,844	0,007	0,0045	0,009	51	480363,970	4208463,819	154,276	0,006	0,004	0,008
20	480273,793	4208305,216	167,944	0,006	0,004	0,009	52	480309,783	4208473,562	154,697	0,006	0,004	0,008
21	480455,370	4208355,849	158,833	0,006	0,004	0,009	53	480304,222	4208472,281	154,916	0,006	0,004	0,008
22	480458,096	4208361,314	158,832	0,006	0,004	0,009	54	480301,444	4208468,129	155,303	0,006	0,004	0,008
23	480418,906	4208368,546	158,315	0,005	0,003	0,007	55	480295,335	4208434,320	157,454	0,006	0,004	0,008
24	480413,772	4208372,747	158,109	0,005	0,003	0,007	56	480288,961	4208399,411	159,642	0,006	0,004	0,008
25	480412,296	4208379,120	157,752	0,007	0,0045	0,008	57	480289,634	4208394,374	159,941	0,006	0,004	0,008
26	480417,186	4208405,765	156,540	0,007	0,0045	0,008	58	480289,019	4208384,445	160,554	0,006	0,004	0,008
27	480405,816	4208379,728	157,792	0,005	0,003	0,007	59	480285,933	4208381,804	160,944	0,006	0,004	0,008

28	480401,188	4208374,016	158,174	0,005	0,003	0,007	60	480279,035	4208344,767	164,440	0,005	0,003	0,007
29	480395,012	4208372,756	158,479	0,005	0,003	0,007	61	480272,889	4208310,732	167,599	0,005	0,003	0,007
30	480342,794	4208382,176	159,695	0,005	0,003	0,007	62	480294,358	4208390,962	160,170	0,005	0,003	0,007
31	480339,861	4208376,813	159,635	0,005	0,003	0,007	63	480293,351	4208385,184	160,279	0,005	0,003	0,007
32	480394,833	4208366,658	158,506	0,005	0,003	0,007							

Πίνακας 4.3 Οι συντεταγμένες των σημείων αποτύπωσης με τη μέθοδο της ταχυμετρίας



Εικόνα 4.2 Χάρτης αποτύπωσης των ταχυμετρικών σημείων των οικοδομικών τετραγώνων στο ΕΓΣΑ87'

Τέλος, παρουσιάζεται ένας πίνακας για το συνολικό οριζοντιογραφικό σφάλμα κάθε σημείου.

α/α	σ_{xy} (m)	α/α	σ_{xy} (m)
1	0,006	33	0,008
2	0,006	34	0,007
3	0,006	35	0,006
4	0,006	36	0,006
5	0,006	37	0,006
6	0,007	38	0,006
7	0,007	39	0,006
8	0,007	40	0,006
9	0,007	41	0,008
10	0,007	42	0,008
11	0,007	43	0,008
12	0,007	44	0,008

13	0,007	45	0,008
14	0,007	46	0,008
15	0,007	47	0,008
16	0,007	48	0,008
17	0,007	49	0,008
18	0,007	50	0,007
19	0,007	51	0,007
20	0,007	52	0,007
21	0,007	53	0,007
22	0,007	54	0,007
23	0,006	55	0,007
24	0,006	56	0,007
25	0,008	57	0,007
26	0,008	58	0,007
27	0,006	59	0,007
28	0,006	60	0,006
29	0,006	61	0,006
30	0,006	62	0,006
31	0,006	63	0,006
32	0,006		

Πίνακας 4.4 το οριζοντιογραφικό σφάλμα κάθε σημείου που αποτυπώθηκε με τη μέθοδο της ταχυμετρίας

4.3 Αποτελέσματα RTK

Ο δορυφορικό εντοπισμός των σημείων των οικοδομικών τετραγώνων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο RTK με Μόνιμο Σταθμό Αναφοράς, χρησιμοποιώντας δύο δέκτες διαφορετικών εταιριών. Η μέθοδος περιγράφηκε με λεπτομέρεια στο κεφάλαιο 2. Οι επιλύσεις των σημείων πραγματοποιήθηκαν από εξαρτήσεις των σταθμών αναφοράς που αναφέρονται στο τέλος του 3^{ου} κεφαλαίου.

Τα ορθομετρικά υψόμετρα των σημείων με τον δορυφορικό εντοπισμό πραγματοποιήθηκαν με χρήση του παγκόσμιου μοντέλου γεωειδούς EGM96, του οποίου οι παράμετροι είναι ενσωματωμένοι στο λογισμικό των δεκτών. Κατά συνέπεια οι μετρήσεις γεωμετρικών υψομέτρων που πραγματοποιούνται από το δορυφορικό σύστημα σε κάθε σημείο μετατρέπονται αυτόματα σε ορθομετρικά υψόμετρα.

- **GPS – δέκτης Z-MAX.NET της JGC**

Κατά την ίδια περίοδο μετρήσεων, με την ταχυμετρία, χρησιμοποιήθηκε το GPS της εταιρίας JGC, ώστε να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των συντεταγμένων των σημείων της

αποτύπωσης με δορυφορικό εντοπισμό. Η διάρκεια μετρήσεων των σημείων κυμάνθηκε μεταξύ 5 και 10 δευτερολέπτων.

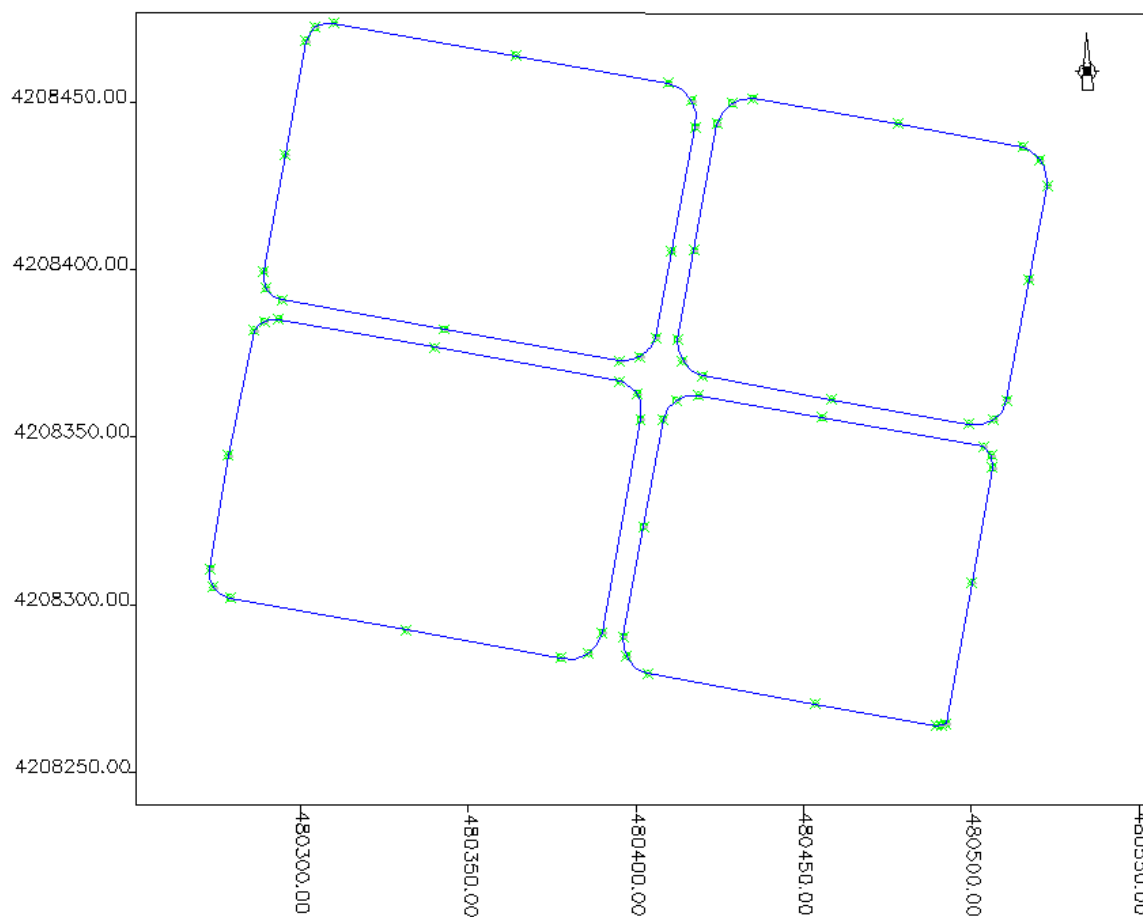
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο με το δέκτη Z-MAX.NET παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	X(m)	Y(m)	H(m)	A/A	X(m)	Y(m)	H(m)
1	480506,246	4208340,939	159,148	33	480400,727	4208363,320	158,512
2	480505,838	4208344,578	159,158	34	480401,147	4208354,805	158,764
3	480503,511	4208347,189	159,203	35	480402,084	4208323,329	160,410
4	480499,099	4208354,017	159,229	36	480407,968	4208355,395	158,785
5	480506,606	4208355,307	159,151	37	480411,944	4208360,847	158,518
6	480510,461	4208361,029	158,940	38	480418,532	4208362,449	158,344
7	480500,063	4208306,532	159,617	39	480517,026	4208397,214	157,567
8	480492,426	4208264,603	160,085	40	480522,173	4208425,437	156,629
9	480491,070	4208263,986	160,085	41	480520,354	4208432,681	156,460
10	480489,515	4208263,959	160,140	42	480515,182	4208436,531	156,627
11	480453,334	4208270,456	161,388	43	480478,110	4208443,561	157,572
12	480403,457	4208279,477	162,549	44	480434,797	4208451,023	154,981
13	480397,153	4208284,658	162,316	45	480428,480	4208449,565	154,747
14	480396,107	4208290,58	162,098	46	480424,093	4208443,389	154,846
15	480389,866	4208291,74	162,045	47	-	-	-
16	480385,754	4208285,542	162,59	48	480417,372	4208442,632	154,842
17	480377,350	4208284,108	163,067	49	480416,542	4208450,386	154,430
18	480331,353	4208292,455	165,728	50	480410,799	4208455,328	154,085
19	480278,856	4208301,928	167,849	51	480363,970	4208463,843	154,189
20	480273,769	4208305,258	167,877	52	480309,759	4208473,596	154,612
21	480455,344	4208355,921	158,759	53	480304,2	4208472,318	154,831
22	480458,023	4208361,362	158,717	54	480301,428	4208468,159	155,204
23	480418,880	4208368,593	158,245	55	480295,274	4208434,355	157,389
24	480413,728	4208372,827	158,068	56	480288,959	4208399,445	159,664
25	480412,305	4208379,168	157,731	57	480289,590	4208394,397	159,954
26	480417,144	4208405,837	156,669	58	480289,020	4208384,481	160,563
27	480405,808	4208379,738	157,661	59	480285,921	4208381,833	161,005
28	480401,131	4208374,078	158,034	60	480279,036	4208344,802	164,356
29	480394,960	4208372,824	158,444	61	480272,881	4208310,806	167,537
30	480342,822	4208382,215	159,673	62	480294,303	4208390,915	160,194
31	-	-	-	63	480293,357	4208385,201	160,274
32	480394,777	4208366,729	158,435				

Πίνακας 4.5 Αποτελέσματα μετρήσεων με τον δέκτη Z-MAX.NET – Ιούλιος 2008

Στα σημεία 31 και 47 λόγω έλλειψης σήματος δεν λήφθηκαν μετρήσεις.

Ο αντίστοιχος χάρτης των σημείων που αποτυπώθηκαν στα οικοδομικά τετράγωνα με τον δορυφορικό εντοπισμό είναι ο εξής:



Εικόνα 4.3 Χάρτης αποτύπωσης των σημείων των οικοδομικών τετραγώνων στο ΕΓΣΑ87' από τον δορυφορικό εντοπισμό με το δέκτη Z-MAX.NET

- **GPS – δέκτης ATX1230GG της σειράς προϊόντων Leica GPS 1200**

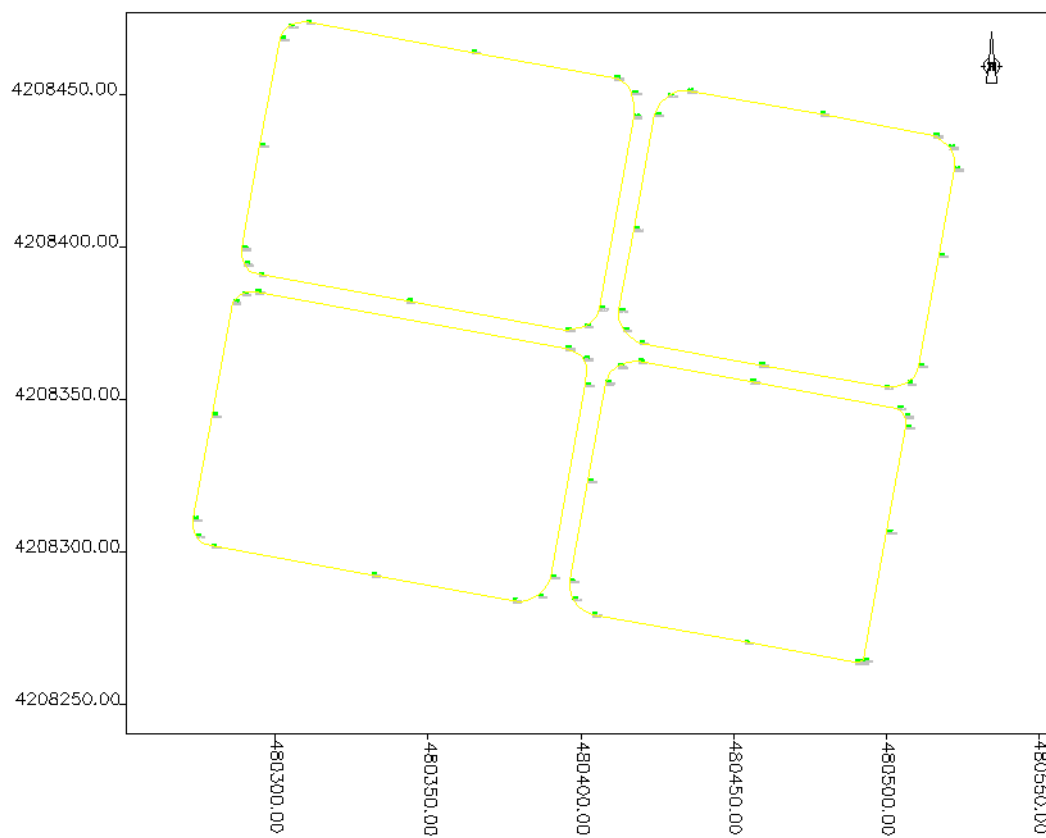
Αντίστοιχα πραγματοποιήθηκαν με το δέκτη ATX1230GG της εταιρίας Leica, μόνο στο σύστημα δορυφόρων GPS και τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα παρακάτω:

A/A	X(m)	Y(m)	H(m)	A/A	X(m)	Y(m)	H(m)
1	480506,270	4208340,921	159,235	32	480394,826	4208366,662	158,525
2	480505,860	4208344,549	159,369	33	480400,759	4208363,306	158,658
3	480503,517	4208347,181	159,415	34	480401,223	4208354,785	158,836
4	480499,096	4208353,984	159,429	35	480402,153	4208323,276	160,522
5	480506,652	4208355,261	159,287	36	480407,974	4208355,399	158,865
6	480510,485	4208360,993	158,922	37	480411,923	4208360,820	158,518
7	480500,100	4208306,532	159,724	38	480418,578	4208362,427	158,433
8	480492,490	4208264,582	160,149	39	480517,053	4208397,214	157,704
9	480491,121	4208263,984	160,240	40	480522,196	4208425,425	156,675
10	480489,559	4208263,913	160,295	41	480520,426	4208432,643	156,483
11	480453,402	4208270,421	161,456	42	480515,353	4208436,364	156,449
12	480403,515	4208279,452	162,628	43	480478,139	4208443,518	157,711
13	480397,200	4208284,616	162,456	44	480434,795	4208451,001	155,064
14	480396,176	4208290,549	162,186	45	480428,490	4208449,524	154,790
15	480389,890	4208291,731	162,304	46	480424,136	4208443,357	154,913
16	480385,784	4208285,523	162,700	47	-	-	-
17	480377,441	4208284,116	163,079	48	480417,332	4208442,602	155,105
18	480331,399	4208292,471	165,808	49	480416,634	4208450,346	154,559
19	480278,907	4208301,939	167,845	50	480410,845	4208455,259	154,329
20	480273,808	4208305,248	167,926	51	480363,987	4208463,818	154,303
21	480455,386	4208355,833	158,820	52	480309,809	4208473,556	154,723
22	480458,095	4208361,287	158,822	53	480304,234	4208472,296	154,941
23	480418,914	4208368,578	158,346	54	480301,737	4208469,003	155,322
24	480413,749	4208372,779	158,207	55	480294,732	4208433,272	156,210
25	480412,280	4208379,149	157,800	56	480288,955	4208399,474	159,797
26	480417,191	4208405,775	156,661	57	480289,620	4208394,359	160,029
27	480405,818	4208379,716	157,773	58	480289,028	4208384,485	160,653
28	480401,221	4208374,000	158,111	59	480285,958	4208381,838	160,998
29	480394,944	4208372,701	158,744	60	480279,046	4208344,800	164,363
30	480342,847	4208382,151	159,791	61	480272,914	4208310,806	167,558
31	-	-	-	62	480294,309	4208390,889	160,107
				63	480293,359	4208385,158	160,274

Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα μετρήσεων με τον δέκτη ATX1230GG – Ιούλιος 2008

Στα σημεία 31 και 47 λόγω έλλειψης σήματος δεν λήφθηκαν μετρήσεις.

Επίσης, ο χάρτης των σημείων της αποτύπωσης στο ΕΓΣΑ87' είναι ο εξής:



Εικόνα 4.4 Χάρτης αποτύπωσης των σημείων των οικοδομικών τετραγώνων στο ΕΓΣΑ87' από τον δορυφορικό εντοπισμό με το δέκτη ATX1230GG

Ακρίβεια δορυφορικού εντοπισμού

Οι δείκτες αβεβαιότητας που δόθηκαν για τις μετρήσεις των σημείων της αποτύπωσης για τα δύο διαφορετικά δορυφορικά συστήματα εντοπισμού καθώς και ο αριθμός δορυφόρων από την επίλυση σε κάθε σημείο παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Δορυφορικό σύστημα εντοπισμού – δέκτης Z-MAX.NET

A/A	RMS(m)	δορυφόροι	float/fixed	A/A	RMS(m)	δορυφόροι	float/fixed
1	0,035	8	fixed	32	0,028	8	fixed
2	0,035	8	fixed	33	0,029	7	fixed
3	0,043	8	fixed	34	0,037	8	fixed
4	0,036	8	fixed	35	0,054	7	fixed
5	0,043	8	fixed	36	0,043	7	fixed
6	0,044	7	fixed	37	0,028	8	fixed
7	0,031	8	fixed	38	0,046	5	fixed
8	0,033	7	fixed	39	0,043	8	fixed
9	0,026	10	fixed	40	0,033	7	fixed
10	0,030	8	fixed	41	0,111	6	float
11	0,031	8	fixed	42	0,054	6	fixed
12	0,027	8	fixed	43	0,025	8	fixed
13	0,022	10	fixed	44	0,053	9	fixed
14	0,032	10	fixed	45	0,026	8	fixed
15	0,032	8	fixed	46	0,044	8	fixed
16	0,031	8	fixed	47	-	-	-
17	0,037	8	fixed	48	0,029	10	fixed
18	0,028	8	fixed	49	0,045	7	fixed
19	0,025	9	fixed	50	0,038	7	fixed
20	0,027	8	fixed	51	0,044	6	fixed
21	0,031	7	fixed	52	0,035	6	fixed
22	0,033	8	fixed	53	0,027	6	fixed
23	0,033	8	fixed	54	0,028	7	fixed
24	0,029	9	fixed	55	0,049	5	fixed
25	0,029	8	fixed	56	0,036	6	fixed
26	0,069	7	fixed	57	0,032	6	fixed
27	0,052	8	fixed	58	0,042	6	fixed
28	0,033	8	fixed	59	0,026	7	fixed
29	0,044	8	fixed	60	0,071	4	fixed
30	0,045	8	fixed	61	0,034	6	fixed
31	-	-	-	62	0,051	6	fixed
				63	0,031	7	fixed

Πίνακας 4.7 Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, ο αριθμός των δορυφόρων και η κατάσταση λήψης κάθε σημείου για τις μετρήσεις με το δέκτη Z-MAX.NET

Ο μέσος όρος των τετραγωνικών σφαλμάτων για τα παραπάνω σημεία είναι 0.04m

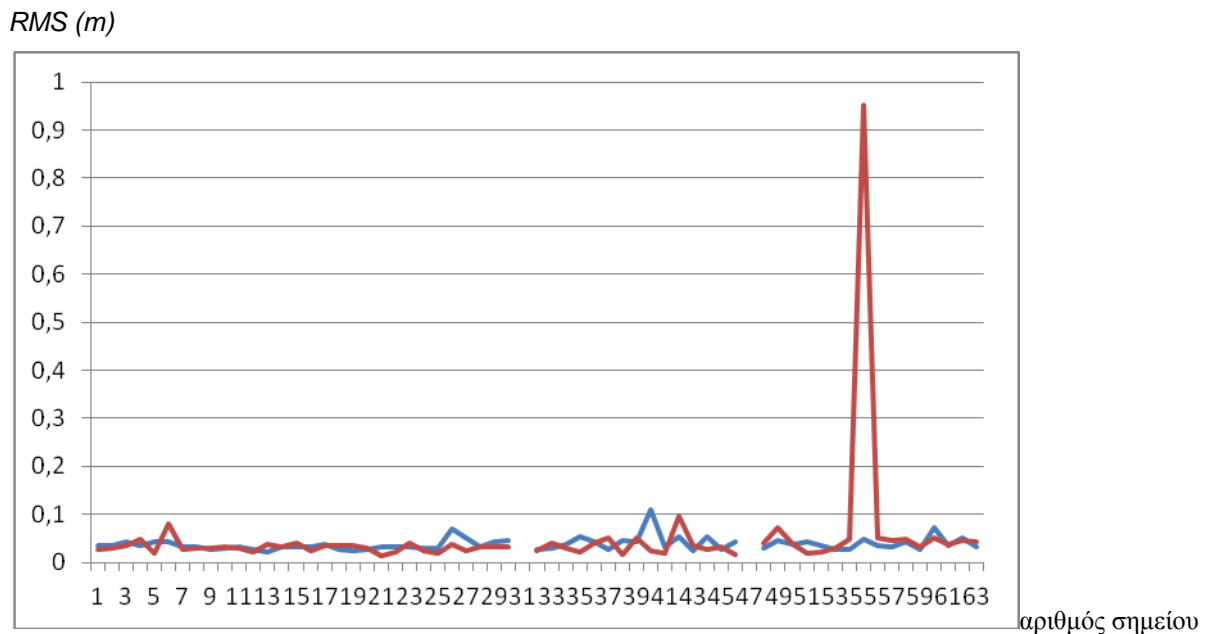
 Δορυφορικό σύστημα εντοπισμού – δέκτης ATX1230GG

A/A	RMS(m)	δορυφόροι	fixed/float	A/A	RMS(m)	δορυφόροι	fixed/float
1	0,028	7	fixed	32	0,024	9	fixed
2	0,030	7	fixed	33	0,041	10	fixed
3	0,035	7	fixed	34	0,029	10	fixed
4	0,049	7	fixed	35	0,021	9	fixed
5	0,018	8	fixed	36	0,039	8	fixed
6	0,080	6	fixed	37	0,050	9	fixed
7	0,026	7	fixed	38	0,017	10	fixed
8	0,029	8	fixed	39	0,052	6	fixed
9	0,030	7	fixed	40	0,025	8	fixed
10	0,032	8	fixed	41	0,020	8	fixed
11	0,030	8	fixed	42	0,097	8	float
12	0,021	7	fixed	43	0,035	8	fixed
13	0,037	7	fixed	44	0,027	8	fixed
14	0,031	6	fixed	45	0,031	8	fixed
15	0,041	6	fixed	46	0,015	10	fixed
16	0,025	7	fixed	47	-	-	-
17	0,036	7	fixed	48	0,039	9	fixed
18	0,035	6	fixed	49	0,071	7	fixed
19	0,036	7	fixed	50	0,038	9	fixed
20	0,030	7	fixed	51	0,019	10	fixed
21	0,014	8	fixed	52	0,021	9	fixed
22	0,021	9	fixed	53	0,030	10	fixed
23	0,040	9	fixed	54	0,049	8	fixed
24	0,025	8	fixed	55	0,951	7	float
25	0,019	9	fixed	56	0,050	6	fixed
26	0,038	9	fixed	57	0,045	5	fixed
27	0,025	10	fixed	58	0,047	6	fixed
28	0,031	7	fixed	59	0,031	6	fixed
29	0,033	10	fixed	60	0,050	5	fixed
30	0,033	9	fixed	61	0,037	6	fixed
31	-	-	-	62	0,045	5	fixed
				63	0,044	6	fixed

Πίνακας 4.8 Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, ο αριθμός των δορυφόρων και η κατάσταση λήψης κάθε σημείου για τις μετρήσεις με το δέκτη ATX1230GG

Ο μέσος όρος των τετραγωνικών σφαλμάτων για τα παραπάνω σημεία είναι 0.05m

Στο παρακάτω διάγραμμα των σφαλμάτων από τα δύο όργανα δορυφορικού εντοπισμού με κόκκινο εμφανίζονται τα μέσα τετραγωνικά σφάλματα του οργάνου ATX1230GG και με μπλε τα μέσα τετραγωνικά σφάλματα του οργάνου Z-MAX.NET.



Εικόνα 4.5 Το διάγραμμα των μέσων τετραγωνικών σφαλμάτων με τους δύο δέκτες για κάθε σημείο

Από την παραπάνω σύγκριση καθώς και από το μέσο όρο των τετραγωνικών σφαλμάτων για τα αποτελέσματα κάθε δέκτη, προκύπτει ότι για τα σημεία της αποτύπωσης, τα σφάλματα από τα δύο όργανα GPS είναι κοντινά. Τα σφάλματα του δορυφορικού εντοπισμού κυμαίνονται συνήθως από 2 έως 5 περίπου εκατοστά, στις περιπτώσεις που είναι σε κατάσταση fixed.

Συγκρίνοντας τα παραπάνω σφάλματα με αυτά που προέκυψαν από την ταχυμετρία, προκύπτει ότι οι ακρίβειες των δύο μεθόδων είναι κοντινές, όμως οι μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο με GPS σε ορισμένα σημεία που το σφάλμα τείνει στα 8 εκατοστά, είναι δυσμενέστερες.

Στην Εικόνα 4.5 παρατηρείται η υψηλή τιμή RMS του δέκτη ATX1230GG, στο σημείο 55, το οποίο μετρήθηκε σε κατάσταση float καθώς επίσης και η διακοπή λήψης σήματος για τα σημεία 31 και 47.

Σύγκριση των αποτελεσμάτων από την ταχυμετρία σε σχέση με τα αντίστοιχα από το δορυφορικό εντοπισμό

Με τη σύγκριση της ταχυμετρικής μεθόδου και του δορυφορικού εντοπισμού ως προς τα αποτελέσματά τους και ως προς τα σφάλματα αυτών, μπορεί να προκύψει μια σαφής εικόνα ως προς το πόσο συγκλίνουν τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων στις αστικές αποτυπώσεις.

Η σύγκριση αυτών των μεθόδων επετεύχθη με δύο τρόπους.

Αρχικά, για κάθε σημείο της αποτύπωσης συγκρίθηκαν οι συντεταγμένες που προέκυψαν από κάθε μέθοδο, καθώς και το ορθομετρικό τους υψόμετρο, δημιουργώντας τις διαφορές τους. Η αξιολόγηση αυτών των διαφορών αξιολογήθηκε στατιστικά, υπολογίζοντας την ελάχιστη και μέγιστη τιμή, τη μέση τιμή και την τυπική τους απόκλιση. Οι διαφορές στις τιμές των συντεταγμένων που προέκυψαν από τις δύο μεθόδους είναι οι ακόλουθες, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής αξιολόγησής τους.

TOTAL STATION – GPS ATX1230GG							
α/α	DX(m)	DY(m)	DH(m)	α/α	DX(m)	DY(m)	DH(m)
1	0.001	-0.036	-0.005	32	0.007	-0.004	-0.020
2	-0.009	-0.014	-0.113	33	-0.004	0.009	-0.059
3	-0.000	-0.051	-0.109	34	-0.034	-0.036	0.105
4	0.019	0.002	-0.143	35	-0.018	0.001	-0.038
5	-0.024	-0.000	-0.043	36	0.065	-0.047	-0.020
6	-0.051	-0.021	0.092	37	0.028	-0.054	0.003
7	-0.019	-0.006	-0.020	38	-0.005	-0.026	-0.017
8	-0.034	-0.018	0.006	39	-0.004	-0.063	-0.016
9	-0.024	-0.037	-0.063	40	0.035	-0.026	-0.024
10	-0.025	-0.021	-0.032	41	0.018	-0.057	0.045
11	-0.052	-0.021	0.004	42	-0.179	0.145	0.291
12	-0.062	-0.031	-0.004	43	-0.012	-0.001	-0.067
13	-0.005	-0.028	-0.002	44	0.000	-0.015	0.026
14	0.021	-0.033	-0.033	45	0.004	-0.001	-0.005
15	0.001	-0.044	-0.140	46	0.004	0.001	-0.039
16	-0.006	-0.018	-0.106	47	-	-	-
17	-0.042	-0.014	0.065	48	0.073	-0.001	-0.139
18	-0.001	-0.033	0.009	49	-0.032	0.005	-0.020
19	-0.015	-0.014	-0.001	50	-0.022	0.042	-0.192
20	-0.014	-0.031	0.018	51	-0.017	0.001	-0.028
21	-0.015	0.016	0.013	52	-0.026	0.006	-0.026
22	0.001	0.026	0.010	53	-0.012	-0.015	-0.026

23	-0.007	-0.032	-0.031	54	-0.023	-0.025	-0.002
24	0.023	-0.032	-0.098	55	0.603	1.048	1.244
25	0.016	-0.028	-0.048	56	0.006	-0.063	-0.156
26	-0.005	-0.010	-0.120	57	0.014	0.015	-0.089
27	-0.002	0.012	0.018	58	-0.009	-0.040	-0.100
28	-0.032	0.016	0.062	59	-0.025	-0.034	-0.054
29	0.067	0.054	-0.264	60	-0.011	-0.033	0.076
30	-0.052	0.024	-0.096	61	-0.025	-0.074	0.043
31	-	-	-	62	0.049	0.073	0.063
				63	-0.007	0.026	0.005

Πίνακας 4.9 Συγκριτικός πίνακας των διαφορών των συντεταγμένων από την ταχυμετρία και τον δορυφορικό εντοπισμό με δέκτη ATX 1230GG

Για τα σημεία 31 και 47 δεν υπήρξε σύγκριση, αφού δεν αποτυπώθηκαν με το δέκτη ATX 1330GG.

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.603	0.000	0.033	±0.011
DY	1.048	0.000	0.045	±0.003
DH	1.244	0.001	0.079	±0.007

Πίνακας 4.10 Στατιστική αξιολόγηση των διαφορών ταχυμετρίας και δορυφορικού εντοπισμού

Επιπλέον, βγάζοντας τα δύο σημεία των οποίων οι μετρήσεις λήφθηκαν σε κατάσταση float(42 και 55), η στατιστική αξιολόγηση που προκύπτει είναι η εξής:

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.073	0.000	0.021	±0.002
DY	0.074	0.000	0.026	±0.002
DH	0.265	0.001	0.056	±0.007

Πίνακας 4.11 Στατιστική αξιολόγηση των διαφορών ταχυμετρίας και δορυφορικού εντοπισμού χωρίς τις λήψεις Float

Είναι φανερό ότι αφαιρώντας τα σημεία που λήφθηκαν σε κατάσταση float μειώθηκαν οι μέσες τιμές των διαφορών όπως αναμενόταν, ενώ μειώθηκε ταυτόχρονα και η τυπική απόκλιση των διαφορών. Συνεπώς η εγκυρότητα της στατιστικής αξιολόγησης εξαρτάται από το ποια σημεία συμπεριλήφθηκαν στην αξιολόγηση.

Όπως είναι γνωστό τα σημεία που λαμβάνονται σε κατάσταση float είναι λιγότερο ακριβή με αυτά σε κατάσταση fixed, οπότε για μια εμπειριστατωμένη αξιολόγηση είναι προτιμότερο να μην συμπεριλαμβάνονται στο πλήθος των σημείων.

A/A	RMS(m)	σ_{xy} (m)	A/A	RMS(m)	σ_{xy} (m)
1	0,028	0,006	32	0,024	0,006
2	0,030	0,006	33	0,041	0,008
3	0,035	0,006	34	0,029	0,007
4	0,049	0,006	35	0,021	0,006
5	0,018	0,006	36	0,039	0,006
6	0,080	0,007	37	0,050	0,006
7	0,026	0,007	38	0,017	0,006
8	0,029	0,007	39	0,052	0,006
9	0,030	0,007	40	0,025	0,006
10	0,032	0,007	41	0,020	0,008
11	0,030	0,007	42	0,097	0,008
12	0,021	0,007	43	0,035	0,008
13	0,037	0,007	44	0,027	0,008
14	0,031	0,007	45	0,031	0,008
15	0,041	0,007	46	0,015	0,008
16	0,025	0,007	48	0,039	0,008
17	0,036	0,007	49	0,071	0,008
18	0,035	0,007	50	0,038	0,008
19	0,036	0,070	51	0,019	0,007
20	0,030	0,007	52	0,021	0,007
21	0,014	0,007	53	0,030	0,007
22	0,021	0,007	54	0,049	0,007
23	0,040	0,006	55	0,951	0,007
24	0,025	0,006	56	0,050	0,007
25	0,019	0,008	57	0,045	0,007
26	0,038	0,008	58	0,047	0,007
27	0,025	0,006	59	0,031	0,007
28	0,031	0,006	60	0,050	0,007
29	0,033	0,006	61	0,037	0,006
30	0,033	0,006	62	0,045	0,006
			63	0,044	0,006

Πίνακας 4.12 συγκριτικός πίνακας των σφαλμάτων προσδιορισμού των θέσεων με τη δορυφορική μέθοδο (δέκτης ATX 1230GG) και τη μέθοδο της ταχυμετρίας

Από τον παραπάνω πίνακα λείπουν τα σημεία 31 και 47 για τα οποία δεν έχει ληφθεί μέτρηση από το συγκεκριμένο δέκτη.

Εξετάζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μέθοδος της ταχυμετρίας με τη μέθοδο του δορυφορικού εντοπισμού με το όργανο ATX 1230GG συγκλίνουν ως προς την τετμημένη στα 2.1 εκατοστά με ακρίβεια 2 χιλιοστών και στην

τεταγμένη συγκλίνουν κατά 2.6 εκατοστά με ακρίβεια 2 χιλιοστών. Έτσι προκύπτει ότι οριζοντιογραφικά συγκλίνουν κατά 3.3 εκατοστά με ακρίβεια 3 χιλιοστών, ενώ στην τρίτη διάσταση συγκλίνουν κατά 5.6 εκατοστά με ακρίβεια 7 χιλιοστών. Η αύξηση του σφάλματος ως προς τα υψόμετρα σε σχέση με τις δύο διαστάσεις οφείλεται στην ακρίβεια των δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού, η οποία μειώνεται σε κάποια εκατοστά, όση δηλαδή είναι και ακρίβεια του παγκόσμιου μοντέλου γεωειδούς που χρησιμοποιείται από το GPS για τον προσδιορισμό του ορθομετρικού υψομέτρου.

Επίσης, παρατηρείται ότι το οριζοντιογραφικό σφάλμα κάθε σημείου από την ταχυμετρία περιορίζεται σε κάποια χιλιοστά ενώ με το δέκτη ATXX 1230GG το σφάλμα στις δύο διαστάσεις αυξάνεται στην τάξη των εκατοστών.

Στη συνέχεια η αντίστοιχη διαδικασία σύγκρισης, πραγματοποιήθηκε μεταξύ των σημείων που αποτυπώθηκαν με ταχυμετρία και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων από το δορυφορικό εντοπισμό με το GPS της εταιρίας JGC.

Τα αποτελέσματα των διαφορών των συντεταγμένων είναι τα παρακάτω.

TOTAL STATION – Z-MAX.NET							
A/A	DX(m)	DY(m)	DH(m)	A/A	DX(m)	DY(m)	DH(m)
1	0.025	-0.054	0.081	32	0.056	-0.071	0.071
2	0.012	-0.043	0.098	33	0.028	-0.005	0.088
3	0.006	-0.059	0.103	34	0.042	-0.056	0.177
4	0.016	-0.031	0.056	35	0.051	-0.052	0.075
5	0.022	-0.046	0.092	36	0.071	-0.043	0.061
6	-0.027	-0.057	0.074	37	0.007	-0.081	0.003
7	0.017	-0.007	0.086	38	0.041	-0.048	0.073
8	0.030	-0.040	0.070	39	0.024	-0.064	0.122
9	0.027	-0.040	0.092	40	0.058	-0.038	0.023
10	0.019	-0.067	0.123	41	0.089	-0.095	0.069
11	0.016	-0.057	0.073	42	-0.008	-0.022	0.114
12	-0.005	-0.057	0.075	43	0.018	-0.044	0.072
13	0.041	-0.070	0.138	44	-0.001	-0.037	0.110
14	0.091	-0.064	0.055	45	0.014	-0.042	0.038
15	0.025	-0.054	0.119	46	0.047	-0.032	0.028
16	0.024	-0.038	0.004	47	-	-	-
17	0.049	-0.007	0.077	48	0.033	-0.031	0.124
18	0.046	-0.018	0.090	49	0.060	-0.035	0.110
19	0.035	-0.003	-0.005	50	0.024	-0.027	0.052
20	0.024	-0.042	0.067	51	0.000	-0.024	0.087

21	0.026	-0.071	0.074	52	0.024	-0.034	0.085
22	0.073	-0.048	0.115	53	0.022	-0.037	0.085
23	0.026	-0.047	0.070	54	0.016	-0.030	0.099
24	0.044	-0.080	0.041	55	0.061	-0.035	0.065
25	-0.009	-0.048	0.021	56	0.002	-0.034	-0.022
26	0.042	-0.072	-0.129	57	0.044	-0.023	-0.013
27	0.008	-0.010	0.131	58	-0.001	-0.036	-0.009
28	0.057	-0.062	0.140	59	0.012	-0.029	-0.061
29	0.052	-0.068	0.035	60	-0.001	-0.035	0.084
30	-0.028	-0.039	0.022	61	0.008	-0.074	0.062
31	-	-	-	62	0.055	0.047	-0.024
				63	-0.006	-0.017	0.005

Πίνακας 4.13 συγκριτικός πίνακας των διαφορών των συντεταγμένων από την ταχυμετρία και τον δορυφορικό εντοπισμό με δέκτη ZMAX

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.091	0.000	0.030	±0.003
DY	0.095	0.003	0.044	±0.006
DH	0.177	0.003	0.073	±0.005

Πίνακας 4.14 Στατιστική αξιολόγηση των διαφορών ταχυμετρίας και δορυφορικού εντοπισμού

Επιπλέον, αφαιρώντας το σημείο 41 του οποίου η μέτρηση λήφθηκε σε κατάσταση float, η στατιστική αξιολόγηση που προκύπτει είναι η εξής:

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.091	0.000	0.029	±0.003
DY	0.081	0.003	0.043	±0.002
DH	0.177	0.003	0.073	±0.005

Πίνακας 4.15 Στατιστική αξιολόγηση των διαφορών ταχυμετρίας και δορυφορικού εντοπισμού χωρίς τις λήψεις Float

Επίσης παρατίθεται ο πίνακας σύγκρισης του μέσου τετραγωνικού σφάλματος σε δύο διαστάσεις με το δέκτη Z-MAX και των οριζοντιογραφικών σφαλμάτων που προέκυψαν από την ταχυμετρία.

A/A	RMS(m)	σ_{xy} (m)	A/A	RMS(m)	σ_{xy} (m)
1	0,035	0,006	32	0,028	0,006
2	0,035	0,006	33	0,029	0,008
3	0,043	0,006	34	0,037	0,007
4	0,036	0,006	35	0,054	0,006

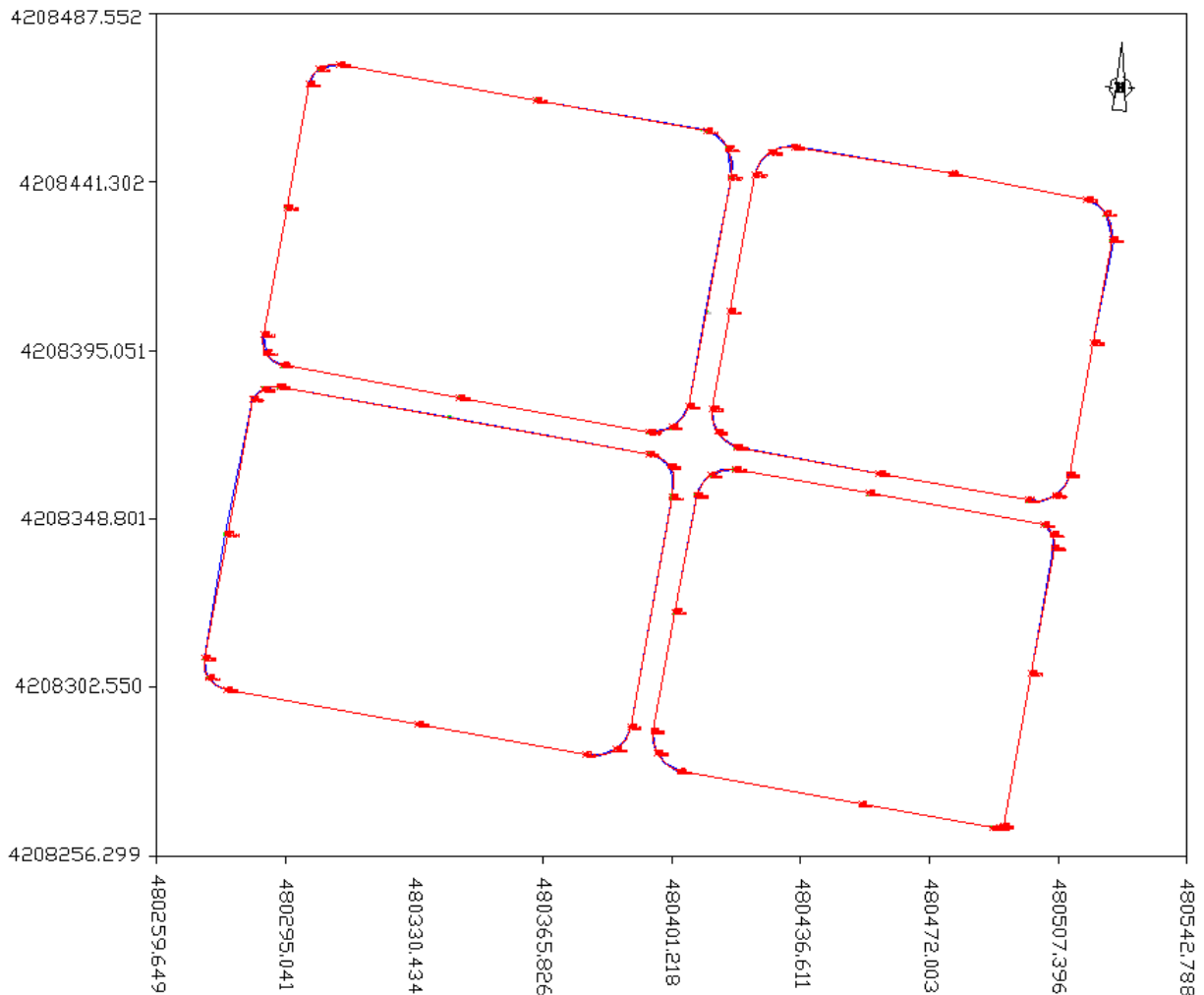
5	0,043	0,006	36	0,043	0,006
6	0,044	0,007	37	0,028	0,006
7	0,031	0,007	38	0,046	0,006
8	0,033	0,007	39	0,043	0,006
9	0,026	0,007	40	0,033	0,006
10	0,030	0,007	41	0,111	0,008
11	0,031	0,007	42	0,054	0,008
12	0,027	0,007	43	0,025	0,008
13	0,022	0,007	44	0,053	0,008
14	0,032	0,007	45	0,026	0,008
15	0,032	0,007	46	0,044	0,008
16	0,031	0,007	47	-	-
17	0,037	0,007	48	0,029	0,008
18	0,028	0,007	49	0,045	0,008
19	0,025	0,007	50	0,038	0,007
20	0,027	0,007	51	0,044	0,007
21	0,031	0,007	52	0,035	0,007
22	0,033	0,007	53	0,027	0,007
23	0,033	0,006	54	0,028	0,007
24	0,029	0,006	55	0,049	0,007
25	0,029	0,008	56	0,036	0,007
26	0,069	0,008	57	0,032	0,007
27	0,052	0,006	58	0,042	0,007
28	0,033	0,006	59	0,026	0,007
29	0,044	0,006	60	0,071	0,006
30	0,045	0,006	61	0,034	0,006
31	-	-	62	0,051	0,006
			63	0,031	0,006

Πίνακας 4.16 Συγκριτικός πίνακας των σφαλμάτων προσδιορισμού των θέσεων με τη δορυφορική μέθοδο (δέκτης Z_MAX) και τη μέθοδο της ταχυμετρίας

Εξετάζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μέθοδος της ταχυμετρίας και η μέθοδος του δορυφορικού εντοπισμού με το όργανο Z-MAX.NET συγκλίνουν ως προς την τετμημένη στα 2.9 εκατοστά με ακρίβεια 3 χιλιοστών και στην τεταγμένη συγκλίνουν κατά 4.3 εκατοστά με ακρίβεια 2 χιλιοστών. Συγκλίνουν δηλαδή οριζοντιογραφικά κατά 5.2 εκατοστά με ακρίβεια περίπου 3.5 χιλιοστών, ενώ υψομετρικά κατά 7.3 εκατοστά με ακρίβεια 5 χιλιοστών.

Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι τα αποτελέσματα των συντεταγμένων των σημείων των οικοδομικών τετραγώνων, είναι εξίσου ικανοποιητικά με τη μέθοδο του δορυφορικού εντοπισμού όσο και με την κλασική μέθοδο της ταχυμετρίας.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των αποτελεσμάτων για όλα τα σημεία μέσω της οπτικής απεικόνισής τους στον ίδιο χάρτη. Συγκεκριμένα τα σημεία που προέκυψαν από την ταχυμετρία προβλήθηκαν στον ίδιο χάρτη με αυτά που προέκυψαν από το δορυφορικό εντοπισμό. Ο χάρτης που προέκυψε είναι ο παρακάτω.



Εικόνα 4.6 Συγκριτικός χάρτης των αποτυπώσεων των σημείων των οικοδομικών τετραγώνων στο ΕΓΣΑ87 από τον δορυφορικό εντοπισμό και την κλασική ταχυμετρία

Τα σημεία που προέρχονται από την ταχυμετρία απεικονίζονται με τα κόκκινα πολύγωνα ενώ αυτά του δορυφορικού εντοπισμού με μπλε πολύγωνα. Παρατηρείται ότι οι διαφορές των συντεταγμένων των σημείων μεταξύ των δύο μεθόδων είναι πολύ μικρές όπως άλλωστε φάνηκε και από τη στατιστική αξιολόγηση των διαφορών τους. Συνεπώς, εκτός από την κλασική μέθοδο της ταχυμετρίας στις αστικές αποτυπώσεις είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και ο δορυφορικός εντοπισμός σε πραγματικό χρόνο με εξίσου ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Από άποψη χρονικής διάρκειας των μετρήσεων με τις δύο μεθόδους, προκύπτει ότι, για τη μέθοδο της ταχυμετρίας αρχικά απαιτήθηκαν 2 μέρες για την ίδρυση τριγωνομετρικού και πολυγωνομετρικού δικτύου, μια μέρα η ταχυμετρική αποτύπωση και άλλη μια μέρα η επίλυση των μετρήσεων ώστε να προκύψουν οι συντεταγμένες των σημείων που αποτυπώθηκαν στα οικοδομικά τετράγωνα.

Αντίθετα, με τη μέθοδο δορυφορικού εντοπισμού των σημείων σε πραγματικό χρόνο, απαιτήθηκε μια ημέρα για την πλήρη αποτύπωση των οικοδομικών τετραγώνων. Συνεπώς η οικονομία σε χρόνο των μεθόδων δορυφορικού εντοπισμού έναντι της κλασικής ταχυμετρίας είναι εμφανώς βελτιωμένη και συμφέρουσα σε μεγάλο βαθμό από άποψη χρόνου, κόστους (λιγότερες ώρες εργασίας).

Τέλος, εκτός από την οικονομία σε χρόνο την οποία προσφέρει ο δορυφορικός εντοπισμός, παρέχεται επιπλέον οικονομία όσον αφορά το ανθρώπινο δυναμικό το οποίο απαιτείται για την ολοκλήρωση των μετρήσεων. Με τη μέθοδο Single – Base RTK χρειάζεται πλέον μόνο ένας χειριστής του δέκτη. Αντίθετα με τη μέθοδο της κλασικής ταχυμετρίας τα άτομα που απαιτούνται για την ολοκλήρωση των μετρήσεων είναι κατ' ελάχιστο δύο.

Σύγκριση των αποτελεσμάτων από τους δύο δέκτες του δορυφορικού εντοπισμού

Συγκρίνοντας τέλος τα αποτελέσματα των δύο δεκτών από τις διαφορετικές εταιρίες για τα σημεία που αποτυπώθηκαν οι διαφορές των συντεταγμένων που προκύπτουν για κάθε σημείο εκτός από αυτά που δεν λήφθηκε μέτρηση από τους δέκτες είναι οι εξής:

A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔH(m)	A/A	ΔX(m)	ΔY(m)	ΔH(m)
1	0.024	-0.018	0.086	32	0.049	-0.067	0.091
2	0.022	-0.029	0.211	33	0.032	-0.014	0.147
3	0.006	-0.007	0.212	34	0.076	-0.020	0.072
4	-0.003	-0.033	0.199	35	0.069	-0.053	0.113
5	0.046	-0.046	0.136	36	0.006	0.004	0.081
6	0.024	-0.036	-0.018	37	-0.021	-0.027	0.000
7	0.037	-0.001	0.106	38	0.046	-0.022	0.089
8	0.064	-0.021	0.064	39	0.028	0.000	0.138
9	0.051	-0.003	0.155	40	0.024	-0.012	0.047
10	0.045	-0.046	0.156	41	0.072	-0.039	0.024
11	0.068	-0.035	0.068	42	0.171	-0.167	-0.177
12	0.057	-0.025	0.079	43	0.030	-0.042	0.140
13	0.046	-0.043	0.140	44	-0.002	-0.022	0.084
14	0.069	-0.031	0.089	45	0.011	-0.041	0.043
15	0.024	-0.009	0.259	46	0.044	-0.033	0.067
16	0.030	-0.019	0.110	47	-	-	-

17	0.091	0.007	0.011	48	-0.041	-0.031	0.263
18	0.046	0.016	0.080	49	0.092	-0.040	0.130
19	0.051	0.011	-0.004	50	0.046	-0.070	0.244
20	0.039	-0.011	0.049	51	0.018	-0.025	0.115
21	0.042	-0.088	0.061	52	0.051	-0.040	0.112
22	0.072	-0.075	0.104	53	0.034	-0.022	0.111
23	0.034	-0.015	0.101	54	0.039	-0.004	0.102
24	0.021	-0.048	0.139	55	-0.542	-1.082	-1.179
25	-0.025	-0.019	0.069	56	-0.004	0.029	0.134
26	0.047	-0.062	-0.008	57	0.030	-0.038	0.076
27	0.010	-0.022	0.112	58	0.009	0.004	0.090
28	0.089	-0.078	0.077	59	0.037	0.004	-0.007
29	-0.016	-0.122	0.300	60	0.009	-0.003	0.008
30	0.025	-0.063	0.118	61	0.033	0.000	0.019
31	-	-	-	62	0.006	-0.026	-0.087
				63	0.001	-0.043	0.000

Πίνακας 4.17 Οι διαφορές των συντεταγμένων που προέκυψαν για τα σημεία που αποτυπώθηκαν από τους δυο διαφορετικούς δέκτες GPS

Η αντίστοιχη στατιστική αξιολόγηση των διαφορών έχει ως εξής:

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.542	0.001	0,047	±0,009
DY	1.082	0.000	0,050	±0,017
DH	1.179	0.000	0,120	±0,019

Πίνακας 4.18 Στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δύο δεκτών

Αφαιρώντας και σε αυτή την περίπτωση τα 3 σημεία των οποίων οι μετρήσεις λήφθηκαν σε κατάσταση float(41,42 και 55), η στατιστική αξιολόγηση που προκύπτει είναι η εξής:

	Μέγιστο(m)	Ελάχιστο (m)	μέση τιμή(m)	τυπική απόκλιση(m)
DX	0.092	0.001	0.036	±0.003
DY	0.122	0.000	0.031	±0.003
DH	0.300	0.000	0.102	±0.009

Πίνακας 4.19 Στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δύο δεκτών, χωρίς τις λήψεις Float

Από τη στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δύο δεκτών προκύπτει ότι οι τιμές τους υψομετρικά συγκλίνουν κατά 10 περίπου εκατοστά, ενώ η μεγαλύτερη τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων παρατηρείται στον προσδιορισμό των ορθομετρικών υψομέτρων από τους δύο δέκτες (9 χιλιοστά), το οποίο οφείλεται κυρίως στον τρόπο με

τον οποίο η κάθε εταιρία ενσωματώνει το παγκόσμιο μοντέλο γεωειδούς στο λογισμικό της, ώστε οι μετρήσεις των γεωμετρικών υψομέτρων από τους δέκτες να μετατρέπεται σε ορθομετρικό υψόμετρο αυτόματα. Οριζοντιογραφικά οι δύο δέκτες συγκλίνουν κατά 4.8 εκατοστά με ακρίβεια περίπου 4 χιλιοστών. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στη γεωμετρία των δορυφόρων τη στιγμή της μέτρησης και τις διάφορες επιδράσεις της ατμόσφαιρας σε αυτές.

Κεφάλαιο 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν κατά τις διαδικασίες συλλογής των δεδομένων, της επεξεργασίας των μετρήσεων καθώς επίσης και της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων. Επίσης παρουσιάζονται και προτάσεις για μελλοντική έρευνα όσον αφορά το δορυφορικό εντοπισμό στις αστικές αποτυπώσεις.

5.2 Συμπεράσματα

Κατά τη διαδικασία συλλογής δεδομένων τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

- Η τεχνική RTK από Μόνιμο Σταθμό Αναφοράς είναι αρκετά εύχρηστη στις αστικές αποτυπώσεις, αφού απαιτείται μόνο ένα άτομο για τη χρήση του δέκτη, στη μέθοδο της ταχυμετρίας απαιτούνται δύο.
- Ο χρόνος υλοποίησης των μετρήσεων με τη μέθοδο αυτή είναι πολύ μικρότερος σε σχέση με τη μέθοδο της ταχυμετρίας, αφού δεν απαιτείται η υλοποίηση τριγωνομετρικού και πολυγωνομετρικού δικτύου που είναι αρκετά χρονοβόρα διαδικασία.
- Με τη μέθοδο της ταχυμετρίας παρουσιάστηκαν τα συνηθισμένα προβλήματα των αστικών αποτυπώσεων, όπως παρκαρισμένα αυτοκίνητα στα σημεία ενδιαφέροντος και στις κορυφές των οδύσεων, η μη ορατότητα αυτών από διάφορα άλλα εμπόδια κλπ, με αποτέλεσμα να επιμηκυνθεί ο χρόνος παραμονής στο ύπαιθρο.
- Με τη μέθοδο του δορυφορικού εντοπισμού, εξαλείφθηκαν από τα προαναφερόμενα προβλήματα, αυτά της ορατότητας και των εμποδίων στις κορυφές του πολυγωνομετρικού δικτύου, όχι όμως και αυτά των παρκαρισμένων αυτοκινήτων στα σημεία ενδιαφέροντος.
- Η μέθοδος RTK δεν είναι πάντα εφικτή στις αστικές αποτυπώσεις, αυτό επιβεβαιώθηκε από τη μη δυνατότητα λήψης 2 σημείων, όπου τα κάλυπταν οι δεντροστοιχίες.
- Ο αριθμός των κοινών δορυφόρων των δεκτών και των αντίστοιχων σταθμών αναφοράς κυμαινόταν συνήθως από 6 έως 10, ανάλογα με τα φυσικά εμπόδια που υπήρχαν στα σημεία ενδιαφέροντος.

- Το ύψος του δέκτη ήταν συνήθως στα 2 μέτρα.
- Ο δέκτης ATX1230GG είχε τη δυνατότητα να λάβει διορθώσεις και για δορυφόρους GLONASS, ωστόσο αυτό δεν έγινε λόγω του γεγονότος ότι δεν έδιναν καλές επιλύσεις.
- Το πολυγωνομετρικό δίκτυο περιλαμβάνει πολλές κορυφές, αυτό συνέβη επειδή οι μετρήσεις έγιναν στα πλαίσια μετρητικών εργασιών φυσικού αερίου στην περιοχή, όπως έχει προαναφερθεί, ωστόσο χρησιμοποιήθηκαν πολύ λιγότερες (9) για την αποτύπωση των ταχυμετρικών σημείων.

Κατά τη διαδικασία επεξεργασίας των μετρήσεων προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το λογισμικό των γεωδαιτικών δεκτών είναι αρκετά εύχρηστο. Επίσης και η δυνατότητα εξαγωγής των σημείων σε αρχεία άμεσης επεξεργασίας (dxf, txt κλπ), έχει ταχύτερα αποτελέσματα.
- Οι οδεύσεις είναι ανοιχτές πλήρως εξαρτημένες και η επίλυσή τους έγινε με τη χρήση προαναφερόμενου επιλυτικού λογισμικού, πραγματοποιήθηκε σχετικά γρήγορα και οι ακρίβειες ήταν πολύ καλές.
- Η επίλυση της ταχυμετρίας πραγματοποιήθηκε επίσης με τη χρήση του παραπάνω λογισμικού, ήταν σχετικά γρήγορη και οι ακρίβειες ήταν επίσης πολύ καλές.

Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα οριζοντιογραφικά σφάλματα που προέκυψαν από τις επιλύσεις των οδεύσεων κυμαίνονται από 0.005 έως 0.073 μέτρα, κατά πολύ μικρότερα των επιτρεπτών.
- Τα αντίστοιχα γωνιακά σφάλματα κυμαίνονται από 0.0019 έως 0.0147 grad, επίσης κατά πολύ μικρότερα των αποδεκτών.
- Παρατηρείται ότι τα οριζοντιογραφικά, όπως και τα γωνιακά σφάλματα, είναι μεγαλύτερα στις περιπτώσεις όπου το μήκος των οδεύσεων είναι μεγαλύτερο.
- Από την επεξεργασία των μετρήσεων και την σύγκριση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε μία απόκλιση των συντεταγμένων των σημείων που αποτυπώθηκαν με τους δορυφορικούς δέκτες σε σχέση με τα αντίστοιχα της ταχυμετρικής μεθόδου, της τάξης μερικών εκατοστών όπως ήταν αναμενόμενο.
- Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα των μετρήσεων με τη χρήση του δέκτη ATX1230GG, σε σύγκριση με τα αντίστοιχα από την ταχυμετρική μέθοδο,

συγκλίνουν οριζοντιογραφικά στα 3.3 εκατοστά με ακρίβεια 3 περίπου χιλιοστών και υψομετρικά στα 5.6 εκατοστά με ακρίβεια 7 χιλιοστών.

- Με τη χρήση του δέκτη Z-MAX, η σύγκλιση των σημείων οριζοντιογραφικά συγκλίνουν στα 5.2 εκατοστά με ακρίβεια 3.5 περίπου χιλιοστών και υψομετρικά στα 7.3 εκατοστά με ακρίβεια 5 χιλιοστών.
- Με τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων μεταξύ των δύο δορυφορικών δεκτών παρατηρούμε μία απόκλιση των 4.8 περίπου εκατοστών οριζοντιογραφικά, με ακρίβεια 4 περίπου χιλιοστών και 10 περίπου εκατοστών υψομετρικά, με ακρίβεια 9 χιλιοστών.
- Επίσης το υψομετρικό σφάλμα παρατηρείται μεγαλύτερο από το οριζοντιογραφικό, αυτό οφείλεται στην ακρίβεια των δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού η οποία μειώνεται σε κάποια εκατοστά όση δηλαδή είναι και ακρίβεια του παγκόσμιου μοντέλου γεωειδούς που χρησιμοποιείται από το GPS για τον προσδιορισμό του ορθομετρικού υψομέτρου.

Γενικότερα παρατηρήθηκαν ικανοποιητικές ακρίβειες τόσο με τον δέκτη Z-MAX.NET όσο και με τον δέκτη ATX1230GG για τα σημεία που μελετήθηκαν. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τη χρησιμότητα της μεθόδου Single-Base RTK για την πραγματοποίηση αστικών αποτυπώσεων όπου χρειάζεται να επιτευχθεί ακρίβεια της τάξης των λίγων εκατοστών.

5.3 Προτάσεις

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα αποτελούν:

- Η πραγματοποίηση μετρήσεων με τις παραπάνω μεθόδους για περισσότερα σημεία έτσι ώστε να γίνει μία πιο ακριβής σύγκριση ανάμεσα στις δύο τεχνικές.
- Η πραγματοποίηση επαναληπτικών μετρήσεων RTK για περισσότερες χρονικές περιόδους και η σύγκριση των διαφορών των συντεταγμένων τους που αναμένεται να προκύψουν από τη διαφορετική γεωμετρία των δορυφόρων.
- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τη χρήση και άλλων δεκτών εκτός του Z-MAX.NET και του ATX1230GG. Θα μπορεί τότε να ελεγχθεί αν και κατά πόσο επηρεάζονται τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου από τους διαφορετικούς τύπους δεκτών.

- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων και των ακριβειών που προκύπτουν με τη χρήση άλλων μεθόδων RTK, για παράδειγμα της δικτυακής τεχνικής VRS-RTK που είναι πλέον αρκετά διαδεδομένη. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορεί να γίνει ορθότερη αξιολόγηση των μεθόδων αποτύπωσης.
- Η πραγματοποίηση όλων των παραπάνω και για άλλες περιοχές μελέτης και η σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν. Έτσι θα μπορεί να εισαχθεί στις συγκρίσιμες ποσότητες και η απόσταση της κάθε περιοχής από το σταθμό αναφοράς .
- Η ίδρυση περισσότερων σταθμών αναφοράς, έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη, η οποία θα καταστήσει δυνατή την εφαρμογή της μεθόδου RTK με ένα δέκτη, σε οποιοδήποτε σημείο στον Ελλαδικό χώρο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αφεντουλίδου Κ., (2008): GALILEO. Το Ευρωπαϊκό Δορυφορικό Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης και Πλοήγησης, διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα.
2. Βαρελάς Α., (2009): Το δορυφορικό σύστημα GALILEO, διπλωματική εργασία ΣΑΤΜ -ΕΜΠ, Αθήνα.
3. Γιαννίου Μ. (2008) (Α): «Χρήση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου του HEPOS», Εκδήλωση «HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές», Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
4. Δεληκαράογλου Δ., (2006): "Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και Πλοήγησης", Παρουσίαση στην ημερίδας για το "Κυπριακό Σύστημα Εντοπισμού CYPOS", Λευκωσία 1 Ιουνίου 2006.
5. Παραδείσης Δ. (2000): «Σημειώσεις Δορυφορικής Γεωδαισίας», Κέντρο Δορυφόρων Διονύσου, Τομέας Τοπογραφίας, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
6. Τσακίρη Μ. (2004): «Γεωδαισία Ι – Σημειώσεις Μαθήματος – Εισαγωγή στο GPS», Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Τομέας Τοπογραφίας, Ε.Γ.Γ., Αθήνα.
7. Φωτίου Α. και Πικριδάς Χ., (2006): GPS και Γεωδαιτικές Εφαρμογές, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Ξένη βιβλιογραφία

1. CNAGA-(China National Administration of GNSS and Applications), (2009): *“COMPASS and its Applications in Life Relief”*, ICG Working Group A Meeting on GNSS Interoperability, 30-31 July 2009.
2. Delikaraoglou D. (2007): «The Hellenic Positioning System (HEPOS) and it's foreseeable implications on the Spatial Data Infrastructure In Greece» Proceedings of the FIG Commission 3 Workshop, Athens.
3. Hofmann – Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. (2008): «GNSS: Global Navigation Satellite Systems – GPS, GLONASS, Galileo, and More», Springer – Verlag, Wien / New York.
4. Leick A., (1990): *GPS Satellite Surveying*, John Wiley & Sons INC., USA.
5. Seeber G., (1993): *Satellite Geodesy*, 2nd Edition, Hannover, Germany.
6. Teunissen P.J.G., Kleusberg A. (1998): «GPS for Geodesy», Springer, 2nd Edition.

Δικτυακοί τόποι

1. <http://www.oosa.unvienna.org/pdf/sap/2009/azerbaijan/presentations/>
2. http://www.esrith.com/Support/slide/tuc2009/03-TUC2009_GNSS-Post.pdf
3. <http://dspace.lib.ntua.gr/>
4. <http://www.topo.org.cy/images/ENIMEROTIKO-DELIKARAOGLOU.pdf>

5. <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/>
6. <http://www.jgc.gr/>
7. <http://www.metrice.gr/>
8. <http://www.hepos.gr/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΩΝ

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά και οι ακρίβειες του δέκτη ATX1230GG

1 Leica 1230 ATXGG RX 1250 X Leica Smart workx 72	
H: $\pm 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$	
V: $\pm 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$	
ATX1230+ GNSS	
Accuracy (rms) with real-time/RTK	
RTK capability	Yes, standard
Rapid static (phase),	Horiz: $5\text{mm} + 0.5\text{ppm}$
Static mode after initialization	Vertical: $10\text{mm} + 0.5\text{ppm}$
(compliance with ISO17123-8)	
Kinematic (phase),	Horiz: $10\text{mm} + 1\text{ppm}$
moving mode after initialization	Vertical: $20\text{mm} + 1\text{ppm}$

Πίνακας 2. Ακρίβειες του συστήματος ATX1230+GNSS

Accuracy (rms) with post processing

	ATX1230+ GNSS GX1230+ GNSS / GX1230+	GX1220+ GNSS / GX1220+	GX1210+
	With Leica Geo Office L1/L2 processing software. GLONASS processing option also needed to process GLONASS data	With Leica Geo Office L1/L2 processing software. GLONASS processing option also needed to process GLONASS data	With Leica Geo Office L1 processing software
Static (phase), long lines, long observations, choke ring antenna	Horizontal: 3mm + 0.5ppm Vertical: 6mm + 0.5ppm	Horizontal: 3mm + 0.5ppm Vertical: 6mm + 0.5ppm	Not applicable
Static and rapid static (phase) with standard antenna)	Horizontal: 5mm + 0.5ppm Vertical: 10mm + 0.5ppm	Horizontal: 5mm + 0.5ppm Vertical: 10mm + 0.5ppm	Horizontal: 5mm + 0.5ppm Vertical: 10mm + 0.5ppm
Kinematic (phase), in moving mode after initialization	Horizontal: 10mm + 1ppm Vertical: 20mm + 1ppm	Horizontal: 10mm + 1ppm Vertical: 20mm + 1ppm	
Code only	Typically 25cm	Typically 25cm	Typically 25cm

Accuracy (rms) with real-time/RTK

	ATX1230+ GNSS GX1230+ GNSS / GX1230+	GX1220+ GNSS / GX1220+	GX1210+
RTK capability	Yes, standard	No	No
Rapid static (phase), Static mode after initialization (compliance with ISO17123-8)	Horiz: 5mm + 0.5ppm Vertical: 10mm + 0.5ppm		
Kinematic (phase), moving mode after initialization	Horiz: 10mm + 1ppm Vertical: 20mm + 1ppm		
Code only	Typically 25cm		

Accuracy (rms) with DGPS/RTCM

	ATX1230+ GNSS GX1230+ GNSS / GX1230+	GX1220+ GNSS / GX1220+	GX1210+
	DGPS/RTCM standard	DGPS/RTCM optional	DGPS/RTCM optional
DGPS/RTCM	Typically 25cm (rms)	Typically 25cm (rms)	Typically 25cm (rms)

Accuracy (rms) in single receiver navigation mode

	ATX1230+ GNSS GX1230+ GNSS / GX1230+	GX1220+ GNSS / GX1220+	GX1210+
Navigation accuracy	5- 10m rms for each coordinate	5- 10m rms for each coordinate	5- 10m rms for each coordinate
Degradation effect	Degradation possible due to SA	Degradation possible due to SA	Degradation possible due to SA

Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος Z-MAX

Χαρακτηριστικά του GNSS

- 24 παράλληλα κανάλια
- L1 C/A κώδικας και φάση
- L1/L2 P κώδικας και πλήρους κύματος φάση
- Z-Tracking
- Μείωση φαινομένου multipath
- Ολοκληρωμένο σύστημα real-time WAAS/EGNOS
- Ρυθμός ανανέωσης: 10 Hz
- Πρωτόκολλο: NMEA0183

Ακρίβεια^{1,2}

Γρήγορος Στατικός Εντοπισμός

- Οριζοντιογραφικά: 0.005 m + 0.5 ppm
- Υψομετρικά: 0.010 m + 0.5 ppm
- Αζιμούθιο: <1 arc second
- Χρόνος παρατήρησης: Ποικίλει από 4 ως 40 λεπτά, ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των δεκτών και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες^{1,3}

Κινηματικός Εντοπισμός με Post-Processing

- Οριζοντιογραφικά: 0.010 m + 1.0 ppm
- Υψομετρικά: 0.020 m + 1.0 ppm

Απόδοση σε Real-Time^{1,2}

SBAS (WAAS/EGNOS) (rms)

- Οριζοντιογραφικά: <3m

Real-Time DGPS position

- < 0.8 m

Real-Time Kinematic (fine mode)

- Οριζοντιογραφικά: 0.010 m + 1.0 ppm
- Υψομετρικά: 0.020 m + 1.0 ppm

Real-Time Kinematic (fine mode)

- 99.9% αξιοπιστία
- Τυπική διαδικασία έναρξης(initialization) για βάσεις<20 Km

Χαρακτηριστικά Καταγραφής Δεδομένων

Διάστημα Καταγραφής

- 0.1 - 999 δευτερόλεπτα

Φυσικά Χαρακτηριστικά

Μέγεθος

- Δέκτης: 26.9 x 12.5 x 14 cm
- Κεραία: 19 (διάμετρος) x 10.1 cm (ύψος)

Βάρος

- Δέκτης: 1.371 Kg
- Κεραία: 0.64 Kg
- Μπαταρία: 0.52 Kg

Εμπρόσθιο Panel

- Οθόνη 8 χαρακτήρων, με αλφαριθμητικά και LED
- 4 τριχρώμα LED
- Πληκτρολόγιο 5 πλήκτρων

Μνήμη

- 48 ώρες με ρυθμό καταγραφής 1 sec (raw GPS data) και 64 MB Secure digital
- Στάνταρ η κάρτα SD 128 MB

Επικοινωνίες

- RS232, RS232/422, USB, Bluetooth

Περιβαλλοντικά Χαρακτηριστικά

Δέκτης

- Θερμοκρασία λειτουργίας: -30°C ως 55°C
- Θερμοκρασία αποθήκευσης: -40°C ως 85°C
- Υγρασία IP54
- Κραδασμοί: Πτώση από 1.5m σε τσιμέντο
- Δονήσεις: MIL-STD-810F Method 514.4 (I-3/1/1, I-3.4.8, I-3.4.9)

Ενεργειακά Χαρακτηριστικά

- Διάρκεια > 14 ώρες
- Υποδοχή 10-28 VDC
- Κανονικοποιημένη έξοδος σε σειριακές θύρες 12 VDC

Γλώσσες που Υποστηρίζονται από τον Controller

- Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά, Ισπανικά, Ελληνικά

Μέρη του Συστήματος

Στάνταρ

- Δέκτης Z-Max.Net GNSS
- Κεραία GNSS
- Kit μπαταρίας και φορτιστή
- Θήκη μεταφοράς
- Σκληρή θήκη αποθήκευσης

Επικοινωνία³

- Magellan UHF
- Pacific Crest
- GSM/GPRS Tri-band
- GSM/GPRS Dual-band (US)
- GSM/GPRS EU + Magellan UHF
- GSM/GPRS EU + PacCrest UHF
- GSM/GPRS US + Magellan UHF
- GSM/GPRS US + PacCrest UHF

Τερματικό Πεδίου με FAST Survey³

- MobileMapper CE
- Allegro CX από την Juniper

Άλλα³

- Magellan UHF transmitter kit
- Pacific Crest transmitter kit
- Σακίδιο πλάτης για τον RTK rover
- Kit επαναφορτιζόμενης μπαταρίας

¹ Οι ακρίβεις που δίνονται δέκονται ελάχιστο αριθμό δορυφόρων 5 και ακολουθώντας τις διαδικασίες που περιγράφονται στο αγγλικό εγχειρίδιο. Περιοχές με υψηλό multipath, κακή γεωμετρία δορυφόρων και περιόδους άσχημων ατμοσφαιρικών συνθηκών (ακτινοβολίες) θα υποβαθμίσουν την ακρίβεια.

² Η ακρίβεια και τα χαρακτηριστικά TFF βασίζονται σε δοκιμές που έγιναν στη Νάντη, Γαλλία και τη Μόσχα. Δοκιμές σε άλλες τοποθεσίες και κάτω από διαφορετικές συνθήκες μπορεί να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα.

³ Η σύνθεση του συστήματος ποικίλει ανάλογα με τα επιλεγμένα παρελκόμενα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.
ΕΠΙΛΥΣΕΙΣ ΟΔΕΥΣΕΩΝ

Έργο: Filothei

Όδευση: OD_1

Τύπος Όδευσης: Πρωτεύουσα

Τύπος εδάφους: Ομαλό

Επίλυση Όδευσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	310,1849				
SG114	95,6210	64,635	480066,413	4208610,815	156,497
	0,0006		-5,887	-64,367	3,231
	205,8065		0,002	0,005	-0,001
SG113	157,3226	39,384	480060,528	4208546,453	159,727
	0,0006		21,556	-32,962	2,429
	163,1298		0,001	0,003	-0,001
SG112	235,2690	86,600	480082,085	4208513,494	162,156
	0,0006		2,177	-86,572	5,466
	198,3994		0,003	0,006	-0,001
SG111	196,0764	62,473	480084,265	4208426,928	167,620
	0,0006		5,414	-62,238	4,804
	194,4764		0,002	0,004	-0,001
SG109	213,0996	75,371	480089,681	4208364,694	172,423
	0,0006		-8,949	-74,838	4,486
	207,5766		0,003	0,005	-0,001
SG108	12,1085	41,276	480080,735	4208289,862	176,908
	0,0006		12,561	39,318	-2,077
	19,6857		0,001	0,003	-0,001
S3031	288,4576	25,013	480093,298	4208329,183	174,830
	0,0006		24,809	-3,191	0,294
	108,1439		0,001	0,002	0,000
S3030	203,3139	33,602	480118,107	4208325,994	175,124
	0,0006		33,059	-6,015	-0,089
	111,4584		0,001	0,002	0,000
S3029	199,0486	14,162	480151,167	4208319,981	175,034
	0,0006		13,970	-2,327	-0,739
	110,5076		0,001	0,001	0,000

S3028	188,5158	26,535	480165,138	4208317,655	174,295
	0,0006		26,532	0,407	-1,400
	99,0240		0,001	0,002	0,000
S3027	219,6468	40,915	480191,670	4208318,064	172,895
	0,0006		39,168	-11,829	-2,314
	118,6714		0,001	0,003	-0,001
S3024	184,2460	41,326	480230,840	4208306,238	170,580
	0,0006		41,282	-1,894	-2,509
	102,9180		0,001	0,003	-0,001
S3022	323,3347	34,027	480272,124	4208304,347	168,071
	0,0006		-13,638	-31,175	1,770
	226,2533		0,001	0,002	0,000
S3021	176,6252	51,396	480258,487	4208273,175	169,841
	0,0006		-2,324	-51,344	2,283
	202,8791		0,002	0,004	-0,001
S3008	208,0890	26,300	480256,165	4208221,835	172,124
	0,0006		-4,509	-25,910	0,992
	210,9687		0,001	0,002	0,000
S3006	209,5828	45,559	480251,657	4208195,926	173,115
	0,0006		-14,454	-43,205	0,597
	220,5521		0,002	0,003	-0,001
S3007	187,1043	74,421	480237,205	4208152,724	173,712
	0,0006		-8,929	-73,883	0,739
	207,6570		0,003	0,005	-0,001
S3010	68,1879	66,639	480228,278	4208078,846	174,450
	0,0006		61,900	24,682	-3,695
	75,8454		0,002	0,005	-0,001
S3019	200,1739	75,787	480290,180	4208103,533	170,754
	0,0006		70,474	27,877	-4,900
	76,0199		0,003	0,005	-0,001
S3002	189,7448	X',Y',H'	480360,624	4208131,349	165,865
Γωνία α'BN	65,7530	X, Y, H	480360,657	4208131,415	165,853
Γωνία αBN	65,7653	Wx,Wy,Wh	0,033	0,066	-0,012
Wβ	0,0123	Ορ.μήκος	925,422	Ορ.Σφάλμα	0,073

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,0447	Οριζοντιογραφικά	0,354	Υψομετρικά	0,653

Οριζόντιες Γωνίες

Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
SG115 (1, II)	SG114	SG113 (1, I)	95,6220	95,6210	Ναί
SG115 (1, I)		SG113 (1, I)	95,6206		Ναί
SG115 (1, II)	SG114	SG113 (1, II)	95,6214	95,6210	Ναί
SG115 (1, I)		SG113 (1, II)	95,6200		Ναί
SG114 (1, II)	SG113	SG112 (1, I)	157,3226	157,3226	Ναί
SG114 (1, I)		SG112 (1, I)	157,3218		Ναί
SG114 (1, II)	SG113	SG112 (1, II)	157,3234	157,3226	Ναί
SG114 (1, I)		SG112 (1, II)	157,3226		Ναί
SG113 (1, II)	SG112	SG111 (1, I)	235,2696	235,2690	Ναί
SG113 (1, I)		SG111 (1, I)	235,2692		Ναί
SG113 (1, II)	SG112	SG111 (1, II)	235,2688	235,2690	Ναί
SG113 (1, I)		SG111 (1, II)	235,2684		Ναί
SG112 (1, II)	SG111	SG109 (1, I)	196,0752	196,0764	Ναί
SG112 (1, I)		SG109 (1, I)	196,0778		Ναί
SG112 (1, II)	SG111	SG109 (1, II)	196,0750	196,0764	Ναί
SG112 (1, I)		SG109 (1, II)	196,0776		Ναί
SG111 (1, II)	SG109	SG108 (1, I)	213,1004	213,0996	Ναί
SG111 (1, I)		SG108 (1, I)	213,0996		Ναί
SG111 (1, II)	SG109	SG108 (1, II)	213,0996	213,0996	Ναί
SG111 (1, I)		SG108 (1, II)	213,0988		Ναί
SG109 (1, II)	SG108	S3031 (1, I)	12,1046	12,1085	Ναί
SG109 (1, I)		S3031 (1, I)	12,1070		Ναί
SG109 (1, II)	SG108	S3031 (1, II)	12,1100	12,1085	Ναί
SG109 (1, I)		S3031 (1, II)	12,1124		Ναί
SG108 (2, II)	S3031	S3030 (2, I)	288,4574	288,4576	Ναί
SG108 (2, I)		S3030 (2, I)	288,4590		Ναί
SG108 (2, II)	S3031	S3030 (2, II)	288,4562	288,4576	Ναί
SG108 (2, I)		S3030 (2, II)	288,4578		Ναί
S3031 (1, II)	S3030	S3029 (1, I)	203,3132	203,3139	Ναί
S3031 (1, I)		S3029 (1, I)	203,3134		Ναί
S3031 (1, II)	S3030	S3029 (1, II)	203,3144	203,3139	Ναί
S3031 (1, I)		S3029 (1, II)	203,3146		Ναί
S3030 (1, II)	S3029	S3028 (1, I)	199,0479	199,0486	Ναί
S3030 (1, I)		S3028 (1, I)	199,0495		Ναί
S3030 (1, II)	S3029	S3028 (1, II)	199,0476	199,0486	Ναί

S3030 (1, I)		S3028 (1, II)	199,0492		Ναί
S3029 (1, II)	S3028	S3027 (1, I)	188,5160	188,5158	Ναί
S3029 (1, I)		S3027 (1, I)	188,5162		Ναί
S3029 (1, II)	S3028	S3027 (1, II)	188,5154	188,5158	Ναί
S3029 (1, I)		S3027 (1, II)	188,5156		Ναί
S3028 (1, II)	S3027	S3024 (1, II)	219,6467	219,6468	Ναί
S3028 (1, I)		S3024 (1, II)	219,6469		Ναί
S3027 (1, II)	S3024	S3022 (1, II)	184,2454	184,2460	Ναί
S3027 (1, I)		S3022 (1, II)	184,2466		Ναί
S3024 (1, II)	S3022	S3021 (1, II)	323,3356	323,3347	Ναί
S3024 (1, I)		S3021 (1, II)	323,3337		Ναί
S3022 (1, II)	S3021	S3008 (1, II)	176,6261	176,6252	Ναί
S3022 (1, I)		S3008 (1, II)	176,6243		Ναί
S3021 (2, II)	S3008	S3006 (2, I)	208,0902	208,0890	Ναί
S3021 (2, I)		S3006 (2, I)	208,0889		Ναί
S3021 (2, II)	S3008	S3006 (2, II)	208,0891	208,0890	Ναί
S3021 (2, I)		S3006 (2, II)	208,0878		Ναί
S3008 (1, II)	S3006	S3007 (1, I)	209,5826	209,5828	Ναί
S3008 (1, I)		S3007 (1, I)	209,5823		Ναί
S3008 (1, II)	S3006	S3007 (1, II)	209,5832	209,5828	Ναί
S3008 (1, I)		S3007 (1, II)	209,5829		Ναί
S3019 (2, I)	S3002	SG116 (2, II)	189,7454	189,7448	Ναί
S3006 (1, II)	S3007	S3010 (1, I)	187,1031	187,1043	Ναί
S3006 (1, I)		S3010 (1, I)	187,1049		Ναί
S3006 (1, II)	S3007	S3010 (1, II)	187,1036	187,1043	Ναί
S3006 (1, I)		S3010 (1, II)	187,1054		Ναί
S3007 (1, II)	S3010	S3019 (1, I)	68,1889	68,1879	Ναί
S3007 (1, I)		S3019 (1, I)	68,1879		Ναί
S3007 (1, II)	S3010	S3019 (1, II)	68,1878	68,1879	Ναί
S3007 (1, I)		S3019 (1, II)	68,1868		Ναί
S3010 (1, II)	S3019	S3002 (1, I)	200,1742	200,1739	Ναί
S3010 (1, II)	S3019	S3002 (1, II)	200,1735	200,1739	Ναί
S3019 (2, II)	S3002	SG116 (2, I)	189,7442	189,7448	Ναί
S3019 (2, I)		SG116 (2, I)	189,7444		Ναί
S3019 (2, II)	S3002	SG116 (2, II)	189,7452	189,7448	Ναί

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	SG113	SG114	64,639	64,635	0,023	Ναί
	SG114	SG113	64,635		0,023	Ναί
	SG114	SG113	64,638		0,023	Ναί
	SG114	SG113	64,627		0,023	Ναί
	SG114	SG113	64,628		0,023	Ναί
	SG113	SG114	64,644		0,023	Ναί
3	SG112	SG113	39,380	39,384	0,016	Ναί
	SG112	SG113	39,378		0,016	Ναί
	SG113	SG112	39,384		0,016	Ναί
	SG113	SG112	39,389		0,016	Ναί
	SG112	SG113	39,387		0,016	Ναί
	SG112	SG113	39,388		0,016	Ναί
4	SG111	SG112	86,600	86,600	0,027	Ναί
	SG112	SG111	86,598		0,027	Ναί
	SG112	SG111	86,600		0,027	Ναί
	SG111	SG112	86,600		0,027	Ναί
5	SG111	SG109	62,475	62,473	0,022	Ναί
	SG109	SG111	62,473		0,022	Ναί
	SG109	SG111	62,474		0,022	Ναί
	SG111	SG109	62,471		0,022	Ναί
6	SG109	SG108	75,366	75,371	0,025	Ναί
	SG109	SG108	75,369		0,025	Ναί
	SG108	SG109	75,375		0,025	Ναί
	SG108	SG109	75,375		0,025	Ναί
7	S3031	SG108	41,271	41,276	0,017	Ναί
	S3031	SG108	41,274		0,017	Ναί
	SG108	S3031	41,281		0,017	Ναί
	SG108	S3031	41,280		0,017	Ναί
8	S3031	S3030	25,009	25,013	0,013	Ναί
	S3031	S3030	25,019		0,013	Ναί
	S3031	S3030	25,009		0,013	Ναί
	S3030	S3031	25,010		0,013	Ναί
	S3030	S3031	25,012		0,013	Ναί
	S3031	S3030	25,018		0,013	Ναί
9	S3029	S3030	33,603	33,602	0,015	Ναί
	S3029	S3030	33,602		0,015	Ναί
	S3030	S3029	33,599		0,015	Ναί
	S3030	S3029	33,602		0,015	Ναί
10	S3029	S3028	14,163	14,162	0,009	Ναί

	S3028	S3029	14,162		0,009	Naí
	S3028	S3029	14,159		0,009	Naí
	S3029	S3028	14,164		0,009	Naí
11	S3027	S3028	26,536	26,535	0,013	Naí
	S3027	S3028	26,535		0,013	Naí
	S3028	S3027	26,532		0,013	Naí
	S3028	S3027	26,535		0,013	Naí
12	S3024	S3027	40,896	40,915	0,017	Naí
	S3024	S3027	40,898		0,017	Naí
	S3027	S3024	40,953		0,017	Naí
13	S3022	S3024	41,329	41,326	0,017	Naí
	S3022	S3024	41,323		0,017	Naí
	S3024	S3022	41,325		0,017	Naí
14	S3021	S3022	34,028	34,027	0,015	Naí
	S3021	S3022	34,024		0,015	Naí
	S3022	S3021	34,029		0,015	Naí
15	S3008	S3021	51,397	51,396	0,019	Naí
	S3008	S3021	51,395		0,019	Naí
	S3021	S3008	51,396		0,019	Naí
16	S3006	S3008	26,300	26,300	0,013	Naí
	S3008	S3006	26,294		0,013	Naí
	S3006	S3008	26,302		0,013	Naí
	S3008	S3006	26,299		0,013	Naí
	S3008	S3006	26,304		0,013	Naí
17	S3006	S3007	45,559	45,559	0,018	Naí
	S3006	S3007	45,559		0,018	Naí
	S3007	S3006	45,561		0,018	Naí
	S3007	S3006	45,558		0,018	Naí
	S3007	S3006	45,556		0,018	Naí
18	S3007	S3010	74,419	74,421	0,025	Naí
	S3010	S3007	74,421		0,025	Naí
	S3007	S3010	74,425		0,025	Naí
	S3010	S3007	74,420		0,025	Naí
19	S3010	S3019	66,639	66,639	0,023	Naí
	S3010	S3019	66,638		0,023	Naí
	S3019	S3010	66,640		0,023	Naí
20	S3002	S3019	75,790	75,787	0,025	Naí
	S3019	S3002	75,785		0,025	Naí
	S3019	S3002	75,783		0,025	Naí
	S3002	S3019	75,787		0,025	Naí
	S3002	S3019	75,785		0,025	Naí
	S3002	S3019	75,792		0,025	Naí

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	SG113	SG114	-3,230	3,231	Ναί
	SG114	SG113	3,230		Ναί
	SG114	SG113	3,237		Ναί
	SG114	SG113	3,233		Ναί
	SG114	SG113	3,226		Ναί
	SG113	SG114	-3,231		Ναί
3	SG112	SG113	-2,427	2,429	Ναί
	SG112	SG113	-2,431		Ναί
	SG113	SG112	2,427		Ναί
	SG113	SG112	2,430		Ναί
	SG112	SG113	-2,430		Ναί
	SG112	SG113	-2,429		Ναί
4	SG111	SG112	-5,463	5,466	Ναί
	SG112	SG111	5,462		Ναί
	SG112	SG111	5,470		Ναί
	SG111	SG112	-5,467		Ναί
5	SG111	SG109	4,809	4,804	Ναί
	SG109	SG111	-4,804		Ναί
	SG109	SG111	-4,800		Ναί
	SG111	SG109	4,802		Ναί
6	SG109	SG108	4,487	4,486	Ναί
	SG109	SG108	4,486		Ναί
	SG108	SG109	-4,486		Ναί
	SG108	SG109	-4,484		Ναί
7	S3031	SG108	2,075	-2,077	Ναί
	S3031	SG108	2,074		Ναί
	SG108	S3031	-2,083		Ναί
	SG108	S3031	-2,077		Ναί
8	S3031	S3030	0,293	0,294	Ναί
	S3031	S3030	0,296		Ναί
	S3031	S3030	0,290		Ναί
	S3030	S3031	-0,297		Ναί
	S3030	S3031	-0,294		Ναί
	S3031	S3030	0,296		Ναί
9	S3029	S3030	0,093	-0,089	Ναί
	S3029	S3030	0,095		Ναί
	S3030	S3029	-0,086		Ναί
	S3030	S3029	-0,082		Ναί
10	S3029	S3028	-0,741	-0,739	Ναί
	S3028	S3029	0,737		Ναί

	S3028	S3029	0,738		Ναί
	S3029	S3028	-0,740		Ναί
11	S3027	S3028	1,399	-1,400	Ναί
	S3027	S3028	1,399		Ναί
	S3028	S3027	-1,400		Ναί
	S3028	S3027	-1,402		Ναί
12	S3024	S3027	2,311	-2,314	Ναί
	S3024	S3027	2,315		Ναί
	S3027	S3024	-2,318		Ναί
13	S3022	S3024	2,513	-2,509	Ναί
	S3022	S3024	2,506		Ναί
	S3024	S3022	-2,508		Ναί
14	S3021	S3022	-1,768	1,770	Ναί
	S3021	S3022	-1,770		Ναί
	S3022	S3021	1,773		Ναί
15	S3008	S3021	-2,284	2,283	Ναί
	S3008	S3021	-2,287		Ναί
	S3021	S3008	2,279		Ναί
16	S3006	S3008	-0,996	0,992	Ναί
	S3008	S3006	0,986		Ναί
	S3006	S3008	-0,994		Ναί
	S3008	S3006	0,989		Ναί
	S3008	S3006	0,993		Ναί
17	S3006	S3007	0,594	0,597	Ναί
	S3006	S3007	0,598		Ναί
	S3007	S3006	-0,595		Ναί
	S3007	S3006	-0,600		Ναί
	S3007	S3006	-0,600		Ναί
18	S3007	S3010	0,739	0,739	Ναί
	S3010	S3007	-0,742		Ναί
	S3007	S3010	0,735		Ναί
	S3010	S3007	-0,743		Ναί
19	S3010	S3019	-3,687	-3,695	Ναί
	S3010	S3019	-3,698		Ναί
	S3019	S3010	3,700		Ναί
20	S3002	S3019	4,902	-4,900	Ναί
	S3019	S3002	-4,898		Ναί
	S3019	S3002	-4,900		Ναί
	S3002	S3019	4,903		Ναί
	S3002	S3019	4,898		Ναί
	S3002	S3019	4,902		Ναί

Έργο: Filothei

Όδευση: OD_2

Τύπος Όδευσης: Πρωτεύουσα

Τύπος εδάφους: Ομαλό

Επίλυση Όδευσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	110,1849				
SG115	201,3140	97,457	480218,306	4208586,305	153,322
	0,0013		95,871	-17,510	-3,090
	111,5003		0,000	-0,007	0,002
SG120	296,5800	88,812	480314,177	4208568,789	150,234
	0,0013		-11,244	-88,097	4,463
	208,0816		0,000	-0,006	0,002
SG118	106,4477	85,327	480302,933	4208480,685	154,699
	0,0013		83,114	-19,307	-0,511
	114,5306		0,000	-0,006	0,002
SG117	189,2569	41,082	480386,048	4208461,372	154,190
	0,0013		41,009	-2,444	0,296
	103,7889		0,000	-0,003	0,001
S3041	312,9431	67,923	480427,057	4208458,926	154,486
	0,0013		-17,648	-65,590	2,748
	216,7333		0,000	-0,005	0,001
S3040	202,7587	23,549	480409,409	4208393,331	157,236
	0,0013		-7,099	-22,454	1,115
	219,4933		0,000	-0,002	0,001
S3039	184,9037	94,568	480402,310	4208370,875	158,351
	0,0013		-6,528	-94,342	4,377
	204,3983		0,000	-0,007	0,002
S3033	312,7167	55,077	480395,782	4208276,526	162,730
	0,0013		-53,098	14,630	2,493
	317,1164		0,000	-0,004	0,001
S3032	183,2460	34,557	480342,684	4208291,153	165,224
	0,0013		-34,556	0,197	1,758
	300,3637		0,000	-0,002	0,001
S3023	221,6970	38,280	480308,128	4208291,348	166,984
	0,0013		-36,004	13,002	1,087
	322,0620		0,000	-0,003	0,001

S3022	104,1903	X',Y',H'	480272,122	4208304,392	168,057
Γωνία α'BN	226,2389	X, Y, H	480272,124	4208304,347	168,071
Γωνία αBN	226,2536	Wx,Wy,Wh	0,002	-0,045	0,014
Wβ	0,0147	Ορ.μήκος	626,631	Ορ.Σφάλμα	0,045

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,0332	Οριζοντιογραφικά	0,3	Υψομετρικά	0,526

Οριζόντιες Γωνίες

Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
SG114 (1, II)	SG115	SG120 (1, I)	201,3126	201,3140	Ναί
SG114 (1, I)		SG120 (1, I)	201,3146		Ναί
SG114 (1, II)	SG115	SG120 (1, II)	201,3134	201,3140	Ναί
SG114 (1, I)		SG120 (1, II)	201,3154		Ναί
SG115 (1, II)	SG120	SG118 (1, I)	296,5794	296,5800	Ναί
SG115 (1, I)		SG118 (1, I)	296,5800		Ναί
SG115 (1, II)	SG120	SG118 (1, II)	296,5800	296,5800	Ναί
SG115 (1, I)		SG118 (1, II)	296,5806		Ναί
SG120 (1, II)	SG118	SG117 (1, I)	106,4464	106,4477	Ναί
SG120 (1, I)		SG117 (1, I)	106,4460		Ναί
SG120 (1, II)	SG118	SG117 (1, II)	106,4494	106,4477	Ναί
SG120 (1, I)		SG117 (1, II)	106,4490		Ναί
SG118 (1, II)	SG117	S3041 (1, I)	189,2568	189,2569	Ναί
SG118 (1, I)		S3041 (1, I)	189,2566		Ναί
SG118 (1, II)	SG117	S3041 (1, II)	189,2572	189,2569	Ναί
SG118 (1, I)		S3041 (1, II)	189,2570		Ναί
S3041 (1, II)	S3040	S3039 (1, I)	202,7575	202,7587	Ναί
S3041 (1, I)		S3039 (1, I)	202,7582		Ναί
S3041 (1, II)	S3040	S3039 (1, II)	202,7592	202,7587	Ναί
S3041 (1, I)		S3039 (1, II)	202,7599		Ναί
S3040 (1, II)	S3039	S3033 (1, I)	184,9034	184,9037	Ναί
S3040 (1, I)		S3033 (1, I)	184,9032		Ναί
S3040 (1, II)	S3039	S3033 (1, II)	184,9041	184,9037	Ναί
S3040 (1, I)		S3033 (1, II)	184,9039		Ναί
S3033 (1, II)	S3032	S3023 (1, I)	183,2445	183,2460	Ναί
S3033 (1, I)		S3023 (1, I)	183,2462		Ναί
S3033 (1, II)	S3032	S3023 (1, II)	183,2458	183,2460	Ναί
S3033 (1, I)		S3023 (1, II)	183,2475		Ναί
S3032 (1, II)	S3023	S3022 (1, I)	221,6980	221,6970	Ναί
S3032 (1, I)		S3022 (1, I)	221,6968		Ναί
S3032 (1, II)	S3023	S3022 (1, II)	221,6971	221,6970	Ναί
S3032 (1, I)		S3022 (1, II)	221,6959		Ναί

S3023 (1, II)	S3022	S3021 (1, II)	104,1892	104,1903	Ναί
S3023 (1, I)		S3021 (1, II)	104,1913		Ναί

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	SG120	SG115	97,465	97,457	0,029	Ναί
	SG115	SG120	97,457		0,029	Ναί
	SG115	SG120	97,459		0,029	Ναί
	SG120	SG115	97,453		0,029	Ναί
	SG120	SG115	97,452		0,029	Ναί
	SG115	SG120	97,452		0,029	Ναί
	SG115	SG120	97,453		0,029	Ναί
3	SG120	SG118	88,813	88,812	0,028	Ναί
	SG118	SG120	88,811		0,028	Ναί
	SG118	SG120	88,812		0,028	Ναί
	SG120	SG118	88,811		0,028	Ναί
4	SG118	SG117	85,324	85,327	0,027	Ναί
	SG118	SG117	85,327		0,027	Ναί
	SG117	SG118	85,330		0,027	Ναί
	SG117	SG118	85,329		0,027	Ναί
5	SG117	S3041	41,078	41,082	0,017	Ναί
	S3041	SG117	41,087		0,017	Ναί
	S3041	SG117	41,083		0,017	Ναί
	SG117	S3041	41,085		0,017	Ναί
	SG117	S3041	41,086		0,017	Ναί
	S3041	SG117	41,078		0,017	Ναί
	S3041	SG117	41,080		0,017	Ναί
6	SG117	S3041	41,079	67,923	0,017	Ναί
	S3040	S3041	67,921		0,023	Ναί
	S3041	S3040	67,924		0,023	Ναί
	S3041	S3040	67,925		0,023	Ναί
7	S3040	S3041	67,922	23,549	0,023	Ναί
	S3039	S3040	23,548		0,012	Ναί
	S3039	S3040	23,549		0,012	Ναί
	S3040	S3039	23,550		0,012	Ναί
8	S3040	S3039	23,549	94,568	0,012	Ναί
	S3033	S3039	94,568		0,029	Ναί
	S3039	S3033	94,567		0,029	Ναί
8	S3039	S3033	94,568	94,568	0,029	Ναί
	S3039	S3033	94,568		0,029	Ναί

	S3033	S3039	94,568		0,029	Ναί
9	S3033	S3032	55,076	55,077	0,020	Ναί
	S3033	S3032	55,077		0,020	Ναί
	S3032	S3033	55,078		0,020	Ναί
	S3032	S3033	55,078		0,020	Ναί
10	S3023	S3032	34,558	34,557	0,015	Ναί
	S3023	S3032	34,556		0,015	Ναί
	S3032	S3023	34,554		0,015	Ναί
	S3032	S3023	34,558		0,015	Ναί
11	S3023	S3022	38,279	38,280	0,016	Ναί
	S3022	S3023	38,277		0,016	Ναί
	S3022	S3023	38,285		0,016	Ναί
	S3023	S3022	38,279		0,016	Ναί

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	SG120	SG115	3,090	-3,090	Ναί
	SG115	SG120	-3,090		Ναί
	SG115	SG120	-3,085		Ναί
	SG120	SG115	3,086		Ναί
	SG120	SG115	3,097		Ναί
	SG115	SG120	-3,085		Ναί
	SG115	SG120	-3,097		Ναί
	SG120	SG115	3,090		Ναί
3	SG120	SG118	4,465	4,463	Ναί
	SG118	SG120	-4,464		Ναί
	SG118	SG120	-4,465		Ναί
	SG120	SG118	4,457		Ναί
4	SG118	SG117	-0,511	-0,511	Ναί
	SG118	SG117	-0,508		Ναί
	SG117	SG118	0,513		Ναί
	SG117	SG118	0,511		Ναί
5	SG117	S3041	0,296	0,296	Ναί
	S3041	SG117	-0,298		Ναί
	S3041	SG117	-0,297		Ναί
	SG117	S3041	0,293		Ναί
	SG117	S3041	0,294		Ναί
	S3041	SG117	-0,300		Ναί
	S3041	SG117	-0,295		Ναί
	SG117	S3041	0,292		Ναί

6	S3040	S3041	-2,742	2,748	Ναί
	S3041	S3040	2,753		Ναί
	S3041	S3040	2,747		Ναί
	S3040	S3041	-2,748		Ναί
7	S3039	S3040	-1,114	1,115	Ναί
	S3039	S3040	-1,111		Ναί
	S3040	S3039	1,118		Ναί
	S3040	S3039	1,116		Ναί
8	S3033	S3039	-4,373	4,377	Ναί
	S3039	S3033	4,381		Ναί
	S3039	S3033	4,372		Ναί
	S3033	S3039	-4,384		Ναί
9	S3033	S3032	2,488	2,493	Ναί
	S3033	S3032	2,492		Ναί
	S3032	S3033	-2,495		Ναί
	S3032	S3033	-2,497		Ναί
10	S3023	S3032	-1,761	1,758	Ναί
	S3023	S3032	-1,759		Ναί
	S3032	S3023	1,758		Ναί
	S3032	S3023	1,755		Ναί
11	S3023	S3022	1,086	1,087	Ναί
	S3022	S3023	-1,087		Ναί
	S3022	S3023	-1,089		Ναί
	S3023	S3022	1,084		Ναί

Έργο: Filothei

Όδευση: OD_3

Τύπος Όδεσης: Πρωτεύουσα

Τύπος εδάφους: Ομαλό

Επίλυση Όδεσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	102,9140				
S3022	109,3048	44,131	480272,124	4208304,347	168,071
	-0,0013		8,417	43,321	-3,809

	12,2174		-0,002	0,001	-0,001
S3025	200,1359	40,318	480280,539	4208347,669	164,261
	-0,0013		7,774	39,562	-3,762
	12,3520		-0,002	0,001	-0,001
S3026	188,7493	46,874	480288,310	4208387,232	160,498
	-0,0013		0,810	46,867	-2,863
	1,0999		-0,003	0,001	-0,001
SG119	217,2596	48,589	480289,118	4208434,101	157,633
	-0,0013		13,818	46,583	-2,933
	18,3582		-0,003	0,002	-0,001
SG118	189,7241	Χ',Υ',Η'	480302,943	4208480,679	154,703
Γωνία α'BN	8,0876	Χ, Υ, Η	480302,933	4208480,685	154,699
Γωνία αBN	8,0810	Wx,Wy,Wh	-0,010	0,006	-0,004
Wβ	-0,0067	Ορ.μήκος	179,912	Ορ.Σφάλμα	0,012

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,0224	Οριζοντιογραφικά	0,184	Υψομετρικά	0,433

Οριζόντιες Γωνίες

Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
S3024 (1, II)	S3022	S3025 (1, I)	109,3066	109,3048	Ναί
S3024 (1, I)		S3025 (1, I)	109,3047		Ναί
S3024 (1, II)	S3022	S3025 (1, II)	109,3049	109,3048	Ναί
S3024 (1, I)		S3025 (1, II)	109,3030		Ναί
S3022 (1, II)	S3025	S3026 (1, I)	200,1353	200,1359	Ναί
S3022 (1, II)	S3025	S3026 (1, II)	200,1364	200,1359	Ναί
S3025 (3, II)	S3026	SG119 (3, I)	188,7462	188,7493	Ναί
S3025 (3, I)		SG119 (3, I)	188,7478		Ναί
S3025 (3, II)	S3026	SG119 (3, II)	188,7478	188,7493	Ναί
S3025 (3, I)		SG119 (3, II)	188,7494		Ναί
S3025 (4, II)	S3026	SG119 (4, I)	188,7519	188,7493	Ναί
S3025 (4, I)		SG119 (4, I)	188,7515		Ναί
S3025 (4, II)	S3026	SG119 (4, II)	188,7501	188,7493	Ναί
S3025 (4, I)		SG119 (4, II)	188,7497		Ναί
S3026 (1, II)	SG119	SG118 (1, I)	217,2570	217,2596	Ναί
S3026 (1, I)		SG118 (1, I)	217,2586		Ναί
S3026 (1, II)	SG119	SG118 (1, II)	217,2606	217,2596	Ναί
S3026 (1, I)		SG118 (1, II)	217,2622		Ναί
SG119 (1, II)	SG118	SG120 (1, I)	189,7236	189,7241	Ναί
SG119 (1, I)		SG120 (1, I)	189,7250		Ναί
SG119 (1, II)	SG118	SG120 (1, II)	189,7232	189,7241	Ναί

SG119 (1, I)		SG120 (1, II)	189,7246		Ναί
---------------	--	----------------	----------	--	-----

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	S3022	S3025	44,131	44,131	0,018	Ναί
	S3025	S3022	44,131		0,018	Ναί
	S3022	S3025	44,131		0,018	Ναί
3	S3025	S3026	40,315	40,318	0,017	Ναί
	S3025	S3026	40,319		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,316		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,325		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,321		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,316		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,317		0,017	Ναί
	S3026	S3025	40,318		0,017	Ναί
4	S3026	SG119	46,874	46,874	0,018	Ναί
	SG119	S3026	46,878		0,018	Ναί
	S3026	SG119	46,877		0,018	Ναί
	S3026	SG119	46,876		0,018	Ναί
	S3026	SG119	46,879		0,018	Ναί
	S3026	SG119	46,871		0,018	Ναί
	S3026	SG119	46,867		0,018	Ναί
	SG119	S3026	46,871		0,018	Ναί
	SG119	S3026	46,873		0,018	Ναί
	SG119	S3026	46,877		0,018	Ναί
5	SG118	SG119	48,586	48,589	0,019	Ναί
	SG118	SG119	48,590		0,019	Ναί
	SG118	SG119	48,591		0,019	Ναί
	SG119	SG118	48,591		0,019	Ναί
	SG119	SG118	48,590		0,019	Ναί
	SG118	SG119	48,584		0,019	Ναί

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	S3022	S3025	-3,809	-3,809	Ναί
	S3025	S3022	3,809		Ναί
	S3022	S3025	-3,809		Ναί
3	S3025	S3026	-3,765	-3,762	Ναί

	S3025	S3026	-3,760		Ναί
	S3026	S3025	3,759		Ναί
	S3026	S3025	3,760		Ναί
	S3026	S3025	3,764		Ναί
	S3026	S3025	3,765		Ναί
	S3026	S3025	3,762		Ναί
	S3026	S3025	3,764		Ναί
	S3026	S3025	3,760		Ναί
4	S3026	SG119	-2,863	-2,863	Ναί
	SG119	S3026	2,862		Ναί
	S3026	SG119	-2,863		Ναί
	S3026	SG119	-2,867		Ναί
	S3026	SG119	-2,866		Ναί
	S3026	SG119	-2,866		Ναί
	S3026	SG119	-2,860		Ναί
	SG119	S3026	2,865		Ναί
	SG119	S3026	2,860		Ναί
	SG119	S3026	2,862		Ναί
5	SG118	SG119	2,927	-2,933	Ναί
	SG118	SG119	2,936		Ναί
	SG118	SG119	2,933		Ναί
	SG119	SG118	-2,934		Ναί
	SG119	SG118	-2,935		Ναί
	SG118	SG119	2,932		Ναί

Έργο: Filothei

Όδευση: OD_4

Τύπος Όδευσης: Πρωτεύουσα

Τύπος εδάφους: Ομαλό

Επίλυση Όδευσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	204,3978				
S3033	101,0240	52,180	480395,782	4208276,526	162,730
	0,0008		51,990	-4,439	-1,111
	105,4225		0,000	0,002	0,001
S3034	211,3733	48,340	480447,772	4208272,089	161,619
	0,0008		46,668	-12,607	-1,532

	116,7965		0,000	0,002	0,001
S3035	96,5901	93,049	480494,439	4208259,484	160,087
	0,0008		19,423	91,000	-0,965
	13,3873		-0,001	0,003	0,001
S3036	200,3125	53,973	480513,862	4208350,487	159,123
	0,0008		11,526	52,728	-1,733
	13,7006		0,000	0,002	0,001
S3037	194,1486	37,399	480525,387	4208403,217	157,391
	0,0008		4,600	37,115	-1,386
	7,8499		0,000	0,001	0,000
S3043	104,0339	48,750	480529,987	4208440,333	156,005
	0,0008		-47,903	9,048	1,788
	311,8846		0,000	0,002	0,001
S3042	199,0447	55,847	480482,083	4208449,383	157,793
	0,0008		-55,026	9,541	-3,308
	310,9300		0,000	0,002	0,001
S3041	192,8619	X',Y',H'	480427,060	4208458,911	154,482
Γωνία α'BN	303,7866	X, Y, H	480427,057	4208458,926	154,486
Γωνία αBN	303,7927	Wx,Wy,Wh	-0,003	0,015	0,004
Wβ	0,0061	Ορ.μήκος	389,538	Ορ.Σφάλμα	0,015

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,0283	Οριζοντιογραφικά	0,247	Υψομετρικά	0,472

Οριζόντιες Γωνίες

Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
S3033 (1, II)	S3034	S3035 (1, I)	211,3720	211,3733	Ναί
S3033 (1, I)		S3035 (1, I)	211,3727		Ναί
S3033 (1, II)	S3034	S3035 (1, II)	211,3738	211,3733	Ναί
S3033 (1, I)		S3035 (1, II)	211,3745		Ναί
S3034 (1, II)	S3035	S3036 (1, I)	96,5919	96,5901	Ναί
S3034 (1, I)		S3036 (1, I)	96,5894		Ναί
S3034 (1, II)	S3035	S3036 (1, II)	96,5908	96,5901	Ναί
S3034 (1, I)		S3036 (1, II)	96,5883		Ναί
S3035 (1, II)	S3036	S3037 (1, I)	200,3123	200,3125	Ναί
S3035 (1, I)		S3037 (1, I)	200,3126		Ναί
S3035 (1, II)	S3036	S3037 (1, II)	200,3124	200,3125	Ναί
S3035 (1, I)		S3037 (1, II)	200,3127		Ναί
S3036 (1, II)	S3037	S3043 (1, I)	194,1485	194,1486	Ναί

S3036 (1, II)		S3043 (1, I)	194,1495		Ναί
S3036 (1, I)		S3043 (1, I)	194,1483		Ναί
S3036 (1, II)	S3037	S3043 (1, II)	194,1481	194,1486	Ναί
S3036 (1, II)		S3043 (1, II)	194,1491		Ναί
S3036 (1, I)		S3043 (1, II)	194,1479		Ναί
S3037 (1, II)	S3043	S3042 (1, I)	104,0343	104,0339	Ναί
S3037 (1, I)		S3042 (1, I)	104,0347		Ναί
S3037 (1, II)	S3043	S3042 (1, II)	104,0331	104,0339	Ναί
S3037 (1, I)		S3042 (1, II)	104,0335		Ναί
S3043 (1, II)	S3042	S3041 (1, I)	199,0455	199,0447	Ναί
S3043 (1, I)		S3041 (1, I)	199,0439		Ναί
S3043 (1, II)	S3042	S3041 (1, II)	199,0454	199,0447	Ναί
S3043 (1, I)		S3041 (1, II)	199,0438		Ναί
S3042 (2, II)	S3041	SG117 (2, I)	192,8612	192,8619	Ναί
S3042 (2, I)		SG117 (2, I)	192,8620		Ναί
S3042 (2, II)	S3041	SG117 (2, II)	192,8618	192,8619	Ναί
S3042 (2, I)		SG117 (2, II)	192,8626		Ναί

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	S3033	S3034	52,181	52,180	0,020	Ναί
	S3034	S3033	52,179		0,020	Ναί
	S3034	S3033	52,180		0,020	Ναί
	S3033	S3034	52,178		0,020	Ναί
3	S3034	S3035	48,340	48,340	0,019	Ναί
	S3034	S3035	48,341		0,019	Ναί
	S3035	S3034	48,341		0,019	Ναί
	S3035	S3034	48,339		0,019	Ναί
4	S3035	S3036	93,049	93,049	0,029	Ναί
	S3035	S3036	93,048		0,029	Ναί
	S3036	S3035	93,049		0,029	Ναί
	S3036	S3035	93,052		0,029	Ναί

5	S3037	S3036	53,972	53,973	0,020	Ναί
	S3036	S3037	53,973		0,020	Ναί
	S3036	S3037	53,973		0,020	Ναί
	S3037	S3036	53,973		0,020	Ναί
	S3037	S3036	53,973		0,020	Ναί
6	S3043	S3037	37,403	37,399	0,016	Ναί
	S3043	S3037	37,398		0,016	Ναί
	S3037	S3043	37,397		0,016	Ναί
	S3037	S3043	37,396		0,016	Ναί
7	S3042	S3043	48,750	48,750	0,019	Ναί
	S3043	S3042	48,750		0,019	Ναί
	S3042	S3043	48,748		0,019	Ναί
	S3043	S3042	48,754		0,019	Ναί
8	S3041	S3042	55,851	55,847	0,021	Ναί
	S3041	S3042	55,847		0,021	Ναί
	S3041	S3042	55,847		0,021	Ναί
	S3042	S3041	55,844		0,021	Ναί
	S3042	S3041	55,842		0,021	Ναί
	S3041	S3042	55,850		0,021	Ναί

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	S3033	S3034	-1,114	-1,111	Ναί
	S3034	S3033	1,107		Ναί
	S3034	S3033	1,113		Ναί
	S3033	S3034	-1,111		Ναί
3	S3034	S3035	-1,535	-1,532	Ναί
	S3034	S3035	-1,531		Ναί
	S3035	S3034	1,533		Ναί
	S3035	S3034	1,530		Ναί
4	S3035	S3036	-0,970	-0,965	Ναί
	S3035	S3036	-0,962		Ναί
	S3036	S3035	0,967		Ναί
	S3036	S3035	0,962		Ναί
5	S3037	S3036	1,732	-1,733	Ναί

	S3036	S3037	-1,733		Ναί
	S3036	S3037	-1,739		Ναί
	S3037	S3036	1,729		Ναί
	S3037	S3036	1,733		Ναί
6	S3043	S3037	1,383	-1,386	Ναί
	S3043	S3037	1,386		Ναί
	S3037	S3043	-1,390		Ναί
	S3037	S3043	-1,386		Ναί
7	S3042	S3043	-1,788	1,788	Ναί
	S3043	S3042	1,787		Ναί
	S3042	S3043	-1,792		Ναί
	S3043	S3042	1,784		Ναί
8	S3041	S3042	3,312	-3,308	Ναί
	S3041	S3042	3,307		Ναί
	S3041	S3042	3,304		Ναί
	S3042	S3041	-3,306		Ναί
	S3042	S3041	-3,310		Ναί
	S3041	S3042	3,309		Ναί

Έργο: Filothei

Όδευση: OD_5

Τύπος Όδευσης: Πρωτεύουσα

Τύπος εδάφους: Ομαλό

Επίλυση Όδευσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	213,6989				
S3036	297,3893	44,736	480513,862	4208350,487	159,123
	-0,0005		-44,060	7,752	-0,088
	311,0877		0,001	-0,002	-0,001
S3038	188,1512	26,907	480469,803	4208358,237	159,034
	-0,0005		-26,905	-0,322	-0,263
	299,2384		0,000	-0,001	-0,001
S3038A	220,4409	42,609	480442,899	4208357,914	158,770
	-0,0005		-40,589	12,962	-0,418

	319,6788		0,001	-0,002	-0,001
S3039	84,7194	X',Y',H'	480402,308	4208370,880	158,354
Γωνία α'BN	204,3996	X, Y, H	480402,310	4208370,875	158,351
Γωνία αBN	204,3978	Wx,Wy,Wh	0,002	-0,005	-0,003
Wβ	-0,0019	Ορ.μήκος	114,252	Ορ.Σφάλμα	0,005

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,02	Οριζοντιογραφικά	0,157	Υψομετρικά	0,392

Οριζόντιες Γωνίες

Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
S3037 (1, II)	S3036	S3038 (1, I)	297,3894	297,3893	Ναί
S3037 (1, I)		S3038 (1, I)	297,3895		Ναί
S3037 (1, II)	S3036	S3038 (1, II)	297,3890	297,3893	Ναί
S3037 (1, I)		S3038 (1, II)	297,3891		Ναί
S3036 (1, II)	S3038	S3038A (1, I)	188,1508	188,1512	Ναί
S3036 (1, I)		S3038A (1, I)	188,1518		Ναί
S3036 (1, II)	S3038	S3038A (1, II)	188,1506	188,1512	Ναί
S3036 (1, I)		S3038A (1, II)	188,1516		Ναί
S3038 (1, II)	S3038A	S3039 (1, I)	220,4421	220,4409	Ναί
S3038 (1, I)		S3039 (1, I)	220,4401		Ναί
S3038 (1, II)	S3038A	S3039 (1, II)	220,4416	220,4409	Ναί
S3038 (1, I)		S3039 (1, II)	220,4396		Ναί
S3038A (1, II)	S3039	S3033 (1, I)	84,7185	84,7194	Ναί
S3038A (1, I)		S3033 (1, I)	84,7196		Ναί
S3038A (1, II)	S3039	S3033 (1, II)	84,7192	84,7194	Ναί
S3038A (1, I)		S3033 (1, II)	84,7203		Ναί

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	S3038	S3036	44,736	44,736	0,018	Ναί
	S3038	S3036	44,735		0,018	Ναί
	S3036	S3038	44,737		0,018	Ναί
	S3036	S3038	44,738		0,018	Ναί
3	S3038A	S3038	26,909	26,907	0,013	Ναί
	S3038A	S3038	26,905		0,013	Ναί
	S3038	S3038A	26,908		0,013	Ναί

	S3038	S3038A	26,907		0,013	Ναί
4	S3039	S3038A	42,609	42,609	0,017	Ναί
	S3039	S3038A	42,609		0,017	Ναί
	S3038A	S3039	42,609		0,017	Ναί
	S3038A	S3039	42,609		0,017	Ναί

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	S3038	S3036	0,088	-0,088	Ναί
	S3038	S3036	0,085		Ναί
	S3036	S3038	-0,088		Ναί
	S3036	S3038	-0,091		Ναί
3	S3038A	S3038	0,262	-0,263	Ναί
	S3038A	S3038	0,265		Ναί
	S3038	S3038A	-0,264		Ναί
	S3038	S3038A	-0,263		Ναί
4	S3039	S3038A	0,419	-0,418	Ναί
	S3039	S3038A	0,416		Ναί
	S3038A	S3039	-0,416		Ναί
	S3038A	S3039	-0,420		Ναί

Έργο: *Filothei*

Όδευση: *OD_6*

Τύπος Όδεσης: *Πρωτεύουσα*

Τύπος εδάφους: *Ομαλό*

Επίλυση Όδεσης

Κορυφή	Γωνία β	S	X	Y	Z
	Διόρθωση δβ		ΔX	ΔY	ΔZ
	Γωνία α		δX	δY	δZ
Γωνία αKA	201,0974				
S3026	113,0378	27,489	480288,310	4208387,232	160,498
	0,0016		26,814	-6,054	-0,341
	114,1367		0,000	-0,002	-0,002
S3045	196,2260	44,718	480315,123	4208381,176	160,155
	0,0016		44,126	-7,248	-0,841
	110,3642		-0,001	-0,003	-0,003
S3044	194,1331	43,169	480359,249	4208373,926	159,311
	0,0016		43,062	-3,048	-0,958
	104,4989		-0,001	-0,003	-0,003
S3039	207,2837	X',Y',H'	480402,312	4208370,882	158,358

Γωνία α'BN	111,7779	X, Y, H	480402,310	4208370,875	158,351
Γωνία αBN	111,7842	Wx,Wy,Wh	-0,002	-0,007	-0,007
Wβ	0,0063	Ορ.μήκος	115,376	Ορ.Σφάλμα	0,007

Ανεκτά Σφάλματα (Π.Δ. 696/74)					
Γωνιακά	0,02	Οριζοντιογραφικά	0,157	Υψομετρικά	0,394

Οριζόντιες Γωνίες

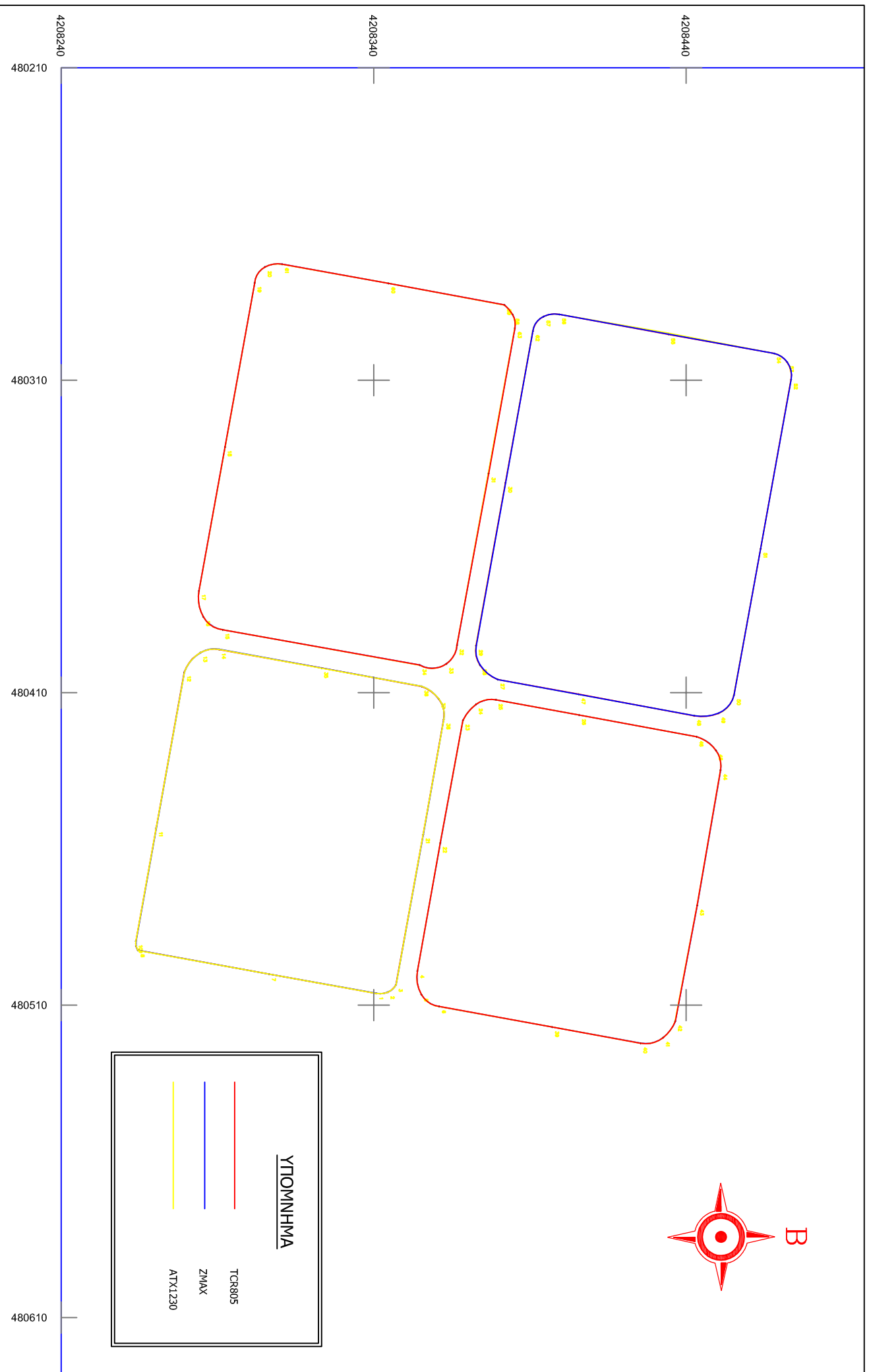
Προηγούμενη Στάση	Σταθμός	Επόμενη Στάση	Οριζόντια Γωνία	Μέση Ορ. Γωνία	Συμμετοχή
S3026 (1, II)	S3045	S3044 (1, I)	196,2266	196,2260	Ναί
S3026 (1, I)		S3044 (1, I)	196,2257		Ναί
S3026 (1, II)	S3045	S3044 (1, II)	196,2262	196,2260	Ναί
S3026 (1, I)		S3044 (1, II)	196,2253		Ναί
S3045 (1, II)	S3044	S3039 (1, I)	194,1348	194,1331	Ναί
S3045 (1, I)		S3039 (1, I)	194,1335		Ναί
S3045 (1, II)	S3044	S3039 (1, II)	194,1327	194,1331	Ναί
S3045 (1, I)		S3039 (1, II)	194,1314		Ναί
S3044 (2, II)	S3039	S3038 (2, I)	207,2836	207,2837	Ναί
S3044 (2, I)		S3038 (2, I)	207,2837		Ναί
S3044 (2, II)	S3039	S3038 (2, II)	207,2837	207,2837	Ναί
S3044 (2, I)		S3038 (2, II)	207,2838		Ναί

Οριζόντιες Πλευρές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Ορ. Απόσταση	Μέση Ορ. Απόσταση	Μέγιστο Επιτ. Σφάλμα	Συμμετοχή
2	S3026	S3045	27,488	27,489	0,013	Ναί
	S3026	S3045	27,487		0,013	Ναί
	S3045	S3026	27,489		0,013	Ναί
	S3045	S3026	27,491		0,013	Ναί
3	S3045	S3044	44,716	44,718	0,018	Ναί
	S3045	S3044	44,716		0,018	Ναί
	S3044	S3045	44,719		0,018	Ναί
	S3044	S3045	44,719		0,018	Ναί
4	S3044	S3039	43,172	43,169	0,017	Ναί
	S3044	S3039	43,168		0,017	Ναί
	S3039	S3044	43,168		0,017	Ναί
	S3039	S3044	43,168		0,017	Ναί

Υψομετρικές Διαφορές

Πλευρά	Σκόπευση Από	Σκόπευση Προς	Υψ. Διαφορά	Μέση Υψ. Διαφορά	Συμμετοχή
2	S3026	S3045	-0,343	-0,341	Ναί
	S3026	S3045	-0,340		Ναί
	S3045	S3026	0,343		Ναί
	S3045	S3026	0,339		Ναί
3	S3045	S3044	-0,840	-0,841	Ναί
	S3045	S3044	-0,844		Ναί
	S3044	S3045	0,838		Ναί
	S3044	S3045	0,842		Ναί
4	S3044	S3039	-0,958	-0,958	Ναί
	S3044	S3039	-0,961		Ναί
	S3039	S3044	0,954		Ναί
	S3039	S3044	0,958		Ναί



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:
 ΦΡΑΓΚΑΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΘΕΣΗ:
 ΦΙΛΟΘΕΗ

ΘΕΜΑ:
 ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ
 ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΡ.ΣΧ
1/1
 ΚΑΙΜΑΚΑ
1:1000
 ΙΣΟΔΙΑΣΤΑΣΗ
 -

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΙΟΥΝΙΟΣ 2012