

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ &  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΕ  
ΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ  
ΕΛΕΓΧΟ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ  
ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
ΚΑΜΠΟΣΟΥΛΗ ΜΑΡΙΑ**



**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:**

**Τσακίρη Μαρία**

**Επικ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κτηματολογικό σύστημα αποτελείται από χωρικές και μη πληροφορίες, οι οποίες καταγράφονται και αναπαρίστανται γραφικά στο κτηματολογικό διάγραμμα. Το υπόβαθρο το οποίο χρησιμοποιείται στο ελληνικό κτηματολογικό σύστημα για την διεξαγωγή των κτηματολογικών διαγραμμάτων είναι έγχρωμες αληθείς ορθοφωτογραφίες μεγάλης κλίμακας(LSO) για τον αγροτικό χώρο και πολύ μεγάλης κλίμακας(VLSO) για τον αστικό.

Εξαιτίας της εξαγωγής των ορίων των γεωτεμαχίων από πλήθος πηγών χωρικών πληροφοριών με διαφορετικά συστήματα αναφοράς και διαφορετικές ακρίβειες, ο έλεγχος συμβατότητας των χωρικών πληροφοριών στα υπόβαθρα του κτηματολογίου είναι αναγκαίος.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται έλεγχος συμβατότητας σε VLSO της περιοχής των Κάτω Πατησίων σε τέσσερα οικοδομικά τετράγωνα, με την αποτύπωση των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων ως σημεία ελέγχου. Ο έλεγχος αυτός είναι δυσκολότερος σε σύγκριση με μια περιαστική ή αγροτική περιοχή αφού οι συνθήκες αποτύπωσης είναι δυσμενέστερες λόγω των κτιρίων, τα οποία δημιουργούν περιορισμένη ορατότητα δορυφόρων και κατά συνέπεια η εφαρμογή δορυφορικών μεθόδων είναι περιορισμένη.

Η αποτύπωση των σημείων πραγματοποιείται με συμβατικές και δορυφορικούς μεθόδους. Συγκεκριμένα, οι κορυφές προσδιορίζονται με στατικό εντοπισμό θέσης, με single\_base και δικτυακό RTK με την τεχνική των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς μέσω του δικτύου του HEPOS. Αλλά και με την ίδρυση πολυγωνομετρικού δικτύου 6 κορυφών στην περιοχή μελέτης και την αποτύπωση των υπόλοιπων κορυφών με την μέθοδο των πολικών συντεταγμένων.

Τα αποτελέσματα των επίγειων και δορυφορικών αποτυπώσεων συγκρίνονται με αυτά τα οποία προκύπτουν από την ορθοφωτογραφία της οποίας η οριζοντιογραφική ακρίβεια είναι 20 εκατοστά ενώ η υψομετρική 50 εκατοστά και οι διαφορές των συντεταγμένων είναι της τάξης των 15 έως 40 εκατοστών, διαφορές οι οποίες βρίσκονται εντός των ανοχών του Κτηματολογίου .

## SUMMARY

The cadastral system is constituted by territorial and not information, that is recorded and graphical presented in the cadastral diagram. The base which is used in the Greek cadastral system for the holding of cadastral diagrams are colored true orthophoto with big scale (LSO) for the rural areas and very big scale (VLSO) for urban.

Because of the export of the boundaries of properties from crowd of sources that have different reference systems and different precisions, the control of compatibility of territorial information in the bases of cadastre is necessary.

The present diplomatic work studies the control of compatibility in a VLSO of Patisia in four building square, with the imprinting of the vertexes of building squares as control points. This control is difficult compared to a suburban or rural region because of the more unfavorable conditions such as buildings, which creates limited visibility of satellites and accordingly the application of satellite methods is limited.

The imprinting of points is holding with conventional and satellite methods. Concretely, the vertexes are imprinted with static technique and conventional; network RTK with the technique of Virtual Reference Stations via the network of HEPOS. But also with the establishment of polygon metric network of 6 vertexes in the region of study and the imprinting of remainder vertexes with the method of polar coordinates.

The results of the land and satellite imprinting's are compared with the results from the orthophoto, which has 20 centimeter horizontal precision and 50 centimeter vertical and the differences of coordinates are order 15 to 40 centimeters, differences that are found inside the tolerances of Cadastre.



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας του Τομέα Τοπογραφίας της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., υπό την επίβλεψη της Επίκ. Καθηγήτριας Μαρίας Τσακίρη, η οποία διατύπωσε το αντικείμενο της εργασίας με βάση τα δικά μου ενδιαφέροντα. Από την θέση αυτή επιθυμώ να της εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την συνεχή της στήριξη και καθοδήγηση σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω:

Τον Αγρονόμο-Τοπογράφο Μηχανικό (Ι.Δ.Α.Χ.) της Σ.Α.Τ.Μ. Ε.Μ.Π. Γεώργιο Πηνίωτη ο οποίος συνέβαλε καθοριστικά στην εκπόνηση της εργασίας, βοηθώντας στην εξοικείωση με τους γεωδαιτικούς δέκτες GPS που χρησιμοποιήθηκαν και το λογισμικό των μετρήσεων του.

Την οικογένεια μου και τους φίλους μου και τους συμφοιτητές μου οι οποίοι με βοήθησαν στην εκπόνηση της εργασίας μου στηρίζοντας με αλλά και βοηθώντας με στις εργασίες πεδίου.

## Περιεχόμενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
<b><u>1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	3
1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....</b>	<b>6</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	6
2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (GNSS) .....	7
2.2.1 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (GNSS) .....	7
2.2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ.....	9
2.2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RTK .....	10
2.3 ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS.....	11
2.3.1 ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ.....	12
2.3.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ GPS(CORS).....	16
2.3.3 ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, EPN.....	18
2.3.4 ΚΛΑΣΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS.....	19
2.3.5 ΔΙΚΤΥΑ RTK.....	20
2.3.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	21
2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ (HEPOS) ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....</b>	<b>29</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Α΄: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ HEPOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	29
3.2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	30
3.2.2 ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ HEPOS.....	31
3.2.3 ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	32
3.2.4 ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ HEPOS.....	33
3.3 ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ HEPOS.....	35
3.4 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ HEPOS.....	36
3.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ HTRS07 ΣΕ ΕΓΣΑ87.....	37
3.6 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ HEPOS ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	38

<u>ΜΕΡΟΣ Β': ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΑ</u>	
<u>ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ .....</u>	<u>41</u>
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	41
3.2 ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.....	42
3.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΑΘΡΑ ΤΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ.....	43
3.4 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	44
3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ.....	47
<u>4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....</u>	<u>47</u>
<u>4.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</u>	<u>48</u>
<u>4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ.....</u>	<u>51</u>
<u>4.4 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ.....</u>	<u>53</u>
<u>4.4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....</u>	<u>54</u>
<u>4.4.2 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ.....</u>	<u>58</u>
4.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	65
<u>5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....</u>	<u>65</u>
<u>5.2 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ.....</u>	<u>66</u>
5.3 ΔΙΚΤΥΑΚΟ ΚΑΙ SINGLE_BASE RTK.....	78
5.4 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	89
5.5 <u>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ.....</u>	<u>100</u>
5.6 ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VLSO.....	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	110
<u>6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....</u>	<u>110</u>
6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	110
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	114

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>		
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.1</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΝ	ΣΕΛΙΔΑ 18
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.2</b>	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΤΑΘΜΟΥ SWEPOS	ΣΕΛΙΔΑ 20
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.3</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ FLEPOS	ΣΕΛΙΔΑ 21
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.4</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ AGNES	ΣΕΛΙΔΑ 22
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.5</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ SAPOS	ΣΕΛΙΔΑ 24
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.6</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ PSI	ΣΕΛΙΔΑ 24
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.7</b>	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΜΑΛΛΙΣΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 27
<b>ΕΙΚΟΝΑ 2.8</b>	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΡΙΩΝ ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 28
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1</b>	ΔΙΚΤΥΑ RTK	ΣΕΛΙΔΑ 22
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2</b>	ΚΛΑΣΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS	ΣΕΛΙΔΑ 23
<b>ΣΧΗΜΑ 2.1</b>	ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ-ΔΙΚΤΥΑΚΟΥ RTK	ΣΕΛΙΔΑ 13
<b>ΣΧΗΜΑ 2.2</b>	Η ΤΕΧΝΙΚΗ VRS	ΣΕΛΙΔΑ 14
<b>ΣΧΗΜΑ 2.3</b>	Η ΤΕΧΝΙΚΗ MAC	ΣΕΛΙΔΑ 16

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>		
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3.1</b>	ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 31
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3.2</b>	ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΕΛΙΔΑ 33
<b>ΕΙΚΟΝΑ 3.3</b>	ΤΑ ΜΠΛΟΚ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 40
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1</b>	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 42
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2</b>	ΑΝΟΧΕΣ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	ΣΕΛΙΔΑ 45
<b>ΣΧΗΜΑ 3.1</b>	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΕΡΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 30
<b>ΣΧΗΜΑ 3.2</b>	ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ Η ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 35
<b>ΣΧΗΜΑ 3.3</b>	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ HTRS07→ΕΓΣΑ87	ΣΕΛΙΔΑ 38

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>		
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1</b>	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΑΤΩΝ ΔΟΥΥΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ	ΣΕΛΙΔΑ 62
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4.1</b>	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 48
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4.2</b>	ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΟΡΘΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ	ΣΕΛΙΔΑ 49
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ 4.3</b>	ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 50
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4.4</b>	«ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΟ» ΣΗΜΕΙΟ, Σ7, Ο.Τ.3	ΣΕΛΙΔΑ 55
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4.5</b>	Ο ΔΕΚΤΗΣ GR-3	ΣΕΛΙΔΑ 58
<b>ΕΙΚΟΝΑ 4.6</b>	Ο ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΣ ΔΕΚΤΗΣ GTS-105N	ΣΕΛΙΔΑ 59
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ 4.7</b>	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 61
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ 4.8</b>	ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΔΡΟΜΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 63
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1</b>	ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 48
<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.1</b>	ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 51
<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.2</b>	ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ	ΣΕΛΙΔΑ 52
<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.3</b>	ΣΗΜΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 54

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>		
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1</b>	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΥΥΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΣΗΜΕΙΟ ΜΕ STATIC	ΣΕΛΙΔΑ 68
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2</b>	RMS ΤΩΝ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΜΕ STATIC	ΣΕΛΙΔΑ 75
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3</b>	ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ & ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΥΥΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ SINGLE_BASE_RTK	ΣΕΛΙΔΑ 83
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4</b>	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΥΥΦΟΡΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 86
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5</b>	ΣΥΓΚΡΙΣΗ PDOP ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 87
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6</b>	ΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ	ΣΕΛΙΔΑ 97
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7</b>	ΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ	ΣΕΛΙΔΑ 98
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8</b>	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VLSD ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΕΣ	ΣΕΛΙΔΑ 107

	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.1</b>	ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΓΣΑ87	ΣΕΛΙΔΑ 65
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.2</b>	ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΡΚΑΤΟΡΙΚΗΣ ΠΡΟΒΟΛΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 66
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.3</b>	ΟΙ ΑΡΧΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ	ΣΕΛΙΔΑ 67
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.4</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΨΟΥΣ ΣΚΟΠΕΥΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 69
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.5</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΣΕΛΙΔΑ 69
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.6</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ4	ΣΕΛΙΔΑ 72
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.7</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ12	ΣΕΛΙΔΑ 72
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.8</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ11	ΣΕΛΙΔΑ 73
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.9</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ6	ΣΕΛΙΔΑ 74
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.10</b>	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ 098 <sup>4</sup>	ΣΕΛΙΔΑ 77
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.11</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ EASTING, NORTHING ΚΑΙ ALMANAC ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	ΣΕΛΙΔΑ 78
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.12</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	ΣΕΛΙΔΑ 79
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.13</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ9	ΣΕΛΙΔΑ 80
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.14</b>	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ9	ΣΕΛΙΔΑ 81
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.15</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ6	ΣΕΛΙΔΑ 84
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.16</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ6	ΣΕΛΙΔΑ 88
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.17</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ6	ΣΕΛΙΔΑ 89
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.18</b>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ11	ΣΕΛΙΔΑ 90
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.19</b>	ΔΟΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ Σ5 & Σ11	ΣΕΛΙΔΑ 91
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.20</b>	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΟΜΟΥ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΩΝ-ΣΥΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 95
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.21</b>	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ Σ11 ΑΠΟ ETRF89→ΕΓΣΑ87	ΣΕΛΙΔΑ 103
<b>ΕΙΚΟΝΑ 5.22</b>	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ	ΣΕΛΙΔΑ 106
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1</b>	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΥΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΣΗΜΕΙΟ STATIC	ΣΕΛΙΔΑ 68
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2</b>	ΑΡΧΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 70
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3</b>	ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 74
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4</b>	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΥΡΦΩΝ ΣΤΟ ΕΓΣΑ87 ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ, ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ	ΣΕΛΙΔΑ 76
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5</b>	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΣΗΜΕΙΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 76

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6</b>	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ SINGLE_BASE_RTK	ΣΕΛΙΔΑ 83
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7</b>	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VRS-RTK	ΣΕΛΙΔΑ 85
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8</b>	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VRS-RTK ΜΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ 1 ΛΕΠΤΟ	ΣΕΛΙΔΑ 86
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9</b>	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΣΤΟ ΕΓΣΑ87 ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ	ΣΕΛΙΔΑ 93
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10</b>	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ87 ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ	ΣΕΛΙΔΑ 93
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11</b>	ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 96
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12</b>	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 100
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13</b>	ΤΥΠΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 100
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14</b>	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 100
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15</b>	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ3	ΣΕΛΙΔΑ 101
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16</b>	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ3	ΣΕΛΙΔΑ 101
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17</b>	Ε,Ν ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟ VL50	ΣΕΛΙΔΑ 104
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18</b>	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VL50 ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΣΕΛΙΔΑ 105
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19</b>	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 107
<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 5.1</b>	ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΣΕΛΙΔΑ 92
<b>ΣΧΗΜΑ 5.1</b>	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΣΤΟ Σ9	ΣΕΛΙΔΑ 81
<b>ΤΥΠΟΣ 5.1</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΘΛΑΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 94
<b>ΤΥΠΟΣ 5.2</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΜΗΚΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 94
<b>ΤΥΠΟΣ 5.3</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΓΩΝΙΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 94
<b>ΤΥΠΟΣ 5.4</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΗΚΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 94
<b>ΤΥΠΟΣ 5.5</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΑΖΙΜΟΥΘΙΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ ΟΔΕΥΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 95
<b>ΤΥΠΟΣ 5.6</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΤΕΤΜΗΜΕΝΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 96
<b>ΤΥΠΟΣ 5.7</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΤΕΤΑΓΜΕΝΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 96
<b>ΤΥΠΟΣ 5.8</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 97

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Στο πλαίσιο σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου δημιουργούνται ψηφιακές βάσεις δεδομένων οι οποίες περιέχουν χωρικές και μη πληροφορίες.

Σε πρώτη φάση συλλέγονται τα νομικά στοιχεία των εχόντων εμπράγματο δικαίωμα, τα οποία συνθέτουν τους κτηματολογικούς πίνακες και σε δεύτερη φάση απεικονίζονται σε χάρτες τα συλλεχθέντα χωρικά δεδομένα, τα οποία συνθέτουν τα κτηματολογικά διαγράμματα. Το κτηματολογικό διάγραμμα απεικονίζει τα όρια των γεωτεμαχίων και τα γεωμετρικά στοιχεία αυτών στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87 και αναφέρεται είτε σε αστικές είτε σε αγροτικές περιοχές.

Τα χωρικά δεδομένα ανακτώνται από πλήθος πηγών κάθε μια από τις οποίες έχει διαφορετική μέθοδο επεξεργασίας, για την εξαγωγή των απαραίτητων για την σχεδίαση των κτηματολογικών διαγραμμάτων πληροφοριών, διαφορετική ακρίβεια και διαφορετικό σύστημα αναφοράς.

Μία από τις πηγές ανάκτησης χωρικών δεδομένων είναι τα υπόβαθρα του Εθνικού Κτηματολογίου, τα οποία είναι έγχρωμες αληθείς ορθοφωτογραφίες μεγάλης και πολύ μεγάλης κλίμακας(VLSO και LSO).

Οι αληθείς ορθοφωτογραφίες είναι οπτικά βελτιωμένες ορθοφωτογραφίες οι οποίες απεικονίζουν τα ανθρωπογενή αντικείμενα στην ορθή γεωμετρική τους θέση, απαλλαγμένες από την εκτροπή λόγω ανάγλυφου([www.inpho.de/](http://www.inpho.de/)).

Σε αυτές εφαρμόζονται φωτογραμμετρικές μέθοδοι για την αναγνώριση των ορίων των γεωτεμαχίων με οριζοντιογραφική ακρίβεια 20 εκατοστά και υψομετρική 50 και σύστημα αναφοράς το ETRS8(European Terrestrial Reference System 1989).

Επίσης, δεδομένα από δορυφορικές μετρήσεις απόλυτου ή σχετικού εντοπισμού θέσης σε πραγματικό ή μη χρόνο με χρήση μόνιμων σταθμών GPS ή δικτύου μόνιμων σταθμών, όπως το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού (HEPOS), αποτελούν χωρικά δεδομένα των κτηματολογικών διαγραμμάτων τα οποία έχουν ακρίβεια από 1 μέτρο έως μερικά χιλιοστά και σύστημα αναφοράς το HTRS07 (HEPOS Terrestrial Reference System 2007) ή το WGS84 (World Geodetic System 1984).

Επιπροσθέτως, χωρικά στοιχεία διοικητικών πράξεων, τα όρια αιγιαλού καθώς και στοιχεία ιδιωτικών τοπογραφικών διαγραμμάτων (ιδιωτικός αναδασμός, συνεταιρισμός) χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των ορίων με ακρίβειες που ποικίλουν και συστήματα αναφοράς το ΕΓΣΑ87 (Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς 1987), το ΠΕΣΑ (Παλαιό Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς) αλλά και τοπικά. Κατά συνέπεια, η ασυμβατότητα των δεδομένων γεννά προβλήματα και «κινδύνους».

Τα προβλήματα παρουσιάζονται στον μετασχηματισμό των συντεταγμένων από το ένα σύστημα αναφοράς στο άλλο και οι κίνδυνοι στην μείωση της γεωμετρικής ακρίβειας λόγω αυτών των μετασχηματισμών.

Εξαιτίας των παραπάνω διενεργείται έλεγχος συμβατότητας των χωρικών δεδομένων, σύμφωνα με τον οποίο αποτυπώνεται ικανός αριθμός σημείων στο έδαφος ως σημεία ελέγχου.

Αυτός ο έλεγχος είναι το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ο οποίος θα διεξαχθεί σε αστική περιοχή αποτυπώνοντας τις κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων.

Η αποτύπωση των κορυφών θα πραγματοποιηθεί με δορυφορικές αλλά και κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους. Οι δορυφορικές μέθοδοι αναφέρονται στον στατικό εντοπισμό θέσης και στο `single_base` και δικτυακό κινηματικό εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο (RTK) με την τεχνική των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς μέσω του δικτύου του HEPOS.

## 1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κύριος στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η ακριβής αποτύπωση των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης, έτσι ώστε να είναι εκτελέσιμος ο έλεγχος συμβατότητας.

Η αποτύπωση θα πραγματοποιηθεί με τις παρακάτω μεθόδους: α)την μέθοδο του στατικού εντοπισμού θέσης, β)του `single_base` κινηματικού εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTK) γ)του δικτυακού κινηματικού εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTK) με την τεχνική των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς μέσω του δικτύου του HEPOS και δ)με τις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους.

Κατά αυτόν τον τρόπο, θα εφαρμοσθεί το `single_base` και δικτυακό RTK με την τεχνική των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς μέσω του δικτύου του HEPOS σε αστικό περιβάλλον και θα ελεγχθούν οι ακρίβειες οι οποίες επιτυγχάνονται(υποστόχος 1).

Επίσης, θα γίνει σύγκριση της ακρίβειας των παραπάνω τεχνικών με αυτή του στατικού εντοπισμού θέσης αλλά και με τις συμβατικές τεχνικές αποτύπωσης(υποστόχος 2).

Επειδή η περιοχή είναι αστική και οι δορυφορικές εφαρμογές ενδέχεται να μην λειτουργήσουν λόγω των περιορισμών τους οποίους συνεπάγονται, μειωμένη ορατότητα δορυφόρων και σφάλματα πολλαπλών διαδρομών, ο συνδυασμός των παραπάνω τεχνικών μπορεί να κριθεί αναγκαίος.

Η παράλληλη χρήση των δορυφορικών και κλασσικών γεωδαιτικών μεθόδων θα διερευνηθεί επίσης ως «λύση» στην παρούσα αστική αποτύπωση(υποστόχος 3).

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της εργασίας είναι: α)η μεθοδολογία εφαρμογής των παραπάνω τεχνικών στον έλεγχο συμβατότητας των υποβάθρων του Εθνικού Κτηματολογίου και β)η απόλυτη και σχετική ακρίβεια του προς έλεγχο υποβάθρου.

### 1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η διπλωματική αυτή εργασία χωρίζεται σε 6 κεφάλαια, τα οποία συνοπτικά περιλαμβάνουν τα παρακάτω.

Το πρώτο και παρόν κεφάλαιο αποτελεί εισαγωγή στο αντικείμενο και τη δομή της εργασίας, παραθέτοντας και τους επιμέρους στόχους εκπόνησης της.Ο σχεδιασμός, η λειτουργία, οι ακρίβειες οι οποίες επιτυγχάνονται και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δορυφορικών μεθόδων εντοπισμού θέσης καθώς και των μόνιμων σταθμών GPS και των δικτύων μόνιμων σταθμών GPS περιγράφονται στο δεύτερο κεφάλαιο. Επίσης, γίνεται αναφορά λειτουργίας τέτοιων δικτύων και σε άλλες χώρες και η χρήση αυτών σε κτηματολογικά συστήματα.

Η περιγραφή του σχεδιασμού, λειτουργίας και χρήσης του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού διενεργείται στο τρίτο κεφάλαιο στο οποίο αναφέρεται και διεξοδικότερα η έννοια και η ωφελιμότητα του ελέγχου συμβατότητας χωρικών δεδομένων κτηματολογικού διαγράμματος.

Οι εργασίες πεδίου οι οποίες έλαβαν χώρα στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αναφέρονται στο τέταρτο κεφάλαιο με πλήρη ανάλυση των χρησιμοποιούμενων τεχνικών και οργάνων αλλά και των δυσκολιών που αντιμετώπιστηκαν. Επίσης, πραγματοποιείται πλήρης περιγραφή της περιοχής μελέτης.

Η επεξεργασία των μετρήσεων για την διεξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων αποτελούν αντικείμενο του πέμπτου κεφαλαίου της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο δίνονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις για την συνέχιση της εργασίας αυτής.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:**  
**ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ**  
**GPS ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΕ**  
**ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

## 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα συστήματα δορυφορικού εντοπισμού θέσης χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως η πλοήγηση, η τοπογραφία, η ωκεανογραφία κλπ. Οι κτηματολογικές εφαρμογές ανήκουν στο φάσμα αυτό καθώς τεχνικές δορυφορικού εντοπισμού θέσης όπως ο κινηματικός εντοπισμός θέσης σε πραγματικό χρόνο (RTK) αλλά και ο στατικός χρησιμοποιούνται σε κτηματογραφήσεις περιοχών και στην ανάπτυξη χαρτογραφικών υποβάθρων λόγω των υψηλών ακριβειών που παρέχουν.

Επίσης, οι μόνιμοι σταθμοί GPS και τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS με τις δικτυακές τεχνικές προσδιορισμού θέσης που παρέχουν χρησιμοποιούνται σε κτηματολογικές εφαρμογές λόγω των πλεονεκτημάτων που τις χαρακτηρίζουν, τα οποία αφορούν την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους στην τελική απόδοση προϊόντων υψηλής ακρίβειας και αξιοπιστίας.

## 2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (GNSS)

Τα συστήματα GNSS μπορούν να αξιοποιηθούν για τον ακριβή εντοπισμό θέσης . Αυτός άλλωστε είναι και ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς δημιουργίας τους. Ο προσδιορισμός θέσης με την χρήση δορυφορικών μεθόδων μπορεί να διενεργηθεί είτε με κινηματικές είτε με στατικές τεχνικές.

## 2.2.1 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (GNSS)

Τα βασικότερα από τα συστήματα αυτά, τα οποία αξιοποιούν την τεχνολογία των δορυφόρων για τον εντοπισμό θέσης και την πλοήγηση σε παγκόσμια κλίμακα είναι το GPS, το GLONASS και το επερχόμενο Galileo.

Το GPS αποτελεί ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού το οποίο τέθηκε σε λειτουργία το 1993 με 24 δορυφόρους (από τους οποίους τρεις είναι εφεδρικοί) σε 6 τροχιακά επίπεδα κλίσης  $55^\circ$  ως προς τον ισημερινό και σε ύψος 20200 km, με περίοδο περιστροφής 12 ώρες. Κατασκευάστηκε από το Υπουργείο Αμύνης των Η.Π.Α. για στρατιωτικούς σκοπούς και δόθηκε αργότερα και για πολιτική χρήση. Το GPS είναι ένα δυναμικό σύστημα το οποίο εξελίσσεται και αναβαθμίζεται συνέχεια για να εξυπηρετεί τις ανάγκες κάθε εποχής αλλά και τις μελλοντικές. Σήμερα, έχει 32 δορυφόρους σε τροχιά και 4 νέες συχνότητες μετάδοσης του δορυφορικού σήματος τις L2C, L5, L1C και M-Code. Οι παραπάνω εξελίξεις έχουν ενισχύσει το δορυφορικό σήμα, την αξιοπιστία και ακρίβεια των δορυφορικών μεθόδων εντοπισμού. Κατά συνέπεια, σε εφαρμογές κινηματικού εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTK) το επίπεδο ακρίβειας είναι λιγότερο από 10 εκατοστά ενώ σε εφαρμογές διαφορικού εντοπισμού (DGPS) είναι 20-30 εκατοστά ([http://en.wikipedia.org/wiki/GPS\\_modernization](http://en.wikipedia.org/wiki/GPS_modernization)).

Το GLONASS τέθηκε σε λειτουργία το 1993 από την Σοβιετική Ένωση με 21 δορυφόρους σε ύψος περίπου 19100-19140 km πάνω από τη Γη (με περίοδο περιστροφής 11h 15m) και σε τρία τροχιακά επίπεδα ανά  $120^\circ$  με κλίση  $64.8^\circ$  ως προς τον ισημερινό και είναι κατανεμημένοι (οκτώ δορυφόροι) ανά  $45^\circ$  στο επίπεδο κάθε τροχιάς. Το 1998 εκτοξεύτηκαν άλλοι τρεις δορυφόροι έτσι ώστε το σύστημα να έχει παγκόσμια κάλυψη και να μπορεί να συμπεριληφθεί στα συστήματα GNSS. Το σύστημα σήμερα έχει εκσυγχρονιστεί και αποτελείται από 20 δορυφόρους τρίτης γενιάς οι οποίοι παρέχουν κάλυψη σε όλη την ρωσική επικράτεια, ένας από τους οποίους είναι εφεδρικός. Ενώ μέχρι το 2010 θα εκτοξευτούν άλλοι 4 έτσι ώστε να παρέχει παγκόσμια κάλυψη (<http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>).



Το σύστημα Galileo σχεδιάστηκε από δύο ευρωπαϊκούς φορείς την Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος Ευρωπαϊκή Κοινότητα είναι υπεύθυνη για την πολιτική διάσταση του συστήματος ενώ η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος είναι υπεύθυνη για το τμήμα του διαστήματος. Το σύστημα αποτελείται από 30 δορυφόρους που θα τοποθετηθούν σε κυκλικές τροχιές περίπου 24000 χιλιόμετρα επάνω από την Γη.

Οι δορυφόροι θα είναι σε γήινες τροχιές μεσαίου ύψους με κλίση  $55^{\circ}$ - $60^{\circ}$  σε σχέση με το επίπεδο του ισημερινού και έτσι θα επιτυγχάνεται πολύ καλή κάλυψη μέχρι τα γεωγραφικά πλάτη των  $75^{\circ}$ . Γεγονός πολύ σημαντικό καθώς το GPS δεν επέτρεπε την κάλυψη των πολικών πλατών. Με τον επιλεγμένο σχεδιασμό των δορυφορικών τροχιών κατά 90% ο εκάστοτε χρήστης οπουδήποτε στην Γη θα έχει ορατούς τουλάχιστον 4 δορυφόρους(<http://www.esa.int/>).

Αποτελεί το πρώτο σύστημα εντοπισμού που κατασκευάζεται εξ ολοκλήρου για πολιτική χρήση. Οι υπηρεσίες τις οποίες θα παρέχει το σύστημα είναι τρεις: η βασική η οποία θα παρέχεται σε όλους τους χρήστες δωρεάν, η συνδρομητική η οποία προορίζεται για επαγγελματικές εφαρμογές υψηλής ακρίβειας και η ελεγχόμενης πρόσβασης υπηρεσία η οποία θα παρέχει πλήρη διαθεσιμότητα και αξιοπιστία της λειτουργίας του συστήματος. Τόσο οι υπηρεσίες του Galileo όσο και συνολικά το σύστημα δεν έχει τεθεί σε λειτουργία και είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο σχεδιασμού. Επίσης, θα είναι ένα διαλειτουργικό σύστημα με την έννοια ότι ο εκάστοτε χρήστης θα μπορεί να χρησιμοποιεί ορατούς δορυφόρους όχι μόνο από το Galileo αλλά και από το GPS και το GLONASS για τον προσδιορισμό της θέσης του. Το Galileo θα επιτρέπει τον εντοπισμό θέσης με ακρίβειες καλύτερες των 4 μέτρων, γεγονός πρωτοποριακό για ένα μη στρατιωτικό σύστημα(<http://www.esa.int/>).

## 2.2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

Γενικά ο δορυφορικός προσδιορισμός θέσης μπορεί να διακριθεί σε στατικό και σε κινηματικό προσδιορισμό, σε προσδιορισμό εκ των υστέρων και σε προσδιορισμό σε πραγματικό χρόνο και τέλος σε απόλυτο και σχετικό εντοπισμό.

Ο όρος στατικός εντοπισμός αναφέρεται στις τεχνικές εκείνες που ο δέκτης GPS παραμένει ακίνητος στο προς προσδιορισμό σημείο καθόλη την διάρκεια των παρατηρήσεων. Ενώ ο όρος κινηματικός εντοπισμός αναφέρεται στον προσδιορισμό των συντεταγμένων σημείων με τον δέκτη GPS να κινείται στα σημεία αυτά.

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. Γενικά, ο χρόνος επίλυσης των βάσεων είναι μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον κινηματικό εντοπισμό και για την ελαχιστοποίηση του μπορεί να απαιτούνται περισσότεροι των δύο δεκτών. Η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι της τάξης των 5 με 10 χιλιοστών (Satellite Geodesy, Seeber G.).

Στον κινηματικό εντοπισμό η διαδικασία γίνεται ως εξής: 1) Τοποθετούμε τον ένα δέκτη σε ένα γνωστό σημείο αναφοράς 2) Ο δεύτερος δέκτης κινείται στα σημεία που θέλουμε να προσδιορίσουμε την θέση τους 3) Ο σταθερός δέκτης στέλνει τις ακατέργαστες μετρήσεις του ή τις διορθώσεις των μετρήσεων του στον κινητό δέκτη 4) Ο κινητός δέκτης επιλύει τις ασάφειες φάσεις και καθορίζει την ακριβή του θέση με βάση τα δεδομένα που του έχουν αποσταλεί.

Η τεχνική του κινηματικού εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTK) αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 με σκοπό να μετριάσει τις βασικές πηγές σφαλμάτων οι οποίες υπεισέρχονται στον δορυφορικό εντοπισμό έτσι ώστε να επιτύχει μεγαλύτερες ακρίβειες και είναι ένα είδος διαφορικού GPS εντοπισμού με μετρήσεις φάσεων φέροντος κύματος (GPS Satellite Surveying 2<sup>nd</sup> edition, Leick A.).

Κατά συνέπεια, για να επιλυθεί η θέση πρέπει να επιλυθούν οι ασάφειες των κύκλων φάσης του φέροντος κύματος.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνική είναι:

- Λιγότερος χρόνος έναρξης των μετρήσεων
- Λιγότερος χρόνος παρατήρησης στο πεδίο
- Ακρίβεια από ένα εκατοστό έως ένα χιλιοστό
- Η τελική ακρίβεια είναι συνάρτηση της απόστασης από το σταθμό αναφοράς
- Ακριβή αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο

### 2.2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RTK

Ένας πρώτος περιορισμός στην εφαρμογή του RTK είναι ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ σταθμού αναφοράς και κινητού δέκτη δεν μπορεί να υπερβεί περίπου τα 20 χιλιόμετρα. Ο περιορισμός αυτός υπάρχει επειδή τα σφάλματα των δορυφορικών τροχιών και της ιονοσφαιρικής και τροποσφαιρικής διάθλασης των σημάτων εξαρτώνται από την μεταξύ των δύο δεκτών απόσταση. Για να αντιμετωπιστεί το εμπόδιο αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια σειρά σταθμών αναφοράς GNSS στην περιοχή ενδιαφέροντος. Έτσι προκύπτει η αναγκαιότητα δημιουργίας μόνιμων σταθμών GPS η οποία γεννά την τεχνική του δικτυακού RTK.

Ένας επιπλέον περιορισμός της τεχνικής του RTK και γενικά του δορυφορικού εντοπισμού είναι η εφαρμογή του στις αστικές περιοχές εξαιτίας του δορυφορικού σήματος το οποίο «παγιδεύεται» στα ψηλά κτίρια, τις δένδροστοιχίες, τις γέφυρες και εξαιτίας της παρεμβολής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από πυλώνες και κεραίες κινητής τηλεφωνίας. Γενικά, η εφαρμογή οποιασδήποτε τεχνικής δορυφορικού εντοπισμού συναντά προβλήματα στις αστικές περιοχές.

Το παραπάνω διαφαίνεται και από μελέτη που διενεργήθηκε από τους Lee και Ge(2006) στην οποία γίνεται σύγκριση της αποτύπωσης ενός κήπου σε διαφορετικές εποχές και μιας περιοχής κοντά σε ηλεκτρομαγνητικό πυλώνα με δορυφορικές και ταχυμετρικές μεθόδους.

Η μελέτη έδειξε ότι το μέσο RMS σφάλμα οριζοντιογραφικά και υψομετρικά την άνοιξη ήταν μικρότερο από του χειμώνα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός αυτό αφού την άνοιξη η φυλλωσιά των δένδρων είναι πυκνότερη, παρόλο αυτά το παραπάνω συμβαίνει λόγω περισσότερων ορατών δορυφόρων την άνοιξη και καλύτερης γεωμετρίας αυτών. Τα RMS σφάλματα από την μελέτη είναι της τάξης των 2 έως 2,8 μέτρων.

Όταν η αποτύπωση διεξάχθηκε κοντά σε 2 πυλώνες ενώ αυτοί βρίσκονταν σε λειτουργία, το σφάλμα RMS ήταν της τάξης των 10 μέτρων με στατικό εντοπισμό θέσης και της τάξης των 3 μέτρων με κινηματικό εντοπισμό θέσης.

### 2.3 ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS

Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS είναι συστήματα δεκτών GPS εγκατεστημένων σε κατάλληλες θέσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή κάλυψη των περιοχών ενδιαφέροντος. Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS είναι τριών κατηγοριών, δίκτυα συνεχούς παρακολούθησης δορυφόρων (CORS) τα οποία παρέχουν ακριβή δορυφορικά δεδομένα, τα κλασσικά δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS τα οποία παρέχουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης ύστερα από μεταεπεξεργασία και τα δίκτυα RTK τα οποία παρέχουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης και σε πραγματικό χρόνο.

Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS δίνουν την δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών εντοπισμού θέσης οι οποίες επιτυγχάνουν υψηλές ακρίβειες όπως είναι οι δικτυακές τεχνικές RTK, οι οποίες θα περιγραφούν στην ενότητα που ακολουθεί.

### 2.3.1 ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

Με την δημιουργία δικτύων μόνιμων σταθμών GPS ο προσδιορισμός θέσης γίνεται βάσει των δεδομένων όλων των σταθμών του δικτύου και όχι μόνο του σταθμού της «βάσης», γεγονός που επιτρέπει την αύξηση της ακρίβειας και αξιοπιστίας. Κατά συνέπεια, οι συμβατικές τεχνικές δορυφορικού εντοπισμού θέσης όπως είναι το RTK και το DGPS μπορούν να «εκτελεστούν» και σε ένα δίκτυο. Επίσης, το δικτυακό RTK κατά την εφαρμογή του υποστηρίζει τεχνικές όπως οι Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς (VRS), οι Επιφανειακοί Παράμετροι Διορθώσεων (FKP) και οι Κύριοι και Βοηθητικοί Σταθμοί (MAC).

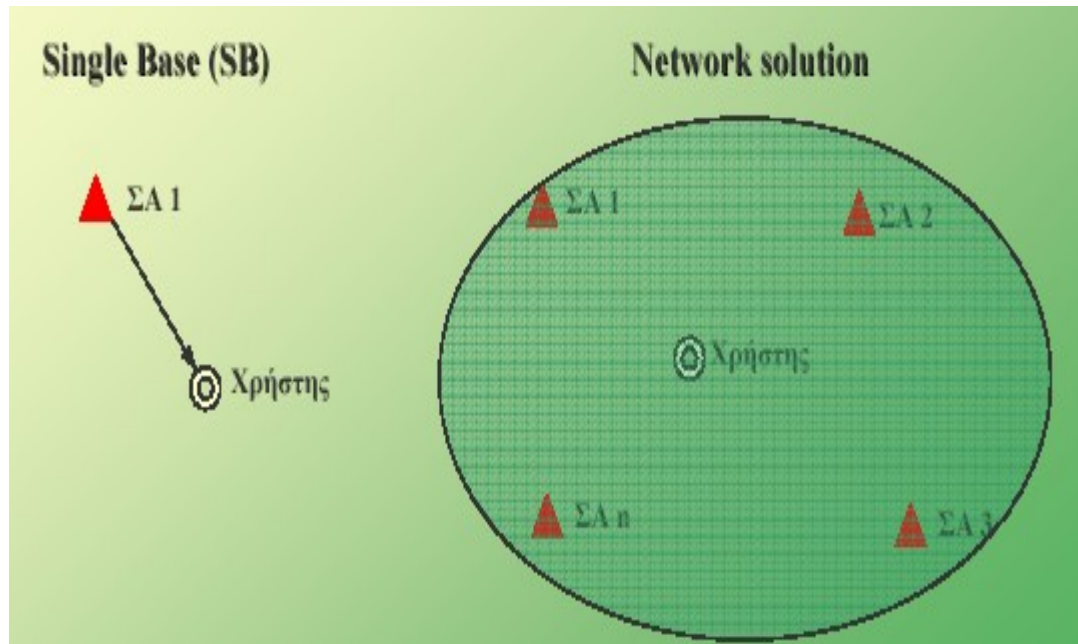
#### ΔΙΚΤΥΑΚΟ RTK

Η διαδικασία η οποία ακολουθείται για την δικτυακή RTK τεχνική είναι η εξής: 1) Καθορισμός της ασάφειας των κύκλων του φέροντος κύματος για τις μετρήσεις που εκτελούνται στο δίκτυο σε πραγματικό χρόνο. 2) Υπολογισμός συντελεστών διορθώσεων των σφαλμάτων των μετρήσεων GPS.

Σε αυτό το στάδιο υπολογίζονται οι ιονοσφαιρικές, τροποσφαιρικές και τροχιακές διορθώσεις. Οι ιονοσφαιρικές διορθώσεις και οι διορθώσεις των τροχιών των δορυφόρων υπολογίζονται για κάθε δορυφόρο χωριστά ενώ οι τροποσφαιρικές διορθώσεις για κάθε σταθμό χωριστά. Οι ιονοσφαιρικές διορθώσεις παρουσιάζουν πολύ μεγάλες χρονικές μεταβολές και για τον λόγο αυτό αποστέλλονται στον χρήστη κάθε 10 δευτερόλεπτα. 3) Υπολογισμός ενός βέλτιστου συνόλου παρατηρήσεων αναφοράς από τις αντίστοιχες παρατηρήσεις (Δεληκαράογλου, 2006).

Η διαφορά του συμβατικού RTK έναντι του δικτυακού, η οποία διαφαίνεται στο σχήμα 2.1, είναι η υψηλότερη ακρίβεια και αξιοπιστία που επιτυγχάνεται εξαιτίας της μείωσης των ιονοσφαιρικών, τροποσφαιρικών και τροχιακών σφαλμάτων από την χρήση δεδομένων από όλους τους σταθμούς του δικτύου.

Επιπλέον, η ακρίβεια του εντοπισμού είναι καλύτερη γιατί οι συντεταγμένες των σταθμών αναφοράς είναι επακριβής γνωστές ενώ αντίθετα στο συμβατικό RTK οι ίδιες οι συντεταγμένες του σταθμού αναφοράς μπορούν να εισάγουν σφάλματα στον εντοπισμό.



ΣΧΗΜΑ 2.1 ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑΚΟΥ RTK (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

Τα κύρια πλεονεκτήματα του δικτυακού RTK είναι:

- Υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία
- Μείωση των δαπανών λειτουργίας της υπηρεσίας RTK
- Αυστηροί ποιοτικοί έλεγχοι των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την διεξαγωγή της θέσης.

Το δικτυακό RTK υποστηρίζει τις εξής τεχνικές μετρήσεων :

#### α) Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς (VRS)

Οι εικονικοί σταθμοί αναφοράς αποτελούν την πλέον χρησιμοποιούμενη δικτυακή μέθοδο εντοπισμού θέσης σε δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS επειδή τις περισσότερες φορές δεν απαιτείται αναβάθμιση του λογισμικού του εξοπλισμού των χρηστών.

Η τεχνική VRS βασίζεται στην δημιουργία παρατηρήσεων σε σημεία της φυσικής γήινης επιφάνειας τα οποία είναι εντελώς ακατάλληλα για μετρήσεις όπως κάτω από δέντρα, κοντά σε κτίρια και κάτω από το έδαφος χωρίς ο δέκτης να τοποθετείται στις θέσεις αυτές.

Στην ουσία δημιουργούνται εξ υπολογισμού μετρήσεις στα σημεία αυτά με μόνο περιορισμό την ύπαρξη τους εντός του δικτύου.

Η διαδικασία γίνεται απλά σε τέσσερα βήματα όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.2, τα βήματα αυτά είναι: α) οι μετρήσεις των σταθμών αναφοράς αποστέλλονται στο κέντρο ελέγχου β) ο χρήστης υπολογίζει προσεγγιστικά την θέση του και την στέλνει στο κέντρο ελέγχου γ) το κέντρο ελέγχου υπολογίζει εικονικές παρατηρήσεις για την εικονική θέση του χρήστη και τις στέλνει στον χρήστη και δ) ο χρήστης εκτελεί τη συνήθη διαδικασία RTK χρησιμοποιώντας τις εικονικές μετρήσεις.



ΣΧΗΜΑ 2.2 Η ΤΕΧΝΙΚΗ VRS (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί και σε δορυφορικούς μεθόδους προσδιορισμού θέσης ύστερα από μεταεπεξεργασία όπως είναι ο στατικός εντοπισμός. Στην περίπτωση εφαρμογών μεταεπεξεργασίας, ο χρήστης ορίζει ένα σημείο στη βέλτιστη θέση που εξυπηρετεί τις μετρήσεις του και ζητά τη δημιουργία αρχείων VRS παρατηρήσεων που να αναφέρονται στο συγκεκριμένο αυτό σημείο.

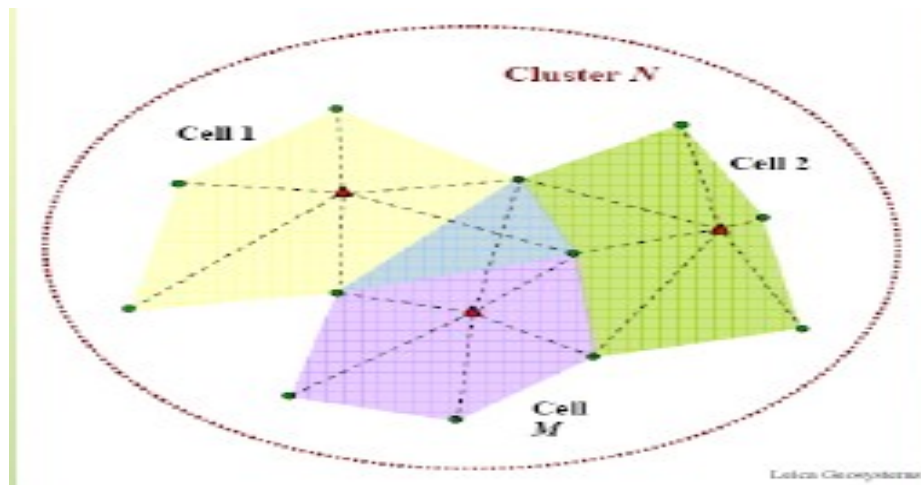
### β) Επιφανειακή Παράμετρος Διορθώσεων (FKP)

Η τεχνική FKP βασίζεται στην αποστολή παραμέτρων μαθηματικών επιφανειών, που περιγράφουν τα εκάστοτε σφάλματα που υπεισέρχονται στις μετρήσεις, στον χρήστη και η χρησιμοποίησή τους από αυτόν για τον υπολογισμό των σφαλμάτων και την διόρθωση των μετρήσεων του για τον εντοπισμό της θέσης του. Στην τεχνική αυτή το Κέντρο Ελέγχου δεν είναι ανάγκη να γνωρίζει την θέση του χρήστη για να του στείλει τις διορθωτικές παραμέτρους αφού αυτές είναι κοινές για όλους τους χρήστες μιας ευρύτερης περιοχής. Ο χρήστης έχει την υποχρέωση σε δεύτερο βήμα να υπολογίσει τις διορθώσεις που αναλογούν στην θέση που βρίσκεται.



### γ)Κύριοι και Βοηθητικοί Σταθμοί (MAC)

Η τεχνική MAC, η οποία αναπαρίσταται και στο σχήμα 2.3, βασίζεται στην αποστολή διορθώσεων ενός κύριου σταθμού στον χρήστη καθώς και διαφορές διορθώσεων γειτονικών βοηθητικών σταθμών. Κατά αυτόν τον τρόπο ο χρήστης εφαρμόζει προηγμένους αλγόριθμους και πετυχαίνει καλύτερες ακρίβειες.



ΣΧΗΜΑ 2.3 Η ΤΕΧΝΙΚΗ MAC (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

Γενικά , όλες οι δικτυακές τεχνικές που περιγράφηκαν είναι ισοδύναμες σε αποδοτικότητα, ακρίβεια και αξιοπιστία και όλες απαιτούν αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του δέκτη του χρήστη και του κέντρου ελέγχου. Η επικοινωνία αυτή επιτυγχάνεται με χρήση των τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων GSM και GPRS(Γιαννίου 2008).

### 2.3.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ GPS(CORS)

Κύριος ρόλος των δικτύων αυτών είναι να υποστηρίξουν γεωεπιστημονικές εφαρμογές και να καθορίσουν τα γεωδαιτικά πλαίσια αναφοράς. Επιπροσθέτως, παρέχουν υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας δεδομένα και GNSS προϊόντα.

Αποτελούν προϊόντα συνεργασίας εθνικών χαρτογραφικών φορέων και διεθνών επιστημονικών και ερευνητικών οργανισμών όπως η διεθνής υπηρεσία IGS (361 σταθμοί) και η ευρωπαϊκή EUREF (213 σταθμοί).

Τα πλεονεκτήματα των παρεχόμενων υπηρεσιών για τους χρήστες είναι τα εξής:

- Ευκολία υποβολής δεδομένων σε «μηχανές» επίλυσης και δυνατότητα υποβολής μεμονωμένων ή πολλών σταθμών για δικτυακή λύση
- Αποστολή αποτελεσμάτων μέσω διαδικτύου σε παγκόσμια διαθεσιμότητα και χωρίς χρέωση
- Δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων, ικανοποιητική ακρίβεια και γρήγορη ανταπόκριση
- Δυνατότητα καθορισμού παραμέτρων της επεξεργασίας των μετρήσεων
- Έκφραση των αποτελεσμάτων σε ITRF.

Τα μειονεκτήματα τα οποία παρουσιάζουν οι σταθμοί συνεχούς λειτουργίας είναι η έλλειψη τεχνικής υποστήριξης και οι μεγάλες αποστάσεις των σταθμών από 100 έως και 1000 χιλιόμετρα. Επίσης, αρχικά οι σταθμοί δεν έδιναν την δυνατότητα παροχής των υπηρεσιών τους σε πραγματικό χρόνο γεγονός που σήμερα συμβαίνει με την αναβάθμιση τους(Δεληκαράογλου,2006).

Σταθμοί συνεχούς λειτουργίας (CORS) έχουν εγκατασταθεί στις Η.Π.Α. (1100 σταθμοί), στον Καναδά (37 σταθμοί), στην Ιαπωνία (παραπάνω από 1224 σταθμοί) και στην Αυστραλία (21 σταθμοί).

Ειδοποιός διαφορά των δικτύων αυτών σε σύγκριση με τα δίκτυα RTK είναι η δυνατότητα να ελεγχθεί η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών από τον χρήστη.

### 2.3.3 ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, EPN

Το δίκτυο έχει τεθεί σε λειτουργία από το 1994 και αποτελείται από 170 σταθμούς με συνεχή αύξηση. Τα δεδομένα που διαχειρίζονται οι σταθμοί αυτοί διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο στην ιστοσελίδα <http://igseb.jpl.nasa.gov/>. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι ακριβείς εφημερίδες GPS, παράμετροι περιστροφής της γης, συντεταγμένες και διανύσματα ταχύτητας των σταθμών παρακολούθησης, χρονικές παράμετροι των δεκτών στους σταθμούς παρακολούθησης και των δορυφόρων GPS, εκτίμηση της ζενίθιας τροποσφαιρικής καθυστέρησης στους σταθμούς παρακολούθησης καθώς και δεδομένα εκτίμησης της ποσότητας TEC και παραγωγή ιονοσφαιρικών χαρτών για κάθε ημέρα του έτους (Φωτίου και Πικριδάς, 2006).

Από το 2004-2009 έχουν εγκατασταθεί τέσσερις σταθμοί στον ελληνικό χώρο: AUT1 στην Θερμή Θεσσαλονίκης, ο NOA1 στο Αστεροσκοπείο Αθηνών, ο TUC2 στο Πολυτεχνείο Κρήτης στα Χανιά και ο DUTH στην Ξάνθη.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ EPN (ΠΗΓΗ: [www.epncb.oma.be/](http://www.epncb.oma.be/))

#### 2.3.4 ΚΛΑΣΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS

Ένα δίκτυο μόνιμων σταθμών GPS αποτελείται από το κέντρο ελέγχου το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο «εγκέφαλος» του συστήματος αφού είναι συνδεδεμένο με όλους τους σταθμούς του δικτύου. Το κέντρο ελέγχου πραγματοποιεί μια σειρά από εργασίες οι οποίες είναι:

- Αναφορά και έλεγχο ποιότητας των δεδομένων
- Μοντελοποίηση και εκτίμηση των συστηματικών σφαλμάτων
- Αποθήκευση RINEX αρχείων
- Αναπαραγωγή δεδομένων για VRS σταθμούς

Το δίκτυο αποτελείται επίσης από μόνιμους σταθμούς. Η διάταξη ενός μόνιμου σταθμού GPS, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2, αποτελείται από την κεραία GPS η οποία είναι εγκατεστημένη σε ένα σταθερό μέρος, το ενεργειακό σύστημα του σταθμού, το τηλεπικοινωνιακό σύστημα το οποίο αποτελείται από τον εξοπλισμό για ράδιο και τηλεφωνική μεταφορά δεδομένων και από έναν υπολογιστή που συνδέει τα επιμέρους συστήματα του σταθμού([www.leicaus.com/s](http://www.leicaus.com/s)). Η τοποθεσία στην οποία θα εγκαθιδρυθεί και θα λειτουργεί ο μόνιμος σταθμός GPS επιλέγεται με βάση μια σειρά κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά αφορούν την περιοχή κάλυψης, τον ανοιχτό ουρανό, την ασφάλεια και σταθερότητα, την πρόσβαση σε ενέργεια και τηλεπικοινωνιακά δίκτυα(Γιαννίου και Αυγερινός, 2006).

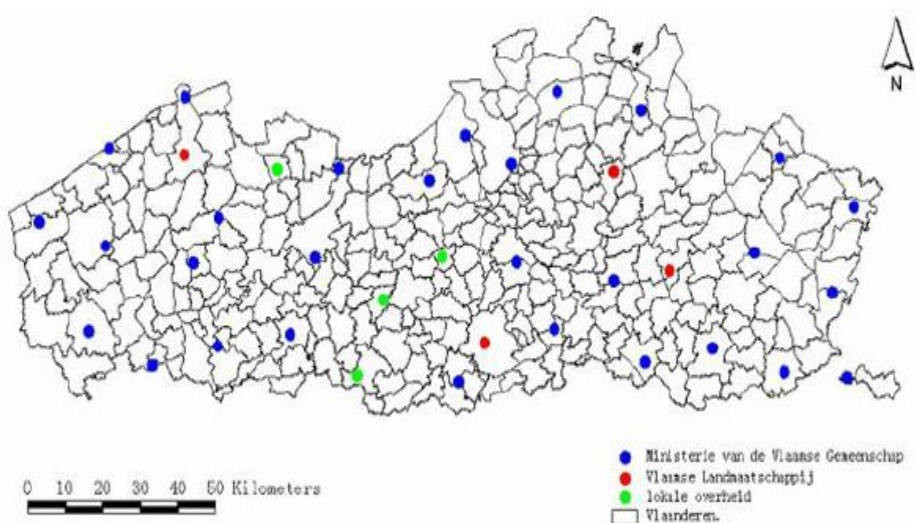


ΕΙΚΟΝΑ 2.2 ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΤΟΥ SWEPOS (ΠΗΓΗ:<http://www.lantmateriet.se/>)

Κατά τον εντοπισμό θέσης ύστερα από μεταεπεξεργασία, ο δέκτης συνδέεται με τον κοντινότερο στην περιοχή μελέτης του σταθμό αναφοράς πραγματοποιεί τις παρατηρήσεις του και τις στέλνει στο κέντρο ελέγχου. Το κέντρο ελέγχου αφού πραγματοποιήσει την επίλυση των βάσεων διαθέτει τα επεξεργασμένα δεδομένα στον χρήστη εκ των υστέρων.

### 2.3.5 ΔΙΚΤΥΑ RTK

Τα δίκτυα αυτά έχουν την ίδια διάταξη με τα προαναφερθείσα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS με την διαφορά ότι παρέχουν υπηρεσίες εντοπισμού θέσης και σε πραγματικό χρόνο. Επακολούθως, τα δίκτυα αυτά αναπαράγουν RTK διορθώσεις και τις αποστέλλουν στον χρήστη ο οποίος βρίσκεται στο πεδίο. Στην εικόνα 2.3 διαφαίνεται η διάταξη ενός δικτύου RTK όπως είναι το βελγικό δίκτυο FLEPOS.



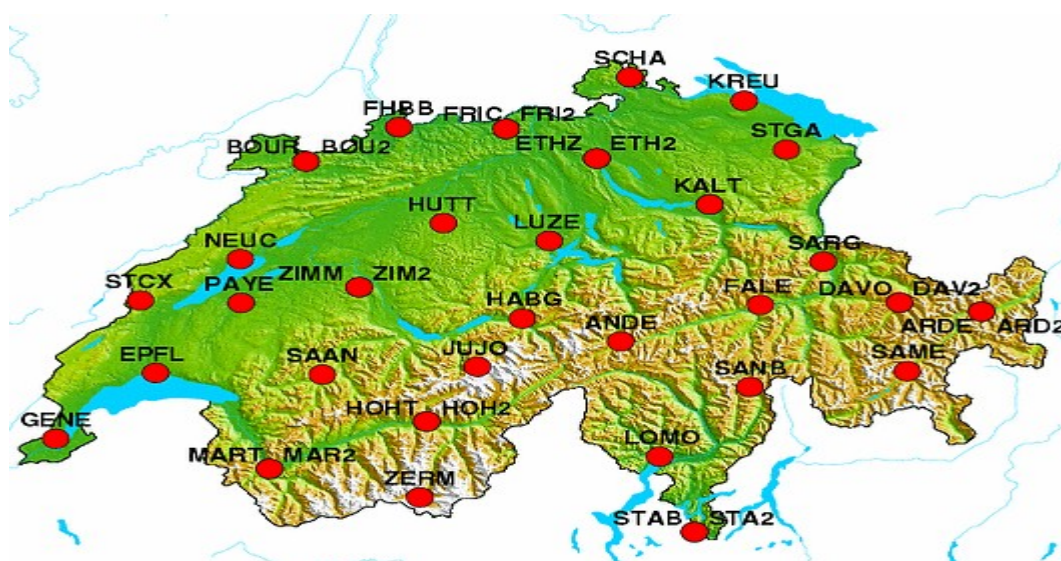
ΕΙΚΟΝΑ 2.3 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ FLEPOS (ΠΗΓΗ:<http://www.lantmateriet.se/>)

Κατά την δικτυακή λειτουργία, ο χρήστης αρχικά στέλνει την προσεγγιστική του θέση στο κέντρο ελέγχου μέσω GSM ή GPRS. Το κέντρο ελέγχου εν συνεχεία αφού την δεχθεί και την «τρέξει» στο λογισμικό που έχει στην διάθεση του ο υπολογιστής του κέντρου θα στείλει ως απάντηση στον χρήστη τις υπολογισθείσες RTK διορθώσεις. Η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι 1-2 cm οριζοντιογραφικά όταν έχουμε αποστάσεις σταθμών έως 50 km([www.leicaus.com/](http://www.leicaus.com/)).



### 2.3.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

Πολλές ευρωπαϊκές αλλά και άλλες χώρες έχουν εγκαταστήσει από το 1995 και λειτουργούν δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS, όπως είναι το δίκτυο AGNES το οποίο φαίνεται στην εικόνα 2.4. Η χρήση τους δεν περιορίζεται μόνο στον προσδιορισμό θέσης για γεωδαιτικούς σκοπούς (αποτυπώσεις) αλλά και σε εφαρμογές κτηματολογικές, γεωδυναμικές, υδρολογικές, πλοήγησης κ.α.



ΕΙΚΟΝΑ 2.4 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ AGNES (ΠΗΓΗ:<http://www.swisstopo.admin>)

Στους παρακάτω πίνακες(2.1 και 2.2) παρατίθενται παραδείγματα δικτύων RTK και κλασικών δικτύων μόνιμων σταθμών GPS τα οποία είναι εγκατεστημένα σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά τους:

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΧΩΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΘΜΩΝ	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΟ ΕΡΝ	ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ Η
APOS	2006	ΑΥΣΤΡΙΑ	>30	50-70KM	GSM, GPRS	RTK/VRS DGPS, POST-PROCESSING	6	ΚΡΑΤΙΚΟ
FLEPOS	2002	ΒΕΛΓΙΟ	38	25-30KM	GSM	SINGLE BASE RTK/VRS	5	ΚΡΑΤΙΚΟ
LATPOS	2005	ΛΕΤΟΝΙΑ	19	-	GSM, GPRS	RTK, DGPS, POST-PROCESSING	1	ΚΡΑΤΙΚΟ
ORDANCE SURVEY		ΑΓΓΛΙΑ	61	70KM	GSM, GPRS	RTK, DGPS, POST-PROCESSING	10	ΚΡΑΤΙΚΟ
PSI	2001	ΚΥΠΡΟΣ	9	35KM	GSM	RTK, DGPS, POST-PROCESSING	1	ΚΡΑΤΙΚΟ
SWEPOS	1993	ΣΟΥΗΔΙΑ	73	60-70KM	GSM	ΔΙΚΤΥΑΚΟ RTK, DGPS, POST-PROCESSING	7	ΚΡΑΤΙΚΟ
TERRIA	2006	ΓΑΛΛΙΑ	44	20KM	GSM, GPRS	RTK/VRS/FKP/MAC	14	ΙΔΙΩΤΙΚΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΔΙΚΤΥΑ RTK



ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΧΩΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΘΜΩΝ	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΡΝ	ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ASCOS	1999	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	180	60-70KM	GSM,GPRS	DGPS POST-PROCESSING	9	ΚΡΑΤΙΚΟ
SAPOS	1998	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	250	40-70KM	GSM	DGPS POST-PROCESSING	9	ΚΡΑΤΙΚΟ
AGNES	1997	ΕΛΒΕΤΙΑ	30	50KM	GSM,GPRS	DGPS POST-PROCESSING	1	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
GPSNet.dk	2001	ΔΑΝΙΑ	25	60-70KM	GSM,GPRS	DGPS POST-PROCESSING	3	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
GPSNet.fi	2001	ΦΙΛΛΑΝΔΙΑ	76	50-100KM	GSM,GPRS	POST PROCESSING	4	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
GPS-Reference	2001	ΔΑΝΙΑ	59	45KM	GSM,GPRS	POST PROCESSING	3	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
06-GPS	2003	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	23	70KM	GSM	DGPS POST-PROCESSING/VRS	5	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
SWISSAT	1999	ΕΛΒΕΤΙΑ	24	-	GSM	DGPS POST-PROCESSING	1	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
TPGN	1999	ΤΟΥΡΚΙΑ	50	-	GSM	DGPS POST-PROCESSING	0	ΚΡΑΤΙΚΟ
SATREF	2002	ΝΟΡΒΗΓΙΑ	34	60-70KM	GSM	DGPS POST-PROCESSING	5	ΙΔΙΩΤΙΚΟ
WALCORS	2003	ΒΕΛΓΙΟ	23	35KM	GSM	DGPS POST-PROCESSING	5	ΚΡΑΤΙΚΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 ΚΛΑΣΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS

Συμπερασματικά , από τους πιο πάνω πίνακες βλέπουμε ότι το εύρος του αριθμού των σταθμών κυμαίνεται από 25-75 σταθμούς στο εκάστοτε δίκτυο. Εξαιρέσεις αποτελούν τα δίκτυα της Κύπρου(εικόνα 2.6), Λετονίας τα οποία έχουν κάτω από 25 σταθμούς και το δίκτυο της Γερμανίας(εικόνα 2.5) το οποίο έχει πάνω από 150 σταθμούς. Γενικά , ο αριθμός των σταθμών ενός δικτύου εξαρτάται από την έκταση και το ανάγλυφο της εκάστοτε χώρας.

Κατά συντριπτική πλειοψηφία τα προαναφερθέντα δίκτυα χρησιμοποιούν ως τηλεπικοινωνιακή σύνδεση μεταξύ χρήστη και κέντρου ελέγχου την GSM σύνδεση ενώ πολλά από αυτά έχουν την δυνατότητα χρήσης και της GPRS σύνδεσης. Το γεγονός αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με τις μικρές καθυστερήσεις στην μεταφορά των δεδομένων που προσφέρει η GSM σύνδεση έναντι των μη ελεγχόμενων καθυστερήσεων της GPRS σύνδεσης, λόγο της εξάρτησης του ρυθμού μετάδοσης από την απόσταση από το σταθμό αναφοράς και το φόρτο της κυψέλης.



EIKONA 2.5 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ SAPOS

ΠΗΓΗ: <http://www.lantmateriet.se/>



EIKONA 2.6 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ PSI

ΠΗΓΗ: <http://www.isprs.org/>

## 2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Οι κτηματολογικές εφαρμογές απαιτούν τον καθορισμό των ορίων των γεωτεμαχίων, τον υπολογισμό των εμβαδών των ιδιοκτησιών και την μεταφορά των πληροφοριών σε γραφική πληροφορία με την σύνταξη του κτηματολογικού χάρτη. Το επίπεδο ακρίβειας στην διεξαγωγή των παραπάνω εργασιών είναι συνήθως της τάξης των μερικών εκατοστών. Για λόγους εξοικονόμησης χρόνου και κόστους συνήθως χρησιμοποιούνται δορυφορικές μέθοδοι. Άμεσο εξαγόμενο είναι η ανάπτυξη τεχνικών δορυφορικού εντοπισμού θέσης με υψηλή ακρίβεια όπως είναι η τεχνική RTK, η οποία πλεονεκτεί έναντι των άλλων δορυφορικών τεχνικών στην μείωση χρόνου διαμονής στο πεδίο.

Οι επίγειες αποτυπώσεις των ορίων των γεωτεμαχίων δεν μπορούν να παραληφθούν ακόμα και αν χρησιμοποιούνται φωτογραμμετρικές μεθόδους καθώς υπάρχουν σημεία και πλευρές τις οποίες δεν μπορεί να αιχμαλωτίσει μια ορθοφωτογραφία.

Παρακάτω, αναφέρονται κάποια ενδεικτικά παραδείγματα χρήσης τεχνικών δικτυακού RTK για κτηματολογικές εφαρμογές:

### ❖ ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Η Βραζιλία είναι μια χώρα με πολύ μεγάλη έκταση, για τον λόγο αυτό η ίδρυση ενός πυκνού γεωδαιτικού δικτύου σημείων ελέγχου για κτηματολογικές και άλλες εφαρμογές το οποίο θα κάλυπτε όλη την χώρα θα είχε τεράστιο κόστος. Την λύση στο πρόβλημα δίνει η εγκατάσταση μόνιμων σταθμών αναφοράς GPS, οι οποίοι συνθέτουν ένα ενεργό δίκτυο πρώτης και δεύτερης τάξης. Το δίκτυο πρώτης τάξης αποτελεί ένα ευρύ εθνικό δίκτυο ενώ το δίκτυο δεύτερης τάξης αναφέρεται σε επιλεγμένες θέσεις. Οι θέσεις αυτές αφορούν την κάλυψη μόνο αστικών και οικονομικά σημαντικών περιοχών με τις υπηρεσίες δορυφορικού εντοπισμού (Willgalis et al., 2000).

Η παρεχόμενη από το δίκτυο υπηρεσία εντοπισμού θέσης είναι το δικτυακό RTK , εφόσον οι σταθμοί μεταξύ τους έχουν απόσταση έως 100 χιλιόμετρα. Επειδή οι ιονοσφαιρικές συνθήκες της Βραζιλίας είναι δυσμενής, γεγονός που καθιστά την χρήση τεχνικών εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο προβληματική λόγω αυξημένων ιονοσφαιρικών σφαλμάτων, η ακρίβεια των παρεχόμενων υπηρεσιών πρέπει να ελέγχεται έτσι ώστε να είναι εντός των ορίων ακρίβειας για κτηματολογικές εργασίες.

Επιπροσθέτως, το δίκτυο RTK αποτελεί ενεργό πλαίσιο αναφοράς στο οποίο οι χρήστες GPS μπορούν εύκολα να συνδέσουν τις κτηματολογικές τους εργασίες με το επίσημο πλαίσιο αναφοράς της χώρας και να παράγουν προσωρινά σημεία ελέγχου.

#### ❖ ΔΑΝΙΑ

Στην Δανία για την περάτωση του κτηματολογίου ιδρύθηκε δίκτυο 87 σημείων ελέγχου σε περιοχή έκτασης 4000 τετραγωνικών χιλιομέτρων με απόσταση μικρότερη των 10 χιλιομέτρων και πυκνότητα δικτύου 1 σημείο ανά 45 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Στα σημεία αυτά διενεργείται η τεχνική RTK για την αποτύπωση των ορίων των γεωτεμαχίων. Η χρήση του RTK αποδείχθηκε πέντε φορές ταχύτερη από τις συμβατικές μεθόδους αποτύπωσης.

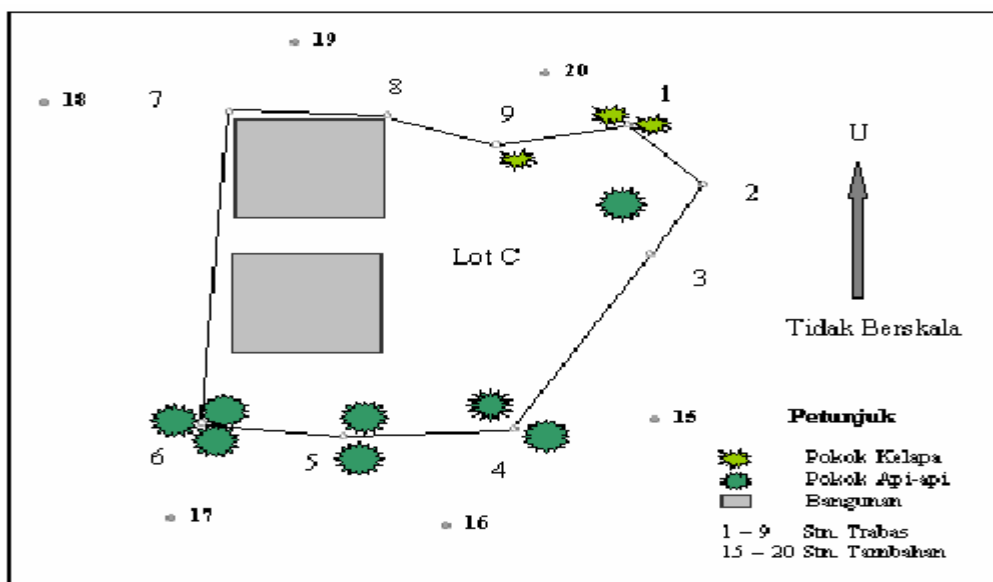
Για καθένα από τα 87 σημεία ιδρύθηκε ένα σημείο ελέγχου στα 100 μέτρα έτσι ώστε οι συντεταγμένες των σημείων ελέγχου να είναι προσδιορισμένες με μεγάλη ακρίβεια και να μην αποτελούν μια επιπρόσθετη πηγή σφαλμάτων. Στην προς αποτύπωση περιοχή 3 με 4 σημεία προσδιορίζονται με RTK. Ενώ τα υπόλοιπα σημεία τα οποία περιγράφουν τις λεπτομέρειες μετρώνται με γεωδαιτικό σταθμό. Οι ακρίβειες οι οποίες επιτεύχθηκαν είναι 2 εκατοστά οριζοντιογραφικά και 1,7 εκατοστά υψομετρικά, οι οποίες είναι καλύτερες από τις προσδοκώμενες. Πηγές σφαλμάτων αποτελούν η κέντρωση της κεραίας καθώς και ο μετασχηματισμός των συντεταγμένων των σημείων από τοπικά συστήματα αναφοράς ή το σύστημα Ostensfeld στο σύστημα 34 και μετά στο WGS84(Hansen, 1996).

Τέλος, με την χρήση των 87 βασικών σημείων ελέγχου, των 1200 σημείων από τοπογραφικό χάρτη και την χρήση της τεχνικής RTK πραγματοποιήθηκαν 200 κτηματογραφήσεις στην Δανία με επιτυχία.

## ❖ ΜΑΛΑΙΣΙΑ

Στην Μαλαισία το κτηματολογικό σύστημα χρησιμοποιεί το «Torren System» από το 1996. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό οι συντεταγμένες των ορίων των γεωτεμαχίων προσδιορίζονται από μετρήσεις προσανατολισμών και αποστάσεων οι οποίες γίνονται με υψηλή ακρίβεια.

Σύμφωνα με τους Subari και Anuar (2004) για να πραγματοποιηθούν μετρήσεις RTK σε προβληματικές θέσεις κοντά σε ψηλά κτίρια ή κάτω από δένδρα (βλέπε εικόνα 2.7) που δεν υπάρχει ανοιχτός ορίζοντας και δορυφορικό σήμα επιλέγονται σταθμοί αναφοράς δίπλα στις προβληματικές θέσεις και υπολογίζονται οι συντεταγμένες τους με την μέθοδο του RTK. Ύστερα με την χρήση ενός γεωδαιτικού σταθμού (total station) προσδιορίζονται οι συντεταγμένες των προβληματικών θέσεων. Η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι της τάξης των μερικών εκατοστών.



ΕΙΚΟΝΑ 2.7 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΜΑΛΑΙΣΙΑ (ΠΗΓΗ:www.fig.net./)

## ❖ ΚΥΠΡΟΣ

Για την βελτίωση της απόδοσης των ορίων των γεωτεμαχίων χρησιμοποιείται το δίκτυο μόνιμων σταθμών GPS, PSI. Με την χρήση μόνο ενός δέκτη GPS και του κοντινότερου στην περιοχή ενδιαφέροντος σταθμού του PSI πραγματοποιείται σχετικός κινηματικός εντοπισμός θέσης σε πραγματικό χρόνο με χρήση του σταθμού PSI ως σταθμού αναφοράς. Με την επεξεργασία των μετρήσεων η ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι του 1 μέτρου η οποία σε σύγκριση με την ακρίβεια καθορισμού των ορίων από το σημερινό κτηματολογικό σύστημα της Κύπρου είναι δεκάδες μέτρα καλύτερη, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.8 (Σπαταλάς κ.α., 2001).



ΕΙΚΟΝΑ 2.8 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΡΙΩΝ ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΩΝ (ΠΗΓΗ:<http://www.isprs.org/>)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:**  
**ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**  
**ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ(ΗΕΡΟΣ) ΚΑΙ Η**  
**ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ (HEPOS) ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

### ΜΕΡΟΣ Α΄: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ HEPOS

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο πλαίσιο των αναγκών σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου δημιουργήθηκε το HEPOS, Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού. Το σύστημα αυτό αξιοποιεί τα ήδη υπάρχοντα δορυφορικά συστήματα GPS (Η.Π.Α.) και GLONASS (Ρωσία) για την παροχή υπηρεσιών εντοπισμού στον ελλαδικό χώρο. Οι ακρίβειες οι οποίες επιτυγχάνονται είναι των μερικών cm αλλά και mm σε ειδικές περιπτώσεις (post-processing).

Εκτός από την υψηλή ακρίβεια που παρέχει, το HEPOS αποτελεί μια υπερσύγχρονη γεωδαιτική υποδομή λόγω της ταχύτητας και της υψηλής ακρίβειας που παρέχει στον γεωδαιτικό προσδιορισμό θέσης. Η μείωση του κόστους προμήθειας δέκτη αναφοράς, η αμεσότητα, η αποδοτικότητα και η εξασφάλιση ενιαίας ακρίβειας και ομοιογένειας σε όλη την επικράτεια αποτελούν πλεονεκτήματα του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού. Το HEPOS υλοποιεί με συστηματικό μονοσήμαντο και ενιαίο τρόπο σε όλη τη χώρα το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ87) καθώς και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Αναφοράς του 1989 (ETRS'89). Επίσης, θέτει τις βάσεις για να υιοθετηθεί ένα νέο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς καθώς και κατατάσσει τη χώρα σε ισάξια θέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

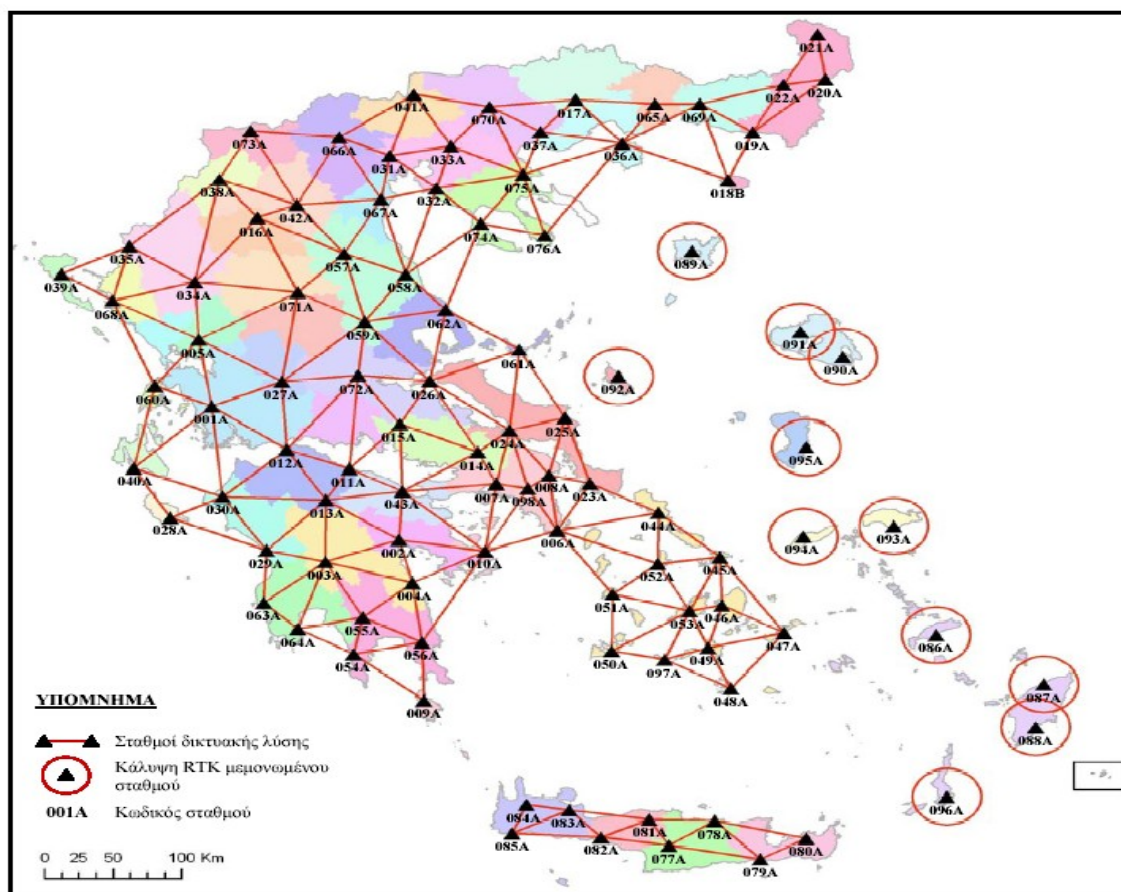
Ο σχεδιασμός και η αρχιτεκτονική του συστήματος θα περιγραφούν στο παρόν κεφάλαιο καθώς και οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται. Επίσης, θα περιγραφεί το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του HEPOS και η χρήση του συστήματος στο Εθνικό Κτηματολόγιο.



## 3.2 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

### 3.2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το HEPOS αποτελείται από 98 μόνιμους σταθμούς αναφοράς GPS, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.1. Από τους οποίους 87 βρίσκονται στο ηπειρωτικό τμήμα της χώρας και συνθέτουν δυο δίκτυα ένα στην Κρήτη και ένα στον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο. Οι υπόλοιποι 11 είναι μεμονωμένοι σταθμοί στο νησιωτικό χώρο. Όλοι οι σταθμοί συνδέονται με το κέντρο ελέγχου μέσω κύριων και εφεδρικών γραμμών, το οποίο βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της Κτηματολόγιο Α.Ε. στο Χολαργό Αττικής.



ΣΧΗΜΑ 3.1 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ HEPOS (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

### 3.2.2 ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ

Οι σταθμοί αναφοράς του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού είναι 98 και είναι κατάλληλα κατανομημένοι σε όλη την χώρα. Οι δέκτες των σταθμών βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία, αποστέλλοντας ανά δευτερόλεπτο τις μετρήσεις τους μέσω τηλεπικοινωνιακού δικτύου στο Κέντρο Ελέγχου (Γιαννίου και Μάστορης, 2008). Οι κεραίες των σταθμών αναφοράς είναι Trimble Zephyr Geodetic με θόλο και έχουν στηριχθεί είτε στις οροφές των κτιρίων είτε στους τοίχους, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.1. Γενικά, οι σταθμοί αναφοράς του ΗΕΡΟΣ για λόγους ασφαλείας έχουν ιδρυθεί στο 90% των περιπτώσεων σε ήδη υφιστάμενα κτίρια.



ΕΙΚΟΝΑ 3.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ:www.hepos.gr)

Η μέγιστη απόσταση μεταξύ γειτονικών σταθμών αναφοράς είναι 70 χιλιόμετρα για τους σταθμούς που προσφέρουν και δικτυακή λύση (87). Για τους νησιωτικούς μεμονωμένους σταθμούς (11) η ακτίνα κάλυψής τους είναι 20 χιλιόμετρα η οποία είναι επαρκής για να παρέχουν την κατάλληλη ακρίβεια σε εντοπισμό με την εφαρμογή συμβατικού RTK.

Τα χαρακτηριστικά των σταθμών αναφοράς είναι πρωτίστως η βέλτιστη ορατότητα δορυφόρων η οποία επιτυγχάνεται με ύπαρξη ελεύθερου ορίζοντα και έλλειψη αισθητών ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό αποτελεί η σταθερότητα της κεραίας και η προστασία της από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και πολυκλαδικά σφάλματα (φαινόμενο πολλαπλών διαδρομών).

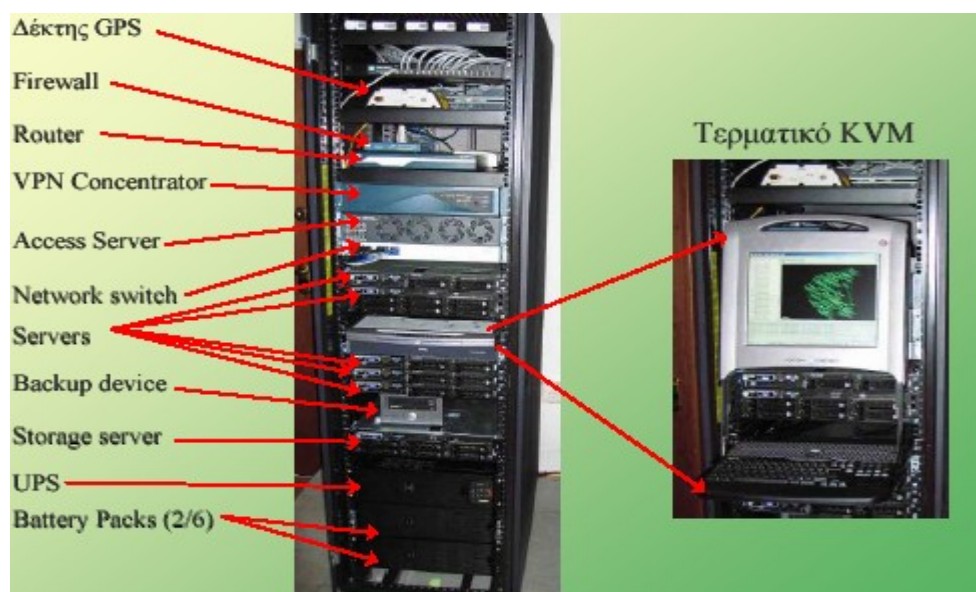
Τρίτον, όσον αφορά τα κτίρια που επιλέχθηκαν για την εγκατάσταση των σταθμών αναφοράς έχουν αλεξικέραυνη προστασία αλλά και ασφάλεια (alarm system) έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία του εξοπλισμού. Τέλος ,οι τοποθεσίες των σταθμών επιλέχθηκαν έτσι ώστε η πρόσβαση σε αυτούς να είναι εύκολη και ταχεία.

### 3.2.3 ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

Το κέντρο Ελέγχου βρίσκεται στα κεντρικά της εταιρίας ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. στον Χολαργό Αττικής και είναι ο πυρήνας του συστήματος αφού μέσω αυτού γίνεται η εξυπηρέτηση των χρηστών.

Στο κέντρο Ελέγχου αποστέλλονται οι αρχικές μετρήσεις που πραγματοποιεί ο χρήστης , εκεί συλλέγονται τα δεδομένα και αφού περάσουν την απαραίτητη επεξεργασία (διορθώσεις, επίλυση ασαφειών φάσης) αποστέλλονται πίσω στον χρήστη διαμέσου τηλεπικοινωνιακής σύνδεσης GSM ή GPRS. Το Κέντρο Ελέγχου παραλαμβάνει τα αιτήματα των χρηστών και αφού ετοιμάσει τα δεδομένα τα οποία του ζητήθηκαν τα αποστέλλει στον χρήστη (Γιαννίου και Μάστορης, 2008).

Το Κέντρο Ελέγχου χρησιμοποιεί το λογισμικό Trimble GPSNet και «απασχολεί» 6 υπολογιστές. Ο εξοπλισμός του έχει την δυνατότητα να υποστηρίξει 150 παράλληλους χρήστες εφαρμογών πραγματικού χρόνου και 60 παράλληλες συνδέσεις GSM με δυνατότητα επέκτασης.



ΕΙΚΟΝΑ 3.2 ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

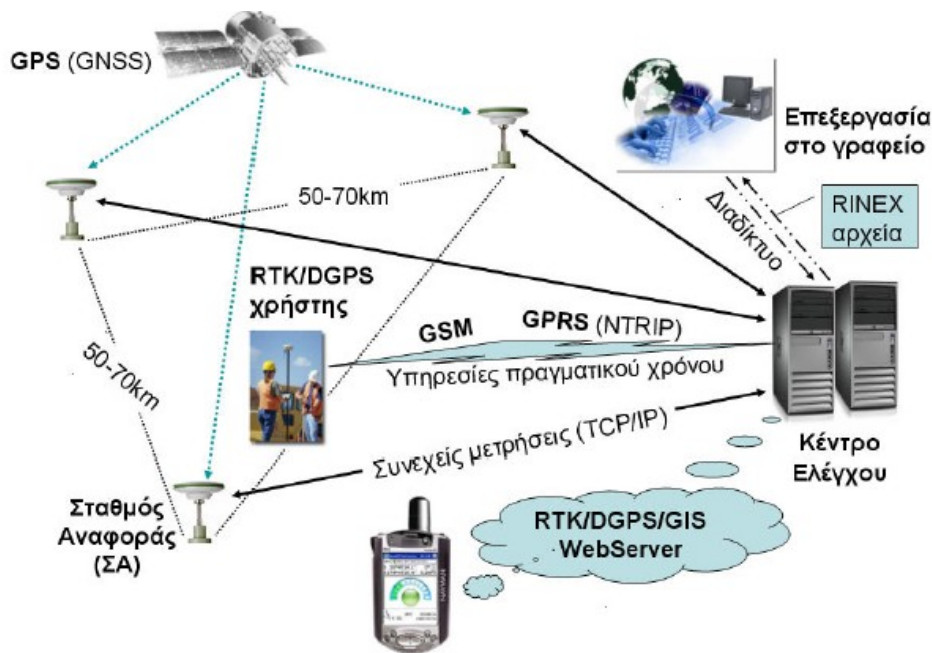
### 3.2.4 ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ HEPOS

Η τηλεπικοινωνιακή υποδομή του δικτύου αποτελείται αρχικά από τις κύριες και δευτερεύουσες γραμμές οι οποίες μεταφέρουν δεδομένα από τους σταθμούς αναφοράς στο Κέντρο Ελέγχου με εγγυημένο εύρος ζώνης σε μορφότυπο RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services). Επίσης, από την σύνδεση GSM (Global System for Mobile communications) η οποία δίνει την δυνατότητα αποστολής διορθωτικών μηνυμάτων στους χρήστες από το Κέντρο Ελέγχου με συνολική καθυστέρηση διανομής που δεν ξεπερνά τα 3 δευτερόλεπτα.

Ανάλογη της σύνδεσης GSM είναι η σύνδεση GPRS (General Packet Radio Service) η οποία χρησιμοποιεί το λεγόμενο πρωτόκολλο NTRIP (Network Transport of RTCM via Internet Protocol) και τέλος διαδικτυακοί εξυπηρετητές (web servers) οι οποίοι λαμβάνουν δεδομένα RINEX (Receiver Independent Exchange Format) των μετρήσεων των σταθμών αναφοράς και εικονικών σταθμών αναφοράς προκειμένου να εφαρμοστούν οι μεταεπεξεργασίας εφαρμογές εντοπισμού θέσης.

Για χρήση εφαρμογών πραγματικού χρόνου οι οποίες είναι ευρέως χρησιμοποιούμενες απαιτείται σύνδεση των χρηστών με το Κέντρο Ελέγχου είτε μέσω GSM είτε μέσω GPRS. Στην περίπτωση του GSM η αναγνώριση του χρήστη γίνεται μέσω του αριθμού κλήσης και η χρέωση αναφέρεται στον χρόνο σύνδεσης. Ενώ στην περίπτωση της GPRS σύνδεσης, η αναγνώριση του χρήστη γίνεται μέσω κωδικών πρόσβασης και η χρέωση αναφέρεται στα δεδομένα τα οποία μεταφέρονται. Γενικά, η σύνδεση GPRS είναι προτιμότερη έναντι της GSM επειδή είναι οικονομικότερη στις χρεώσεις και προσφέρει περισσότερες επιλογές δικτυακών τεχνικών.

Η τηλεπικοινωνιακή υποδομή του HEPOS δίνει την δυνατότητα χρήσης του πρωτοκόλλου NTRIP το οποίο επιτρέπει τις ταυτόχρονες συνδέσεις απεριόριστου αριθμού υπολογιστών, φορητών ή μη, και δεκτών και την χρήση «ανοικτού Διαδικτύου» έναντι των προαναφερθεισών συνδέσεων. Το NTRIP είναι σχεδιασμένο από τον Γερμανικό Χαρτογραφικό και Γεωδαιτικό Οργανισμό (Δεληκαράογλου, 2006).



ΣΧΗΜΑ 3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ Η ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ HEPOS (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

### 3.3 ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ HEPOS

Οι υπηρεσίες τις οποίες παρέχει το HEPOS αναφέρονται στις σύγχρονες τεχνικές δορυφορικού εντοπισμού οι οποίες αξιοποιούν την ύπαρξη δικτύου σταθμών αναφοράς για τον ακριβή εντοπισμό θέσης. Οι τεχνικές αυτές αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως δικτυακές τεχνικές και τα επίπεδα ακρίβειας τα οποία επιτυγχάνουν είναι των μερικών εκατοστών. Οι δικτυακές τεχνικές που υποστηρίζει το HEPOS είναι το δικτυακό RTK και οι επιμέρους τεχνικές μετρήσεων του VRS, FKP και MAC (βλέπε παρ.2.3.1). Επίσης, το σύστημα υποστηρίζει τη single\_base εφαρμογή του RTK και DGPS.

Βασικό πλεονέκτημα των τεχνικών αυτών είναι ότι εξασφαλίζουν σταθερή ακρίβεια και αξιοπιστία καθώς τα σφάλματα τα οποία υπεισέρχονται στις μετρήσεις είναι ανεξάρτητα από την απόσταση του χρήστη από τον σταθμό αναφοράς (Γιαννίου και Μάστορης, 2009).



Επίσης, οι δικτυακές τεχνικές επιτρέπουν την κάλυψη μιας περιοχής χρησιμοποιώντας μικρότερο αριθμό σταθμών αναφοράς(Γιαννίου, 2009). Οι ακρίβειες τις οποίες επιτυγχάνουν οι συγκεκριμένες τεχνικές είναι άμεσα συνυφασμένες με το γεγονός ότι ο χρήστης για την επίλυση της βάσης του χρησιμοποιεί στοιχεία από όλους τους σταθμούς του δικτύου και όχι από έναν μεμονωμένο.

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι δυο ειδών, επίλυση σε πραγματικό χρόνο και μεταεπεξεργασίας. Για την χρήση των υπηρεσιών ο εγγεγραμμένος χρήστης πρέπει να συνδεθεί με το Κέντρο Ελέγχου, στην περίπτωση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου ο χρήστης συνδέεται μέσω GSM ή GPRS σύνδεσης ενώ στις υπηρεσίες μεταεπεξεργασίας μέσω του ιστοχώρου του HEPOS.

### 3.4 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ HEPOS

Το σύστημα αναφοράς του HEPOS είναι το HTRS07 (Hepos Terrestrial Reference System 2007), το οποίο αποτελεί υλοποίηση του ETRS89 στην Ελλάδα και χρησιμοποιεί το πλαίσιο ETRF2005 (Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Αναφοράς του 2005) στη μέση εποχή των παρατηρήσεων του έργου των μετρήσεων του HEPOS (epoch 2007.5). Ως ελλειψοειδές αναφοράς χρησιμοποιεί το GRS80 όπως και το ΕΓΣΑ 87. Η χαρτογραφική προβολή που συνοδεύει το σύστημα συντεταγμένων του HEPOS είναι η TM07 (Transverse Mercator 2007), εγκάρσια μερκατορική προβολή ενιαίας ζώνης.

Κάθε σημείο στο ETRF χαρακτηρίζεται από 13 στοιχεία, τα οποία αναφέρονται στις καρτεσιανές συντεταγμένες του σημείου  $x,y,z$  ,στις ακρίβειες των συντεταγμένων, στις ταχύτητες περί των τριών αξόνων, στις ακρίβειες των ταχυτήτων και στην εποχή.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αναφοράς HTRS07 είναι ότι αποτελεί ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων, με ενιαία ακρίβεια σε όλη την Ελλάδα.

Τέλος, για την ολοκλήρωση του HTRS07 υπολείπεται ένα αξιόπιστο μοντέλο γεωειδούς για τον ελλαδικό χώρο έτσι ώστε να διαθέτουμε ορθομετρικά υψόμετρα με την αντίστοιχη οριζοντιογραφική ακρίβεια. Το μοντέλο αυτό είναι το EGM08 (European Geoid Model 2008) το οποίο ανακοινώθηκε ότι θα ενταχθεί στο σύστημα το 2009 (Κατσάμπαλος,2008).

### 3.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ HTRS07 ΣΕ ΕΓΣΑ87

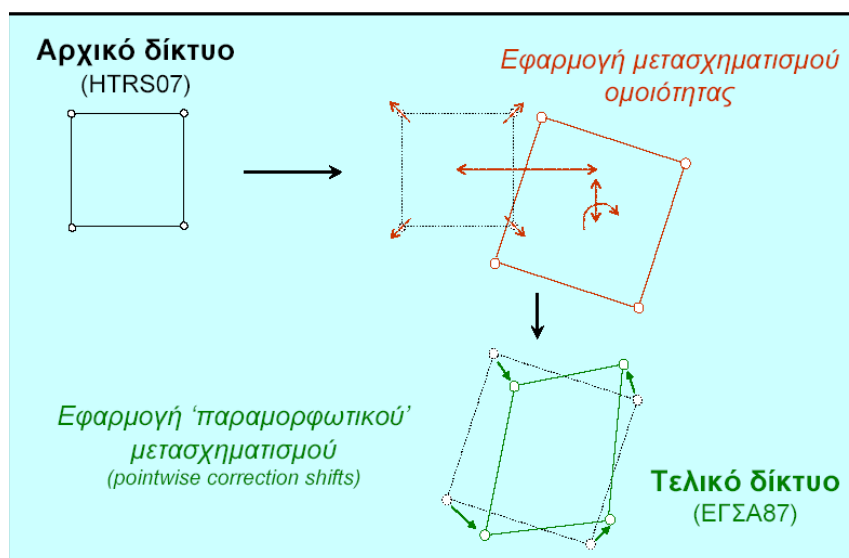
Ο μετασχηματισμός μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ 87(βλέπε σχήμα 3.3) είναι ένας τρισδιάστατος ομοιότητας (7παραμετρικός) , ο οποίος υπολογίστηκε με χρήση 2466 γνωστών σημείων και στα δύο συστήματα. Από τα 2466 κοινά σημεία, τα 2199 θα προσδιορίσουν το μοντέλο μετασχηματισμού ενώ τα 231 θα ελέγξουν την εξωτερική ακρίβεια του μετασχηματισμού.

Αλλά λόγω τοπικών συστηματικών παραμορφώσεων του πλαισίου αναφοράς του ΕΓΣΑ 87 είναι επίσης αναγκαία η χρήση κατάλληλων καννάβων «συστηματικών διορθώσεων αναφοράς» για τις οριζοντιογραφικές συντεταγμένες. Στην ουσία οι κάνναβοι «συστηματικών διορθώσεων αναφοράς» εκτελούν έναν δισδιάστατο παραμορφωτικό μετασχηματισμό στις συντεταγμένες  $x,y$ . Η μέση ακρίβεια του μετασχηματισμού είναι της τάξης των 6-8 εκατοστών.

Για την εκτέλεση του μετασχηματισμού τρισδιαστατοποιήθηκε το ΕΓΣΑ 87 ενώ λόγω της διαφοράς μεταξύ των προβολικών συστημάτων TM87 (Transverse Mercator 1987) και TM07 αναγκαία είναι η χρήση προσθετικής σταθεράς στις τεταγμένες του TM07 ίσης με  $-2000000$  μ.



Βασικό πλεονέκτημα της ύπαρξης μετασχηματισμού μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ 87 είναι ότι ο εκάστοτε χρήστης έχει την δυνατότητα να πραγματοποιήσει μετρήσεις στην περιοχή μελέτης του σε τοπικό σύστημα αναφοράς με το HEPOS και εκ των υστέρων να τις μετατρέψει στο κρατικό σύστημα αναφοράς. Κατά συνέπεια εξαλείφεται η αναγκαιότητα εύρεσης τριγωνομετρικού σημείου για την σύνδεση των εργασιών πεδίου με το κρατικό σύστημα αναφοράς.



ΣΧΗΜΑ 3.3 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ HTRS07→ΕΓΣΑ87 (ΠΗΓΗ:www.hepos.gr)

### 3.6 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ HEPOS ΣΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το HEPOS αποτελεί υποδομή δεδομένων και τεχνικών για την σύνταξη ενός σύγχρονου Κτηματολογίου(Κατσίαρης, 2009). Η υποδομή αυτή βελτιώνει την ακρίβεια και ομοιογένεια των χωρικών στοιχείων και μειώνει το κόστος σύνταξης του Κτηματολογίου. Συγκεκριμένα, το HEPOS είναι το γεωδαιτικό πλαίσιο για την παραγωγή των χαρτογραφικών υποβάθρων LSO (Large Scale Orthophoto) και VLSO (Very Large Scale Orthophoto) , τα οποία είναι αληθής ορθοφωτογραφίες μεγάλης και πολύ μεγάλης κλίμακας, καθώς και για την παραγωγή ορθοφωτοχαρτών για την χάραξη της γραμμής του αιγιαλού.

Επίσης, το HEPOS αποτελεί εργαλείο για τον ποιοτικό έλεγχο των υποβάθρων και την πραγματοποίηση των κτηματογραφήσεων.

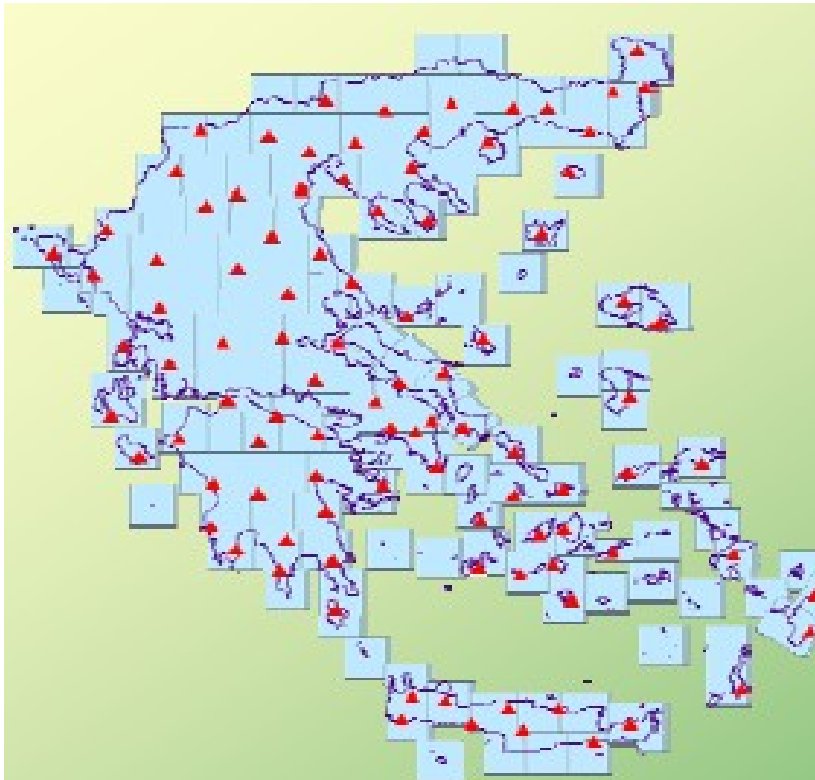
Το Κτηματολόγιο απαιτεί την δημιουργία υποβάθρων για την αναγνώριση των ορίων των γεωτεμαχίων στις αγροτικές περιοχές και των ακινήτων στις αστικές. Τα υπόβαθρα αυτά επιλέχθηκαν να είναι έγχρωμες αληθείς ορθοφωτογραφίες μεγάλης και πολύ μεγάλης κλίμακας.

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς των ορθοφωτογραφιών αυτών είναι το ETRS'89, ίδιο με το HEPOS. Τα κέντρα των μπλοκ των αεροφωτογραφίσεων δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις συμβατά με τους σταθμούς του HEPOS και σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται η τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος(βλέπε εικόνα 3.3). Κατά αυτό τον τρόπο το HEPOS αποτελεί υποδομή για την παραγωγή των υποβάθρων του Κτηματολογίου. Κατά τον ίδιο τρόπο θα χρησιμοποιηθεί το HEPOS για την παραγωγή ορθοφωτοχαρτών για την χάραξη της γραμμής του αιγιαλού η οποία είναι μεγάλης σημασίας για την τελική σύνταξη του Κτηματολογίου στις παράκτιες περιοχές(Καράμπελας, 2008).

Το HEPOS αποτελεί εργαλείο για τον ποιοτικό έλεγχο των εξαγόμενων προϊόντων από τα υπόβαθρα της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε..Επειδή τα όρια των γεωτεμαχίων εξάγονται από τα υπόβαθρα και από επίγειες μετρήσεις με HEPOS η ακρίβεια τους και η γεωμετρική αξιοπιστία τους είναι υψηλή, χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζονται από τον μετασχηματισμό τους στο κρατικό σύστημα αναφοράς.

Το παραπάνω πρόβλημα διαπραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία σε αστική περιοχή της Αθήνας (Κάτω Πατήσια).

Τέλος, με εργαλείο το HEPOS θα πραγματοποιηθούν οι νέες κτηματογραφήσεις αφού ο γεωδαιτικός προσδιορισμός θέσης στο HEPOS πραγματοποιείται με ταχύτητα, υψηλή ακρίβεια, ενιαία ομοιογένεια στο σύνολο της χώρας και με χαμηλότερο κόστος επειδή απαιτείται προμήθεια μόνο ενός δέκτη GPS και κατά συνέπεια λιγότερο ανθρώπινο δυναμικό.



ΕΙΚΟΝΑ 3.3 ΤΑ ΜΠΛΟΚ ΤΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΤΟΥ HEPOS (ΠΗΓΗ: [www.hepos.gr](http://www.hepos.gr))

## ΜΕΡΟΣ Β΄: ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΑ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου περιλαμβάνει την σύνταξη και τήρηση των κτηματολογικών πινάκων, οι οποίοι αποτελούν ψηφιακές βάσεις δεδομένων, και των κτηματολογικών διαγραμμάτων τα οποία αποτελούν χωρική απεικόνιση της πληροφορίας των κτηματολογικών πινάκων.

Η χωρική απεικόνιση των κτηματολογικών πληροφοριών πραγματοποιείται με συνδυασμό μεθόδων φωτογραμμετρίας και δορυφορικής γεωδαισίας. Τα υπόβαθρα τα οποία αποτελούν την βάση για την απεικόνιση αυτή είναι έγχρωμες αληθείς ορθοφωτογραφίες μεγάλης (1:5000) και πολύ μεγάλης (1:1000) κλίμακας στις οποίες διενεργούνται φωτογραμμετρικές διαδικασίες αναγνώρισης και ψηφιοποίησης των ορίων των γεωτεμαχίων. Ενώ για επίγειες μετρήσεις χρησιμοποιείται το HEPOS το οποίο αποτελεί την βασική υποδομή για τον δορυφορικό εντοπισμό θέσης των ενδιαφερόμενων σημείων.

Το σύστημα αναφοράς των κτηματολογικών διαγραμμάτων είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987. Κατά συνέπεια υπάρχει ασυμβατότητα στα συστήματα αναφοράς των υποβάθρων, του HEPOS και των κτηματολογικών διαγραμμάτων η οποία πρέπει να αρθεί και να μελετηθεί κατά πόσο επιδρά στην γεωμετρική ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος.

### 3.2 ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Στο κτηματολογικό διάγραμμα απεικονίζονται τριών ειδών στοιχεία(Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 1156, 2008):

1. Γραμμικά στοιχεία όπως είναι τα όρια των γεωτεμαχίων, όρια κτηματολογικών ενοτήτων, όρια κτηματολογικών τομέων, όρια δήμων, όρια νομών, όρια περιφερειών και όρια κράτους.
2. Αλφαριθμητικά στοιχεία όπως είναι οι κωδικοί αριθμοί οι οποίοι χαρακτηρίζουν τα γεωτεμάχια, τις κτηματολογικές ενότητες, τους κτηματολογικούς τομείς καθώς και ονομασίες οδών, πλατειών, αρχαιολογικών χώρων, δήμων, νομών και τα λοιπά.
3. Σημειακά στοιχεία όπως είναι τα σημεία των του περιγράμματος των οικοδομικών τετραγώνων και τα σημειακά σύμβολα τα οποία υποδηλώνουν την ύπαρξη κτισμάτων εντός του γεωτεμαχίου.

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς των κτηματολογικών διαγραμμάτων είναι το ΕΓΣΑ 87 και το προβολικό σύστημα η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή. Η υλοποίηση του γεωδαιτικού συστήματος γίνεται μέσω του HEPOS και ενός αμφίδρομου μετασχηματισμού συντεταγμένων μεταξύ ΕΓΣΑ 87 και HTRS07.

Η γεωμετρική ακρίβεια ανάλογα με τον τύπο του κτηματολογικού διαγράμματος διαφαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ
RMSE <sub>xy</sub> όπως αυτό προκύπτει από τη σύγκριση σημείων γνωστών συντεταγμένων στο έδαφος με τις συντεταγμένες των ίδιων σημείων στα κτηματολογικά διαγράμματα	RMSE <sub>xy≤0,56m</sub>  RMSE <sub>x≤0,40m</sub>  RMSE <sub>y≤0,40m</sub>	RMSE <sub>xy≤1,41m</sub>  RMSE <sub>x≤1,00m</sub>  RMSE <sub>y≤1,00m</sub>
Απόλυτη Ακρίβεια	Απόλυτη Ακρίβεια ≤0,98(RMSE <sub>xy*1,73m</sub> ), για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%	Απόλυτη Ακρίβεια ≤2,45(RMSE <sub>xy*1,73m</sub> ), για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ (ΠΗΓΗ: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 1156, 2008)

### 3.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΑΘΡΑ ΤΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Τα χαρτογραφικά υπόβαθρα του Κτηματολογίου είναι έγχρωμες ορθοφωτογραφίες μεγάλης και πολύ μεγάλης κλίμακας. Το έργο των αεροφωτογραφίσεων για την παραγωγή των προαναφερθεισών χαρτογραφικών υποβάθρων ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2007 και έληξε τον Δεκέμβριο του 2008. Η διακριτική ικανότητα των ορθοφωτογραφιών είναι ικανή για την ευκρινή αναγνώριση των ορίων των γεωτεμαχίων.

Στις αστικές περιοχές ως χαρτογραφικό υπόβαθρο ορίζεται η έγχρωμη ορθοφωτογραφία πολύ μεγάλης κλίμακας, VLSO. Η κλίμακα της είναι 1:1000 και η χωρική της ανάλυση 20 εκατοστά. Ενώ στις αγροτικές περιοχές ως χαρτογραφικό υπόβαθρο ορίζεται η έγχρωμη ορθοφωτογραφία μεγάλης κλίμακας, LSO. Η κλίμακα της είναι 1:5000 και η χωρική της ανάλυση 250 εκατοστά (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 1156, 2008).

Οι έγχρωμες ορθοφωτογραφίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ως υπόβαθρο είναι αληθείς (true orthophoto) . Οι true orthophoto είναι ανηγμένες ορθοφωτογραφίες οι οποίες απεικονίζουν τα ανθρωπογενή αντικείμενα στην σωστή γεωμετρική θέση εξαλείφοντας το φαινόμενο των εκτροπών ανάγλυφου. Η οριζοντιογραφική ακρίβεια της true orthophoto είναι 20 εκατοστά οριζοντιογραφικά και 50 υψομετρικά(www.inpho.de/).

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς των ορθοφωτογραφιών είναι το ETRS89 το οποίο υλοποιείται μέσω του HEPOS. Τα μεγέθη των μπλοκ των αεροφωτογραφίσεων είναι της τάξης των 40km×42km. Τα κέντρα των μπλοκ δεν ταυτίζονται σε όλες τις περιπτώσεις με τους σταθμούς του HEPOS για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται η τεχνική VRS έτσι ώστε να έχουμε τις συντεταγμένες των κέντρων στο ETRS89 για την επίλυση των ασαφειών φάσης(Καράμπελας,2008).

### 3.4 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ

Τα όρια των γεωτεμαχίων τα οποία απεικονίζονται στα κτηματολογικά διαγράμματα προκύπτουν από τον συνδυασμό των παρακάτω στοιχείων και τεχνικών :

- Ψηφιοποίηση των εμφανών ορίων των γεωτεμαχίων από έγχρωμες αληθείς ορθοφωτογραφίες μεγάλης και πολύ μεγάλης κλίμακας (LSO και VLSO), οι οποίες έχουν οριζοντιογραφική ακρίβεια 20 εκατοστά και υψομετρική 50 εκατοστά και σύστημα αναφοράς το ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989).
- Επαλήθευση των ορίων από δηλώσεις ή επιτόπιο έλεγχο.

- Δορυφορικές μετρήσεις μέσω του δικτύου του HEPOS, οι οποίες έχουν ακρίβεια μερικά χιλιοστά και σύστημα αναφοράς το HTRS07 (HEPOS Terrestrial Reference System 2007).
- Χωρικά στοιχεία διοικητικών πράξεων, όρια αιγιαλού και στοιχεία ιδιωτικών τοπογραφικών διαγραμμάτων (ιδιωτικός αναδασμός, συνεταιρισμός) με ακρίβειες που ποικίλουν και συστήματα αναφοράς το ΕΓΣΑ87 (Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς 1987), το ΠΕΣΑ (Παλαιό Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς) αλλά και τοπικά.

Οι παραπάνω χωρικές πληροφορίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των ορίων των γεωτεμαχίων όπως είναι φανερό δεν αναφέρονται μόνο στο ΕΓΣΑ 87 αλλά και σε άλλα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς και δεν έχουν ομοιόμορφη ακρίβεια. Για τον λόγο αυτό διενεργείται έλεγχος γεωμετρικής συμβατότητας στα χωρικά δεδομένα.

Ο έλεγχος αυτός αποσκοπεί στη συμβατότητα της χωρικής απεικόνισης των ορίων των γεωτεμαχίων με το σύστημα αναφοράς και τις παρεχόμενες ακρίβειες του HEPOS.

### 3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ο έλεγχος εκτελείται με τη μέτρηση στο πεδίο ικανού αριθμού σημείων (τουλάχιστον τεσσάρων) ανά οικοδομικό τετράγωνο. Τα ανωτέρω σημεία είναι κατανεμημένα στις πλευρές του οικοδομικού τετραγώνου και εφόσον είναι δυνατό ταυτίζονται με τις κορυφές του (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, τεύχος δεύτερο, αριθμός φύλλου 1156, 2008). Η παραπάνω διαδικασία αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



Οι συντεταγμένες των κορυφών όπως προέκυψαν από τις μετρήσεις συγκρίνονται με αυτές που εξάγονται από την ορθοφωτογραφία και υπολογίζονται οι διαφορές κατά Easting και Northing της προβολής του ΕΓΣΑ 87(αποκλίσεις).

Η γεωμετρική συμβατότητα εξασφαλίζεται εάν η μέγιστη απόκλιση(ανοχή) των ευκρινών αναγνωρισμένων αντικειμένων στην ορθοφωτογραφία(κορυφές Ο.Τ.) από τα σαφώς προσδιορισμένα στο έδαφος είναι εντός των ορίων που παρατίθενται στον πίνακα 3.2.

ΚΛΙΜΑΚΑ	ΑΝΟΧΗ(m)
1:1000	0.4
1:2000	0.8
1:5000	1

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 ΑΝΟΧΕΣ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται υπόβαθρο κλίμακας 1:1000(αστική περιοχή) και κατά συνέπεια η μέγιστη διαφορά των συντεταγμένων μεταξύ αποτύπωσης και ορθοφωτογραφίας πρέπει να είναι 0,40 m για να είναι επιτυχής ο έλεγχος.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:**  
**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγραφούν οι εργασίες πεδίου οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής εργασίας με σκοπό τον έλεγχο συμβατότητας(βλέπε παρ.3.4) της γεωμετρικής ακρίβειας κατά την σύνταξη των κτηματολογικών διαγραμμάτων.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στα Κάτω Πατήσια και αποτελεί μια καθαρά αστική περιοχή με πυκνή δόμηση. Η επιλογή αυτή αποτελεί μια πρόκληση για τον έλεγχο της εφαρμογής των τεχνικών GPS σε δομημένο περιβάλλον όπου τα ψηλά κτίρια, οι δενδροστοιχίες στου δρόμους, οι κεραίες αλλά και οι μεταλλικές επιφάνειες αποτελούν μεγάλες δυσκολίες στην περαίωση των εργασιών πεδίου.

Επίσης περιγράφονται, οι τεχνικές οι οποίες εφαρμόστηκαν, τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και οι δυσκολίες οι οποίες αντιμετωπίστηκαν.

### **4.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στα Κάτω Πατήσια, τα οποία αποτελούν το πέμπτο δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Αθηναίων και είναι τέσσερα οικοδομικά τετράγωνα(εικόνα 4.1 και πίνακα 4.1) τα δυο από τα οποία είναι επί της οδού Αχαρνών. Τα οικοδομικά τετράγωνα τα οποία επιλέχθηκαν βρίσκονται βορειοδυτικά του σταθμού Κάτω Πατήσια του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου.

Τα οικοδομικά τετράγωνα επιλέχθηκαν από ορθοφωτογραφία (εικόνα 4.2) της περιοχής των Κάτω Πατησίων. Η περιοχή μελέτης είναι καθαρά αστική με μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα η οποία αποφέρει υψηλή οικοδομική φόρτιση, πιο συγκεκριμένα κυρίως πενταόροφα κτίρια.

Επιπροσθέτως, τα Κάτω Πατήσια χαρακτηρίζονται από ανεπαρκή πεζοδρομιακό δίκτυο και έντονη κυκλοφορία οχημάτων.

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΟΔΟΙ
1	ΑΧΑΡΝΩΝ-ΣΥΜΗΣ-ΦΥΛΗΣ-ΤΥΧΗΣ
2	ΑΧΑΡΝΩΝ-ΤΥΧΗΣ-ΦΥΛΗΣ-ΝΕΜΕΣΕΩΣ
3	ΦΥΛΗΣ-ΣΥΜΗΣ-ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ-ΤΥΧΗΣ
4	ΦΥΛΗΣ-ΤΥΧΗΣ-ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ-ΝΕΜΕΣΕΩΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (ΠΗΓΗ: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Google earth)





ΕΙΚΟΝΑ 4.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΟΡΘΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

#### 4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

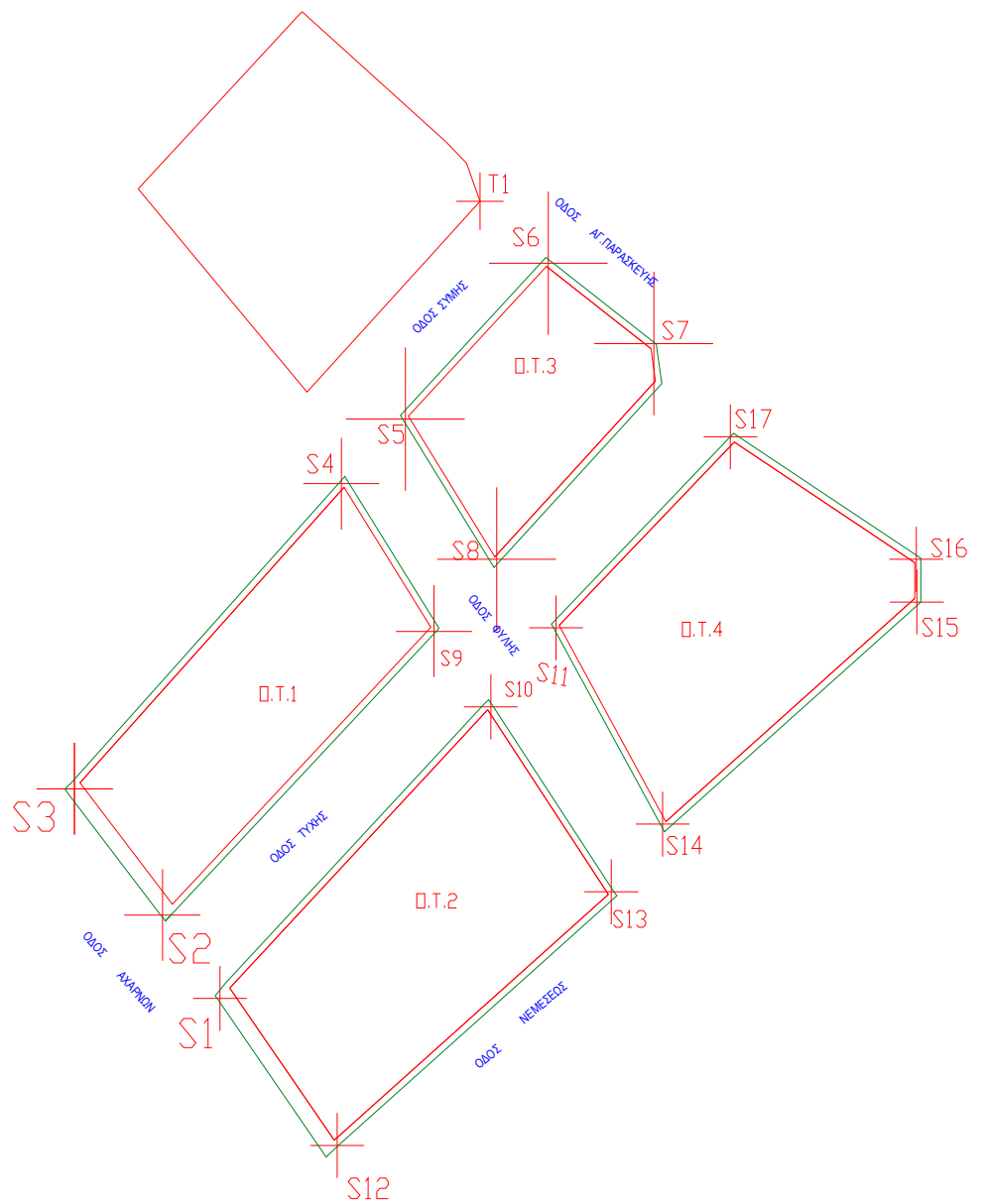
Ύστερα από προσεκτική μελέτη της ορθοφωτογραφίας και μετά από επιτόπιο έλεγχο στην περιοχή την οποία απεικονίζει, επιλέχθηκαν τα τέσσερα οικοδομικά τετράγωνα τα οποία αποτελούν την περιοχή μελέτης.

Στα οικοδομικά αυτά τετράγωνα θα αποδοθούν μόνο οι κορυφές τους επί της οικοδομικής γραμμής τόσο στην προβολή του ΕΓΣΑ 87 με χρήση της τεχνολογίας του GPS με στατικό εντοπισμό όσο και στην προβολή του HTRS07 με single\_base και δικτυακό RTK μέσω του HEPOS. Για τον λόγο αυτό, τα κριτήρια επιλογής των σημείων ήταν η απουσία ψηλών κτιρίων και δένδρων τα οποία εισάγουν διακοπές στο δορυφορικό σήμα.

Αφού επιλέχθηκαν τα οικοδομικά τετράγωνα έγινε η σήμανση των κορυφών τους με ατσάλοκαρφα στο πεζοδρόμιο στην νοητή κατακόρυφη ευθεία από την οικοδομική γραμμή στην ρυμοτομική. Κάθε επισημασμένο σημείο φέρει την ονομασία του με κόκκινη μπογιά. Το πλήθος των προς αποτύπωση σημείων, η ονομασία του καθενός καθώς και η περιοχή μελέτης απεικονίζονται στο σκαρίφημα το οποίο σχεδιάστηκε στην διάρκεια των εργασιών πεδίου(σκαρίφημα 4.1).

Για τον προσχεδιασμό των δορυφορικών μετρήσεων με το HEPOS χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Occupation Planning της TOPCON για την επιλογή της βέλτιστης ώρας των παρατηρήσεων από άποψη ορατότητας και γεωμετρίας δορυφόρων.

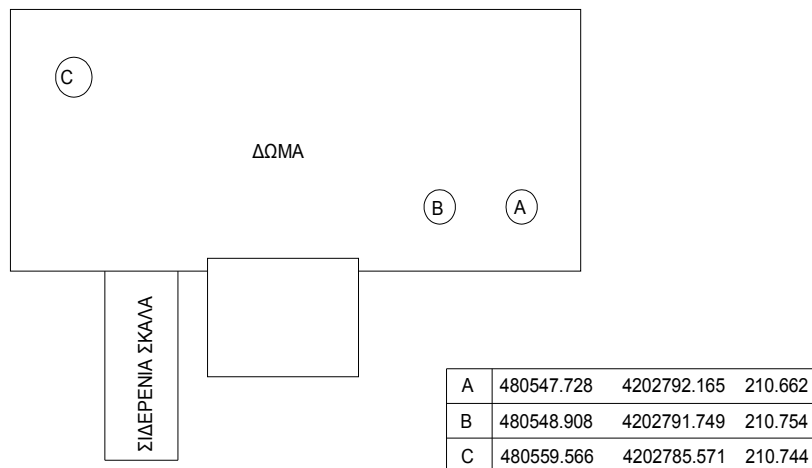
**B**



ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως σημείο γνωστών συντεταγμένων (βάση) για την διεξαγωγή του στατικού εντοπισμού χρησιμοποιήθηκε το τριγωνομετρικό σημείο στο Λαμπαδάριο(C του σκαριφήματος 4.2) της Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για την μείωση του απαιτούμενου ανθρώπινου δυναμικού για την περαίωση των εργασιών πεδίου. Η απόσταση αυτού από την περιοχή μελέτης είναι κατά προσέγγιση 5,7 χιλιόμετρα.

**B**



ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.2 ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ (ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60)

#### 4.4 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

Για την αποτύπωση των κορυφών των τεσσάρων οικοδομικών τετραγώνων θα χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία του GPS σε συνδυασμό με γεωδαιτικό σταθμό . Ο συνδυασμός των δορυφορικών τεχνικών με τις κλασσικές γεωδαιτικές εφαρμογές αποτύπωσης είναι αναγκαίος αφού λόγω των χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης δεν έχουν όλες οι κορυφές ανοιχτό ορίζοντα για την συλλογή του σήματος από τον κατάλληλο αριθμό δορυφόρων (τουλάχιστον 4).



#### 4.4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Τα προς αποτύπωση σημεία μετρήθηκαν αρχικά με την τεχνική του στατικού εντοπισμού με το στήσιμο της βάσης στο επιλεγμένο τριγωνομετρικό σημείο και το στήσιμο του δέκτη στις κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων με περίοδο παρατήρησης 35 λεπτά(εικόνες 4.3). Το στήσιμο των δεκτών περιλαμβάνει την κέντρωση και οριζοντίωση τους μέσω του τρικόχλιου. Ο κινητός δέκτης τοποθετείται σε τρίποδα ενώ ο σταθερός σε ειδικά βάθρα. Το ύψος κεραίας αποτελεί βασική παράμετρο για την επίλυση των μετρημένων βάσεων και καταγράφεται σε κάθε μέτρηση καθώς και ο χρόνος έναρξης και διακοπής των παρατηρήσεων.

Εν συνεχεία, τα σημεία μετρήθηκαν με την τεχνική του single\_base και δικτυακού κινηματικού εντοπισμού θέσης (RTK) μέσω του ελληνικού δικτύου μόνιμων σταθμών GPS, του HEPOS. Στις τεχνικές αυτές χρειάζεται μόνο ένας δέκτης ο οποίος τοποθετείται στα προς αποτύπωση σημεία και έχει περίοδο παρατήρησης πέντε δευτερόλεπτα. Τα αποτελέσματα των τεχνικών αυτών είναι διαθέσιμα σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο ενώ ως βάση χρησιμοποιείται στο single\_base RTK ο κοντινότερος στην περιοχή μελέτης σταθμός αναφοράς του HEPOS ενώ στο δικτυακό ένα σύνολο των κοντινότερων στην περιοχή μελέτης σταθμών του HEPOS(4). Η τεχνική που χρησιμοποιείται στο δικτυακό RTK είναι αυτή των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς.



(α) Σταθερός δέκτης στο Λαμπαδάριο Ο.Τ.1



(β) Κινητός δέκτης στο Σ4,



(γ) Κινητός δέκτης στο Σ6, Ο.Τ.2

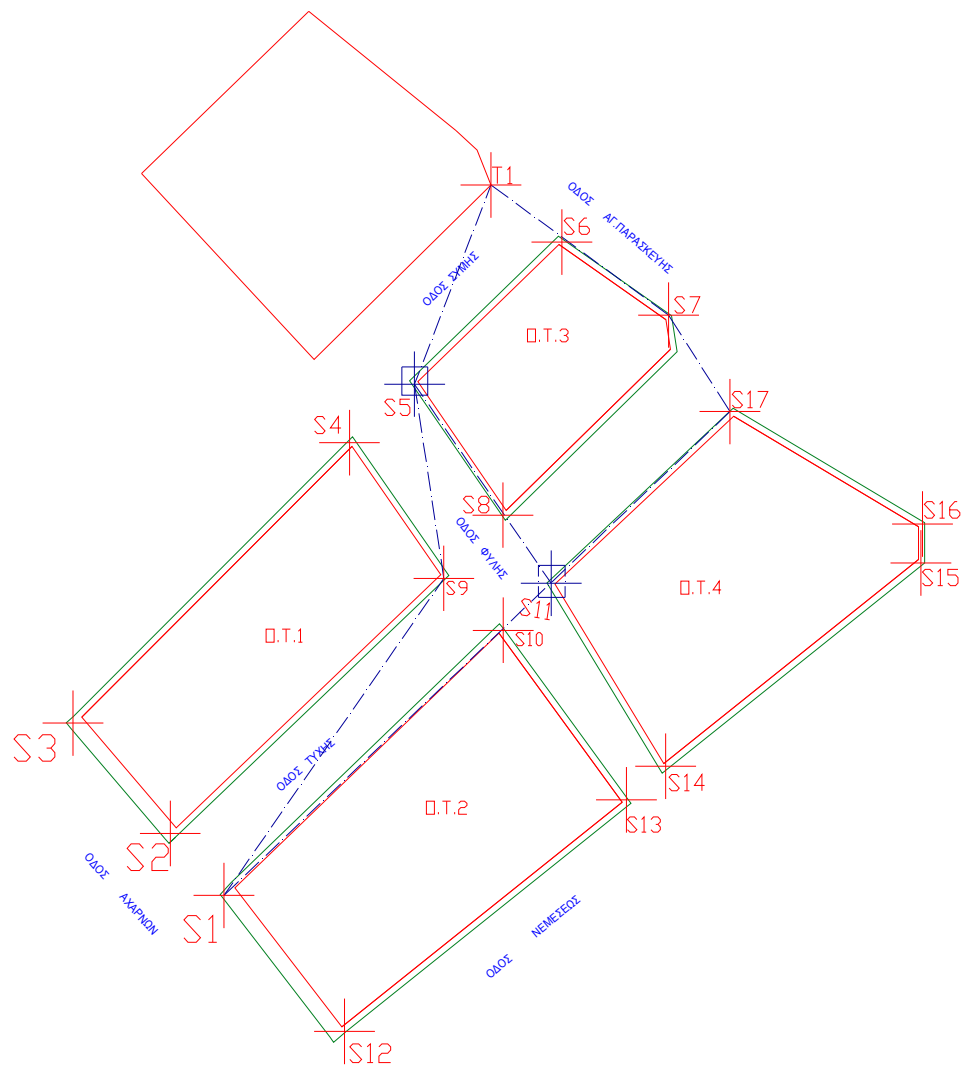
#### ΕΙΚΟΝΕΣ 4.3 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ

Τα σημεία τα οποία παρουσιάζουν αδυναμία στην εφαρμογή δορυφορικών μεθόδων λόγω της μη ορατότητας του απαιτούμενου αριθμού δορυφόρων ή των σφαλμάτων πολλαπλών διαδρομών, αποτυπώνονται με την χρήση γεωδαιτικού σταθμού(εικόνα 4.4). Κατά συνέπεια, ιδρύεται ένα πολυγωνομετρικό δίκτυο 6 κορυφών πλήρως εξαρτημένο από δύο σημεία των οποίων οι συντεταγμένες προέκυψαν από στατικό εντοπισμό(σκαρίφημα 4.3). Οι κορυφές της όδευσης επιλέχθηκαν έτσι ώστε να υπάρχει ορατότητα μεταξύ της προηγούμενης και της επόμενης κορυφής και να μπορούν να αποτυπωθούν οι υπόλοιπες κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4 «ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΟ» ΣΗΜΕΙΟ, Σ7, Ο.Τ.3

**B**



#### ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 4.3 ΣΗΜΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗΣ

Με την μέθοδο των πολικών συντεταγμένων θα αποτυπωθούν οι υπόλοιπες «προβληματικές» κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων και με την μέθοδο της τριγωνομετρικής υψομετρίας θα προκύψουν και τα ορθομετρικά υψόμετρα αυτών.

#### 4.4.2 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ

Στην τεχνική του στατικού εντοπισμού θέσης χρησιμοποιήθηκε ένα ζεύγος δεκτών GPS δύο συχνοτήτων της TRIMBLE, το TRIMBLE5800.

Στην τεχνική του συμβατικού και δικτυακού RTK μέσω του HEPOS χρησιμοποιήθηκε ένας δέκτης διπλής συχνότητας, τεχνολογίας GR-3 της TOPCON.

Για τις μετρήσεις του πολυγωνομετρικού δικτύου (όδευση) και της ταχυμετρίας χρησιμοποιήθηκε ο γεωδαιτικός σταθμός GTS105-N της TOPCON με τα παρελκόμενα του (κατάφωτο, τρικόχλιο, τρίποδες).

##### TRIMBLE5800

Το σύστημα Trimble 5800 έχει δυνατότητα μέτρησης στις συχνότητες L1 και L2 του συστήματος G.P.S. και ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι ενσωματώνει σε μία και μόνη συμπαγή και ελαφριά συσκευή τον δέκτη G.P.S, το σύστημα ασύρματης επικοινωνίας καθώς και τις κεραίες αυτών. Το βάρος του δέκτη είναι μόλις 1.21 Kg. Υποστηρίζει δυνατότητα επικοινωνίας μέσω UHF, GSM και GPRS για την λήψη διορθώσεων RTK. Λόγω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας Bluetooth ο δέκτης είναι απαλλαγμένος από καλώδια. Τέλος, ο δέκτης είναι πλήρως συμβατός με το HEPOS. Η ακρίβεια του συγκεκριμένου δέκτη σύμφωνα με τον κατασκευαστή είναι  $\pm 5\text{mm} + 0.5\text{ppm RMS}$  οριζοντιογραφικά και  $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm RMS}$  υψομετρικά.

##### GR-3

Ο δέκτης GR-3(εικόνα 4.5) παρέχει στον χρήστη του τη δυνατότητα παρακολούθησης και των τριών δορυφορικών συστημάτων προσδιορισμού θέσης GPS-GLONASS-GALILEO.

Στο δέκτη είναι ενσωματωμένα Radio Modem και GSM/GPRS modem. Λόγω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας Bluetooth ο δέκτης είναι απαλλαγμένος από καλώδια.

Επίσης, ο δέκτης προσφέρει 72 κανάλια παρακολούθησης όλων των φερουσών συχνοτήτων των τριών συστημάτων GNSS. Εξαιτίας της τεχνολογίας Advanced Multipath Reduction ελαχιστοποιούνται τα σφάλματα πολλαπλών διαδρομών ενώ η τεχνολογία CO-OP tracking μειώνει τις παρεμβολές.

Ο δέκτης έχει την δυνατότητα λειτουργίας σε δίκτυα NTRIP και VRS. Τέλος, ο δέκτης είναι πλήρως συμβατός με το HEPOS. Η ακρίβεια του συγκεκριμένου δέκτη σύμφωνα με τον κατασκευαστή είναι  $\pm 10\text{mm} + 1 \text{ ppm}$  οριζοντιογραφικά και  $\pm 15\text{mm} + 1 \text{ ppm}$  υψομετρικά σε εφαρμογές RTK .



ΕΙΚΟΝΑ 4.5 Ο ΔΕΚΤΗΣ GR-3 (ΠΗΓΗ: [www.treecompany.gr/gr3.html](http://www.treecompany.gr/gr3.html))

### GTS105-N

Ο γεωδαιτικός σταθμός GTS105-N(εικόνα 4.6) είναι εύκολος στην χρήση, διαθέτει πληκτρολόγιο και από τις δύο πλευρές του οργάνου και παρέχει ακρίβεια στην μέτρηση γωνιών 15cc και των μηκών 2 mm.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6 Ο ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ GTS105-N (ΠΗΓΗ: <http://www.treecomp.gr/>)

#### 4.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Η χρήση των τεχνικών του GPS σε μια αστική περιοχή αποτελεί το βασικό πρόβλημα από το οποίο απορρέουν οι δυσκολίες κατά την εφαρμογή αυτών. Οι δέκτες GPS είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν με ανοιχτό ορίζοντα, χωρίς παρεμβολές και απαλλαγμένοι από τα σφάλματα πολλαπλών διαδρομών για να δώσουν τις ακρίβειες εντοπισμού του κατασκευαστή τους. Σε μια αστική περιοχή όπου τα ψηλά κτίρια, οι δενδροστοιχίες κατά μήκος των δρόμων και η συχνή κυκλοφορία των αυτοκινήτων αλλά και των κατοίκων αποτελεί την καθημερινή πραγματικότητα (εικόνες 4.7) η εφαρμογή των δορυφορικών τεχνικών συναντά προβλήματα και περιορισμούς.

Μια πρώτη δυσκολία η οποία αντιμετωπίστηκε αφορά στην υλοποίηση της οικοδομικής γραμμής. Για να πραγματοποιηθεί ο ζητούμενος έλεγχος συμβατότητας πρέπει να αποδοθούν οι κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων επί της οικοδομικής γραμμής.

Αυτό το ζητούμενο δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί αφού δεν γίνεται να στηθεί ένας δέκτης GPS τοποθετημένος τόσο σε τρίποδα όσο και στο ειδικό στυλεό στην γωνία του κτιρίου (οικοδομική γραμμή). Ακόμα όμως και να μπορούσε, οι πρόβολοι του κτιρίου θα εμπόδιζαν την λήψη δορυφορικού σήματος.



Για τον λόγο αυτό οι κορυφές των οικοδομικών τετραγώνων επισημαίνονται στην νοητή ευθυγραμμία πάνω στο πεζοδρόμιο(ρυμοτομική γραμμή).



(α) Δεντροστοιχίες στην οδό Τύχης



(β) Πεζοδρόμιο στην οδό Αχαρνών





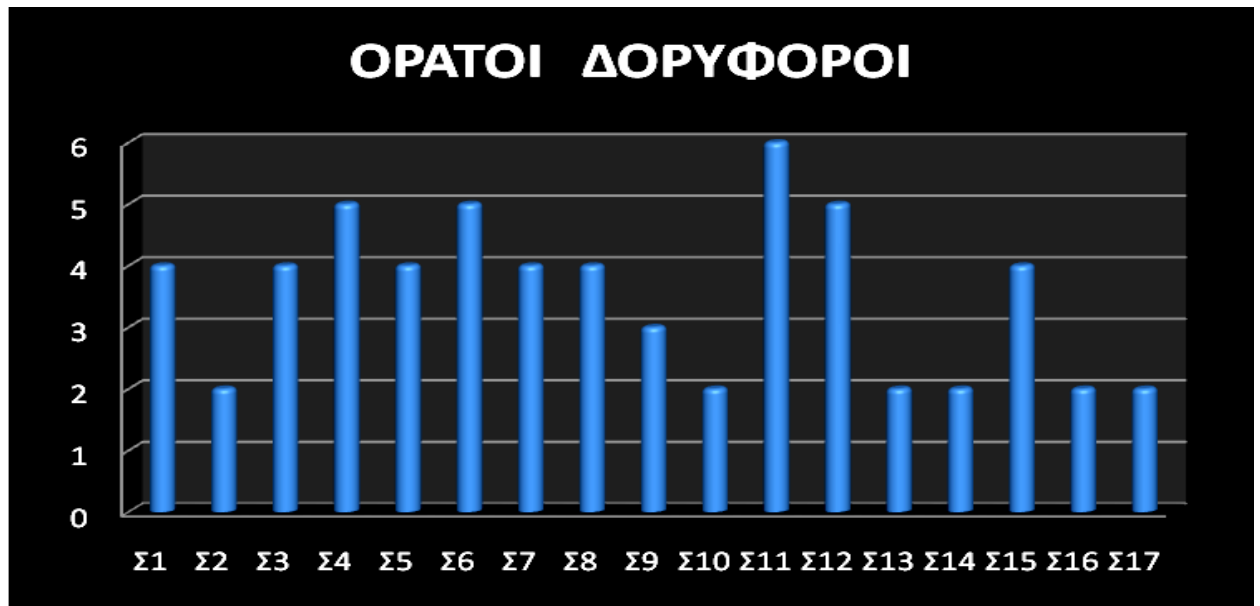
(γ) Πολυώροφα κτίρια στην οδό Φυλής      (δ) «Γωνία» Ο.Τ.4

#### ΕΙΚΟΝΕΣ 4.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Επίσης, η απόφαση για την επιλογή του κατάλληλου τριγωνομετρικού σημείου προέκυψε κυρίως από την ευκολία πρόσβασης σε κάποιο γνωστό σημείο. Το τριγωνομετρικό σημείο του Λαμπαδαρίου έναντι κάποιου άλλου κοντινότερου στην περιοχή μελέτης επιλέχθηκε διότι δεν απαιτεί την ύπαρξη ενός ατόμου για την διασφάλιση της ακεραιότητας του δέκτη, αφού η πρόσβαση στο σημείο είναι ελεγχόμενη. Παρόλο αυτά δεν ήταν η βέλτιστη επιλογή καθώς ο χρόνος μεταφοράς από το τριγωνομετρικό σημείο στην περιοχή μελέτης για την διενέργεια των απαιτούμενων παρατηρήσεων ήταν μεγάλος (50 λεπτά) με αποτέλεσμα να υπερφορτώνεται η μνήμη του σταθερού δέκτη με περιττές παρατηρήσεις.

Κύρια δυσκολία ήταν η απαίτηση τεσσάρων τουλάχιστον ορατών δορυφόρων εκ μέρους του κινητού δέκτη. Για την επίλυση του αέριου κύκλου ασαφειών φάσης και σε τελικό στάδιο της βάσης η παραπάνω απαίτηση πρέπει να εκπληρώνεται στα προς προσδιορισμό σημεία.

Γεγονός που δεν συνέβη σε όλο το πλήθος των σημείων καθώς τα ψηλά κτίρια και τα δένδρα σε ορισμένες περιπτώσεις εμπόδιζαν την λήψη των κατάλληλων δορυφόρων(διάγραμμα 4.1).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΑΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ(ΙΟΥΛΙΟΣ 2009,10:00-14:00)

Τέλος, το πεζοδρομιακό δίκτυο της περιοχής μελέτης είναι ανεπαρκές καθώς το πλάτος των πεζοδρομίων είναι στις περισσότερες οδούς 1,50 μέτρα. Μόνο τα πεζοδρόμια επί της οδού Αχαρνών αποτελούν εξαίρεση. Το παραπάνω αποτελεί τεχνική δυσκολία εξαιτίας της ανάγκης τοποθέτησης του δέκτη στο τέλος των προβολών των κτιρίων για να έχει ορατότητα δορυφόρων. Κατά συνέπεια τα σημεία επισημάνθηκαν επί της ρυμοτομικής γραμμής. Το γεγονός αυτό δημιουργεί τεχνικές δυσκολίες καθώς υπάρχουν παρκαρισμένα αυτοκίνητα κατά μήκος της ρυμοτομικής γραμμής και το στήσιμο του τρίποδα γινόταν με δυσκολία (εικόνες 4.8) .



(α) Γεωδαιτικός σταθμός στο T1

(β) Κινητός δέκτης στο Σ10,Ο.Τ.2

ΕΙΚΟΝΕΣ 4.8 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΔΡΟΜΩΝ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:**  
**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου, οι παρατηρήσεις υπόκεινται σε επεξεργασία μέσω κατάλληλου λογισμικού για να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα τα οποία είναι οι συντεταγμένες των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων. Οι παρατηρήσεις που προέκυψαν με την τεχνική του στατικού εντοπισμού επεξεργάστηκαν με λογισμικό Trimble Geomatic Office ώστε να προκύψουν οι συντεταγμένες των σημείων στη προβολή του ΕΓΣΑ87, με τους αντίστοιχους δείκτες ποιότητας των λύσεων.

Αντίθετα, οι τεχνικές του single\_base και δικτυακού RTK με χρήση του HEPOS δίνουν απευθείας στο πεδίο τις συντεταγμένες των κορυφών στην προβολή του ΕΓΣΑ87, καθώς ο μετασχηματισμός μεταξύ του HTRF07 και του ΕΓΣΑ87 είναι ενσωματωμένος στο λογισμικό του δέκτη. Τα εξαγόμενα των δορυφορικών μεθόδων θα συγκριθούν μεταξύ τους.

Οι κορυφές οι οποίες δεν μετρήθηκαν με δορυφορικές μεθόδους αλλά με γεωδαιτικό σταθμό απαιτούν την επεξεργασία των μετρημένων οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών και αποστάσεων για την διεξαγωγή των συντεταγμένων τους αλλά και των σφαλμάτων που υπεισέρχονται στις μετρήσεις τους.

## 5.2 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ

Τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν για την επίλυση των βάσεων στο περιβάλλον του λογισμικού είναι:

α) Ορισμός του συστήματος αναφοράς ΕΓΣΑ 87 και της προβολής Mercator στο πρόγραμμα.

Επειδή οι δορυφορικές παρατηρήσεις αναφέρονται στο σύστημα αναφοράς WGS 84 και όχι στο ζητούμενο ΕΓΣΑ 87, εισάγονται στο πρόγραμμα οι παράμετροι ορισμού του ΕΓΣΑ 87 σε σχέση με το WGS 84(εικόνα 5.1 και 5.2) αλλά και οι παράμετροι οι οποίες ορίζουν την μερκατορική προβολή. Επίσης, για την διεξαγωγή ορθομετρικών υψομέτρων ορίζουμε και μοντέλο γεωειδούς το EGM96 (global).

Datum Transformation Properties

Molodensky

Name : EGSA87

Export Name : EGSA87

Ellipsoid : Geodetic Ref System 1980

Parameters

To WGS-84       From WGS-84

Translation X (m) : 199.723

Translation Y (m) : -74.030

Translation Z (m) : -246.018

ΕΙΚΟΝΑ 5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΓΣΑ 87

**Projection**

Projection :

South azimuth system

Positive Coordinate Direction

North       East

South       West

Central latitude :

Central longitude :

False northing (m) :

False easting (m) :

Scale factor :

ΕΙΚΟΝΑ 5.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΡΚΑΤΟΡΙΚΗΣ ΠΡΟΒΟΛΗΣ

## β) Εισαγωγή των παρατηρήσεων και του ύψους σκόπευσης

Στο περιβάλλον του λογισμικού δημιουργείται ένα project το οποίο περιλαμβάνει όλες τις παρατηρήσεις και στο οποίο ορίζεται σύστημα αναφοράς το ΕΓΣΑ 87 και προβολή η Μερκατορική.

Το λογισμικό «φορτώνει» τις μετρήσεις και στην οθόνη αναπαριστούνται τα σημεία και οι μεταξύ αυτών βάσεις. Όσες βάσεις έχουν κίτρινο χρώμα(εικόνα 5.3) είναι εντός των αποδεκτών ορίων RMS, μέχρι 2 εκατοστά για γεωδαιτικές εφαρμογές. Ενώ όσες έχουν κόκκινο χρώμα έχουν μεγάλο RMS, πάνω από 2 εκατοστά. Τέλος, όσες βάσεις έχουν γκρι χρώμα δεν έχουν επιλυθεί λόγω της μη ορατότητας τουλάχιστον 4 δορυφόρων.





ΕΙΚΟΝΑ 5.3 ΟΙ ΑΡΧΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ

Εντός των αποδεκτών ορίων για γεωδαιτικές εφαρμογές είναι οι βάσεις Τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ5, Σ8 ενώ η βάση Τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ2 δεν έχει επιλυθεί, όλες οι υπόλοιπες παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα το οποίο οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλου RMS σφάλματος ή σε σφάλματα πολλαπλών διαδρομών του σήματος. Το μεγάλο RMS είναι απόρροια κατά κύριο λόγο της μη ορατότητας του κατάλληλου αριθμού δορυφόρων(διάγραμμα 4.1) αλλά και της κακής γεωμετρίας αυτών(πίνακας και διάγραμμα 5.1).

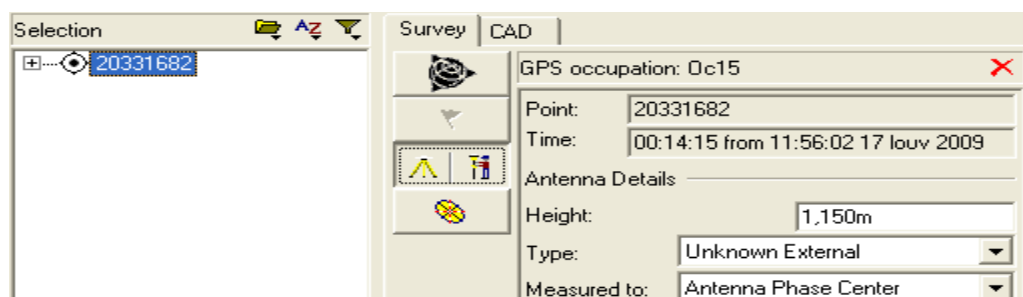


ΣΗΜΕΙΟ	PDOP
Σ1	5,2
Σ2	0
Σ3	6
Σ4	3,3
Σ5	3,9
Σ6	5,5
Σ7	6,3
Σ8	3,8
Σ9	5,1
Σ10	0
Σ11	4,3
Σ12	3,8
Σ13	6,3
Σ14	0
Σ15	4,8
Σ16	0
Σ17	0

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΣΗΜΕΙΟ ΜΕ STATIC

Ο δείκτης PDOP αντιπροσωπεύει την γεωμετρία των ορατών δορυφόρων και αναφέρεται στο χρονικό διάστημα των 3 πρώτων λεπτών παρατήρησης. Στα σημεία που λαμβάνει μηδενική τιμή η λήψη του σήματος αποτελείται από 2-3 δορυφόρους και η γεωμετρία είναι κακή. Οι τιμές του PDOP από 2-4 φανερώνουν καλή γεωμετρία των δορυφόρων, τέτοια σημεία είναι τα Σ4, Σ5, Σ8, Σ11 και Σ12. Τα υπόλοιπα σημεία των οποίων οι τιμές του δείκτη PDOP κυμαίνεται από 4-6 έχουν κακή γεωμετρία. Συγκριτικά με το σχήμα 4.1, γενικά η γεωμετρία των δορυφόρων βελτιστοποιείται με την αύξηση των ορατών δορυφόρων στο εκάστοτε σημείο, όπως είναι αναμενόμενο.

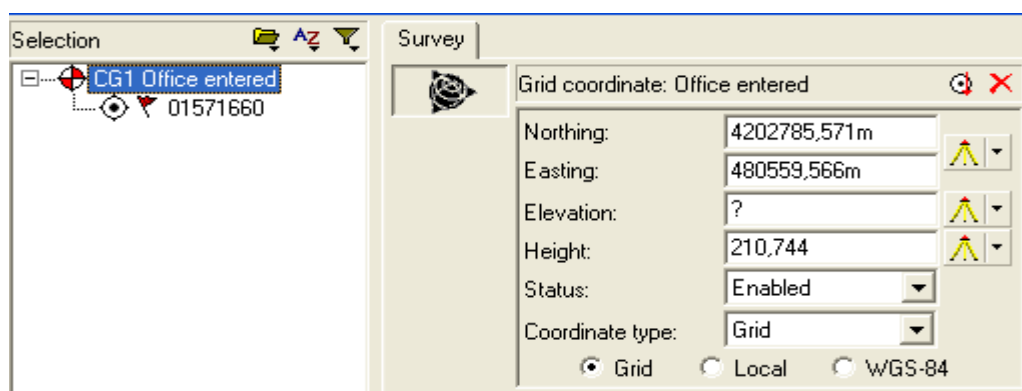
Πατώντας με τον κέρσορα στο εκάστοτε σημείο παρουσιάζεται ένα παράθυρο με τις πληροφορίες του σημείου, στο οποίο πληκτρολογείται το ύψος κεραίας(εικόνα 5.4).



ΕΙΚΟΝΑ 5.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΨΟΥΣ ΣΚΟΠΕΥΣΗΣ

γ) Εισαγωγή των συντεταγμένων του τριγωνομετρικού σημείου.

Στο λογισμικό εισάγονται οι συντεταγμένες του τριγωνομετρικού σημείου(εικόνα 5.5) το οποίο αποτελεί το σημείο αναφοράς της εκάστοτε βάσης, από το οποίο με σχετικό εντοπισμό θέσης θα υπολογισθούν οι συντεταγμένες των σημείων.



ΕΙΚΟΝΑ 5.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ

#### δ) Επίλυση των βάσεων

Αφού έχουν εισαχθεί τα απαραίτητα για την επίλυση των βάσεων στοιχεία, διενεργείται η επίλυση των βάσεων η οποία δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα όπως φαίνεται στον πίνακα 5.2. Στον πίνακα εμπεριέχονται στοιχεία όπως το μήκος της βάσης, ο τύπος επίλυσης, το RMS σφάλμα καθώς και ποιοτικοί δείκτες των μετρήσεων (αδιάστατοι) όπως ο Ratio και ο Reference variance.

Ο Ratio αντιπροσωπεύει τον ορθό προσδιορισμό των ασαφειών φάσης ενώ ο Reference variance τον λόγο του a-priori προς του a-posteriori τυπικού σφάλματος. Κατά συνέπεια, ο Ratio πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερος ενώ ο Reference variance πρέπει να πλησιάζει την μονάδα όταν το a-priori τυπικό σφάλμα έχει τεθεί ίσο με την μονάδα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο Ratio τόσο μικρότερο είναι το RMS της επιλυμένης βάσης. Επιπροσθέτως, η γωνία ανυψώσεως (elevation mask) η οποία χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση των βάσεων είναι 15 μοίρες.

Από Σταθερό δέκτη	Σε κινητό δέκτη	Μήκος βάσης(m)	Ratio	Reference variance	RMS(m)
Τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου	Σ1	5733.615	4.6	6.236	0.028
	Σ3	5761.563	5.8	4.11	0.023
	Σ4	5690.767	2.7	3.673	0.021
	Σ5	5683.336	18.6	1.983	0.017
	Σ6	5647.481	5.7	8.42	0.038
	Σ7	5621.05	1.9	24.985	0.063
	Σ11	5658.109	7.9	6.97	0.032
	Σ8	5663.785	6.4	2.39	0.017
	Σ12	5704.834	9.9	4.102	0.028
	Σ15	5567.868	4.8	8.147	0.032

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΑΡΧΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ

Σύμφωνα με την αρχική επίλυση των βάσεων μόνο τα σημεία Σ5 και Σ8 έχουν ακρίβεια κάτω των δύο εκατοστών, ενώ όλα τα υπόλοιπα σημεία έχουν 2-3 εκατοστά RMS σφάλμα. Το σημείο Σ7 έχει το μεγαλύτερο RMS σφάλμα της τάξης των 6 εκατοστών ενώ και οι ποιοτικοί δείκτες του (Ratio, Reference variance) είναι εκτός των αποδεκτών ορίων λόγω της ύπαρξης δένδρων και κτηρίων κοντά σε αυτό. Γενικά η ποιότητα των μετρημένων βάσεων μόνο στα σημεία Σ5 και Σ8 είναι καλή.

#### ε) Μεταεπεξεργασία μετρήσεων

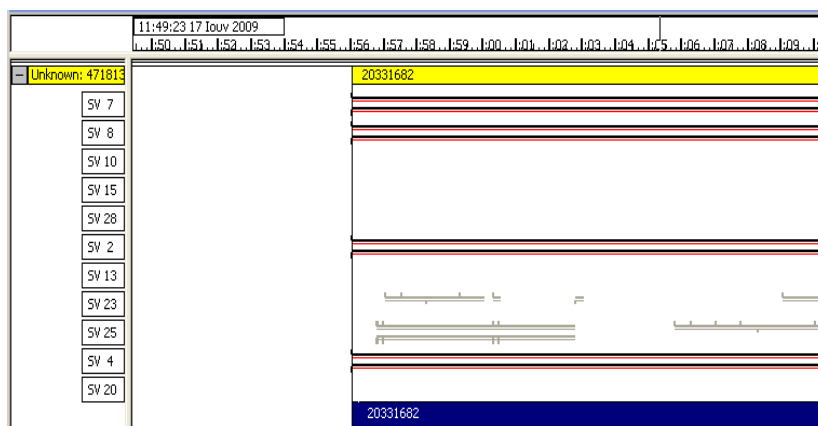
Το δορυφορικό σήμα παρουσιάζει σε πολλές περιπτώσεις ασυνέχειες, και θόρυβο οι οποίες μπορούν να «αφαιρεθούν» στο περιβάλλον του λογισμικού. Επίσης, οι μετρήσεις συγκεκριμένου δορυφόρου είναι δυνατόν να μην συμμετέχουν στην επίλυση με την «αφαίρεση» του δορυφόρου όταν κρίνεται απαραίτητο.

Για παράδειγμα, στην βάση τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου →Σ4 αφαιρέθηκαν οι ασυνέχειες στο δορυφορικό σήμα και κατά συνέπεια ο θόρυβος(εικόνα 5.6) και το RMS από 0,021m έγινε 0,020 m ενώ ο Ratio από 2,7 έγινε 3,2. Κατά συνέπεια βελτιώθηκε η ποιότητα των μετρήσεων που συμμετείχαν στη λύση και ελαχιστοποιήθηκε το σφάλμα επίλυσης της συγκεκριμένης βάσης. Επίσης, με αφαίρεση του δορυφόρου sv10(εικόνα 5.6) το RMS πέφτει στα 0,018 m και το Ratio γίνεται 8. Ο Reference variance από 3,3 πέφτει στα 2,7.

Άλλο παράδειγμα αποτελεί η βάση τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου →Σ12, στην οποία αφαιρέθηκαν οι ασυνέχειες στο δορυφορικό σήμα καθώς και ο δορυφόρος sv25(εικόνα 5.7) και το RMS από 0,028m έγινε 0,020 m ενώ το Ratio από 9,9 έγινε 8,9 και ο Reference variance από 4,1 έγινε 2,3.

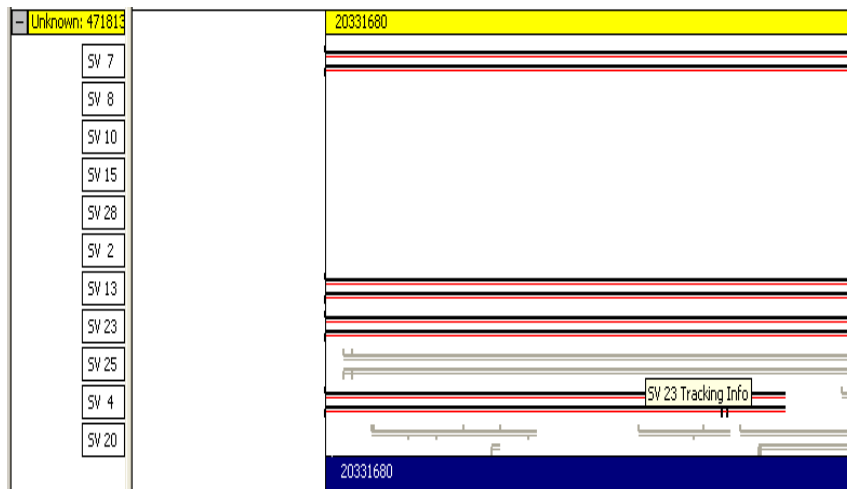


ΕΙΚΟΝΑ 5.6 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ4



ΕΙΚΟΝΑ 5.7 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ12

Επίσης, στην βάση τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου →Σ11 αφαιρέθηκαν οι ασυνέχειες στο δορυφορικό σήμα και ο θόρυβος και το RMS από 0,032 m πέφτει στα 0,031 m. Εν συνεχεία, αφαιρείται ο δορυφόρος sv20 και το RMS πέφτει στα 0,025. Τέλος, με αφαίρεση και του δορυφόρου sv25 (εικόνα 5.8) το RMS τελικά φτάνει τα 0,016 m. Ενώ το Ratio από 7,9 τελικώς φτάνει τα 8,1 και ο Reference variance από 6,9 τελικώς φτάνει τα 2,2.

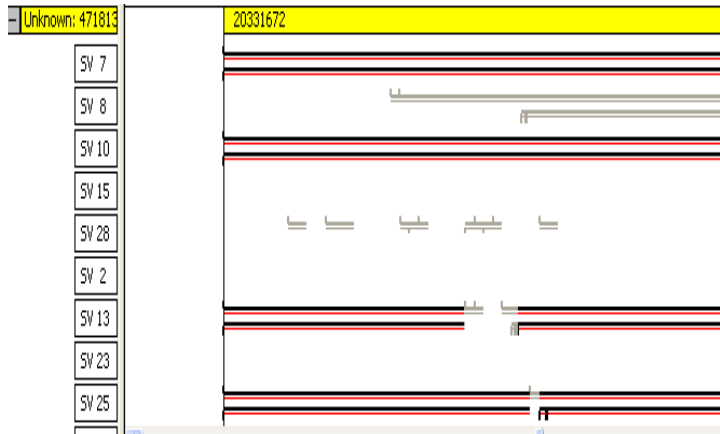


ΕΙΚΟΝΑ 5.8 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ11

Εντούτοις, παρόλο που σε πολλές βάσεις αφαιρέθηκαν οι ασυνέχειες και ο θόρυβος του δορυφορικού σήματος καθώς και μετρήσεις από συγκεκριμένους δορυφόρους, το RMS παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα, πάνω από 2 εκατοστά.

Οι βάσεις αυτές και σε αντιστοιχία με τα προς εντοπισμό σημεία, δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη αφού η ακρίβεια τους είναι μειωμένη για γεωδαιτικές εφαρμογές. Το παραπάνω γεγονός είναι άμεσο επακόλουθο της μειωμένης ορατότητας δορυφόρων αλλά και της κακής γεωμετρίας αυτών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί η βάση τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου →Σ6 στην οποία αφαιρέθηκαν οι ασυνέχειες στο δορυφορικό σήμα και ο δορυφόρος sv8 (εικόνα 5.9) και το RMS από 0,026 m έφτασε τα 0,022 m. Επίσης, η γωνία ανυψώσεως μειώθηκε σε 12 μοίρες χωρίς αλλαγή στα αποτελέσματα ενώ με αύξηση της γωνίας σε 20 μοίρες το RMS αυξήθηκε.

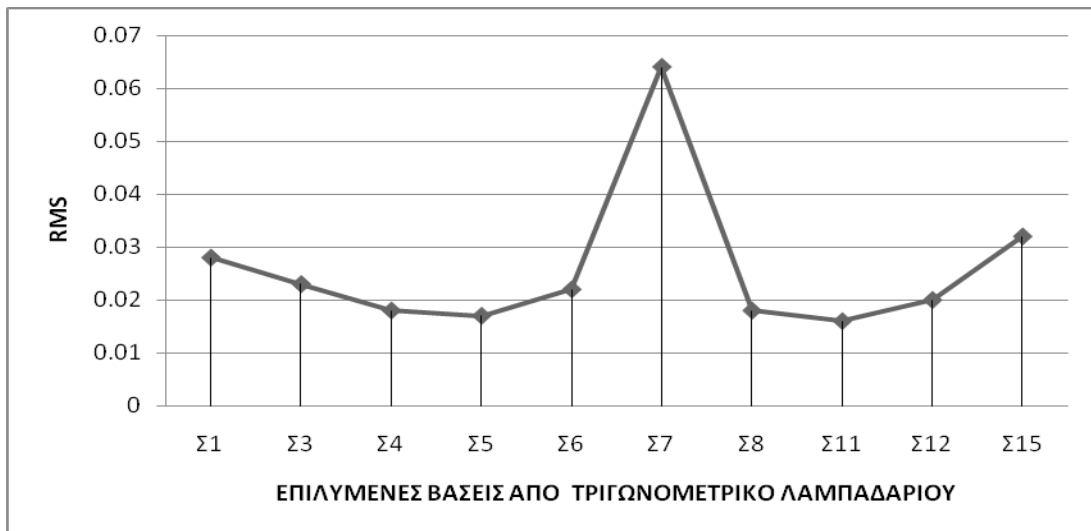


ΕΙΚΟΝΑ 5.9 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ6

Συμπερασματικά, οι ακρίβειες των βάσεων βελτιώθηκαν με την μεταεπεξεργασία των μετρήσεων(διάγραμμα 5.2) καθώς και οι αντίστοιχοι ποιοτικοί δείκτες τους(πίνακας 5.3).

Από Σταθερό δέκτη	Σε κινητό δέκτη	Μήκος βάσης(m)	Ratio	Reference variance	RMS(m)
Τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου	Σ1	5733,615	4,6	6,272	0,028
	Σ3	5761,563	8,8	4,133	0,023
	Σ4	5690,807	8	2,786	0,018
	Σ5	5683,336	18,6	1,983	0,017
	Σ6	5647,453	7,6	4,735	0,022
	Σ7	5623,149	1,7	26,738	0,064
	Σ11	5658,137	8,1	2,273	0,016
	Σ8	5661,958	6,1	2,437	0,018
	Σ12	5704,804	8,9	2,354	0,02
	Σ15	5567,871	4,8	8,013	0,032

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2 RMS ΤΩΝ ΕΠΙΛΥΜΕΝΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΜΕ ΣΤΑΤΙΚΟ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ

Ως αποτέλεσμα, με την σύγκριση των αρχικών επιλύσεων με τις τελικές το RMS μειώθηκε κατά μέσο όρο 34% , το Ratio αυξήθηκε κατά 70% και το Reference variance μειώθηκε κατά 36%.

Πιο συγκεκριμένα, το RMS της βάσης τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ11 μειώθηκε κατά 50%, της βάσης τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ6 κατά 42%, της βάσης τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ12 κατά 28% και της βάσης τριγωνομετρικό Λαμπαδαρίου→Σ4 κατά 14% ενώ οι αυξομειώσεις στις υπόλοιπες βάσεις διακυμαίνονται από 0-6%. Αντιστοίχως, οι ποιοτικοί δείκτες στις μετρημένες βάσεις για τον προσδιορισμό των σημείων Σ4,Σ6,Σ11 και Σ12 βελτιώθηκαν αρκετά.

στ) Εξαγωγή συντεταγμένων

Αφού επιλύθηκαν οι βάσεις και είναι γνωστές και οι συντεταγμένες του σημείου «βάσης» συνάγονται οι οριζοντιογραφικές συντεταγμένες του κάθε σημείου απευθείας από το πρόγραμμα(πίνακας 5.4).



Επίσης, τα ορθομετρικά υψόμετρα των κορυφών προκύπτουν από τα μετρημένα γεωμετρικά σε συνδυασμό με τα υψόμετρα του γεωειδούς τα οποία έχουν παρθεί από το παγκόσμιο μοντέλο γεωειδούς EGM96. Η οριζοντιογραφική και υψομετρική ακρίβεια των επιλυμένων βάσεων παρουσιάζεται στον πίνακα 5.5.

ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	h(m)	H(m)
Σ4	476222,017	4206463,49	119,889	118,408
Σ5	476230,469	4206461,917	120,199	124,403
Σ8	476228,277	4206426,936	120,695	162,086
Σ11	476226,271	4206418,501	117,725	135,097
Σ12	476132,981	4206378,586	113,59	124,895

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΣΤΟ ΕΓΣΑ 87 ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ, ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ

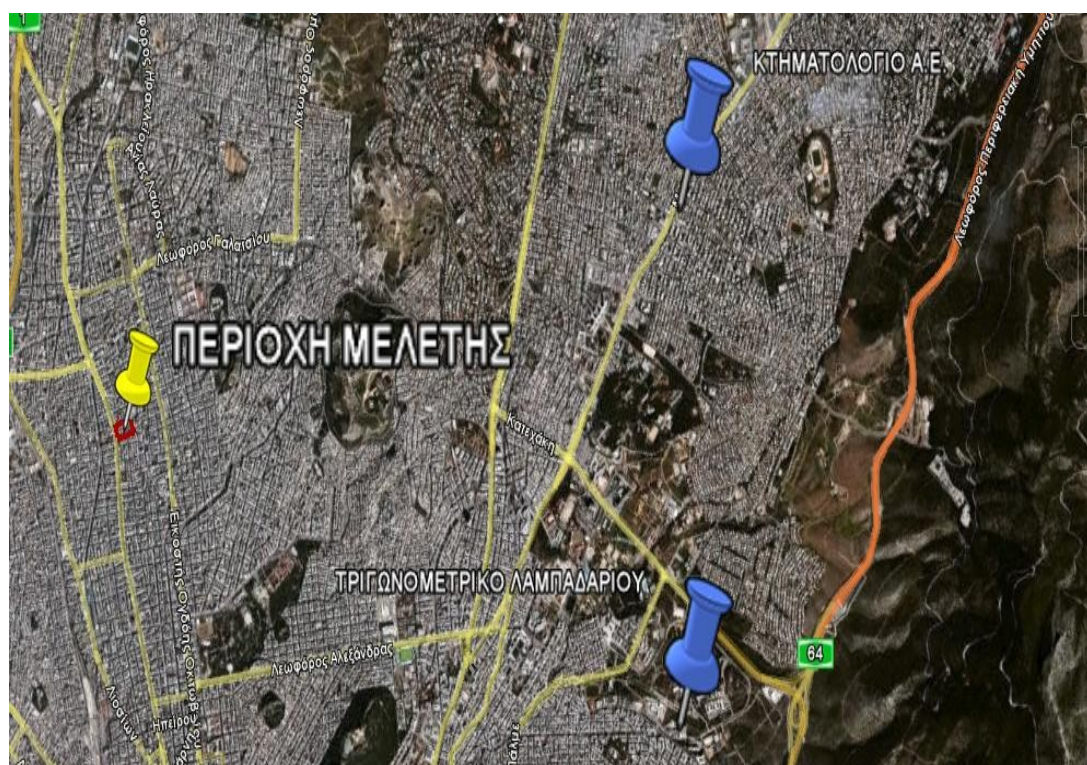
ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ4	0,056	0,076
Σ5	0,024	0,048
Σ8	0,04	0,103
Σ11	0,008	0,034
Σ12	0,029	0,041

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΣΗΜΕΙΩΝ

Η υψομετρική ακρίβεια προσδιορισμού των σημείων είναι χειρότερη από την οριζοντιογραφική, γεγονός το οποίο είναι άμεσα συνυφασμένο με τις αρχές λειτουργίας του GPS.

### 5.3 ΔΙΚΤΥΑΚΟ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ RTK

Η εφαρμογή του δικτυακού και single\_base RTK θα πραγματοποιηθεί στην περιοχή μελέτης με σύνδεση του δέκτη με το δίκτυο του HEPOS. Ο κοντινότερος σταθμός αναφοράς του δικτύου στην περιοχή μελέτης (5.52km) είναι αυτός ο οποίος είναι εγκατεστημένος στην ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. (εικόνα 5.10) ο οποίος θα αποτελέσει και τον σταθμό βάση (base) για την διενέργεια της τεχνικής του single\_base RTK. Ενώ στην τεχνική του δικτυακού RTK με εικονικούς σταθμούς αναφοράς θα χρησιμοποιηθούν οι τέσσερις κοντινότεροι σταθμοί αναφοράς του δικτύου (098<sup>A</sup>, 007<sup>A</sup>, 008<sup>A</sup>, 006<sup>A</sup>).



ΕΙΚΟΝΑ 5.10 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ HEPOS 098A

Πριν την διενέργεια των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε προμελέτη για την ορατότητα του δορυφορικού σχηματισμού στην περιοχή μελέτης με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες των σημείων με το λογισμικό mission planning.

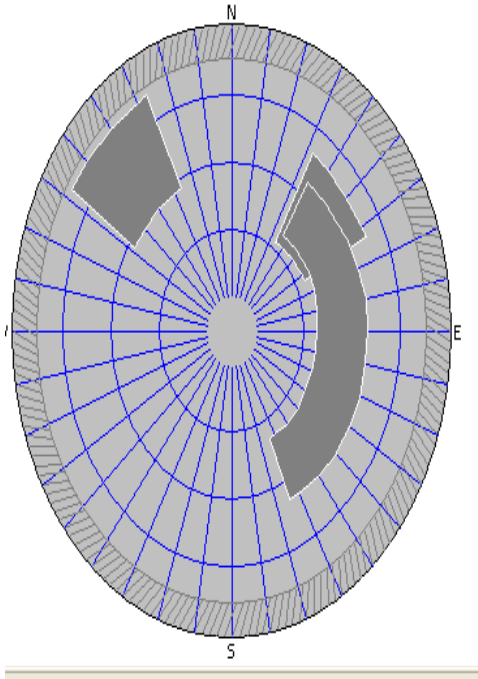
Αρχικά, στο λογισμικό καταχωρούνται οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου ενδιαφέροντος και εν συνεχεία εισάγεται η εφημερίδα gps (almanac) στο λογισμικό(εικόνα 5.11).

The screenshot shows a software window with a light beige background. On the left side, there are several input fields: 'Point Name' with the text 's6', 'Latitude' with radio buttons for 'N' and 'S' and three spinners showing '38', '29', and '00', 'Longitude' with radio buttons for 'E' and 'W' and three spinners showing '23', '43', and '53', 'Ell. Height' with a spinner showing '95', and a 'Comment' field with an 'Apply>>' button. At the bottom left are 'OK', 'Cancel', 'Cities...', and 'Map >>' buttons. On the right side, there are two sections for almanac files. The top section is titled 'Use GPS Almanac' (checked) and has a file path 'F:\Documents and Settings\mary\Επιφάνεια ε', an 'Age' field with '7200', and a 'Browse...' button. The bottom section is titled 'Use GLONASS Almanac' (unchecked) and has an empty file path, an empty 'Age' field, and a 'Browse...' button. At the bottom right are 'OK' and 'Cancel' buttons.

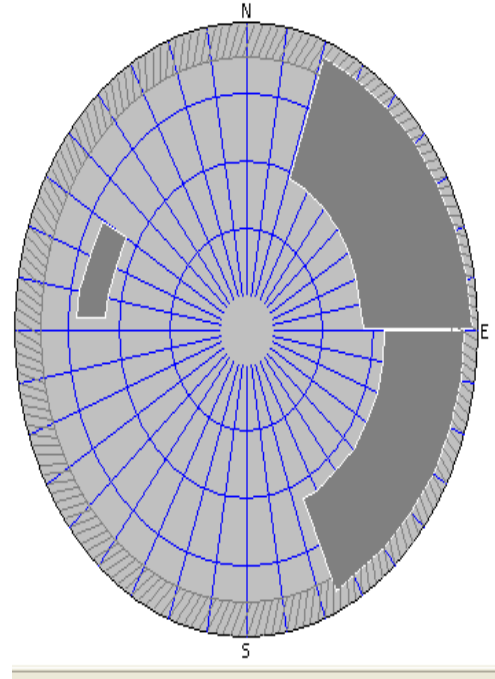
ΕΙΚΟΝΑ 5.11 ΕΙΣΑΓΩΓΗ NORTING, EASTING ΚΑΙ ALMANAC ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Εν συνεχεία, επειδή η περιοχή είναι αστική και τα ψηλά κτίρια αποτελούν εμπόδια στην ορατότητα των δορυφόρων το λογισμικό δίνει την δυνατότητα εισαγωγής εμποδίων με στοιχεία εισόδου το αζιμούθιο το οποίο δίνει την θέση του κτιρίου σε σχέση με το προς αποτύπωση σημείο, και την κλίση του κτιρίου.

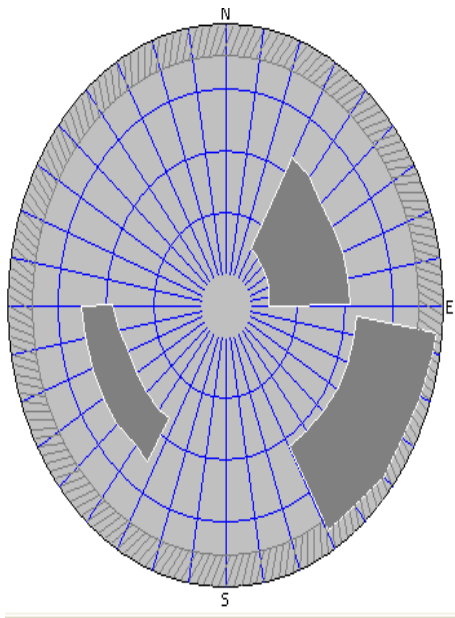
Για τον λόγο αυτό, πριν την εκτέλεση του λογισμικού έγιναν διαγράμματα «εμποδίων» με χρήση πυξίδας και κλισιμέτρου στην περιοχή μελέτης για να επιτρέψουν την «εισαγωγή» των εμποδίων στο λογισμικό(εικόνας 5.12).



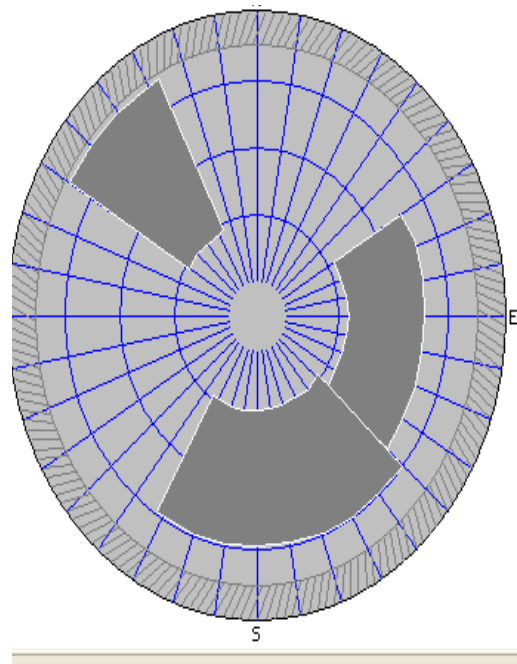
(α) ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ Σ6



(β) ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ Σ11



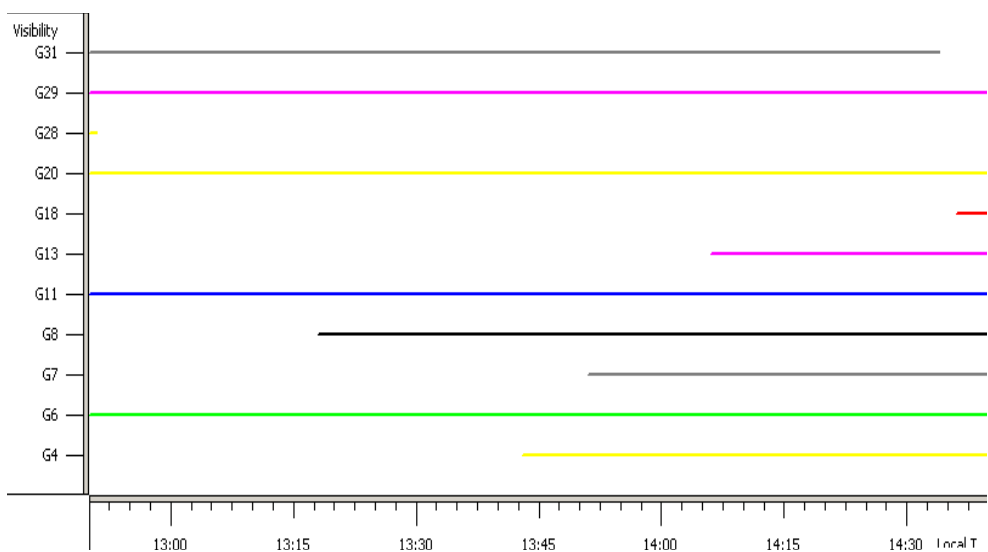
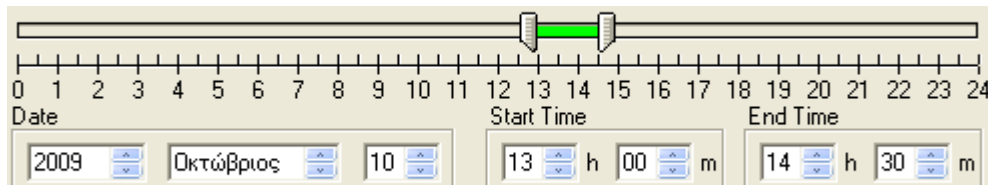
(γ) ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ Σ5



(δ) ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ Σ3

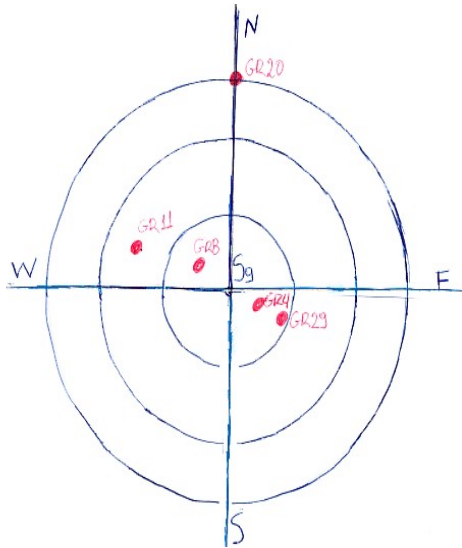
ΕΙΚΟΝΕΣ 5.12 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Με τον ορισμό της ώρας και της ημερομηνίας στις οποίες πραγματοποιηθήκαν οι μετρήσεις, το λογισμικό εμφανίζει το διάγραμμα ορατότητας των δορυφόρων και γεωμετρίας αυτών(εικόνα 5.13).

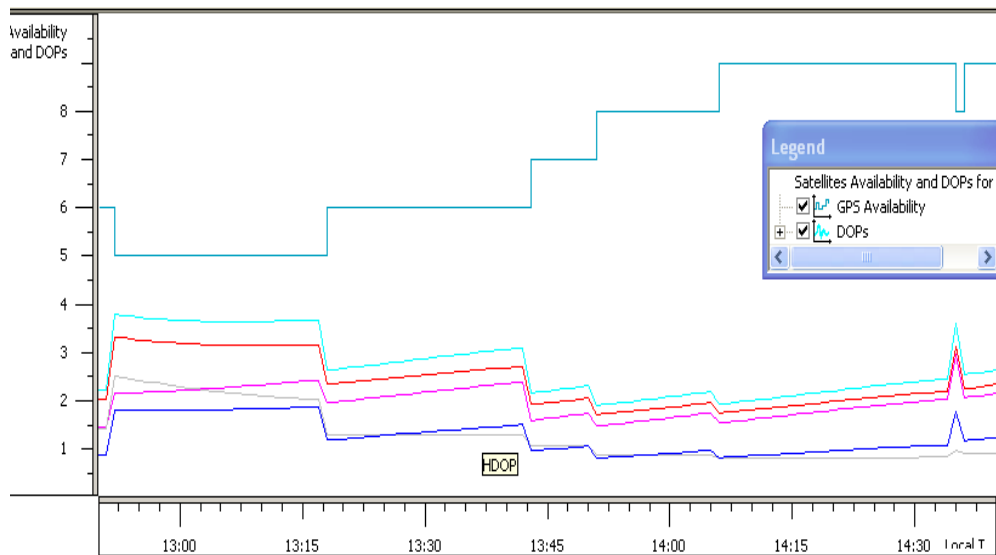


ΕΙΚΟΝΑ 5.13 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ9

Σύμφωνα, με το παραπάνω διάγραμμα 5-7 δορυφόροι είναι ορατοί στην περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα στο σημείο Σ9. Παρόλο αυτά, κατά την μέτρηση του σημείου με την τεχνική του single\_base RTK στις 13:30, με σύνδεση του δέκτη με το δίκτυο του HEPOS και συγκεκριμένα με τον μόνιμο σταθμό της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. (098<sup>A</sup>), μόνο 5 δορυφόροι ήταν ορατοί. Επίσης, η γεωμετρία αυτών των ορατών δορυφόρων ήταν κακή (σχήμα 5.1) με το PDOP να έχει την τιμή 4.7, ενώ και στο διάγραμμα της γεωμετρίας των δορυφόρων που προέκυψε από το λογισμικό(εικόνα 5.14) η γεωμετρία των δορυφόρων δεν είναι καλή.



ΣΧΗΜΑ 5.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΣΤΟ Σ9



ΕΙΚΟΝΑ 5.14 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ9

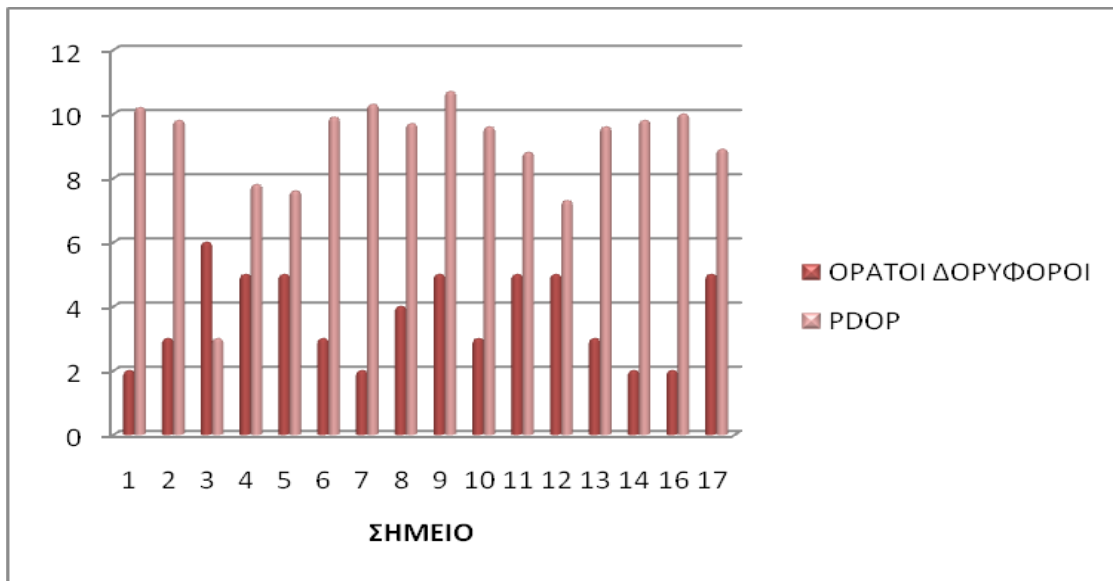
Η κόκκινη γραμμή του διαγράμματος απεικονίζει το PDOP των ορατών δορυφόρων ενώ οι υπόλοιπες απεικονίζουν δείκτες της γεωμετρίας των ορατών δορυφόρων όπως το VDOP (μωβ γραμμή), το TDOP (μπλε γραμμή), το HDOP (γκρι γραμμή) , το GDOP (θαλασσί γραμμή).

Το PDOP των ορατών δορυφόρων για την ώρα(13:30) που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις θα είναι κατά προσέγγιση στην τιμή 4.

Κατά την εφαρμογή του `single_base_RTK` ακολουθούνται τα εξής βήματα στο πεδίο:

1. Ορίζεται η τεχνική μετρήσεων, το `format` των δεδομένων και ο αριθμός κλήσης στο χειριστήριο
2. Ρυθμίζεται η διεύθυνση του HEPOS
3. Επιλέγεται το `mount-point`
4. Εισάγεται ο κωδικός και το όνομα χρήστη
5. Δημιουργείται το εκάστοτε `project` μετρήσεων, ορίζοντας το όνομα, την περίοδο παρατήρησης, το `elevation` και το ύψος του στυλαιού
6. Πραγματοποιούνται οι μετρήσεις.

Η τεχνική του `single_base_RTK` έδωσε λύση μόνο σε ένα σημείο (Σ3) με προσδιορισμένες ασάφειες φάσεις (`fixed`) και σε 5 σημεία με μη προσδιορισμένες ασάφειες φάσης (`float`). Στα υπόλοιπα σημεία λόγω της μειωμένης ορατότητας των δορυφόρων και κακής γεωμετρίας αυτών(διάγραμμα 5.3) η τεχνική δεν έδωσε ούτε `float` λύση όπως στο σημείο Σ9, στο οποίο η επιτυγχόμενη οριζοντιογραφική ακρίβεια ήταν της τάξης των 10 μέτρων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων με την τεχνική `single_base_RTK` με διάρκεια παρατήρησης 5sec και με σύνδεση με το δίκτυο του HEPOS παρουσιάζονται στον πίνακα 5.6.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3 ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ & ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ SINGLE\_BASE\_RTC

ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	fixed				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ3	476129.795	4206464.424	0.012	75.482	0.016
ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	float				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ4	476222.442	4206464.264	0.883	88.025	0.985
Σ5	476230.853	4206461.765	0.413	88.417	0.907
Σ11	476226.775	4206417.706	0.941	86.009	0.897
Σ12	476132.879	4206378.138	0.515	82.745	0.967
Σ17	476287.677	4206417.126	0.967	89.786	0.976

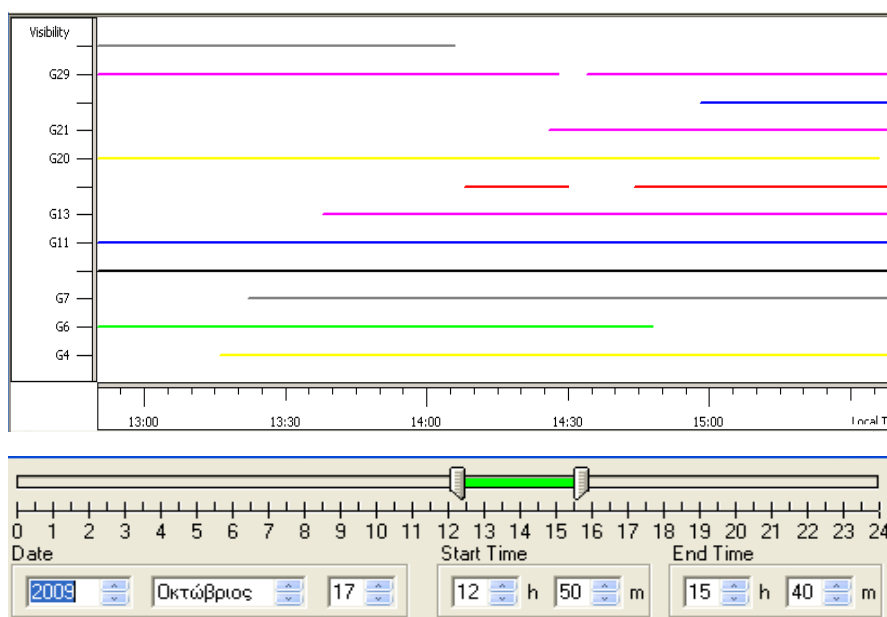
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ SINGLE\_BASE\_RTC

Η υψομετρική ακρίβεια των σημείων είναι χειρότερη από την οριζοντιογραφική, όπως ήταν αναμενόμενο. Επίσης, υπάρχουν σημεία των οποίων η ορατότητα των δορυφόρων είναι πάνω από την τιμή 4 και όμως δεν έχουν επιλυθεί ούτε fixed ούτε float λόγω της αυξημένης τιμής του PDOP, γεγονός που μαρτυρά την κακή γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων.



Τα σημεία όμως μετρήθηκαν και με την μέθοδο του δικτυακού RTK με την τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς με σύνδεση του δέκτη με το δίκτυο του HEPOS. Τα βήματα τα οποία ακολουθούνται στο πεδίο και αφορούν την ρύθμιση του χειριστηρίου του δέκτη είναι ίδια με την διαφορά ότι επιλέγεται η τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς σε πραγματικό χρόνο και το αντίστοιχο format των δεδομένων και ο αριθμός κλήσης.

Διενεργείται εκ νέου προμελέτη για την ορατότητα του δορυφορικού σχηματισμού στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με την οποία για τις 17 Οκτωβρίου και ώρα 13:30, 6-8 δορυφόροι είναι ορατοί στο σημείο Σ11(εικόνα 5.15). Παρόλο αυτά κατά την μέτρηση του σημείου μόνο 6 δορυφόροι ήταν ορατοί.



ΕΙΚΟΝΑ 5.15 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ11

Επίσης, σύμφωνα με το λογισμικό το PDOP έχει την τιμή 3 για την αντίστοιχη ώρα των μετρήσεων στο σημείο Σ11 ενώ στο πεδίο η τιμή του ήταν 3,3. Το Σ11 επιλύθηκε με μη προσδιορισμένες ασάφειες φάσης καθώς και άλλα 4 σημεία ενώ το Σ3 επιλύθηκε με fixed λύση(πίνακας 5.7). Τα υπόλοιπα σημεία της περιοχής μελέτης δεν μπόρεσαν να επιλυθούν.

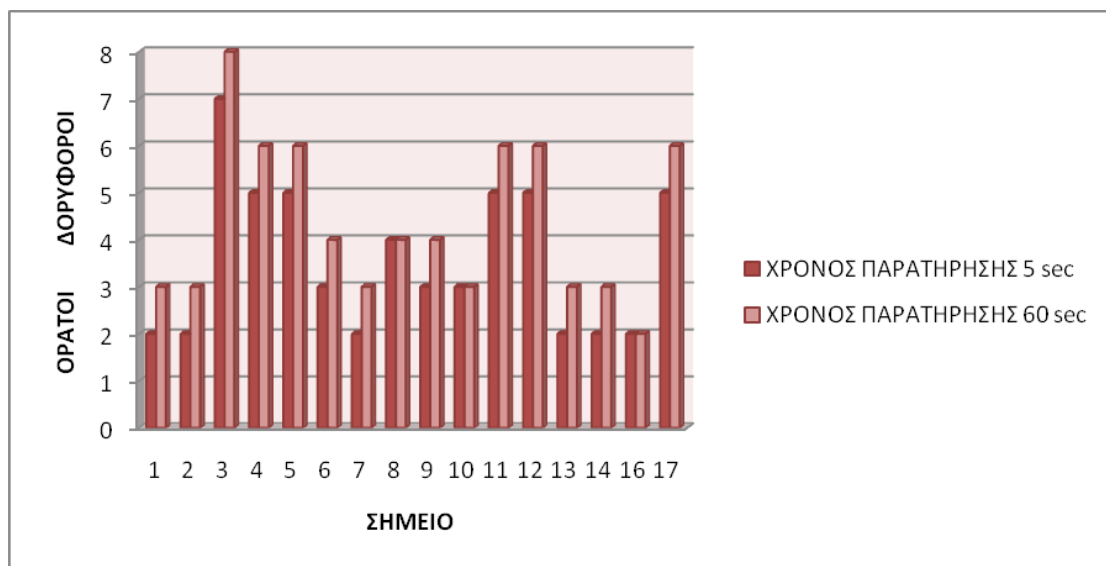
ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	fixed				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ3	476129.789	4206464.42	0.012	75.481	0.015
ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	float				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ4	476222.446	4206464.269	0.889	88.021	0.979
Σ5	476230.856	4206461.761	0.417	88.413	0.898
Σ11	476226.771	4206417.709	0.937	85.999	0.999
Σ12	476132.873	4206378.134	0.465	82.777	0.997
Σ17	476287.679	4206417.121	0.97	89.763	0.998

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VRS-RTK ΜΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ 5’’

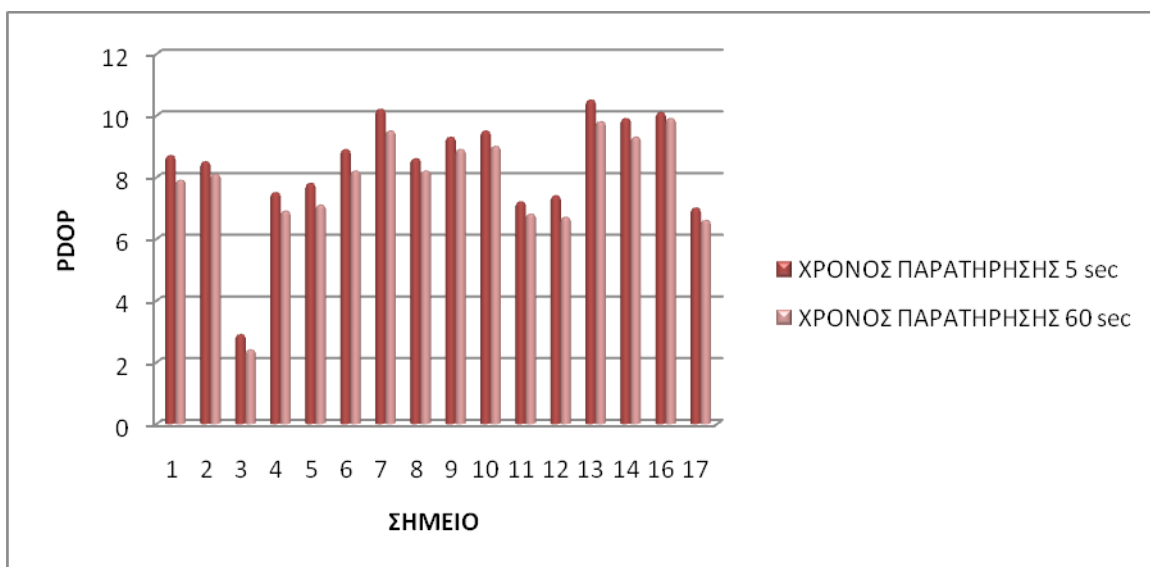
Εξαιτίας, της επίλυσης μόνο του 38% των σημείων της περιοχής μελέτης με την τεχνική VRS-RTK αυξάνεται ο χρόνος παρατήρησης σε 60 δευτερόλεπτα έτσι ώστε να εξεταστεί η δυνατότητα να αποτυπωθούν περισσότερα σημεία και με καλύτερες ακρίβειες(πίνακας 5.8). Η αύξηση της διάρκειας παραμονής στο εκάστοτε σημείο αύξησε τον αριθμό των ορατών δορυφόρων(διάγραμμα 5.4) και κατά συνέπεια και την ακρίβεια προσδιορισμού αυτών. Επιπροσθέτως, μειώθηκε η τιμή του PDOP(διάγραμμα 5.5) καθώς η γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού άλλαξε με την προσθήκη νέων δορυφόρων. Όμως, ο αριθμός των σημείων τα οποία αποτυπώθηκαν και ο τύπος της επίλυσης τους παρέμεινε ο ίδιος.

ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	fixed				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ3	476129.792	4206464.417	0.008	75.479	0.013
ΤΥΠΟΣ ΛΥΣΗΣ	float				
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)	h(m)	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ(m)
Σ4	476222.346	4206463.989	0.598	88.321	0.679
Σ5	476230.629	4206461.872	0.166	88.613	0.697
Σ11	476226.471	4206418.019	0.522	86.099	0.747
Σ12	476132.912	4206378.324	0.271	82.067	0.731
Σ17	476287.217	4206417.534	0.529	89.963	0.898

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VRS-RTK ΜΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ 60’’



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ



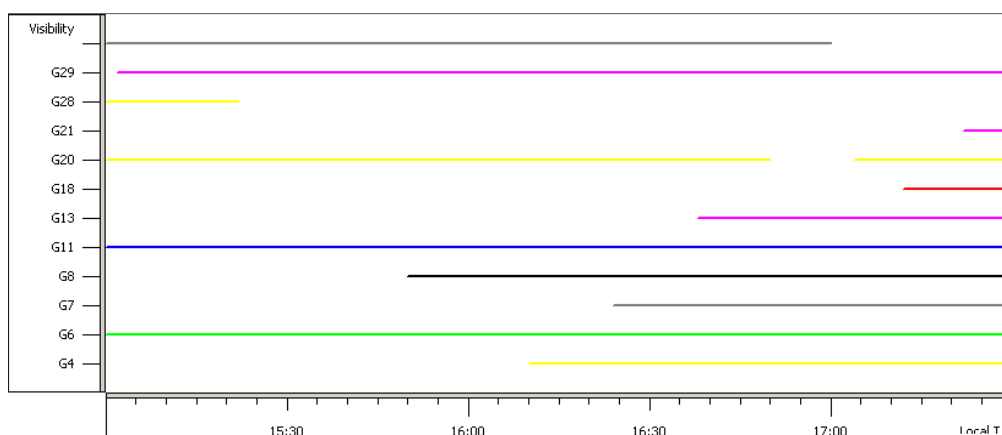
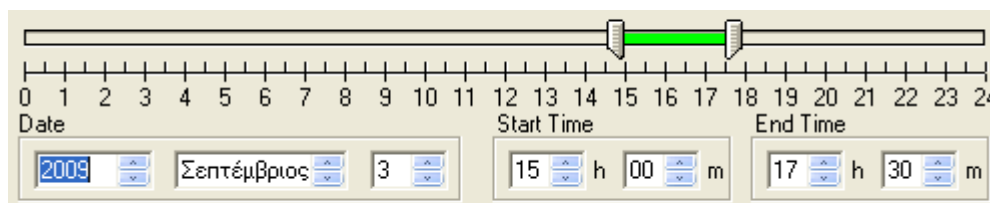
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ PDOP ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Η τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς δεν μπόρεσε να λειτουργήσει στο συγκεκριμένο αστικό περιβάλλον καθώς μόνο ένα σημείο αποτυπώθηκε με ακρίβεια 8 χιλιοστών (με διάρκεια παρατήρησης 60 sec), η οποία είναι εντός των ορίων για γεωδαιτικούς σκοπούς. Τα υπόλοιπα σημεία αποτυπώθηκαν με ακρίβεια από 40 εκατοστά μέχρι 1 μέτρο (οριζοντιογραφική) για διάρκεια παρατήρησης 5 sec. Ενώ η αύξηση του χρόνου παρατήρησης σε 60 sec βελτίωσε σημαντικά την ακρίβεια η οποία κυμαίνεται από 16 εκατοστά έως 60 εκατοστά (οριζοντιογραφική). Η υψομετρική ακρίβεια των σημείων δεν βελτιώθηκε σημαντικά αφού αρχικά ήταν στο επίπεδο του μέτρου και εν συνεχεία με την αύξηση του χρόνου παρατήρησης έφτασε το επίπεδο των 80 εκατοστών.

## 5.4 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Εξαιτίας της «προβληματικής» εφαρμογής των δορυφορικών μεθόδων η αποτύπωση των ζητούμενων κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων διενεργείται με τις κλασσικές γεωδαιτικές εφαρμογές.

Για τον λόγο αυτό ιδρύεται μια όδευση 6 κορυφών , κλειστή πλήρως εξαρτημένη. Η εξάρτηση της όδευσης θα πραγματοποιηθεί από σημεία γνωστών συντεταγμένων προσδιορισμένα από στατικό εντοπισμό. Ένα από τα σημεία αυτά επιλέγεται να είναι το Σ6(σκαρίφημα 4.1) για το οποίο εκτελείται το πρόγραμμα Mission Planning για τον προέλεγχο της ορατότητας των δορυφόρων. Σύμφωνα με το πρόγραμμα για την ημερομηνία και την ώρα που έχει ορισθεί, 5-7 δορυφόροι είναι ορατοί (εικόνα 5.16). Η γεωμετρία των δορυφόρων αυτών είναι πολύ καλή με τον δείκτη PDOP να κυμαίνεται από 2 έως 3.

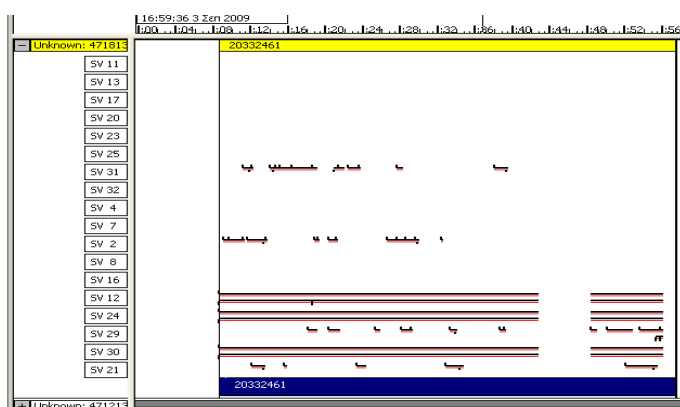


ΕΙΚΟΝΑ 5.16 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ6

Οι μετρήσεις του Σ6 προγραμματίζονται για μετά τις 16:00 και με διάρκεια παρατήρησης 50 λεπτά για την βελτίωση της ακρίβειας. Κατά την εφαρμογή του στατικού εντοπισμού μόνο 6 δορυφόροι είναι ορατοί τα πρώτα 5 λεπτά με PDOP 3,3 και το υπόλοιπο της περιόδου παρατήρησης 4-5 δορυφόροι είναι ορατοί .

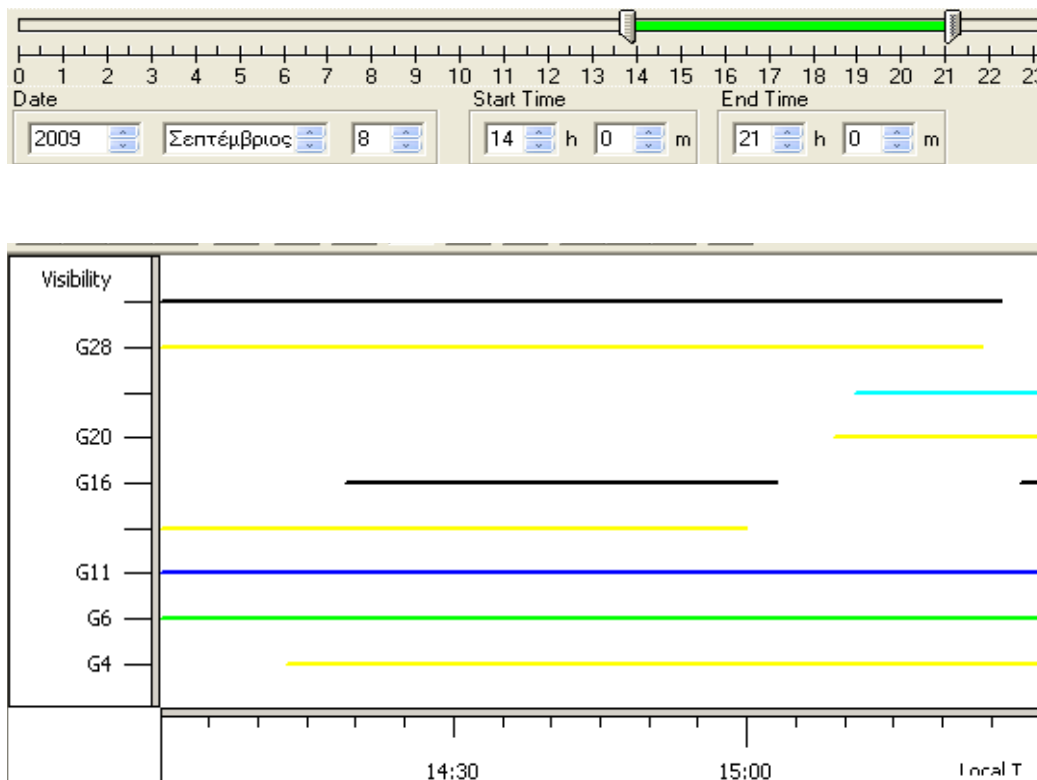
Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων και την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα Trimble Geomatic Office η βάση Τριγωνομετρικό Λαμπαδάριο→Σ6 δεν μπόρεσε να επιλυθεί καθώς το δορυφορικό σήμα είχε πολλές ασυνέχειες(εικόνα 5.17).

Κατά συνέπεια, το σημείο Σ6 δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξάρτηση της όδευσης και πραγματοποιούνται δορυφορικές μετρήσεις με την τεχνική του στατικού εντοπισμού στα σημεία τα οποία έδωσαν την καλύτερη ακρίβεια στον αρχικό στατικό εντοπισμό για την αποτύπωση των κορυφών με περίοδο παρατήρησης 50 λεπτά. Τα σημεία Σ5 και Σ11 είναι τα προαναφερόμενα σημεία(πίνακας 5.2).



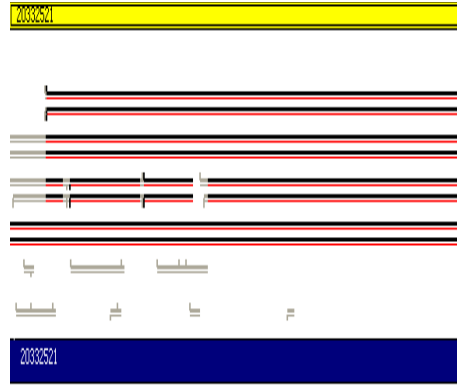
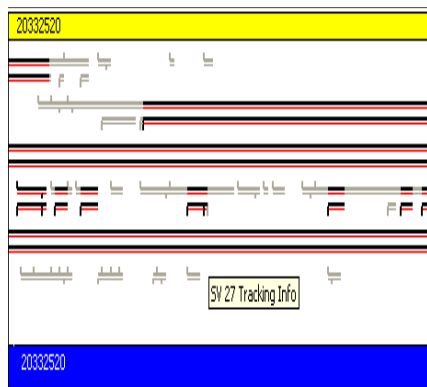
ΕΙΚΟΝΑ 5.17 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΟΥ Σ6

Για τα σημεία Σ5 και Σ11 εκτελείται Mission Planning σύμφωνα με το οποίο στις 14:00, 8 Σεπτεμβρίου 6 δορυφόροι είναι ορατοί στην περιοχή(εικόνα 5.18). Μετά την επεξεργασία των μετρημένων βάσεων τα RMS σφάλματα είναι 0,022m για την βάση Τριγωνομετρικό Λαμπαδάριο→Σ5 και 0,033 για την βάση Τριγωνομετρικό Λαμπαδάριο→Σ11. Οι αντίστοιχοι ποιοτικοί δείκτες είναι ο Ratio 2,2 και 4 και ο Reference variance 3,8 και 9,5 αντίστοιχα, γεγονός που μαρτυρά την ύπαρξη θορύβου στο δορυφορικό σήμα(εικόνες 5.19).



ΕΙΚΟΝΑ 5.18 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΩΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ11

Επίσης, παρόλη την επεξεργασία του δορυφορικού σήματος με αποκοπή των ασυνεχειών στο περιβάλλον του λογισμικού η ακρίβεια δεν βελτιώθηκε. Η εναλλαγή της γωνίας ανυψώσεως από 12 σε 15 και 20 μοίρες δεν έδωσε σημαντικά διαφορετικό αποτέλεσμα.



(α) Δορυφορικό σήμα του Σ5

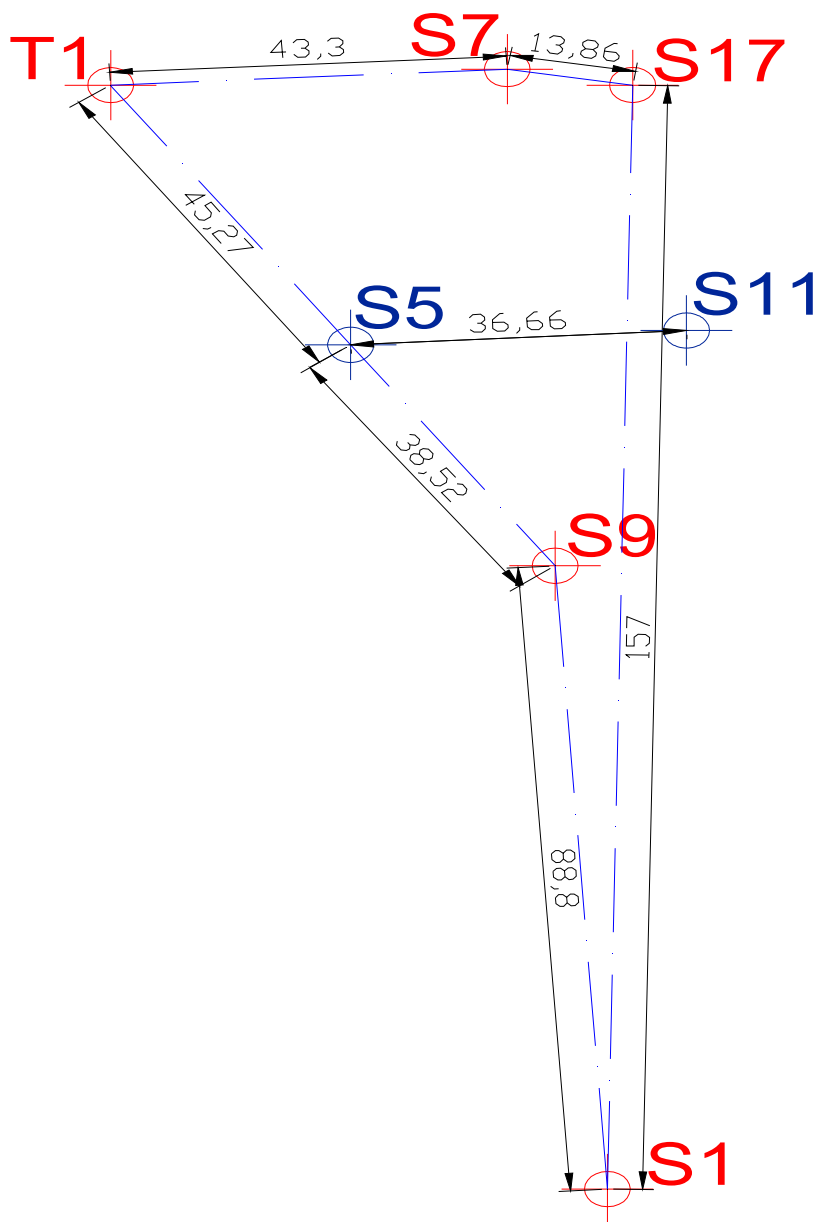
(β) Δορυφορικό σήμα του Σ11

#### ΕΙΚΟΝΕΣ 5.19 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ Σ5 & Σ11

Οι ακρίβειες εντοπισμού των σημείων Σ5 και Σ11 αναμενόταν να είναι καλύτερες ύστερα από την αύξηση της περιόδου παρατήρησης και της διενέργειας προμελέτης ορατότητας δορυφόρων (Mission Planning) σε σύγκριση με τον αρχικό στατικό εντοπισμό. Απεναντίας, οι ακρίβειες δεν βελτιώθηκαν λόγω των ασυνεχειών του δορυφορικού σήματος οι οποίες οφείλονται στο φαινόμενο πολλαπλών διαδρομών.

Ως αποτέλεσμα, τα σημεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την όδευση είναι τα Σ5, Σ11(μπλε σημεία) με την ακρίβεια που προέκυψαν από τον αρχικό στατικό εντοπισμό. Το Σ5 αποτελεί το πρώτο και τελευταίο σημείο της κλειστής εξαρτημένης όδευσης, ενώ το Σ11 αποτελεί το σημείο εξάρτησης το οποίο ορίζει τον προσανατολισμό (αζιμούθιο). Η πολυγωνομετρική γραμμή(διακεκομμένη μπλε γραμμή) της όδευσης φαίνεται στο σκαρίφημα 5.1 καθώς και οι μεταξύ των κορυφών της όδευσης αποστάσεις (σε μέτρα).





ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ 5.1 ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ

Το γωνιακό σφάλμα κλεισίματος είναι 0,0302 grad ενώ το γραμμικό σφάλμα κλεισίματος είναι 0,029 κατά X και 0,030 κατά Y. Η επίλυση της όδευσης πραγματοποιήθηκε σε φύλλο εργασίας Excel (παράρτημα Α).

Οι συντεταγμένες των κορυφών της όδευσης προκύπτουν από την επίλυση της (πίνακας 5.8) και οι υπόλοιπες κορυφές αποτυπώνονται με την μέθοδο των πολικών συντεταγμένων από τις κορυφές Σ9, Τ1, Σ1 και Σ7 όπως φαίνεται στον πίνακα 5.7. Επίσης, τα υψόμετρα προκύπτουν από τριγωνομετρική υψομετρία (πίνακας 5.9 και 5.10).

ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	H(m)
Σ5	476230,469	4206461,917	120,199
Τ1	476274,293	4206472,931	125,999
Σ7	476284,839	4206430,989	126,098
Σ17	476286,731	4206417,326	126,024
Σ1	476129,996	4206421,527	119,710
Σ9	476218,518	4206426,603	123,440

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΟΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ87 ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ

ΑΠΟ ΣΗΜΕΙΟ	ΣΕ ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	H(m)
Τ1	Σ6	476276.750	4206461.189	126.040
Σ1	Σ2	476124.555	4206428.945	119.923
	Σ3	476129.799	4206464.413	120.523
	Σ12	476132.956	4206378.647	119.861
Σ9	Σ8	476228.238	4206426.855	123.847
	Σ10	476220.330	4206418.271	123.426
	Σ4	476221.954	4206463.448	123.781
	Σ13	476215.180	4206377.736	123.870
	Σ14	476223.790	4206371.286	123.229
Σ7	Σ16	476302.206	4206366.974	125.858

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ87 ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ

Οι ακρίβειες μέτρησης των γωνιών θλάσης της όδευσης κυμαίνονται από 3 έως 10 cc, οι οποίες προέκυψαν από τα σφάλματα μέτρησης των οριζόντιων γωνιών, ενώ αντίστοιχα τα σφάλματα των καλύτερων τιμών των γωνιών θλάσης κυμαίνονται από 2 έως 7 cc(τύποι 5.1).

$$\sigma_{\theta_{\beta}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{\beta} - \beta)^2}{n-1}} \quad \sigma_{x_{\beta}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{\beta} - \beta)^2}{n}}$$

ΤΥΠΟΙ 5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΘΛΑΣΗΣ

Τα σφάλματα μέτρησης των κεκλιμένων μηκών κυμαίνονται από 1,1 έως 2,4 εκατοστά ενώ των καλύτερων τιμών τους από 1 έως 1,7 εκατοστά(τύποι 5.2).

$$\sigma_{\theta_D} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{D} - D)^2}{n-1}} \quad \sigma_{x_D} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{D} - D)^2}{n}}$$

ΤΥΠΟΙ 5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΜΗΚΩΝ

Οι κατακόρυφες γωνίες μετρήθηκαν με σφάλματα από 5 έως 9 cc ενώ αντίστοιχα τα σφάλματα των καλύτερων τιμών τους κυμαίνονται από 3 έως 6 cc (τύποι 5.3).

$$\sigma_{\theta_z} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{z} - z)^2}{n-1}} \quad \sigma_{x_z} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{z} - z)^2}{n}}$$

ΤΥΠΟΙ 5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΓΩΝΙΩΝ

Τα σφάλματα των ανηγμένων στο οριζόντιο επίπεδο αποστάσεων (καλύτερης τιμής) υπολογίστηκαν με εφαρμογή του νόμου μετάδοσης σφαλμάτων και κυμαίνονται από 1,7 εκατοστά έως 8 χιλιοστά (τύπος 5.4).

$$\sigma_s = \sqrt{(\sin z * \sigma_D)^2 + (D * \sigma_z)^2}$$

ΤΥΠΟΣ 5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Τόσο στα οριζόντια όσο και στα κεκλιμένα μήκη το μεγαλύτερο σφάλμα 1,7 εκατοστά αντιστοιχεί στην πλευρά Σ17Σ1 της όδευσης, η οποία έχει την μεγαλύτερη απόσταση από όλες περίπου 157 μέτρα.

Το σφάλμα υπολογισμού του αζιμούθιου α511 είναι 0,21 cc το οποίο προσδιορίστηκε ύστερα από εφαρμογή του νόμου μετάδοσης μεταβλητοτήτων- συμμεταβλητοτήτων(εικόνα 5.20) από τις συντεταγμένες των κορυφών Σ5 και Σ11.

Σφάλμα αζιμουθίου α115(grad)				
	X11			
x=	Y11	y=	a115	
	X5			
	Y5			
Vx=	0,000064	0	0	0
	0	0,000064	0	0
	0	0	0,000576	0
	0	0	0	0,000576
				-0,022680191
				-0,003348601
A=	-0,022680191	-0,003348601	0,022680191	0,003348601
				AT=
				0,022680191
				0,003348601
A*Vx=	-1,45153E-06	-2,1431E-07	1,30638E-05	1,92879E-06
Vy=	3,36387E-07			
$\sigma_{\alpha_{115}} = A * V_x * A^T = [2,8645 E - 07] = 0,21cc$				

ΕΙΚΟΝΑ 5.20 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΟΜΟΥ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΩΝ-ΣΥΜΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΩΝ

Επίσης, τα σφάλματα των καλύτερων τιμών των αζιμούθιων των πλευρών της όδευσης υπολογίστηκαν από νόμο μετάδοσης σφαλμάτων και είναι από 2 έως 7 cc (τύπος 5.5).

$$\sigma_{\alpha_{v-1y}} = \sqrt{\sigma_{\alpha_{115}}^2 + \sigma_{\beta v}^2}$$

ΤΥΠΟΣ 5.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΑΖΙΜΟΥΘΙΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ ΟΔΕΥΣΗΣ

Εν τέλει, τα σφάλματα προσδιορισμού των οριζοντιογραφικών συντεταγμένων των κορυφών προκύπτουν ύστερα από νόμο μετάδοσης σφαλμάτων από τους τύπους 5.6 και 5.7.

$$\sigma_{X_v} = \sqrt{\sigma_{X_{v-1}}^2 + (\sin \alpha_{v-1,v} * \sigma_{S_{v-1,v}})^2 + (S_{v-1,v} * \cos \alpha_{v-1,v} * \sigma_{\alpha_{v-1,v}})^2}$$

ΤΥΠΟΣ 5.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΤΕΤΜΗΜΕΝΗΣ

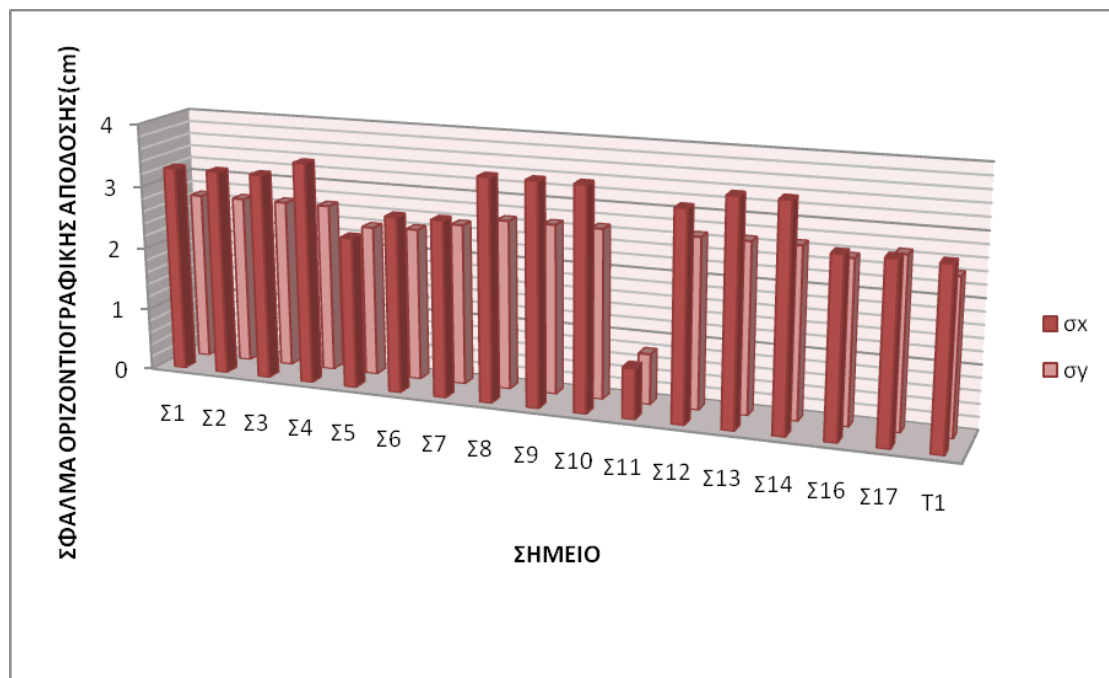
$$\sigma_{Y_v} = \sqrt{\sigma_{Y_{v-1}}^2 + (\cos \alpha_{v-1,v} * \sigma_{S_{v-1,v}})^2 + (S_{v-1,v} * \sin \alpha_{v-1,v} * \sigma_{\alpha_{v-1,v}})^2}$$

ΤΥΠΟΣ 5.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΤΕΤΑΓΜΕΝΗΣ

Γενικά τα σφάλματα προσδιορισμού των τεταγμένων είναι καλύτερα αφού κυμαίνονται από 2,4 έως 2,7 εκατοστά σε αντίθεση με τα αντίστοιχα των τετμημένων τα οποία κυμαίνονται από 2,7 έως 3,5 εκατοστά (πίνακας 5.11 και διάγραμμα 5.6). Το γεγονός αυτό είναι ανεξάρτητο από την ακρίβεια μέτρησης των μηκών και των γωνιών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την επίλυση τόσο της όδευσης όσο και της ταχυμετρίας τα οποία έχουν δεδομένη ακρίβεια. Κατά συνέπεια είναι απόρροια της υπολογιστικής διαδικασίας του νόμου μετάδοσης σφαλμάτων όπου για τις τετμημένες χρησιμοποιείται ο τύπος 5.7 και για τις τεταγμένες ο τύπος 5.8.

ΣΗΜΕΙΟ	$\sigma_x(m)$	$\sigma_y(m)$	$\sigma_h(m)$
T1	0,027	0,024	0,048
Σ7	0,027	0,025	0,048
Σ17	0,028	0,026	0,048
Σ1	0,032	0,026	0,048
Σ9	0,035	0,026	0,048
Σ6	0,027	0,024	0,048
Σ8	0,035	0,026	0,048
Σ4	0,035	0,026	0,048
Σ10	0,035	0,026	0,048
Σ13	0,035	0,026	0,048
Σ14	0,035	0,026	0,048
Σ16	0,027	0,025	0,048
Σ2	0,032	0,026	0,048
Σ3	0,032	0,026	0,048
Σ12	0,032	0,026	0,048

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11 ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ



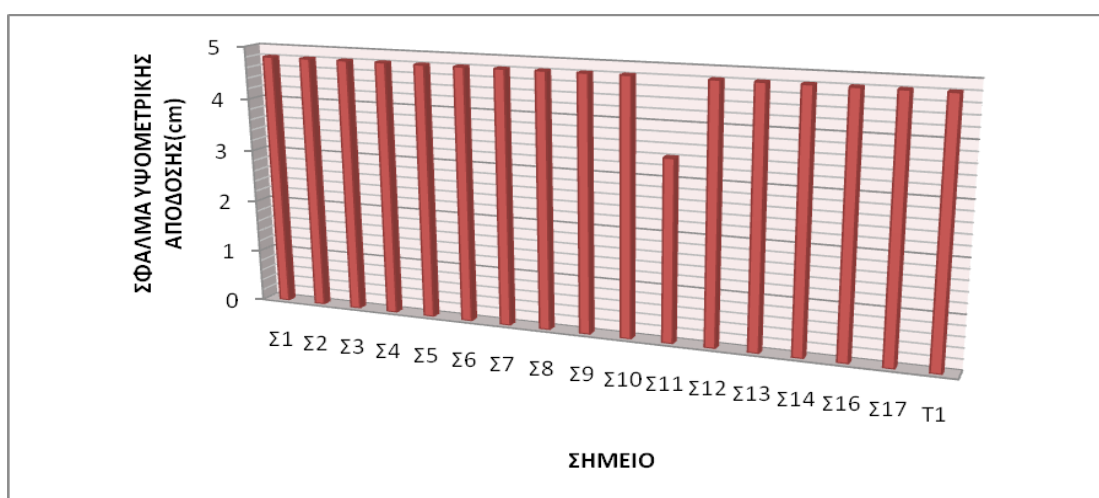
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6 ΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Η ακρίβεια προσδιορισμού των ορθομετρικών υψομέτρων των κορυφών προκύπτει από νόμο μετάδοσης σφαλμάτων από την ακρίβεια προσδιορισμού του γνωστού σημείου από το οποίο σκοπεύετε το άγνωστο σημείο(τύπος 5.8). Τα σφάλματα των ορθομετρικών υψομέτρων είναι 4,8 εκατοστά κατά προσέγγιση για την εκάστοτε κορυφή με εξαίρεση την κορυφή Σ11 της οποίας είναι 3,4 εκατοστά(διάγραμμα 5.7).

$$\sigma_{H_v} = \sqrt{\sigma_{h_{v-1}}^2 + \sigma_{\Delta H_{v-1y}}^2}$$

ΤΥΠΟΣ 5.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΟΡΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ

Η υψομετρική ακρίβεια των σημείων είναι χειρότερη από την οριζοντιογραφική ως αποτέλεσμα χρήσης των σημείων του αρχικού στατικού εντοπισμού για σημεία εξάρτησης της όδευσης. Όμως, είναι σταθερή όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5.7.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7 ΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τα σφάλματα των κορυφών οι οποίες προσδιορίστηκαν με την μέθοδο των πολικών συντεταγμένων(πίνακας 5.10) είναι εξαρτημένα από τα αντίστοιχα σφάλματα των κορυφών από τις οποίες σκοπεύτηκαν.

Για τον λόγο αυτό τα σημεία τα οποία σκοπεύτηκαν από το Σ9 έχουν ακρίβεια της τάξης των 3,5 εκατοστών κατά X και 2,7 εκατοστών κατά Y επειδή και το Σ9 έχει ακρίβεια εντοπισμού της τάξης των 3,5 εκατοστών κατά X και 2,7 εκατοστών κατά Y. Τα σημεία τα οποία σκοπεύτηκαν από το Σ1 έχουν ακρίβεια της τάξης των 3,2 εκατοστών κατά X και 2,7 εκατοστών κατά Y σε αντιστοιχία με αυτή της Σ1. Το ίδιο ισχύει και για τις κορυφές Σ6 και Σ16 οι οποίες σκοπεύτηκαν από την T1 και Σ7 αντίστοιχα.

Επίσης , τα σφάλματα όλων των κορυφών είναι εξαρτημένα από το επίπεδο ακρίβειας που προσδιορίστηκαν οι κορυφές Σ5 και Σ11 οι οποίες αποτελούν τις κορυφές εξάρτησης της όδευσης με οριζοντιογραφικά σφάλματα 0,024 και 0,008 εκατοστά αντίστοιχα.

Εάν τα σημεία αυτά ήταν προσδιορισμένα με ακρίβεια από 1 εκατοστό έως 5 χιλιοστά οι αντίστοιχες ακρίβειες κατά X θα ήταν από 1,4 εκατοστά έως 2,5 και κατά Y από 1,2 εκατοστά έως 8 χιλιοστά, δηλαδή κατά προσέγγιση αύξηση της ακρίβειας κατά 25% στις τετμημένες και κατά 50% στις τεταγμένες.

Κατά την εφαρμογή των κλασσικών γεωδαιτικών τεχνικών όλες οι κορυφές αποτυπώθηκαν υψομετρικά και οριζοντιογραφικά και για αυτόν το λόγο η συγκεκριμένη τεχνική αποτελεί την βέλτιστη λύση για το πρόβλημα που τέθηκε αρχικά(παράγραφος 3.4) σε σύγκριση με τις προαναφερόμενες δύο τεχνικές(παράγραφος 5.1 και 5.2).



## 5.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

Οι τεχνικές οι οποίες εφαρμόστηκαν για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης έχουν διαφορετικές ακρίβειες και έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα. Επίσης, η κάθε τεχνική έχει συγκεκριμένο εύρος αποτυπωμένων σημείων(βλέπε παράρτημα Γ), για παράδειγμα με τις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους αποτυπώθηκαν και τα 17 σημεία ενώ με τον στατικό εντοπισμό μόνο 5. Εξαιτίας αυτού, κρίνεται σκόπιμη η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων τα εξαγόμενα από τις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους θεωρούνται ως σημεία αναφοράς.

Οι διαφορές των συντεταγμένων κατά X και Y υπολογίζονται(πίνακας 5.12) και διενεργείται έλεγχος αν η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99% σύμφωνα με τον οποίο οι διαφορές αυτές δεν οφείλονται στην ύπαρξη συστηματικού σφάλματος(πίνακας 5.14).

Ο παραπάνω έλεγχος διενεργείται με βάση το τυπικό σφάλμα των διαφορών των συντεταγμένων(πίνακας 5.13) το οποίο διαιρείται από την αντίστοιχη διαφορά και συγκρίνεται με το όριο εμπιστοσύνης.

ΣΗΜΕΙΟ	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$
Σ4	-0,062	-0,042
Σ8	-0,038	-0,080
Σ12	-0,024	0,061

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

ΣΗΜΕΙΟ	σδx(m)	σδy(m)
Σ4	0.066	0.062
Σ8	0.053	0.048
Σ12	0.043	0.039

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13 ΤΥΠΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

δx/σδx	δy/σδy		z για 95%	z για 99%
-0.953	-0.677	≤	1.96	2.576
0.294	-1.687	≤	1.96	2.576
-0.576	-0.148	≤	1.96	2.576

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Οι παραπάνω διαφορές οφείλονται καθαρά στα σφάλματα των μετρήσεων, τυχαία σφάλματα, και αντανακλούν τις διαφορετικές ακρίβειες προσδιορισμού των συντεταγμένων σε δορυφορικές και κλασσικές γεωδαιτικές τεχνικές. Συγκρίνοντας τις ακρίβειες προσδιορισμού των συντεταγμένων των κορυφών, εκείνες που προέκυψαν από στατικό εντοπισμό είναι χειρότερες από τις κλασσικές γεωδαιτικές.

Επίσης, οι διαφορές των συντεταγμένων του σημείου Σ3 το οποίο αποτυπώθηκε με την τεχνική του single\_base και δικτυακού RTK με αυτές από τις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους παρουσιάζονται στον πίνακα 5.15.

ΔΙΑΦΟΡΑ SINGLE BASE RTK-TAXYMETRIA			
ΔX(m)	ΔY(m)	σδx(m)	σδy(m)
0.004	-0.011	0.034	0.029
ΔΙΑΦΟΡΑ RTK/VRS(5")-TAXYMETRIA			
ΔX(m)	ΔY(m)	σδx(m)	σδy(m)
0.010	-0.007	0.034	0.029
ΔΙΑΦΟΡΑ RTK/VRS(1')-TAXYMETRIA			
ΔX(m)	ΔY(m)	σδx(m)	σδy(m)
0.007	-0.004	0.033	0.027

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ Σ3

Οι διαφορές των συντεταγμένων κατά X και Y υπολογίζονται(πίνακας 5.15) και διενεργείται έλεγχος αν η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99% σύμφωνα με τον οποίο οι διαφορές αυτές δεν οφείλονται στην ύπαρξη συστηματικού σφάλματος(πίνακας 5.16). Ο παραπάνω έλεγχος διενεργείται με βάση το τυπικό σφάλμα των διαφορών των συντεταγμένων(πίνακας 5.15) το οποίο διαιρείται από την αντίστοιχη διαφορά και συγκρίνεται με το όριο εμπιστοσύνης.

<b>SINGLE_BASE_RTK-TAXYMETRIA</b>				
<b>δx/σδx</b>	<b>δy/σδy</b>		<b>z για 95%</b>	<b>z για 99%</b>
0.117	-0.379	≤	1.96	2.576
<b>RTK/VRS(5'')-TAXYMETRIA</b>				
<b>δx/σδx</b>	<b>δy/σδy</b>		<b>z για 95%</b>	<b>z για 99%</b>
0.294	-0.023	≤	1.96	2.576
<b>RTK/VRS(60'')-TAXYMETRIA</b>				
<b>δx/σδx</b>	<b>δy/σδy</b>		<b>z για 95%</b>	<b>z για 99%</b>
0.212	-0.148	≤	1.96	2.576

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ Σ3

Οι ακρίβειες οι οποίες επιτεύχθηκαν κατά τον εντοπισμό του σημείου Σ3 με την εφαρμογή του single\_base και δικτυακού RTK είναι καλύτερες από τις αντίστοιχες των κλασικών γεωδαιτικών μεθόδων. Το παραπάνω γεγονός αποτελεί απόρροια από την χρήση των προσδιορισμένων με στατικό εντοπισμό σημείων Σ5 και Σ11 για την εξάρτηση του πολυγωνομετρικού δικτύου, των οποίων οι ακρίβειες μεταδίδονται στην ακρίβεια προσδιορισμού του σημείου Σ3 και έχουν ως αποτέλεσμα την χειρότερη ακρίβεια προσδιορισμού του σημείου από τις κλασικές γεωδαιτικές μεθόδους έναντι της μεθόδου RTK.

## 5.6 ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VLSO

Βασικός στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι ο έλεγχος συμβατότητας των χωρικών δεδομένων κτηματολογικού διαγράμματος.

Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με την σύγκριση των συντεταγμένων των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης όπως αυτές προκύπτουν από τις εργασίες πεδίου και από την ορθοφωτογραφία πολύ μεγάλης κλίμακας της περιοχής μελέτης.

Φορτώνοντας την ορθοφωτογραφία στο λογισμικό ArcGIS και τοποθετώντας τον κέρσορα στην κορυφή του εκάστοτε οικοδομικού τετραγώνου εμφανίζονται οι συντεταγμένες του σημείου στην κάτω δεξιά γωνία.

Οι συντεταγμένες οι οποίες προκύπτουν αναφέρονται στο πλαίσιο αναφοράς ITRF89 και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται το λογισμικό αμφίδρομου μετασχηματισμού μεταξύ HEPOS→ΕΓΣΑ87 έτσι ώστε να εξαχθούν οι συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ87 για να είναι δυνατή η σύγκριση.

Στο λογισμικό μετασχηματισμού εισάγονται αρχικά οι κάρτες και οι παράμετροι μετασχηματισμού (πατώντας το πλαίσιο ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ), εν συνεχεία τα E,N του VLSO πληκτρολογούνται στα πεδία με το πορτοκαλί φόντο και πατώντας το πλαίσιο TM07 σε TM87 εμφανίζονται οι αντίστοιχες συντεταγμένες στην προβολή του ΕΓΣΑ87 στα πεδία με το γαλάζιο φόντο(εικόνα 5.21).

Μετασχηματισμός HTRS07 <-> ΕΓΣΑ87 / Εισαγωγή συντεταγμένων με πληκτρολόγηση / ver. 1.0

Έκδοση βασιζόμενη σε ένα 3Δ 7-παραμετρικό μοντέλο μετασχηματισμού Helmert και σε διορθωτικούς καννάβους ΔΕ, ΔΝ.

Σημ.: Αυτή η έκδοση ΔΕΝ εφαρμόζεται για την περιοχή του Καστελλόριζου.

ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ : 408 tx 203.437 ex -.170  
 422 ty -73.461 ey -.060  
 tz -243.594 ez -.151  
 ds -.000000294

**ΒΟΗΘΕΙΑ**      Μετασχηματισμός από HTRS07 (HEPOS ETRF2005/2007.5) σε ΕΓΣΑ87 (φ,λ και Ε,Ν)

ΔΩΣΕ: Χ,Υ,Ζ στο HTRS07 (HEPOS) ETRF2005/2007.5 [μέτρα]

4606433.009  
 2025045.669  
 3906119.160

Μετατροπή και Μετασχ/σμός >

HTRS07 φ,λ,h και Ε,Ν, scale

38	00	27.79141
23	43	51.21229
h (ελλειψοειδές)		
476375.519		
2206705.715		
scale		

Διορθώσεις καννάβου [cm]

033.9  
 050.1

ΕΓΣΑ87 φ,λ και Ε,Ν

38	00	18.46726
23	43	45.12508
476226.242		
4206418.774		

TM07(E,Ν,h) σε TM87(E,Ν)

Μετασχηματισμός από ΕΓΣΑ87 (Ε,Ν,h) ή (φ,λ,h) σε HTRS07 (HEPOS Ε,Ν και φ,λ)

ΕΓΣΑ87 Ε,Ν,h [m]

566296.541      6.501  
 4529332.314

ΕΓΣΑ87 φ,λ [DDMMSS.SSSSS] , h[m]

405444.68271      6.501  
 244714.08889

Μετατροπή και Μετασχ/σμός >

Διορθώσεις καννάβου [cm]

HTRS07 φ,λ και Ε,Ν

φ ' ' "  
 λ ' ' "  
 Ε  
 Ν

ΕΙΚΟΝΑ 5.21 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ Σ11 ΑΠΟ ETRF89→ΕΓΣΑ87

Με την πραγματοποίηση της παραπάνω διαδικασία στο σύνολο των σημείων της περιοχής μελέτης εξάχθηκαν οι συντεταγμένες των σημείων από την ορθοφωτογραφία στην προβολή του ΕΓΣΑ87 (πίνακας 5.17).

ΣΗΜΕΙΟ	E(m)	N(m)
1	476129.869	4206421.263
2	476124.678	4206429.082
3	476129.497	4206464.095
4	476222.227	4206463.722
5	476230.777	4206461.661
6	476277.009	4206461.512
7	476285.102	4206431.189
8	476227.935	4206427.004
9	476218.728	4206426.906
10	476219.994	4206418.591
11	476226.242	4206418.774
12	476133.103	4206378.818
13	476215.143	4206377.955
14	476223.536	4206370.975
16	476302.05	4206367.092
17	476287.005	4206417.616

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17 Ε,Ν ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ VLSO

Οι διαφορές των συντεταγμένων οι οποίες προκύπτουν από την ορθοφωτογραφία σε ETRF89 και μετασχηματίζονται στο ΕΓΣΑ87 σε σχέση με αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των κλασσικών γεωδαιτικών μεθόδων στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 3-34 εκατοστά (πίνακας 5.18). Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κτηματολογίου η διαφορά των συντεταγμένων σημείων ευκρινώς αναγνωρισμένων στα ψηφιακά υπόβαθρα του Εθνικού Κτηματολογίου (VLSO) και προσδιορισμένων με καλή ακρίβεια στο έδαφος δεν πρέπει να ξεπερνά τα 40 εκατοστά για κτηματολογικά διαγράμματα κλίμακας 1:1000 (αστική περιοχή). Κατά συνέπεια, οι διαφορές είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων.

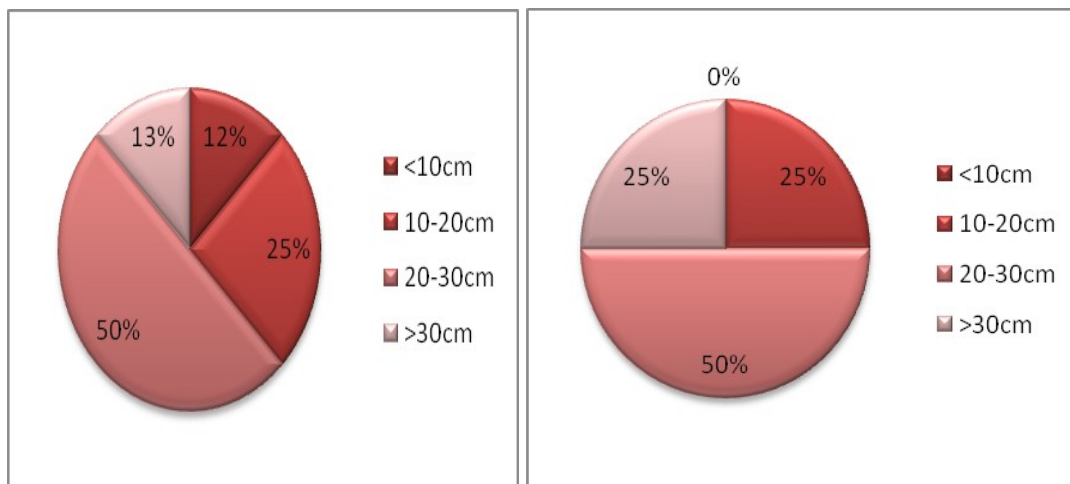
ΣΗΜΕΙΟ	ΔΕ(m)	ΔΝ(m)
1	-0.127	-0.264
2	0.122	0.137
3	-0.302	-0.317
4	0.272	0.273
5	0.308	-0.256
6	0.258	0.323
7	0.262	0.200
8	-0.303	0.149
9	0.209	0.303
10	-0.336	0.320
11	-0.029	0.273
12	0.146	0.170
13	-0.037	0.218
14	-0.254	-0.310
16	-0.156	0.118
17	0.273	0.290

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VL50 ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η επικρατέστερη διαφορά των συντεταγμένων τόσο σε Easting όσο και σε Northing είναι 20-30 εκατοστά (διαγράμματα 5.8) οι οποίες είναι εντός των ανοχών του Κτηματολογίου για αστικές περιοχές (40 εκατοστά). Οι διαφορές αυτές οφείλονται άμεσα στην οριζοντιογραφική ακρίβεια της ορθοφωτογραφίας η οποία είναι 20 εκατοστά και στο μετασχηματισμό των συντεταγμένων από το ETRF89 στο ΕΓΣΑ87 του οποίου η ακρίβεια είναι 6-8 εκατοστά. Επίσης, η επιλογή του σημείου με τον κέρσορα πάνω στην ορθοφωτογραφία παίζει κεντρικό ρόλο στις διαφορές των συντεταγμένων αφού η σωστή φωτοερμηνεία της εικόνας είναι βασική για την επιλογή του σημείου στην ορθοφωτογραφία στην ίδια ακριβώς θέση που είναι υλοποιημένο στο έδαφος.

Οι διαφορές των συντεταγμένων οι οποίες είναι μεγαλύτερες από 30 εκατοστά οφείλονται στον μη ευκρινή εντοπισμό των σημείων στην ορθοφωτογραφία λόγω των πρόβλων των κτιρίων οι οποίοι δυσχαιρένουν την ορθή φωτοερμηνεία της.

Κατά αυτό τον τρόπο η τελική ακρίβεια προσδιορισμού των συντεταγμένων από την ορθοφωτογραφία στην προβολή του ΕΓΣΑ87 είναι 22 εκατοστά κατά μέγιστο. Αντιθέτως, με την εφαρμογή των κλασσικών γεωδαιτικών μεθόδων η οριζοντιογραφική ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται είναι 3 εκατοστά. Τέλος, το μέσο τυπικό σφάλμα των διαφορών των συντεταγμένων είναι 22 εκατοστά με εύρος τιμών από 22,02 έως 22,28 (πίνακας 5.19) .



(α) ΠΟΣΟΣΤΑ ΓΙΑ ΔΕ

(β) ΠΟΣΟΣΤΑ ΓΙΑ ΔΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 5.8 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΑΠΟ VLSSO ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



ΣΗΜΕΙΟ	σδΕ(cm)	σδΝ(cm)
Σ1	22.243	22.163
Σ2	22.243	22.163
Σ3	22.243	22.163
Σ4	22.279	22.163
Σ5	22.130	22.130
Σ6	22.176	22.133
Σ7	22.177	22.148
Σ8	22.279	22.163
Σ9	22.279	22.163
Σ10	22.279	22.163
Σ11	22.014	22.014
Σ12	22.243	22.163
Σ13	22.279	22.163
Σ14	22.279	22.163
Σ16	22.177	22.148
Σ17	22.177	22.163

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19 ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:**  
**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αστική αποτύπωση η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για τον έλεγχο συμβατότητας των χωρικών δεδομένων των κτηματολογικών διαγραμμάτων, αποτελεί μια «δύσκολη» εφαρμογή των δορυφορικών μεθόδων εντοπισμού θέσης και των δικτύων μόνιμων σταθμών GPS σε δομημένο περιβάλλον. Τα συμπεράσματα τα οποία εξάχθηκαν από την εργασία αυτή αλλά και προτάσεις για τη συνέχιση της διπλωματικής αυτής εργασίας περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο.

### 6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την διεξαγωγή των εργασιών πεδίου και της απαραίτητης επεξεργασίας των μετρήσεων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων συμπεραίνονται τα εξής:

- Με τον στατικό εντοπισμό θέσης τα πέντε σημεία τα οποία αποτυπώθηκαν στην περιοχή μελέτης, προσδιορίζονται με ακρίβεια 1-5 cm οριζοντιογραφικά και 3-10cm υψομετρικά. Στις κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους όλα τα σημεία αποτυπώνονται με ακρίβεια 2-3 εκατοστά οριζοντιογραφικά και 5 εκατοστά υψομετρικά.
- Στο δικτυακό RTK με την τεχνική των Εικονικών Σταθμών Αναφοράς το σημείο Σ3 επιλύθηκε με ακρίβεια 1,2 cm οριζοντιογραφικά και 1,5 cm υψομετρικά με διάρκεια παρατήρησης 5 δευτερόλεπτα. Όταν η διάρκεια παρατήρησης μεταβλήθηκε σε 60 δευτερόλεπτα το ίδιο σημείο επιλύθηκε με οριζοντιογραφική ακρίβεια 8 mm και 1,2 cm υψομετρικά. Κατά συνέπεια, ο μεγαλύτερος χρόνος παραμονής στο προς μέτρηση σημείο βελτιώνει την ακρίβεια εντοπισμού του εφόσον περισσότεροι δορυφόροι είναι ορατοί και με καλύτερη γεωμετρία.

- Στο single\_base RTK το σημείο Σ3 επιλύθηκε με οριζοντιογραφική ακρίβεια 1,17 cm και υψομετρική 1,6 cm με διάρκεια παρατήρησης 5 δευτερόλεπτα. Ως αποτέλεσμα, το δικτυακό RTK με την τεχνική VRS είναι ακριβέστερο κατά 3 mm οριζοντιογραφικά και 1 cm υψομετρικά σε σύγκριση με το single\_base .
- Η εφαρμογή δικτυακού αλλά και του single\_base RTK στην περιοχή μελέτης έδωσε αποτελέσματα μόνο σε μία κορυφή ενώ από τις υπόλοιπες 15, οι πέντε επιλύθηκαν με ακρίβεια κάτω του μέτρου και οι υπόλοιπες δεν επιλύθηκαν καθόλου. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται στην μειωμένη ορατότητα δορυφόρων στο πεδίο για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και με μεγαλύτερες περιόδους παρατήρησης. Πιο συγκεκριμένα, η περίοδος παρατήρησης δωδεκαπλασιάστηκε. Παρόλα αυτά η τεχνική δεν λειτούργησε σε όλο το πλήθος των σημείων παρόλο που η σύνδεση με το δίκτυο του HEPOS ήταν άριστη, πράγμα που σημαίνει ότι η υποδομή του συστήματος είναι άριστη απλά η εφαρμογή των συγκεκριμένων τεχνικών δεν είναι πάντοτε λειτουργική σε αστικό περιβάλλον.
- Όπως φάνηκε από την συγκεκριμένη εφαρμογή , οι συμβατικές μέθοδοι αποτύπωσης είναι καλύτερες από τις δορυφορικές μεθόδους αποτύπωσης (στατικός εντοπισμός) στην παρούσα αποτύπωση των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης λόγω των υψηλότερων ακριβειών τις οποίες παρέχουν. Επιπροσθέτως, οι συμβατικές μέθοδοι αποτύπωσης έδωσαν αποτέλεσμα σε όλο το εύρος των σημείων της περιοχής μελέτης σε αντίθεση με τις δορυφορικές με τις οποίες μόνο το 30% των σημείων αποτυπώθηκε, δηλαδή 5 σημεία από τα 17(στατικός εντοπισμός).
- Η μεταεπεξεργασία των μετρήσεων για την επίλυση των μετρημένων από το στατικό εντοπισμό βάσεων βελτίωσε την ακρίβεια προσδιορισμού κατά 34% σε σύγκριση με τηναρχική.

Γεγονός που μαρτυρά την δυνατότητα βελτίωσης της ακρίβειας η οποία επιτυγχάνεται σε εφαρμογές μεταεπεξεργασίας. Η δυνατότητα αυτή εκλείπει από την τεχνική του RTK η οποία δίνει απευθείας τα αποτελέσματα στο πεδίο χωρίς δυνατότητα μεταεπεξεργασίας των μετρήσεων για να επιτευχθούν καλύτερες ακρίβειες.

- Η γεωμετρική ακρίβεια των κτηματολογικών διαγραμμάτων ελέγχεται ως προς τις διαφορές των συντεταγμένων εμφανών στα υπόβαθρα(VLSO) σημείων και καλά προσδιορισμένων στο έδαφος. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες αποκλίσεις, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του Εθνικού Κτηματολογίου, είναι 40 εκατοστά σε κτηματολογικό διάγραμμα κλίμακας 1:1000. Οι διαφορές των συντεταγμένων των κορυφών των οικοδομικών τετραγώνων όπως αυτές προέκυψαν από την αποτύπωση με κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους ως προς τις αντίστοιχες οι οποίες εξάχθηκαν από την ορθοφωτογραφία είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων.
- Ο μετασχηματισμός HTRS07→ΕΓΣΑ87 που διενεργήθηκε στις εξαχθέντες από την ορθοφωτογραφία συντεταγμένες υποβάθμισε την γεωμετρική αξιοπιστία της πρωτογενούς πληροφορίας του VLSO λόγω εισαγωγής των εσωτερικών παραμορφώσεων του ΕΓΣΑ87 στα χωρικά δεδομένα. Αυτό συμβαίνει γιατί το επίπεδο ακρίβειας του μετασχηματισμού των χωρικών δεδομένων της ορθοφωτογραφίας στην προβολή του ΕΓΣΑ87 είναι 6-8εκατοστά. Η παραπάνω υποβάθμιση εμπεριέχεται στις διαφορές των συντεταγμένων από το VLSO με τις συντεταγμένες οι οποίες αποτυπώθηκαν με συμβατικές μεθόδους.
- Για τη χρήση της τεχνικής VRS-RTK το λογισμικό του γεωδαιτικού δέκτη GPS που την υποστηρίζει είναι ιδιαίτερα εύχρηστο όπως επίσης είναι και το σύστημα HEPOS. Σε συνδυασμό με τα εξελιγμένα Ελληνικά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, παρέχει με ικανοποιητική ταχύτητα και ακρίβεια τα απαραίτητα δεδομένα στον χρήστη, χωρίς προβλήματα σύνδεσης.

### 6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι προτάσεις οι οποίες διατυπώνονται παρακάτω αποτελούν παροτρύνσεις για την περαιτέρω μελέτη των αστικών αποτυπώσεων και την διερεύνηση των αποτελεσματικότερων από άποψη ακρίβειας τεχνικών. Κατά αυτόν τον τρόπο προτείνονται τα παρακάτω:

- Εφαρμογή της τεχνικής μεταεπεξεργασίας από το σύστημα του HEPOS στην περιοχή μελέτης και σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά του στατικού εντοπισμού.
- Ίδρυση υψομετρικού δικτύου με γεωμετρική χωροστάθμηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα ορθομετρικά τα οποία προκύπτουν από τα μετρημένα γεωμετρικά, από δορυφορικές παρατηρήσεις, υψόμετρα σε συνδυασμό με παγκόσμιο μοντέλο γεωειδούς.
- Εξαγωγή υψομέτρων από ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου για την συγκεκριμένη περιοχή μελέτης και σύγκριση αυτών με αυτά που προκύπτουν από τις δορυφορικές, κλασσικές γεωδαιτικές μεθόδους.
- Ίδρυση πολυγωνομετρικού δικτύου εξαρτημένου από σημείο με ακρίβεια εντοπισμού μερικών χιλιοστών, το σημείο εξάρτησης να είναι σε κοντινή πλατεία ή πάρκο της περιοχής έτσι ώστε να έχει τη μέγιστη δυνατή ορατότητα δορυφόρων, και εκ νέου εξάρτηση από το υπάρχον πολυγωνομετρικό δίκτυο για την σύγκριση της ακρίβειας προσδιορισμού των κορυφών της όδευσης.
- Αποτύπωση των αξονοδιασταυρώσεων με την τεχνική του δικτυακού RTK-VRS για τον έλεγχο συμβατότητας των χωρικών δεδομένων του κτηματολογικού διαγράμματος.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

1. Γιαννίου Μ. (2007) : « Περιγραφή του HEPOS και των υπηρεσιών που παρέχει» Εκδήλωση : « HEPOS: Ένα ενιαίο σύστημα εντοπισμού για την Ελλάδα-Υλοποίηση, Επιπτώσεις, Προοπτικές» Παρουσίαση, Ε.Μ.Π. Αθήνα, Δεκέμβριος 2007
2. Γιαννίου Μ. και Αυγερινός : « Σχεδιασμός του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού HEPOS» Ημερίδα: «CYPOS: Κυπριακό Σύστημα Υπηρεσιών Εντοπισμού» Παρουσίαση, Λευκωσία, Ιούνιος 2006
3. Γιαννίου Μ. : « 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, Σεπτέμβριος 2008
4. Γιαννίου Μ. : « HEPOS και σύγχρονες δικτυακές τεχνικές GPS» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα Αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008
5. Δεληκαράογλου Δ. : « Διαφαινόμενες προοπτικές από την δικτυακή υποδομή του HEPOS για την μετάδοση χωρικών πληροφοριών μέσω υπηρεσιών WEB και ασύρματων κινητών συσκευών» Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου Χαρτογραφίας, Χανιά, Νοέμβριος 2006
6. Δεληκαράογλου Δ. : « Διεθνείς Υπηρεσίες VRS/CORS-RTK Nets» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008

7. Δεληκαράογλου Δ. : « Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και Πλοήγησης» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008
8. Δεληκαράογλου, Δ. : « Virtual Reference Station Networks. Δίκτυα Εικονικών Σταθμών Αναφοράς» , Ημερίδα: «CYPOS: Κυπριακό Σύστημα Υπηρεσιών Εντοπισμού» Παρουσίαση, Λευκωσία, Ιούνιος 2006
9. Καράμπελας : « Χρήση HEPOS στην παραγωγή LSO/VLSO» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008
10. Κατσάμπαλος : « Το γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων του HEPOS» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008
11. Κατσάμπαλος, Κωτσάκης : « Το μοντέλο μετασχηματισμού συντεταγμένων μεταξύ του συστήματος αναφοράς του HEPOS και του ΕΓΣΑ87» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008
12. Κατσίαρης Γ. : « Ο ρόλος του HEPOS στα έργα της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.» Ημερίδα: « Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού-HEPOS: Λειτουργία, δυνατότητες, προοπτικές» Παρουσίαση, Αθήνα, Φεβρουάριος 2009
13. Μάστορης Δ. : «Ανάπτυξη του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού» Δ΄ Πανελλήνιο Συνέδριο HellasGIS, Παρουσίαση, Αθήνα, Μάιος 2006



14. Μάστορης Δ. : « Το πλαίσιο χρήσης του HEPOS» Εκδήλωση « HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και Υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές» Παρουσίαση, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2008

15. Παραδείσης Δ. : « Σημειώσεις Δορυφορικής Γεωδαισίας» Κέντρο Δορυφόρων Διονύσου, Τομέας Τοπογραφίας, Ε.Μ.Π. Αθήνα

16. Τσακίρη Μ. : «Γεωδαισία Ι-Σημειώσεις Γεωδαισίας-Εισαγωγή στο GPS» Ε.Μ.Π. , Σ.Α.Τ.Μ. , Τομέας Τοπογραφίας , Ε.Μ.Π. Αθήνα

### **Ξένη Βιβλιογραφία**

1. Seeber G. (1998), “Satellite Geodesy” de Gruyter
2. Leick A. (1994), “GPS Satellite Surveying 2<sup>nd</sup> edition” Wiley

### **Ιστότοποι**

- [http://www.leica\\_geosystems.com/corporate/en/ndef/lgs\\_5435.html](http://www.leica_geosystems.com/corporate/en/ndef/lgs_5435.html) (7 Νοέμβρη 2008)
- [http://www.leica\\_geosystems.com/media/new/product\\_solution/rep\\_emgrefstn\\_en.pdf](http://www.leica_geosystems.com/media/new/product_solution/rep_emgrefstn_en.pdf) (7 Νοέμβρη 2008)
- <http://www.kms.dk/English/Geodesy+and+Surveying/Reference+Networks/GPS+Reference+Stations.htm> (7 Νοέμβρη 2008)
- <http://www.acsm.net/sessions03/MunicipalGIS331.pdf> (18 Νοέμβρη)
- <http://www.cosis.net/abstracts/EG42008/01308/EG42008-A-01308.pdf>(18 Νοέμβρη 2008)

- <http://www.cartesia.org/geodoc/isprs2004/4f/papers/962.pdf>  
(18 Νοέμβρη 2008)
  - [http://www.euref.eu/symposia/book2004/6-25\\_turkey.pdf](http://www.euref.eu/symposia/book2004/6-25_turkey.pdf)  
(18 Νοέμβρη 2008)
  - [http://www.gmat.unsw.edu.au/Lin|inGe/Publications/Lee&Ge\\_GPS\\_2006.pdf](http://www.gmat.unsw.edu.au/Lin|inGe/Publications/Lee&Ge_GPS_2006.pdf)(18 Νοέμβρη 2008)
- <http://libraries.maine.edu/Spatial/gisweb/Spatdb/acsm/ac94105.htm> (18 Νοέμβρη 2008)
- [http://www.sli.unimelb.edu.au/fig7/Brighton98/Comm7Papers/TS65\\_Hansen.htm](http://www.sli.unimelb.edu.au/fig7/Brighton98/Comm7Papers/TS65_Hansen.htm)(18 Νοέμβρη 2008)
- <http://www.johnsonfrank.com/articles/Cadastral%20by%20RTK.htm> (18 Νοέμβρη 2008)
- [http://www.ngs.noaa.gov/PC\\_PROD/WorkShops/PPT/SPCS/sld064.htm](http://www.ngs.noaa.gov/PC_PROD/WorkShops/PPT/SPCS/sld064.htm)(18 Νοέμβρη 2008)
- <http://www.gislab.ktu.edu.tr/yanin/PDF/04MCB01.pdf> (18 Νοέμβρη 2008)
- <http://unstats.un.org/unsd/geoinfo/8unrccaIP21.pdf> (18 Νοέμβρη 2008)
- <http://www.esgt.cnam.fr/sites/CNIG.pdf> (18 Νοέμβρη 2008)
- [http://www.euref\\_eu/symposia/2006Riga/P-09.pdf](http://www.euref_eu/symposia/2006Riga/P-09.pdf)(18 Νοέμβρη 2008)
- [http://www.ga.gov.au/image\\_cache/GA5057.pdf](http://www.ga.gov.au/image_cache/GA5057.pdf)(24 Νοέμβρη 2008)

- [http://www.lantmateriet.se/upload/filter/kartor/geodesi\\_gps\\_och\\_detaljmatning/Rapporter-Publikationer/LMV-rapporter/LMV-Rapport\\_2005\\_5.pdf](http://www.lantmateriet.se/upload/filter/kartor/geodesi_gps_och_detaljmatning/Rapporter-Publikationer/LMV-rapporter/LMV-Rapport_2005_5.pdf) (19 Δεκέμβρη 2008)
- [http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/4\\_pdf/57.pdf](http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/4_pdf/57.pdf) (19 Δεκέμβρη 2008)
  - [http://www.fig.net/pub/Cairo/papers/ts\\_08\\_03\\_gaudet\\_landry.pdf](http://www.fig.net/pub/Cairo/papers/ts_08_03_gaudet_landry.pdf)(19 Δεκέμβρη 2008)
  - [http://www.fig.net/pub/jakarta/papers/ts\\_14/ts14\\_3\\_subari\\_anuar.pdf](http://www.fig.net/pub/jakarta/papers/ts_14/ts14_3_subari_anuar.pdf) (19 Δεκέμβρη 2008)
  - [http://www.fig.net/pub/fig\\_2002/Ts5-8/TS5-8/willgalis\\_etal.pdf](http://www.fig.net/pub/fig_2002/Ts5-8/TS5-8/willgalis_etal.pdf) (19 Δεκέμβρη 2008)
  - [http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/4\\_pdf/57.pdf](http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/4_pdf/57.pdf) (20 Ιανουαρίου)
- [http://www.esa.int./esaNA/GGGMX650NDC\\_galileo\\_0.htm](http://www.esa.int./esaNA/GGGMX650NDC_galileo_0.htm) (28 Μάρτη 2009)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/GPS\\_modernization](http://en.wikipedia.org/wiki/GPS_modernization)  
(5 Απρίλη 2009)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS> (5 Απρίλη 2009)
- <http://www.epncb.oma.be/> (5 Απρίλη 2009)
- [http://www.esa.int./esaNA/GGGMX650NDC\\_galileo\\_0.htm](http://www.esa.int./esaNA/GGGMX650NDC_galileo_0.htm) (28 Μάρτη 2009)
- <http://www.treecompany.gr/gr3.htm> (Ιούνιος 2009)
- <http://www.treecompany.gr/> (Ιούνιος 2009)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**  
**ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΔΕΥΣΗΣ**  
**ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΟΛΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ**  
**ΕΛΕΓΧΟΙ-ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**



