



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

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΝΕΟ ΦΑΛΗΡΟ - ΜΟΣΧΑΤΟ - ΚΑΛΛΙΘΕΑ**

**ΤΟΜΟΣ Α**

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΚΑΡΑΜΟΛΕΓΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2009



.....  
Ευαγγελία Χ. Καραμολέγκου

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Ευαγγελία Καραμολέγκου, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Επιβλέπουσα καθηγήτρια

**Τελειώνη Ελισάβετ**, Λέκτορας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Εξεταστική επιτροπή

**Γεωργόπουλος Γεώργιος**, Λέκτορας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

**Λάμπρου Ευαγγελία**, Λέκτορας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

**Τελειώνη Ελισάβετ**, Λέκτορας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Το 2008, ξεκίνησε η προσπάθεια για την εκπλήρωση της διπλωματικής αυτής εργασίας με σκοπό τη μελέτη της εξέλιξης των κατακόρυφων μετακινήσεων στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας. Στο σημείο αυτό, επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε κάθε έναν από τους ανθρώπους που με στήριξαν όλο αυτό το διάστημα.

Τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στην αγαπητή μου συνάδελφο Φλώρα Καραθανάση για την άψογη και ευχάριστη συνεργασία της, την αμέριστη υποστήριξη και κατανόησή της καθώς, και για την πολύτιμη βοήθειά της στην εκπλήρωση της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Επίσης, επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά τους εισηγητές της παρούσας εργασίας, την κα. Ελισάβετ Τελειώνη, Λέκτορα Ε.Μ.Π., και τον κ. Γιώργο Γεωργόπουλο, Λέκτορα Ε.Μ.Π., που μου εμπιστεύθηκαν το θέμα αυτής της μελέτης. Τους ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας καθώς, και για την πολύτιμη υποστήριξή τους και το ενδιαφέρον για την ορθή εκπόνηση και παρουσίασή της.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου και αγάπη στην οικογένειά μου καθώς, η στήριξη και η ενθάρρυνσή της στάθηκαν πολύτιμη βοήθεια για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ευαγγελία Καραμολέγκου

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	- 1 -
ABSTRACT .....	- 2 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 3 -
1.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	- 3 -
1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ .....	- 5 -
1.3. ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ .....	- 7 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> – ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ .....	- 9 -
2.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	- 9 -
2.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ.....	- 10 -
2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ .....	- 12 -
2.4. ΑΙΤΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ .....	- 14 -
2.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ .....	- 16 -
2.6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ.....	- 17 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> – Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	- 21 -
3.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	- 21 -
3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	- 23 -
3.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	- 29 -
3.4. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ .....	- 31 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> – ΠΡΟΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	- 36 -
4.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	- 36 -
4.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ.....	- 37 -
4.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	- 41 -
4.3.1. <i>Εκτίμηση της ακρίβειας μίας Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης πριν την έναρξη των μετρήσεων.....</i>	- 41 -
4.3.2. <i>Καθορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου σφάλματος κλεισίματος σε μία Διπλή Γεωμετρική Χωροστάθμηση .....</i>	- 42 -
4.3.3. <i>Καθορισμός ορίου κλεισίματος βρόχου .....</i>	- 43 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> – ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ .....	- 46 -
5.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 46 -
5.2. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	- 47 -
5.3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ .....	- 50 -
5.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....	- 52 -
5.5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΕΔΙΟΥ.....	- 54 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ – ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	- 57 -
6.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	- 57 -
6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΗΣΕΩΝ.....	- 58 -
6.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ Α POSTERIORI ΤΥΠΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΑΡΟΥΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΝΟΡΘΩΣΗ.....	- 61 -
6.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ .....	- 62 -
6.4.1. <i>Επίλυση δικτύου κατακορύφου ελέγχου.....</i>	- 62 -
6.4.2. <i>Ολικός έλεγχος αξιοπιστίας λύσης (Test <math>\chi^2</math>).....</i>	- 69 -

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

6.4.3. Στατιστικός έλεγχος παρατηρήσεων κατά Baarda .....	70 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> – ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>72 -</b>
7.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	72 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup> – ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....</b>	<b>85 -</b>
8.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	85 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup> – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>89 -</b>
9.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	89 -
9.2. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	91 -
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>93 -</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>95 -</b>

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ 7.1. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 1995 – 2008.....	83 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 8.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	86 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 8.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ .....	87 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 8.3. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΡΑΦΕΙΟΥ.....	87 -

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.1. ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (ΜΜ) .....	78 -
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 – 2008.....	79 -

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 2.1. Η ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ [16].....	11 -
ΕΙΚΟΝΑ 4.1. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΔΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	38 -
ΕΙΚΟΝΑ 4.2. Ο ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ ΤΗΣ TOPCON DL-102C .....	39 -
ΕΙΚΟΝΑ 4.3. ΟΙ ΔΥΟ ΒΑΡΙΕΣ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ.....	39 -
ΕΙΚΟΝΑ 4.4. Ο ΤΡΙΠΟΔΑΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΚΕΣ ΣΤΑΔΙΕΣ .....	40 -
ΕΙΚΟΝΑ 4.5. Η ΜΕΤΡΟΤΑΙΝΙΑ ΚΑΙ Η ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	40 -
ΕΙΚΟΝΑ 5.1. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΣΤΗ ΓΕΦΥΡΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ .....	56 -
ΕΙΚΟΝΑ 6.1. ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ *.TXT .....	59 -

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1. ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΦΑΛΜΑ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΠΛΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΗΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΣΤΑΣΕΩΝ, ΓΙΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ 95% .....	- 43 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	- 66 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΛΥΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	- 68 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 – 2008 .....	- 76 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT.....	- 88 -

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

ΧΑΡΤΗΣ 3.1. ΙΣΟΠΑΧΕΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ [17] .....	- 27 -
ΧΑΡΤΗΣ 3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ [19] .....	- 28 -
ΧΑΡΤΗΣ 5.1. ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	- 49 -
ΧΑΡΤΗΣ 5.2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	- 51 -
ΧΑΡΤΗΣ 7.1. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΣΕ ΜΜ) ΤΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2002 – 2008 .....	- 77 -



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι επιφανειακές μετακινήσεις, που εκδηλώνονται συνήθως σε εδάφη με «ύποπτο» γεωλογικό υπόβαθρο, μπορούν να ανιχνευθούν, να προσδιοριστεί το μέγεθός τους καθώς, και η περιοχή στην οποία αυτές εκδηλώνονται, εφαρμόζοντας τη Γεωδαιτική μεθοδολογία. Για το σκοπό αυτό, στην ευρύτερη περιοχή, ιδρύονται Γεωδαιτικά Δίκτυα Κατακορύφου Ελέγχου και γίνονται μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών τους, με τη μέθοδο της Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης, σε διαδοχικές χρονικές στιγμές. Στη συνέχεια, προσδιορίζονται, για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα, οι στατιστικά σημαντικές κατακόρυφες μετακινήσεις των κορυφών του δικτύου με ορισμένη πιθανότητα (συνήθως 95%), στο ίδιο σύστημα αναφοράς.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, που αφορά στο Δίκτυο Κατακορύφου Ελέγχου της ευρύτερης περιοχής του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας, παρουσιάζεται η ανάλυση για την ίδρυση, η μέτρηση των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου, η συνόρθωση των παρατηρήσεων και η επίλυσή του. Επίσης, προσδιορίζονται οι στατιστικά σημαντικές μετακινήσεις των κορυφών του δικτύου (για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) στο χρονικό διάστημα 2002 – 2008 στην παραπάνω περιοχή.

Το Δίκτυο Κατακορύφου Ελέγχου ιδρύθηκε για πρώτη φορά το Σεπτέμβριο του 1985 για την παρακολούθηση του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας. Μέσα από μία σειρά διπλωματικών εργασιών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν το 1988, το 1989, το 1995, το 1999 και το 2002, έγιναν επεκτάσεις του Δικτύου Κατακορύφου Ελέγχου στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας. Στα διαδοχικά χρονικά διαστήματα μεταξύ των διπλωματικών εργασιών, ανιχνεύθηκαν στατιστικά σημαντικές μετακινήσεις των κορυφών που φθάνουν τα 12 cm.

## **ABSTRACT**

Ground subsidence is usually detected above grounds with "suspect" geological background. Geodetic methodology is usually used in order to estimate their magnitude and the boundaries of the area over which the phenomenon is observed. More specially, Vertical Geodetic Control Network is established in the wider area under consideration, the height differences between the points of the network are measured using Double Geometric Leveling at different measuring epochs and the adjusted heights of the network are estimated, together with their variances, using Least Squares techniques. Finally, it is possible to detect the statistically significant vertical displacements for the time interval between two successive measuring epochs.

In this dissertation, the establishment, the measurement of its elements (height differences) and the adjustment of the vertical control network established in the area of New Faliro, Moschato and Kallithea of Attica, Greece, is presented. Moreover, the vertical displacements of the network's points are estimated and their statistical significance is tested for a confidence level 95%, for the time interval 2002 – 2008.

This Vertical Geodetic Control Network was established on September 1985 in order to detect the possible displacements of the "Peace and Friendship Stadium" (SEF). During successive dissertations accomplished in 1988, 1989, 1995, 1999 and 2002, the network was extended covering the areas of New Faliro, Moschato and Kallithea. Significant surface displacements, ranging up to 12 cm, were estimated for all the successive measuring epochs.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – ΕΙΣΑΓΩΓΗ****1.1. Γενικά**

Η μελέτη των μετακινήσεων της επιφάνειας του εδάφους δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης της κινηματικής συμπεριφοράς των περιοχών και των τεχνικών έργων, που έχουν κατασκευαστεί σε αυτές, με αποτέλεσμα την πρόληψη δυσμενών καταστάσεων και την έγκαιρη αντιμετώπιση σοβαρών αστοχιών με τεράστιο κοινωνικό και οικονομικό κόστος. Τα τελικά συμπεράσματα των μελετών αυτών μπορούν να θεωρηθούν ως αποτελέσματα πειραμάτων, τα οποία έγιναν σε φυσική κλίμακα και σε πραγματικές συνθήκες.

Σημαντικό μέγεθος στην παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς των περιοχών, είναι η καθίζηση. Η μελέτη των καθιζήσεων περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του μεγέθους τους καθώς, και την παρακολούθηση της εξέλιξής τους διαχρονικά. Τα αποτελέσματα της διαχρονικής παρακολούθησης μπορούν να συσχετισθούν με θεωρητικά μοντέλα καθιζήσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με την απόκριση της περιοχής.

Η Γεωδαισία, με τα όργανα υψηλής ακρίβειας που διαθέτει και την ελεγχόμενη μεθοδολογία που χρησιμοποιεί, παρέχει τη δυνατότητα εντοπισμού, προσδιορισμού και παρακολούθησης της εξέλιξης των επιφανειακών μετακινήσεων με αξιοπιστία. Για το σκοπό αυτό, ιδρύονται Δίκτυα Κατακορύφου Ελέγχου, τα οποία μετρώνται σε διαδοχικές χρονικές στιγμές, προκειμένου να προσδιοριστούν οι μεταβολές των υψομέτρων των κορυφών τους στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα. Στη συνέχεια, οι μεταβολές αυτές ελέγχονται για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης και προσδιορίζονται οι στατιστικά σημαντικές μετακινήσεις στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

Οι μελέτες των καθιζήσεων είναι ύψιστης σημασίας σε πυκνοδομημένες περιοχές, οι οποίες βρίσκονται σε χαλαρά εδάφη. Στην περίπτωση των αστικών περιοχών, είναι προφανές ότι οι παραπάνω μελέτες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα πλαίσια του πολεοδομικού σχεδιασμού, της οικιστικής ανάπτυξης αλλά και της αντισεισμικής προστασίας, η οποία πρέπει να εξασφαλίζεται στις περιοχές αυτές.

## 1.2. Σκοπός Διπλωματικής

Η διπλωματική αυτή εργασία έχει ως στόχο την ανίχνευση και την παρακολούθηση της διαχρονικής εξέλιξης των επιφανειακών κατακόρυφων μετακινήσεων στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας. Ασχολείται με το σχεδιασμό, την εγκατάσταση νέων σημείων ελέγχου και τη μέτρηση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, το οποίο εγκαταστάθηκε στην περιοχή και μετρήθηκε για πρώτη φορά το 1985, προκειμένου να ανιχνευθούν κατακόρυφες μετακινήσεις της επιφάνειας του εδάφους, για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Για το σχεδιασμό και την πύκνωση του δικτύου αυτού, λήφθηκαν υπόψη τα γεωλογικά και γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους της περιοχής μελέτης καθώς, και η κατανομή στο χώρο των σημείων ελέγχου. Με το συγκεκριμένο δίκτυο, υπάρχει η δυνατότητα προσδιορισμού πιθανών κατακόρυφων μετακινήσεων της τάξης των μερικών χιλιοστών, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Για τη μέτρηση των στοιχείων του δικτύου, προκειμένου να ανιχνευθούν οι κατακόρυφες μετακινήσεις του εδάφους της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης με χρήση σύγχρονων οργάνων (ψηφιακός χωροβάτης και κωδικοποιημένες σταδίες). Η συνόρθωση των παρατηρήσεων και η επίλυση του δικτύου έγινε με τη Μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων (M.E.T.) και ειδικότερα, με τη μέθοδο των Εμμέσων Παρατηρήσεων, σε προγραμματιστικό περιβάλλον Matlab. Στη συνέχεια, ελέγχθηκε η αξιοπιστία της επίλυσης του δικτύου εφαρμόζοντας το Test  $\chi^2$ , για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% καθώς, και ο στατιστικός έλεγχος μεμονωμένων παρατηρήσεων (σάρωση δεδομένων κατά Baarda), προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν συστηματικά σφάλματα στις παρατηρήσεις. Η ανίχνευση και ο προσδιορισμός των επιφανειακών μετακινήσεων των κορυφών του εν λόγω δικτύου στην περιοχή μελέτης, για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης, προέκυψε από τη σύγκριση των υψομέτρων

των κορυφών του δικτύου, τα οποία προσδιορίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και της αντίστοιχης του 2002.

Τέλος, έχουν προκύψει συμπεράσματα και προτάσεις χρήσιμα για μελλοντικές έρευνες, που σχετίζονται με θέματα τεχνικών παρεμβάσεων σε τμήματα της επιφάνειας τους εδάφους στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας.

### 1.3. Δομή Διπλωματικής

Η διπλωματική αυτή εργασία αποτελείται από εννέα Κεφάλαια και ένα Παράρτημα, προκειμένου να αναλυθεί διεξοδικά η μελέτη των επιφανειακών κατακόρυφων μετακινήσεων στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας.

Το **Πρώτο Κεφάλαιο** περιλαμβάνει την Εισαγωγή, στην οποία αναλύονται ο σκοπός και η δομή της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Στο **Δεύτερο Κεφάλαιο**, περιγράφονται το φαινόμενο των καθιζήσεων, οι κατηγορίες των καθιζήσεων, τα αίτια που τις προκαλούν καθώς, και οι επιπτώσεις τους στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Τέλος, αναλύονται οι τρεις βασικές μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την ανίχνευση και τον προσδιορισμό του μεγέθους των επιφανειακών καθιζήσεων σε μία περιοχή.

Στο **Τρίτο Κεφάλαιο**, περιγράφεται η περιοχή μελέτης και πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στο γεωλογικό και γεωτεχνικό της υπόβαθρο καθώς, και στα υδρολογικά της στοιχεία. Επίσης, γίνεται μία αναδρομή στη διαχρονική μελέτη της εξέλιξης του φαινομένου μέσα από την εκπόνηση σειράς διπλωματικών εργασιών από το 1985 έως σήμερα.

Στο **Τέταρτο Κεφάλαιο**, αναλύονται η επιλογή των κατάλληλων οργάνων, που θα χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη της επιδιωκόμενης ακρίβειας και η διαδικασία με την οποία τέθηκαν τα κατάλληλα όρια για τον έλεγχο κάθε χωροσταθμικής όδευσης και βρόχου.

Το **Πέμπτο Κεφάλαιο** περιλαμβάνει τις εργασίες πεδίου και πιο αναλυτικά, περιγράφονται η αναγνώριση για τον εντοπισμό των κορυφών του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου της περιοχής μελέτης και η εγκατάσταση νέων κορυφών για την πύκνωση του δικτύου, η γεωμετρία του εν λόγω δικτύου, η διαδικασία των μετρήσεων καθώς, και οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των μετρήσεων αυτών.

Στο **Έκτο Κεφάλαιο**, περιγράφεται η επεξεργασία και ο έλεγχος των μετρήσεων, η διαδικασία της συνόρθωσης των παρατηρήσεων και της επίλυσης του δικτύου, ο έλεγχος των παρατηρήσεων για την ύπαρξη συστηματικών σφαλμάτων και ο έλεγχος αξιοπιστίας της λύσης.

Στο **Έβδομο Κεφάλαιο**, περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να γίνει η ανίχνευση των μετακινήσεων στο χρονικό διάστημα 2002 – 2008 στην περιοχή μελέτης, με δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Το **Όγδοο Κεφάλαιο** περιλαμβάνει το χρονοδιάγραμμα των εργασιών για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας και περιγράφει αναλυτικά την κατανομή των εργασιών με τη χρονολογική σειρά που εκτελέστηκαν.

Το **Ένατο Κεφάλαιο** περιλαμβάνει τα συμπεράσματα και τις προτάσεις, που προέκυψαν κατά τη διεξαγωγή της διπλωματικής εργασίας.

Στο **Παράρτημα**, παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα, όλες οι μετρήσεις των στοιχείων του δικτύου, τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους καθώς, και τα στοιχεία κάθε βρόχου. Επίσης, παρουσιάζεται η επίλυση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, όπως αυτή καταστρώθηκε σε προγραμματιστικό περιβάλλον Matlab και ο πίνακας μεταβλητότητας – συμμεταβλητότητας  $\hat{V}_x$ .



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ****2.1. Γενικά**

Είναι γνωστό ότι στο έδαφος συμβαίνουν πολύπλοκες χημικές, φυσικές και βιολογικές δράσεις. Αποτέλεσμα αυτών των δράσεων είναι η γεωλογική εξέλιξη κάθε είδους τοπίου μέσα από ένα διαρκή αγώνα, ο οποίος γίνεται ανάμεσα στις εσωτερικές δυνάμεις της γης και τις εξωτερικές δυνάμεις που αναπτύσσονται σε αυτό. Φυσικό επακόλουθο των παραπάνω είναι η εμφάνιση οριζόντιων και κατακόρυφων μετακινήσεων του εδάφους.

Η συστηματική μελέτη των μετακινήσεων αυτών αποτελεί αντικείμενο έρευνας πολλών επιστημονικών κλάδων, όπως της γεωλογίας, της γεωδαισίας, της εδαφομηχανικής, της υδραυλικής. Οι συνέπειες, που μπορεί να έχουν τέτοιου είδους μετατοπίσεις του εδάφους στις δραστηριότητες και την καθημερινή ζωή του ανθρώπου, το καθιστούν ένα φαινόμενο τόσο σπουδαίο όσο και επικίνδυνο.

Μία μορφή κατακόρυφης μετακίνησης εδαφικής μάζας αποτελεί η καθίζηση, που εξετάζεται εκτενώς σε αυτή τη διπλωματική εργασία. Στο κεφάλαιο αυτό, καταγράφονται τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά για την καλύτερη κατανόηση του εν λόγω φαινομένου και γίνονται εκτενείς αναφορές τόσο για τα αίτια δημιουργίας του και τις επιπτώσεις του στην καθημερινή ζωή όσο και για τις μεθόδους υπολογισμού του.

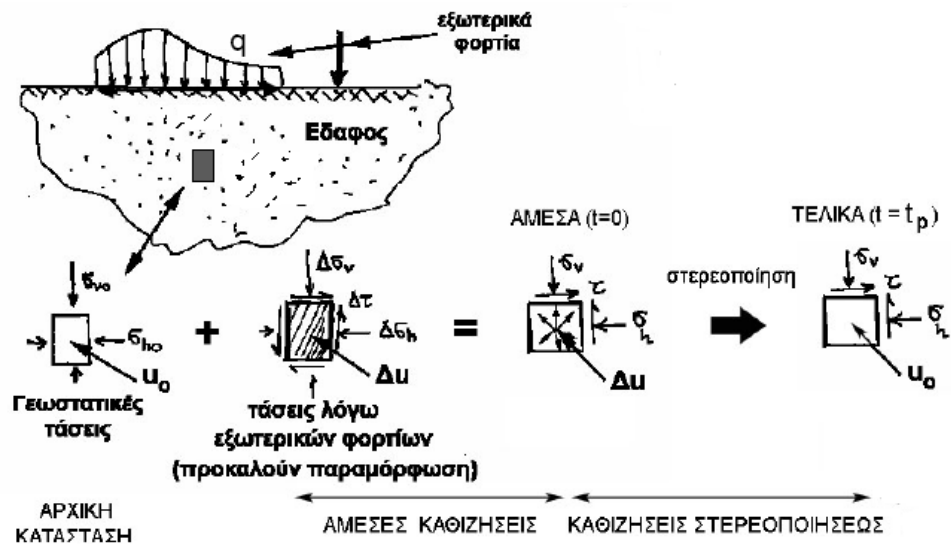
## 2.2. Ορισμός Καθίζησης

Ως καθίζηση ορίζεται το γεωλογικό φαινόμενο κατά το οποίο ένα τμήμα πετρωμάτων του στερεού φλοιού της γης μετατοπίζεται κατακόρυφα προς τα κάτω ως προς μία επιφάνεια αναφοράς, όπως είναι η μέση στάθμη της θάλασσας. [10]

Αυτή η κατακόρυφη μετακίνηση συνδέεται με τους διάφορους γεωλογικούς και γεωτεχνικούς παράγοντες της περιοχής, την τοπογραφία – μορφολογία της περιοχής, το ύψος των βροχοπτώσεων, τη σεισμικότητα της περιοχής, τις υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν, τις φορτίσεις στην επιφάνεια του εδάφους και τις δράσεις στο εσωτερικό του εδάφους.

Η επιφάνεια του εδάφους διαμορφώνεται από την ισορροπία μεταξύ ποικίλων εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται σε αυτή και την αντίσταση από το υπέδαφος. Η ισορροπία αυτή μπορεί να διαταραχτεί όταν το άθροισμα των εξωτερικών δυνάμεων είναι μεγαλύτερο από αυτό της αντίστασης. Αυτό έχει ως συνέπεια τον υποβιβασμό του κέντρου βάρους της ασταθούς μάζας άρα, την εμφάνιση του εν λόγω φαινομένου.

Η καθίζηση έχει συνήθως δύο συνιστώσες, για την περίπτωση του συνεκτικού εδαφικού υλικού, την άμεση ή ελαστική καθίζηση και την καθίζηση λόγω στερεοποίησης. Στο παρακάτω σχήμα, παρουσιάζονται οι καθιζήσεις που οφείλονται στις πρόσθετες τάσεις ( $\Delta\sigma$ ) και τις υπερπιέσεις πόρων ( $\Delta u$ ), που αναπτύσσονται στο έδαφος λόγω της επιβολής φορτίων στην επιφάνεια του.



Εικόνα 2.1. Η καθίζηση του εδάφους και οι συνιστώσες της [16]

Figure 2.1. The ground subsidence and its components [16]

### 2.3. Κατηγορίες Καθιζήσεως

Τα είδη των καθιζήσεων ανάλογα με τους γεωλογικούς και γεωτεχνικούς παράγοντες, κατηγοριοποιούνται σε:

- γενικές ή ολικές καθιζήσεις
- διαφορικές καθιζήσεις

Οι **γενικές** ή **ολικές καθιζήσεις** είναι εκείνες στις οποίες το έδαφος υποχωρεί ομοιόμορφα και «συμπαρασύρει» ομοιόμορφα τις υπερκείμενες κατασκευές. Σε αυτή την περίπτωση, οι ρωγμές που δημιουργούνται στα τεχνικά έργα είναι συνήθως, λίγες και μικρού εύρους. Αντίθετα, στις **διαφορικές καθιζήσεις**, το έδαφος υποχωρεί ανομοιόμορφα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνήθως πολλές και μεγάλες ρωγμές με συνήθως, διαφορετική κλίση και κατεύθυνση στα άκαμπτα στοιχεία των κατασκευών, όπως είναι οι τοίχοι.

Οι καθιζήσεις μπορούν επίσης, να ταξινομηθούν ανάλογα με τη φύση του αιτίου που τις προκαλεί. Έτσι, διακρίνονται στις:

- φυσικές καθιζήσεις
- καθιζήσεις που προκαλούνται από τον άνθρωπο

Στην πρώτη περίπτωση, πιθανές αιτίες τέτοιου είδους καθιζήσεων μπορεί να είναι οι κινήσεις των τεκτονικών πλακών, η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι σεισμικές δονήσεις και τέλος, η κατάρρευση υπόγειων στοών. Οι **φυσικές καθιζήσεις** παρατηρούνται πιο έντονα σε περιοχές που παρουσιάζουν μεγάλη σεισμική δραστηριότητα [23]. Όσον αφορά στις **καθιζήσεις που οφείλονται στην ανθρώπινη δράση**, εμφανίζονται κυρίως, λόγω της επιβολής μεγάλων δυναμικών ή στατικών φορτίσεων στην επιφάνεια του εδάφους μιας περιοχής, όπως είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος και η κατασκευή τεχνικών έργων (κτίρια, φράγματα, γέφυρες). Επίσης, οι εν λόγω καθιζήσεις προκαλούνται πολλές φορές και από την υπεράντληση των φυσικών

διαθεσίμων (άνθρακας, νερό, πετρέλαιο) από το υπέδαφος καθώς, και από υπόγεια έργα.

Τέλος, μία επιπλέον κατηγοριοποίηση των καθιζήσεων είναι αυτή που αφορά το χρόνο εμφάνισης και τη συνολική διάρκεια του φαινομένου. Σε αυτή την περίπτωση, οι καθιζήσεις διακρίνονται σε:

- άμεσες καθιζήσεις
- καθιζήσεις στερεοποίησης
- καθιζήσεις ερπυσμού

Οι **άμεσες καθιζήσεις** εμφανίζονται σχεδόν ταυτόχρονα με τη φόρτιση και οφείλονται σε ελαστική παραμόρφωση λόγω σταδιακής αύξησης της τάσης των πόρων των υλικών του εδάφους. Ορισμένες φορές, η υπερβολική φόρτιση των εδαφών, που προέρχονται από σταδιακές αποθέσεις, προκαλεί την αποβολή του νερού, που εμπεριέχεται στους κόκκους των εδαφών, με συνέπεια τη σταδιακή συμπίκνωση τους. Το φαινόμενο αυτό αφορά τις **καθιζήσεις στερεοποίησης**, οι οποίες χρειάζονται μεγάλο χρονικό διάστημα για να ολοκληρωθούν. Η τελευταία κατηγορία, οι **καθιζήσεις ερπυσμού**, οφείλονται στη συνεχή αύξηση των παραμορφώσεων συναρτήσει του χρόνου υπό την επίδραση σταθερής τάσεως, που αναπτύσσονται κυρίως, στα συνεκτικά εδάφη, όπως τα αργιλικά. Στην περίπτωση αυτή, η καθίζηση εξακολουθεί να παρατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

## 2.4. Αίτια Καθίζησης

Τα αίτια των καθιζήσεων τμημάτων του εδάφους οφείλονται κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

- Στις **στατικές φορτίσεις**, που προκαλούν συμπύκνωση του εδάφους.
- Στις **δυναμικές φορτίσεις**, που οφείλονται σε ποικίλους κραδασμούς.
- Στις **διαβρώσεις** και **υποσκαφές**, που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό της εδαφικής μάζας, προερχόμενες είτε από το υπόγειο νερό είτε από τα υπόγεια έργα (π.χ. μεταλλευτικές εργασίες, σήραγγες συγκοινωνιακών έργων).
- Στις **μεταβολές των υδρογεωλογικών συνθηκών** του υπεδάφους, οι οποίες είναι δυνατό να συσχετίζονται με τις προαναφερόμενες αιτίες και να συνοδεύονται από αλλαγή της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα (π.χ. υπεράντληση του υδροφόρου ορίζοντα). [12]

Εκτός όμως από τα παραπάνω, μία επιπλέον αιτία των καθιζήσεων είναι το είδος του υπεδάφους. Έτσι, η κοκκώδης σύσταση και η παρουσία μεγάλου ποσοστού αργίλου προκαλούν διόγκωση εξαιτίας της απορρόφησης νερού τους χειμερινούς μήνες και καθίζηση το καλοκαίρι λόγω της απομάκρυνσης της υγρασίας και τη μετατροπή της αργίλου σε λεπτόκοκκο υλικό (φαινόμενο της θιξοτροπίας). Οι εναλλαγές αυτές προκαλούν αυξομειώσεις του όγκου της αργίλου, με αποτέλεσμα την αποσάθρωση του εδάφους θεμελίωσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραμόρφωση ενός εδαφικού αργιλικού στρώματος, κάτω από την επενέργεια της φορτίσεως ενός έργου, εξαρτάται κυρίως, από την προφόρτιση του εδαφικού υλικού, από την προϋπάρχουσα της φορτίσεως εντατική κατάσταση μέσα στο εδαφικό στρώμα καθώς, και από την εντατική κατάσταση που προκαλεί η φόρτιση από το έργο.

Η μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε συνδυασμό με τον συντελεστή διαπερατότητας, το μέτρο συμπίεσης των πετρωμάτων και το πάχος του

εδαφικού υλικού είναι οι παράγοντες που ευθύνονται για την χρονική εξέλιξη των καθιζήσεων. [14]

Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη των μορφολογικών κλίσεων και της τεκτονικής παραμόρφωσης στην περιοχή μελέτης, έτσι ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός στον οποίο αυτά επηρεάζουν άμεσα τις επιφανειακές μετακινήσεις του εδάφους.

## 2.5. Επιπτώσεις Καθίζησης

Οι επιπτώσεις των καθιζήσεων θεωρούνται αρκετά σοβαρές και επικίνδυνες καθώς, μπορεί να κινδυνέψουν ανθρώπινες ζωές και να καταστραφούν οι υποδομές μιας περιοχής. Στα τεχνικά έργα, παρατηρείται, συνήθως, παραμόρφωση του συστήματος θεμελίωσης, κλίση ή ρωγμές στις οικοδομές και κατακόρυφη βύθιση της οικοδομής. Επίσης, τα οδικά δίκτυα, τα φράγματα, τα δίκτυα υποδομής και γενικότερα, κάθε ανθρώπινη κατασκευή επηρεάζεται άμεσα από τις καθιζήσεις με την εμφάνιση ρωγμών ή ακόμη και με την ολοκληρωτική αστοχία τους.

Ως δευτερογενείς επιπτώσεις των καθιζήσεων, αναφέρονται η κατάκλυση του χώρου από νερά βροχόπτωσης ή από νερά που προέρχονται από την αποκάλυψη του υδροφόρου ορίζοντα και η εμφάνιση περιμετρικών ζωνών αστοχίας λόγω της διάρρηξης από τις εφελκυστικές τάσεις στα όρια. Επιπλέον, καταγράφονται ρωγμές και αστοχίες σε υπόγειους αγωγούς νερού ή αερίου και σε δίκτυα αποχέτευσης, μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών, αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού του υπόγειου υδροφορέα και τέλος, ελλοχεύει ο κίνδυνος πρόκλησης πλημμυρών σε αστικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου φαινομένου έχουν ως συνέπεια μεγάλο οικονομικό και κυρίως, κοινωνικό κόστος. Έτσι, η διαχρονική παρακολούθησή του, για την αποτροπή των παραπάνω κινδύνων, κρίνεται αναγκαία και εστιάζεται στον κατάλληλο σχεδιασμό και εφαρμογή των έργων υποδομής και την επέκταση των οικισμών σε περιοχές που δεν κινδυνεύουν από καθιζήσεις.



## 2.6. Μέθοδοι Υπολογισμού Κατακόρυφων Μετακινήσεων

Η διαχρονική παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς του εδάφους και ο υπολογισμός του μεγέθους των επιφανειακών καθιζήσεων αποτελούν αντικείμενο ενδιαφέροντος πολλών επιστημόνων καθώς, με τη μελέτη αυτών επιδιώκεται η πρόληψη των αποτελεσμάτων δυσμενών καταστάσεων, που είναι πιθανό να συμβούν σε τμήματα του εδάφους ή ακόμα και σε κατασκευές. Για το λόγο αυτό, έχουν αναπτυχθεί δύο βασικές μέθοδοι για την ανίχνευση και τον προσδιορισμό των επιφανειακών μετακινήσεων των σημείων ελέγχου σε μία περιοχή ενδιαφέροντος, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

### ➤ Γεωτεχνικές Μέθοδοι

Οι γεωτεχνικές μέθοδοι χρησιμοποιούν τις γεωτεχνικές οργανομετρήσεις προκειμένου να εξάγουν συμπεράσματα για την κινηματική συμπεριφορά του εδάφους. Οι μετρήσεις αυτές είναι υψηλής ακρίβειας –της τάξης του δέκατου του χιλιοστού– και αποτελούν τις σχετικές σημειακές εκτιμήσεις των μεγεθών στα οποία αναφέρονται. Επίσης, είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμες, καθώς περιέχουν πληροφορία, η οποία είναι ποσοτική, χωρίς ιδιαίτερη επεξεργασία.

Ενδεικτικά, κάποια από τα όργανα αυτά, τα οποία χρησιμοποιούν οι γεωτεχνικές μέθοδοι, είναι το πιεζόμετρο (για τη μέτρηση της πίεσης του νερού), το κλισιόμετρο (για τη μέτρηση της εγκάρσιας παραμόρφωσης του εδάφους), το κλινόμετρο (για τη μέτρηση των στροφών μίας κατασκευής), και το μηκυσιόμετρο (για την άμεση μέτρηση των μεταβολών του μήκους μεταξύ δύο σημείων, στα οποία αγκυρώνεται). Η αξιοπιστία των γεωτεχνικών οργανομετρήσεων εξαρτάται απόλυτα από την εξασφάλιση σωστής εγκατάστασης και της καλής λειτουργίας των γεωτεχνικών οργάνων.

### ➤ **Γεωδαιτικές Μέθοδοι**

Οι γεωδαιτικές μέθοδοι χρησιμοποιούν σύγχρονα γεωδαιτικά όργανα υψηλών προδιαγραφών και αυξημένων δυνατοτήτων προκειμένου να προκύψουν ακριβείς μετρήσεις υπαίθρου. Οι γεωδαιτικές αυτές μετρήσεις πρέπει εν συνεχεία, να επεξεργαστούν κατάλληλα για να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα για την κινηματική συμπεριφορά του εδάφους, όπως ορίζει η Γεωδαιτική Μεθοδολογία. Πιο αναλυτικά, γίνεται η αναγνώριση μιας περιοχής και ιδρύονται σημεία πάνω στην επιφάνεια αυτή, τα οποία αποτελούν τις κορυφές του Γεωδαιτικού Δικτύου Ελέγχου. Τα στοιχεία του δικτύου μετρώνται με γεωδαιτικά όργανα και ακολουθεί η συνόρθωση των μετρήσεων και η επίλυση του δικτύου, η οποία περιλαμβάνει και τους αντίστοιχους στατιστικούς ελέγχους [13]. Οι γεωδαιτικές μέθοδοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις **επίγειες** και τις **δορυφορικές**.

### ❖ **Επίγειες Μέθοδοι**

Με τη **Γεωμετρική Χωροστάθμιση Ακριβείας** προσδιορίζονται οι υψομετρικές διαφορές των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, σε μετάβαση και επιστροφή, με τη χρήση ψηφιακού χωροβάτη και των αντίστοιχων κωδικοποιημένων σταδίων και παρελκομένων. Στη συνέχεια, υπολογίζονται τα ορθομετρικά υψόμετρα των κορυφών αυτών, τα οποία συγκρίνονται με τα αντίστοιχα που έχουν προσδιοριστεί σε προηγούμενες χρονικές περιόδους, ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή και κατ' επέκτασιν μετακίνηση στην περιοχή μελέτης. Η ακρίβεια του προσδιορισμού των υψομετρικών διαφορών με αυτή τη μέθοδο μπορεί να φθάσει έως και  $\pm 0.2 - 0.5 \text{mm}/\sqrt{\text{km}}$ .

Η **Τριγωνομετρική Υψομετρία** είναι μέθοδος έμμεσου προσδιορισμού των υψομετρικών διαφορών μεταξύ σημείων της φυσικής γήινης επιφάνειας, με τη χρήση οργάνων που μετρούν κατακόρυφες γωνίες, οργάνων που μετρούν μήκη ή συστημάτων οργάνων μέτρησης γωνιών και μηκών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να αντικαταστήσει τη Γεωμετρική Χωροστάθμιση σε περίπτωση

μεγάλης υψομετρικής διαφοράς μεταξύ των σημείων και όπου οι συνθήκες είναι τέτοιες που θα δυσκόλευαν ή θα απαγόρευαν την εφαρμογή της Γεωμετρικής Χωροστάθμησης (κεκλιμένες στοές, δυσκολία προσπέλασης μεταξύ δύο σημείων, μαλακά εδάφη). Η ακρίβεια προσδιορισμού των υψομετρικών διαφορών με τη μέθοδο αυτή μπορεί να φθάσει τα λίγα χιλιοστά με τη χρήση των σύγχρονων οργάνων Total Stations.

#### ❖ Δορυφορικές Μέθοδοι

Το **Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης** (*Global Positioning System*) είναι μία ταχύτατα αναπτυσσόμενη τεχνολογία και χρησιμοποιείται επίσης, σε εφαρμογές παρακολούθησης επιφανειακών μετακινήσεων. Οι δέκτες GPS προσδιορίζουν τα γεωμετρικά υψόμετρα των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, με ακρίβεια που φτάνει το  $\pm 1.5$  cm, και κατόπιν, τα υψόμετρα αυτά ανάγονται σε ορθομετρικά, χρησιμοποιώντας τα υψόμετρα του γεωειδούς, όπως προσδιορίζονται από ένα κατάλληλο μοντέλο στην περιοχή. Τέλος, τα ανηγμένα αυτά υψόμετρα συγκρίνονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν γίνει σε προηγούμενες χρονικές περιόδους, ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή και κατ' επέκτασιν μετακίνηση στην περιοχή μελέτης.

Το **Interferometric Synthetic Aperture Radar**, συντετμημένο ως InSAR ή IfSAR, είναι μία τεχνική ραντάρ, που χρησιμοποιείται στη γεωδαισία και την τηλεπισκόπηση, προκειμένου να εξαχθούν πληροφορίες για την παραμόρφωση της γήινης επιφάνειας. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες εικόνες ραντάρ συνθετικών ανοιγμάτων (SAR) για να παράγει τους χάρτες παραμόρφωσης της επιφάνειας ή της ψηφιακής ανύψωσης, χρησιμοποιώντας τις διαφορές στη φάση των κυμάτων που επιστρέφουν στο δορυφόρο ή τα αεροσκάφη. Η τεχνική μπορεί ενδεχομένως, να μετρήσει αλλαγές στην παραμόρφωση, σε κλίμακα εκατοστού, κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρονικών περιόδων. Έχει εφαρμογές στο γεωφυσικό έλεγχο των φυσικών κινδύνων (σεισμοί, ηφαίστεια και κατολισθήσεις) και επίσης, στην

εφαρμοσμένη μηχανική και ιδιαίτερα, στον έλεγχο της καθίζησης και τη δομική σταθερότητα. [2, 3, 5]

Οι παραπάνω δορυφορικές μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν έτσι ώστε να προκύψει το βέλτιστο αποτέλεσμα για τον προσδιορισμό του μεγέθους των καθιζήσεων και της διαχρονικής εξέλιξής τους. Πιο συγκεκριμένα, το InSAR είναι πολύ ευαίσθητο στις εκτροπές λόγω της επίδρασης της ατμόσφαιρας, όπως είναι η τροποσφαιρική καθυστέρηση και η ιονοσφαιρική καθυστέρηση, του λάθους της τροχιάς του δορυφόρου, της κατάστασης της επιγειακής επιφάνειας και του χρονικού συσχετισμού [3]. Τα στοιχεία από τα δίκτυα GPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρτογραφήσουν τον τροποσφαιρικό υδρατμό και τις ιονοσφαιρικές διαταραχές, και ως εκ τούτου αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βαθμονομήσουν τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις των εικόνων InSAR. Επιπλέον, τα αποτελέσματα InSAR, εξαιτίας της υψηλής χωρικής ευκρίνειάς τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να πυκνώσουν τα αποτελέσματα GPS υπό μια χωρική έννοια. Επομένως, είναι προφανές ότι οι δύο αυτές τεχνικές είναι συμπληρωματικές. [2]

Για την αξιόπιστη ανίχνευση και τον ακριβέστερο προσδιορισμό των επιφανειακών μετακινήσεων των σημείων ελέγχου σε μία περιοχή είναι δυνατό να εφαρμοστούν περισσότερες από μία μέθοδοι. Πιο συγκεκριμένα, οι γεωδαιτικές μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν με τις γεωτεχνικές και να συνεισφέρουν έτσι, στη διαμόρφωση πληρέστερης εικόνας του πεδίου παραμορφώσεων.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ****3.1. Γενικά**

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται βορειοανατολικά του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας και περιλαμβάνει το νότιο, παράκτιο τμήμα της Καλλιθέας, το Μοσχάτο και το Νέο Φάληρο. Πιο συγκεκριμένα, ο ευρύτερος χώρος της ορίζεται δυτικά από τη γραμμή του ΗΣΑΠ στο Νέο Φάληρο, ανατολικά από την οδό Ξενοφώντος του Δήμου Καλλιθέας, νότια από τις Λεωφόρους Εθνάρχου Μακαρίου και Ποσειδώνος, κατά μήκος περίπου 2.3 χιλιομέτρων της παραλιακής αυτής λεωφόρου, και βόρεια εκτείνεται μέχρι την οδό Μισαούλη του Δήμου Μοσχάτου και των οδών Μπάρου και Σόλωνος του Δήμου Καλλιθέας, περίπου 1.2 χιλιόμετρα από την παραλιακή λεωφόρο. Το συνολικό εμβαδόν της περιοχής μελέτης είναι περίπου 2000 στρέμματα.

Στην περιοχή μελέτης, αναγνωρίστηκαν συνολικά 62 κορυφές του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, οι οποίες είναι υψομετρικές αφετηρίες του Δήμου Καλλιθέας, της Ε.ΥΔ.ΑΠ., της Γ.Υ.Σ. και του Ε.Μ.Π. Επειδή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν περιοχές όπου η πυκνότητα των σημείων του δικτύου ήταν μικρή, ιδρύθηκαν άλλες 7 νέες κορυφές στην περιοχή μελέτης. Έτσι, το δίκτυο κατακορύφου ελέγχου αποτελείται σήμερα (2009) από 69 κορυφές και το συνολικό ανάπτυγμά του είναι περίπου 24.5 χιλιόμετρα.

Οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου μετρήθηκαν με τη μέθοδο της Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης, χρησιμοποιώντας το ψηφιακό χωροβάτη της Topcon DL-102C, ονομαστικής ακρίβειας  $\pm 1.0\text{mm}/\sqrt{\text{km}}$  και τα ανάλογα παρελκόμενα που τον συνοδεύουν (κωδικοποιημένες σταδίες και χωροσταθμικές βάσεις). Η επίλυση του δικτύου έγινε με τη Μ.Ε.Τ. (Μέθοδος Εμμέσων Παρατηρήσεων), με τις ελάχιστες εξωτερικές δεσμεύσεις και τις ίδιες αρχικές συνθήκες με τις παλαιότερες

επιλύσεις του δικτύου. Ως σταθερή κορυφή θεωρήθηκε η υψομετρική αφετηρία R1, όπως και στις προηγούμενες διπλωματικές εργασίες. Η κορυφή R1 είναι πακτωμένη δίπλα στα σκαλοπάτια της βόρειας πύλης του Ιερού Ναού της Παναγίας Μυρτιδιωτίσσης στο Νέο Φάληρο, δυτικά του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας και έχει υψόμετρο  $H_{R1} = 3.004 \text{ m}$ .

### 3.2. Γεωλογικό και Γεωτεχνικό Υπόβαθρο

Το γεωλογικό υπόβαθρο του ευρύτερου χώρου της περιοχής μελέτης, η οποία βρίσκεται στο νότιο παράκτιο τμήμα της Καλλιθέας, το Μοσχάτο και το Νέο Φάληρο, αποτελείται από εναλλασσόμενες στρώσεις τεφρής – υποτέφρης – μελανότεφρης μαλακής αργίλου και ιλυώδους άμμου – αμμώδους ιλύος. Συχνή είναι και η παρουσία οργανικής ύλης και μικροαπολιθωμάτων, η οποία σε συνδυασμό με την επικρατούσα στην περιοχή αμμοϊλύ με άργιλο τοπικά σε ορισμένες θέσεις, φανερώνουν την ύπαρξη ενός σχηματισμού παράκτιας ή λιμνοθαλάσσιας φάσης. Ο χαρακτηριστικός αυτός σχηματισμός υποδηλώνει την εξάπλωση της αβαθούς θάλασσας ή λιμνοθάλασσας στην περιοχή μελέτης, κατά τους πρόσφατους, σχετικά, ιστορικούς και παλαιότερους χρόνους. Η επιφανειακή εξάπλωση των παραπάνω σχηματισμών διακόπτεται τοπικά από την ύπαρξη υλικών επιχωματώσεων ή ακόμα και πρόσφατων αποθέσεων του ποταμού Κηφισού.

Σύμφωνα με τις γεωτεχνικές έρευνες του Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων (Κ.Ε.Δ.Ε.) του Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε., το πάχος των προαναφερόμενων σχηματισμών κυμαίνεται από 10 m έως 20 m και εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή των εκβολών του ποταμού Κηφισού μεταξύ του Μοσχάτου και του Νέου Φαλήρου. Κατά USCS, ταξινομούνται σαν άργιλοι μέσης και υψηλής πλαστικότητας (CL-CH), ιλυάργιλοι (CL-ML), ιλυώδεις άμμοι (SM) και ιλύες (ML) [11]. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αργιλικές προσμίξεις που εμφανίζονται συχνά στην περιοχή μελέτης διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στη μηχανική συμπεριφορά των ορυκτών στα οποία περιέχονται. Οι άργιλοι είναι λεπτόκοκκα συμπιεστά, συνεκτικά υλικά με πολύ μικρή διαπερατότητα και όταν τα αργιλικά ορυκτά απορροφούν μεγάλη ποσότητα νερού, εκδηλώνουν το φαινόμενο της θιξοτροπίας, δηλαδή ρευστοποίηση και επαναστερεοποίηση των πετρωμάτων κάτω από την επίδραση των κραδασμών του εδάφους. Φαινόμενα θιξοτροπίας παρατηρούνται κοντά σε σιδηροδρομικές γραμμές και σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα, όπου ο υδροφόρος ορίζοντας

βρίσκεται συνήθως, λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Όσον αφορά τις ιλύες (πηλοί) είναι επίσης, λεπτόκοκκα συμπιεστά, μη συνεκτικά όμως, υλικά και καθιζάνουν πολύ ταχύτερα από τις αργίλους. Η μηχανική συμπεριφορά τους είναι ενδιάμεση των αργίλων και των άμμων. Μια μικρή όμως, περιεκτικότητα σε άργιλο (αργιλώδης ιλύς) ελαττώνει σημαντικά τη διαπερατότητά τους, κατά τρόπο ώστε η μηχανική συμπεριφορά τους να πλησιάζει αυτή των αργίλων.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής μελέτης παρουσιάζει γενικά, ομοιομορφία από την παραλία μέχρι τη λαχαναγορά, αν και εμφανίζει ορισμένες τοπικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, η τυπική γεωλογική τομή έχει τη μορφή που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

Αρχικά, παρατηρείται ένα επιφανειακό στρώμα προσχώσεων πάχους περίπου 2 m, ακολουθούμενο από ένα μέτριο συνεκτικό στρώμα, βάθους μέχρι 8 m. Στη συνέχεια, συναντάται ένα αργιλικό στρώμα, μικρής αντοχής, πάχους 2 m έως 5 m ενώ βαθύτερα, ένα στρώμα ιλυοαμμώδες ως αμμοχαλικώδες, γενικά πυκνό, πάχους περίπου 6 m με γωνία κλίσης  $\varphi=35^\circ - 45^\circ$ . Το επόμενο στρώμα, που παρατηρείται, είναι αργιλοαμμώδες ως ιλυώδες, πολύ μειωμένης αντοχής, πάχους περίπου 2 m και ακολουθεί ένα στρώμα πολύ πυκνής αμμοιλύος.

Σε όλες τις γεωτρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν, εντοπίστηκε πυκνή αμμοιλύς. Επίσης, χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η ύπαρξη μεταβαλλόμενης φύσης προσχωσιγενών επιφανειακών στρωμάτων. Από βαθύτερες γεωτρήσεις, διαπιστώθηκε ότι το αμμώδες ως αμμοχαλικώδες με προσμίξεις ιλύος ή αργίλου στρώμα επεκτείνεται μέχρι βάθους 26 m έως 28 m. Κάτω από αυτό, συναντάται το σταθερό υπόβαθρο, που αποτελείται από κροκαλοπαγές ή μαργαϊκό στρώμα. Πιο συγκεκριμένα, εμφανίζεται η μάργα του νεογενούς υποβάθρου, που σημαίνει ότι θα συνεχίζεται σε μεγάλο βάθος με προσμίξεις ψαμμιτών ή ασβεστόλιθων. Η μηχανική συμπεριφορά των μαργών είναι πολύ καλύτερη από αυτή των αργίλων, γιατί με την αύξηση του ανθρακικού ασβεστίου, που περιέχουν, συνεπάγεται ελάττωση της



συμπιεστότητας, της πλαστικότητας και της υδροαπορροφητικότητας. Από το στρώμα αυτό και συνεχίζοντας βαθύτερα, τα εδάφη θεωρούνται σταθερά και δεν συμπιέζονται ενώ τα επιφανειακά στρώματα συνεχίζουν να δέχονται τη συμπίεση, που προκαλείται από τις μεταβολές των φορτίων στην επιφάνεια.

Χαρακτηριστικό της περιοχής μελέτης είναι το υπερκείμενο φερτό έδαφος και το υποκείμενο υπόβαθρο. Στο Νέο Φάληρο, τα φερτά υλικά έχουν μεγάλο πάχος και οργανικές προσμίξεις με μαλακή ως πολτώδη μορφή. Τα πολτώδη υλικά είναι πολύ συμπιεστά. Η κίνηση στη Λεωφόρο Ποσειδώνος των μεγάλων και βαρέων τροχοφόρων, όπως τα λεωφορεία και τα φορτηγά, που κατευθύνονται προς την Εθνική Αθηνών – Λαμίας, προκαλεί συμπίεση και πολλές φορές κίνηση των παραπάνω υλικών. Από την άλλη, στην περιοχή μεταξύ των ποταμών Κηφισού και Ιλισού, τα υλικά εμφανίζουν λιγότερη μαλακή μορφή και ίδια σύσταση.

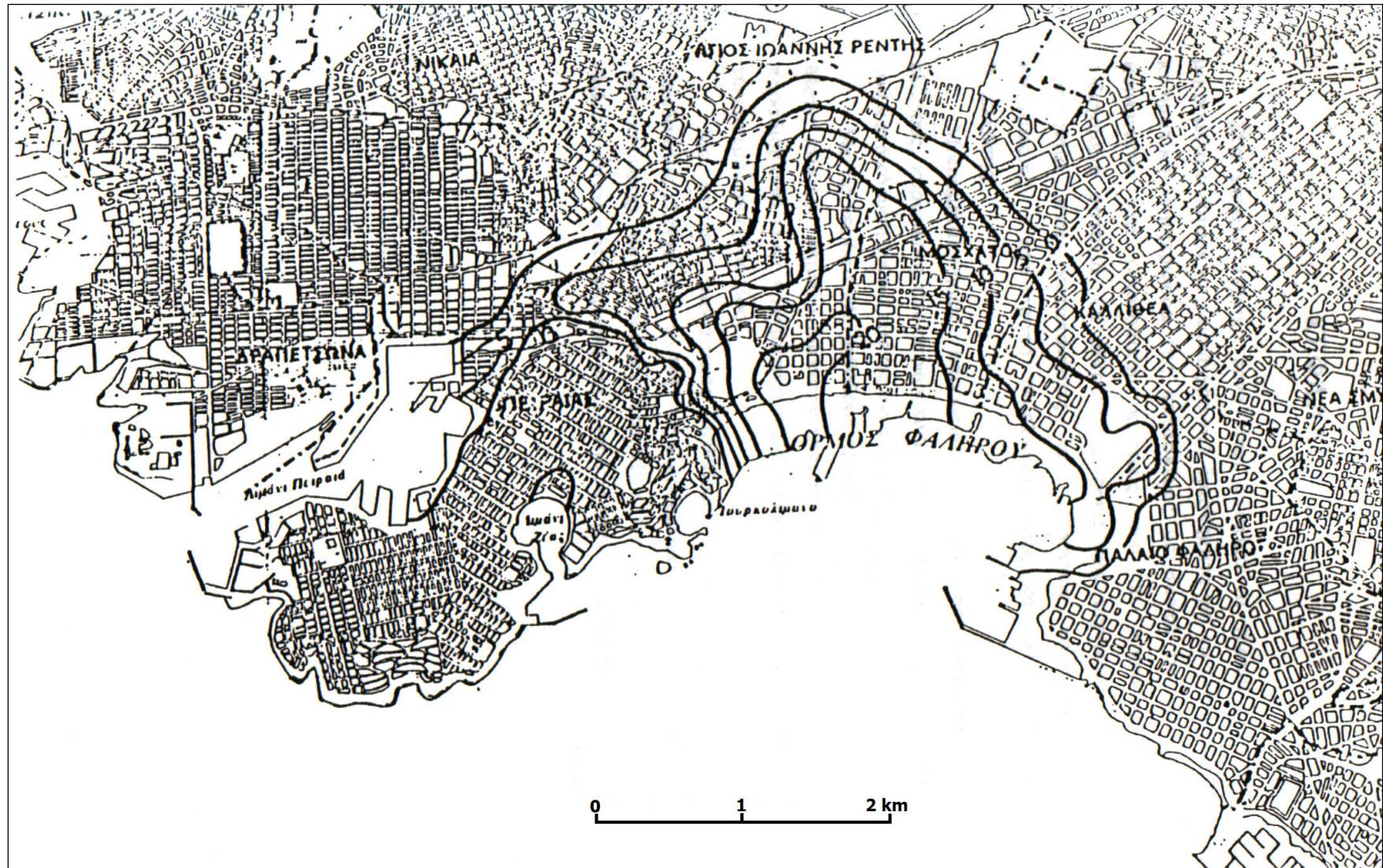
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φερτά υλικά του Νέου Φαλήρου, στην περιοχή του οποίου, τα πρώτα μέτρα έχουν προσμίξεις άμμου σε σημαντική αναλογία και αποτελούν ένα κάλυμμα στην πολύ μαλακή αργιλική στρώση, η οποία είναι πολύ ευαίσθητη και μπορεί να υποχωρήσει ακόμα και με την επιβολή μικρού φορτίου.

Το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης αποτελείται κυρίως, από μαργαϊκό και αμμοψηφитоκροκαλοπαγές, το οποίο βρίσκεται συνήθως, πάνω από το πρώτο. Το μαργαϊκό αποτελεί το μητρικό υπόβαθρο της περιοχής του Νέου Φαλήρου. Σε όλη την περιοχή έχει χαρακτήρα καστανέρυθρης αργίλου μέσης συνεκτικότητας ενώ βαθύτερα έχει εντελώς μαργαϊκή υφή. Στην περιοχή του ποταμού Κηφισού, το επιφανειακό στρώμα, της πολύς μαλακής αργιλοϊλύος, φτάνει μέχρι βάθος 18 m. Από 18 m έως 20 m, υπάρχει ένα μεταβατικό στρώμα. Βαθύτερα από τα 20 m, υπάρχει αισθητή βελτίωση των μηχανικών παραμέτρων του εδάφους. [19]

Από γενικότερες εκτιμήσεις γεωτεχνικού χαρακτήρα, η ύπαρξη της αργίλου στην περιοχή μελέτης δημιουργεί προβλήματα, εξαιτίας των καθιζήσεων που

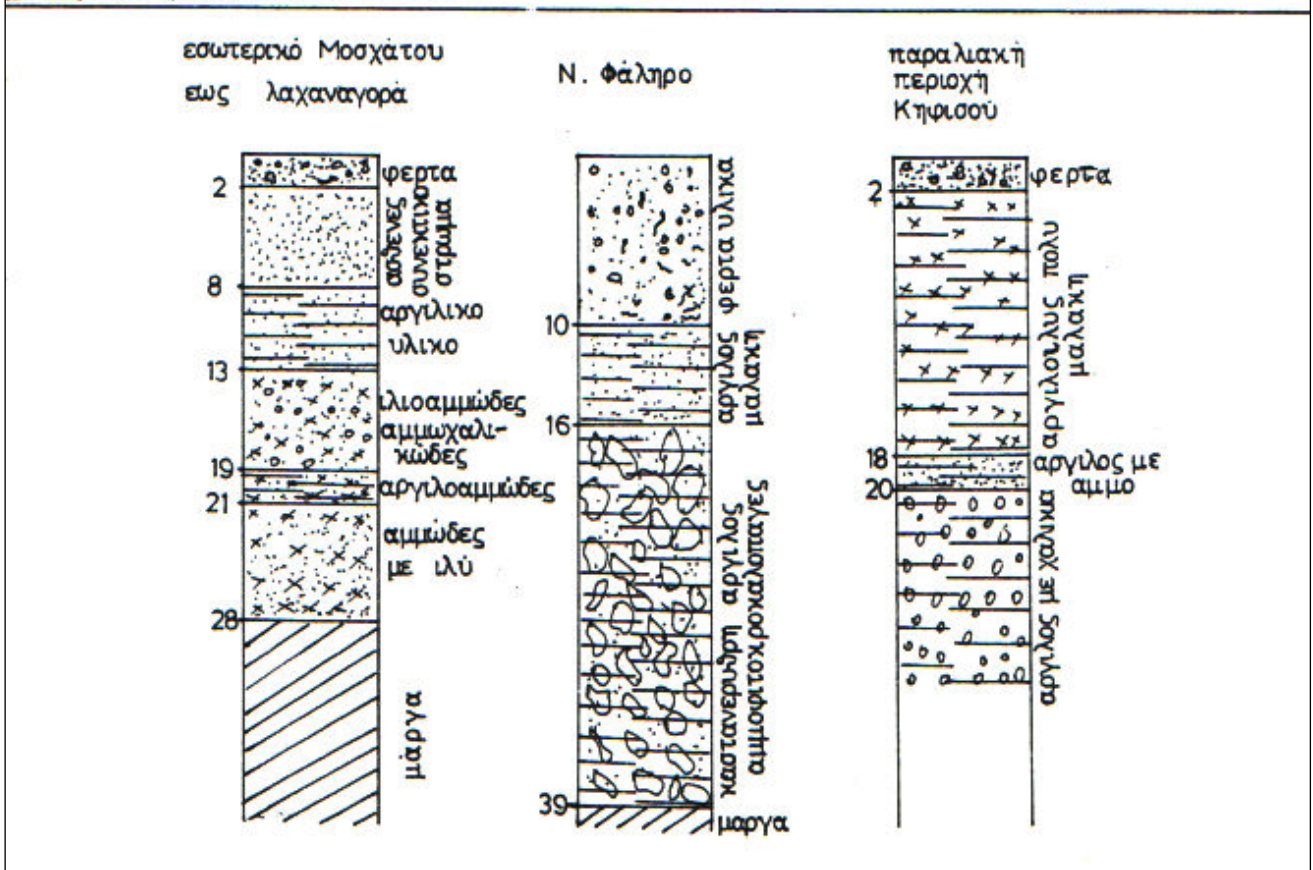
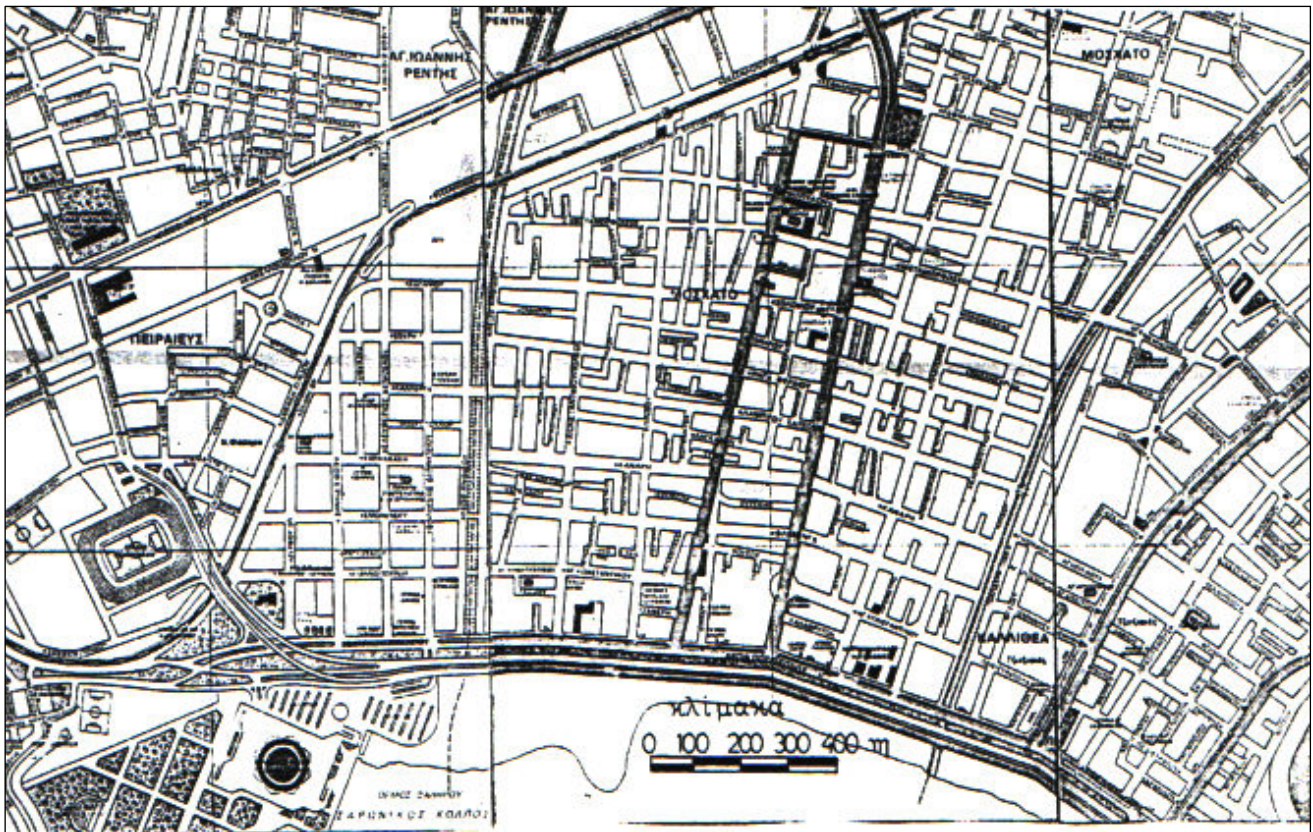
εντοπίζονται στις κατασκευές με μεμονωμένα πέδιλα. Οι σημαντικές καθιζήσεις που παρατηρούνται κάτω από στατικές φορτίσεις, σε συνδυασμό με τις έντονες διαφορικές παραμορφώσεις, λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους, είναι δυνατό να δημιουργήσουν αυτεντάσεις στον φέροντα οργανισμό των κατασκευών, με συνέπεια την εμφάνιση τάσεων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν κατά τη φάση μελέτης.

Στο γεωλογικό χάρτη (Χάρτης 3.1.) που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι ισοπαχείς καμπύλες και διαπιστώνεται η εξάπλωση των σχηματισμών της περιοχής, ο προσδιορισμός των οποίων στηρίζεται στις ήδη υπάρχουσες γεωτεχνικές τομές γεωτρήσεων. Στον επόμενο χάρτη (Χάρτης 3.2.), παρουσιάζονται οι γεωλογικές τομές σε τρία διαφορετικά τμήματα της περιοχής μελέτης.



**Χάρτης 3.1. Ισοπαχείς καμπύλες γεωλογικών σχηματισμών στην περιοχή μελέτης [17]**

**Map 3.1. Contours of equal depth of the geological structure of the study area [17]**



Χάρτης 3.2. Γεωλογικές τομές στην περιοχή μελέτης [19]

Map 3.2. Geological sections of the study area [19]

### 3.3. Υδρολογικά Στοιχεία

Τα στοιχεία, που συνθέτουν το υδρολογικό υπόβαθρο του ευρύτερου χώρου της περιοχής μελέτης, είναι τα δύο ποτάμια που εκβάλλουν σε αυτή, δηλαδή ο ποταμός Κηφισός και ο ποταμός Ιλισός.

Ο Κηφισός ποταμός είναι ο κύριος αποδέκτης των βρόχινων νερών του Λεκανοπεδίου Αττικής ενώ η λεκάνη απορροής του, συνολικής επιφάνειας 371 km<sup>2</sup>, καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του. Πηγάζει κυρίως, από την Πάρνηθα και την Πεντέλη, συλλέγει όμως, ύδατα και από το όρος Αιγάλεω, από μέρος του Υμηττού καθώς και από τους λόφους της Αθήνας, όπως ο Λυκαβηττός και η Ακρόπολη. Το μήκος του κύριου κλάδου του Κηφισού, ο οποίος έχει μια γενική κατεύθυνση από βορρά προς νότο, είναι περίπου 21.5 χιλιόμετρα από το ανάντη όριο της κοίτης του, που βρίσκεται στο Κρουονέρι, μέχρι το σημείο εκβολής του στη θάλασσα, στη περιοχή του Νέου Φαλήρου. Στην πορεία του, ο Κηφισός είναι αποδέκτης της παροχής ενός σημαντικού αριθμού συμβαλλόντων κλάδων και έτσι, το συνολικό μήκος των πολλών παραχειμάρων του υπερβαίνει τα 150 χιλιόμετρα. Η μέση κατά μήκος κλίση του ανέρχεται περίπου σε 1%.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ανθρώπινες επεμβάσεις τείνουν να μεταβάλουν τα όρια της φυσικής λεκάνης απορροής του Κηφισού, είτε με την εκτροπή υδάτων άλλων λεκανών προς αυτήν όπως, μερική εκτροπή Ιλισού, συλλεκτήρας υψηλής περιοχής Μοσχάτου, Καλλιθέας, Νέας Σμύρνης, είτε με την εκτροπή υδάτων της λεκάνης του προς άλλες.

Ο Ιλισός ποταμός είναι επίσης, αποδέκτης της παροχής πληθώρας συμβαλλόντων σε αυτόν κλάδων. Η λεκάνη απορροής του, η οποία αναπτύσσεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου, εκτείνεται σε μια επιφάνεια 48.50 km<sup>2</sup> ενώ ο κύριος κλάδος του ποταμού έχει γενική κατεύθυνση από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά. Το μήκος του αναπτύγματός του είναι 12 χιλιόμετρα και η μέση κατά μήκος κλίση του 1.7%.

Οι κλάδοι, που συμβάλλουν στον ποταμό Ιλισό, έχουν τη μορφή κλειστών αγωγών διαφόρων διατομών, οι οποίοι είτε αποχετεύουν αστικές αποκλειστικά λεκάνες, είτε αποτελούν τους αποδέκτες ρεμάτων που πηγάζουν κυρίως από την πλευρά του Υμηττού. [20]

### **3.4. Διαχρονική Εξέλιξη των Επιφανειακών Μετακινήσεων στην Περιοχή**

Τα μεγάλα τεχνικά έργα, όπως τα στάδια, οι γέφυρες και τα φράγματα, αποτελούν σημαντικές παρεμβάσεις στην επιφάνεια του εδάφους και επηρεάζουν άμεσα την κινηματική συμπεριφορά της ευρύτερης περιοχής. Οι μεταβολές των φορτίων στην επιφάνεια του εδάφους, οι εκσκαφές και οι επιχωματώσεις, έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία καθιζήσεων ή ανυψώσεων της εδαφικής μάζας. Για το λόγο αυτό, ο έλεγχος των μετακινήσεων στα έργα αυτά καθώς, και της εγγύτερης περιοχής που τα περιβάλλει, είναι απαραίτητο να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Κατά αυτόν τον τρόπο, παρακολουθείται συστηματικά η κινηματική συμπεριφορά τόσο των έργων όσο και της επιφάνειας του εδάφους, στο οποίο αυτά είναι θεμελιωμένα, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν αστοχίες, που συνεπάγονται οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες.

Το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας εγκαινιάστηκε το Φεβρουάριο του 1985. Από το Σεπτέμβριο του ίδιου χρόνου, ανατέθηκαν από το Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας μία σειρά διπλωματικών εργασιών με σκοπό την παρακολούθηση των μετακινήσεων των φερόντων στοιχείων του Σταδίου, επειδή σαν κατασκευή και θεμελίωση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς και των επιφανειακών μετακινήσεων στην ευρύτερη περιοχή του.

Το Σεπτέμβριο του 1985, ιδρύθηκε, για πρώτη φορά στο Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας, δίκτυο οριζοντίου και κατακορύφου ελέγχου, με 8 σημεία ελέγχου, για την παρακολούθηση των μετακινήσεων των φερόντων στοιχείων του σταδίου. Παράλληλα, ιδρύθηκε δίκτυο κατακορύφου ελέγχου για την παρακολούθηση των κατακόρυφων μετακινήσεων του εδάφους στην εγγύς περιοχή του Σ.Ε.Φ.

Το Σεπτέμβριο του 1988, μετρήθηκε για δεύτερη φορά το υπάρχον δίκτυο οριζοντίου και κατακορύφου ελέγχου, προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχουν

μετακινήσεις για επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, δεν εντοπίστηκαν καθιζήσεις στη διάρκεια των τριών αυτών χρόνων. Επίσης, το δίκτυο κατακόρυφου ελέγχου κρίθηκε σκόπιμο να επεκταθεί με την προσθήκη 14 σημείων ελέγχου.

Τον Απρίλιο του 1989, τα υλοποιημένα δίκτυα οριζοντίου και κατακόρυφου ελέγχου επαναμετρήθηκαν ενώ παράλληλα, το δίκτυο κατακόρυφου ελέγχου επεκτάθηκε ακόμα περισσότερο προς την περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας με την ίδρυση 22 νέων κορυφών. Συγκρίνοντας την απόλυτη θέση των υψομετρικών αφετηριών κατά τα έτη 1988 και 1989, για επίπεδα εμπιστοσύνης 95% και 99%, προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα για την κινηματική συμπεριφορά τόσο του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας όσο και της επιφάνειας του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, οι καθιζήσεις και ανυψώσεις που ανιχνεύθηκαν είναι της τάξης του 1 mm με 3 mm. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερες καθιζήσεις παρατηρούνται στην παραλιακή περιοχή του Μοσχάτου ενώ προς το εσωτερικό της φθίνουν. Αντιθέτως, προς την περιοχή της Καλλιθέας, εντοπίζονται πολύ μικρότερες καθιζήσεις. Η διαφορετική σε μέγεθος καθίζηση, που παρατηρείται, οφείλεται στη διαφορετική γεωλογική σύσταση του εδάφους των παραπάνω περιοχών και στο γεγονός ότι η περιοχή της Καλλιθέας, που μελετάται, βρίσκεται πιο μακριά από την περιοχή των μεγάλων τεχνικών έργων. Επίσης, σημαντική είναι και η επιρροή των επιχωματώσεων, που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια στην παραλιακή ζώνη καθώς, και η διευθέτηση της κοίτης του ποταμού Κηφισού.

Το Φεβρουάριο του 1995, τα υπάρχοντα δίκτυα οριζοντίου και κατακόρυφου ελέγχου μετρήθηκαν για τέταρτη φορά. Όσον αφορά στο δίκτυο κατακόρυφου ελέγχου, κρίθηκε απαραίτητο να επεκταθεί ακόμα περισσότερο με την ίδρυση 48 υψομετρικών αφετηριών προς την περιοχή του Μοσχάτου και της Καλλιθέας, στις οποίες διαπιστώθηκε, από τις προηγούμενες διπλωματικές εργασίες, ότι παρουσιάζουν τάση μετακίνησης. Συγκρίνοντας την απόλυτη θέση των υψομετρικών αφετηριών κατά τα έτη 1989 και 1995,



για επίπεδα εμπιστοσύνης 95% και 99%, προέκυψε ότι η πλειοψηφία των σημείων ελέγχου του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου έχουν υποστεί σημαντική καθίζηση, γεγονός ιδιαίτερα ανησυχητικό για τη μελλοντική στατική και κινηματική συμπεριφορά του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας όσο και της επιφάνειας του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99%, οι καθιζήσεις και ανυψώσεις που εντοπίστηκαν είναι της τάξης του 1 mm με 18 mm. Για τα σημεία των υποστηλωμάτων του σταδίου υπήρξε ανύψωση της τάξης 2 mm – 3 mm, με μεγαλύτερη εκείνης της κορυφής R4 που είναι 6 mm και της R7 που είναι 4 mm, ενώ για τα σημεία του α' διαζώματος διαπιστώθηκε καθίζηση με τιμές από 1 mm (R13) έως 11 mm (R11). Στην περιοχή του Νέου Φαλήρου, εντοπίστηκαν οι μεγαλύτερες περιοχές καθίζησης περιμετρικά των υψομετρικών αφετηριών R8 (18 mm) και ΕΜΠ38 (17 mm). Στην περιοχή του Μοσχάτου, η περιοχή των επιφανειακών μετακινήσεων παρατηρείται στην παραλιακή ζώνη, με μέγιστη καθίζηση στην κορυφή R5194 (15 mm). Προς το εσωτερικό του Μοσχάτου, εξακολουθούν να παρατηρούνται μικρότερες καθιζήσεις, τις οποίες διαδέχονται ανυψώσεις που ξεκινούν από την περιοχή περιμετρικά της κορυφής R5178 (3 mm). Στην περιοχή της Καλλιθέας, εντοπίζονται πολύ μικρότερες καθιζήσεις αλλά και ανυψώσεις της τάξης των 3 mm – 4 mm, με εξαίρεση την κορυφή ΔΚ53, η οποία παρουσιάζει καθίζηση 9 mm και βρίσκεται στο νότιο παράκτιο τμήμα της. Επίσης, στα σημεία που βρίσκονται πλησίον του ποταμού Ιλισού, παρατηρήθηκε ανύψωση, η οποία οφείλεται πιθανώς, στις πλημμύρες που εκδηλώθηκαν το Φεβρουάριο του 1995 και διόγκωσαν το υπέδαφος της περιοχής.

Το Φεβρουάριο του 1998, τα υλοποιημένα δίκτυα οριζοντίου και κατακόρυφου ελέγχου μετρήθηκαν για ακόμα μία φορά για την παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς τόσο του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας όσο και της επιφάνειας του εδάφους στην ευρύτερη περιοχή. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες φάσεις μελέτης, το δίκτυο κατακόρυφου ελέγχου δεν επεκτάθηκε περαιτέρω ενώ παράλληλα, αποφασίστηκε να γίνει μεταφορά του σταθερού σημείου R1, που βρισκόταν στην πρόσοψη του Ιερού Ναού

Παναγίας Μυρτιδιώτισσας στην περιοχή του Νέου Φαλήρου, λόγω έργων ανακαίνισης και επέκτασης του ναού. Συγκρίνοντας την θέση των υψομετρικών αφετηριών του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου κατά τα έτη 1995 και 1998, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, προέκυψαν και πάλι ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, οι καθιζήσεις, που εντοπίστηκαν στη διάρκεια των τριών αυτών ετών, είναι της τάξης των 1 mm – 5 mm ενώ η μέγιστη καθίζηση που παρατηρήθηκε είναι ίση με 7 mm στην υψομετρική αφετηρία R5204, η οποία βρίσκεται στη νότια περιοχή του Μοσχάτου. Αντίστοιχα, οι ανυψώσεις που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης είναι της τάξης των 1 mm – 2 mm. Οι μέγιστες ανυψώσεις που παρατηρήθηκαν είναι ίσες με 5 mm στην υψομετρική αφετηρία ΔΚ68 και 6 mm στην υψομετρική αφετηρία ΔΚ50, οι οποίες βρίσκονται στο νοτιοδυτικό παράκτιο τμήμα της Καλλιθέας. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερες καθιζήσεις παρατηρούνται στην παραλιακή περιοχή του Μοσχάτου και στη βόρεια περιοχή του, κοντά στις σιδηροδρομικές γραμμές του Η.Σ.Α.Π. Επίσης, καθιζήσεις παρατηρήθηκαν στη νότια περιοχή του Νέου Φαλήρου και της Καλλιθέας καθώς και κοντά στον ποταμό Ιλισό. Από την άλλη, εκτός από τις μεγαλύτερες ανυψώσεις που παρατηρήθηκαν στη νότια περιοχή της Καλλιθέας, ανυψώσεις εντοπίστηκαν στο φέροντα οργανισμό του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας, στην παραλιακή περιοχή του Μοσχάτου και του Νέου Φαλήρου, κοντά στις σιδηροδρομικές γραμμές του Η.Σ.Α.Π. στις περιοχές αυτές και τέλος, ανυψώσεις παρατηρήθηκαν κοντά στον ποταμό Κηφισό και τον ποταμό Ιλισό.

Το Μάρτιο του 2002, το υπάρχον δίκτυο κατακόρυφου ελέγχου μετρήθηκε για έκτη φορά χωρίς περαιτέρω επέκταση. Παράλληλα, ιδρύθηκε, για πρώτη φορά στην περιοχή μελέτης, δίκτυο GPS (Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού) με επτά κορυφές, με σκοπό τη διαχρονική παρακολούθηση των επιφανειακών μετακινήσεων με τη δορυφορική αυτή μέθοδο αλλά και την προσέγγιση της επιφάνειας του γεωειδούς στην περιοχή μέσω ενός βέλτιστου τοπικού επιπέδου. Συγκρίνοντας την απόλυτη θέση των υψομετρικών αφετηριών κατά τα έτη 1999 και 2002, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, προέκυψε ότι οι

μετακινήσεις, που σημειώθηκαν στη διάρκεια των δύο αυτών ετών, ήταν πολύ περιορισμένες σε μέγεθος και η πλειοψηφία των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου δεν έχουν υποστεί καθίζηση, γεγονός ιδιαίτερα ευοίωνο για τη κινηματική συμπεριφορά της επιφάνειας τους εδάφους στην ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας. Πιο συγκεκριμένα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, η μεταβολή της απόλυτης θέσης των περισσότερων σημείων ελέγχου βρίσκεται μέσα στα όρια της αβεβαιότητας των μετρήσεων (θόρυβος) ενώ οι καθιζήσεις, που ανιχνεύθηκαν σε πέντε μόνο υψομετρικές αφετηρίες, κυμαίνονται από 3 mm έως 4 mm. Η περιοχή αυτών των μετακινήσεων παρατηρείται στην παραλιακή ζώνη του Μοσχάτου, με μέγιστη καθίζηση στην κορυφή R5194 (4 mm).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – ΠΡΟΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **4.1. Γενικά**

Σε μία μελέτη επιφανειακών καθιζήσεων, μετά από την αναγνώριση της περιοχής μελέτης και την εγκατάσταση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, και αφού καθοριστεί η ελάχιστη στατιστικά σημαντική ανιχνεύσιμη μετακίνηση, προσδιορίζεται η ακρίβεια μέτρησης των στοιχείων του δικτύου ανά φάση. Στη συνέχεια, με βάση τα παραπάνω, επιλέγεται η γεωδαιτική μέθοδος και τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του ψηφιακού χωροβάτη που επιλέχθηκε, καθώς και τα παρελκόμενα που τον συνοδεύουν, ενώ γίνεται αναφορά στα θετικά και τα αρνητικά στοιχεία της χρήσης ενός σύγχρονου εξοπλισμού. Τέλος, γίνεται η ανάλυση, η οποία με δεδομένο το όργανο που επιλέχθηκε, οδηγεί στον ορισμό του κριτηρίου αποδοχής ή απόρριψης του αποτελέσματος μίας χωροσταθμικής όδευσης σε σχέση με το σφάλμα κλεισίματός της, από μετάβαση και επιστροφή.

## 4.2. Επιλογή Οργάνων και Παρελκομένων

Για τη μέτρηση των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, επιλέχθηκε ο ψηφιακός χωροβάτης Topcon DL-102C, ως αποτέλεσμα ανάλυσης με βάση την ελάχιστη αναμενόμενη κατακόρυφη μετακίνηση. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του χωροβάτη παρουσιάζονται παρακάτω:

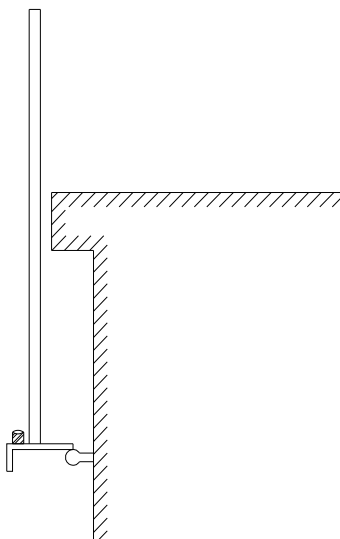
- Ηλεκτρονική ανάγνωση: 0.1 mm
- Ονομαστική ακρίβεια:  $\pm 1.5\text{mm}/\sqrt{\text{km}}$
- Ακρίβεια ηλεκτρονικής μέτρησης (κατά DIN 18723):  $\pm 1.0\text{mm}/\sqrt{\text{km}}$
- Min/max απόσταση μέτρησης: 2.0 m/100.0 m
- Χρόνος μέτρησης: 4 sec.
- Μεγέθυνση τηλεσκοπίου: 30 x
- Βάρος: 2.8 Kgr

Ο ψηφιακός χωροβάτης συνοδεύεται και από τα ανάλογα παρελκόμενα. Έτσι, για τη διαδικασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν:

- Ένας τρίποδας αλουμινίου με επίπεδη κεφαλή
- Δύο κωδικοποιημένες (Barcode) τηλεπισκοπικές σταδίες από αλουμίνιο, μέγιστου ύψους 4 m
- Δύο βαριές χελώνες για χωροσταθμίσεις ακριβείας
- Μία μετροταινία από fiberglass
- Μία ειδική κατασκευή πάχους 3.15 mm (μετρημένο με παχύμετρο), πάνω στην οποία είχε στερεωθεί μία σφαιρική αεροστάθμη (Εικόνα 4.5.)

Η παραπάνω ειδική κατασκευή χρησιμοποιήθηκε για τις υψομετρικές αφετηρίες, οι οποίες παρουσίασαν πρόβλημα με την κατακορύφωση της

σταδίας λόγω κάποιων εμποδίων πάνω από τη θέση των σημείων αυτών (Εικόνα 4.1.).



**Εικόνα 4.1. Κατακόρυφωση της σταδίας με χρήση της ειδικής κατασκευής**

**Figure 4.1. The use of special construction during the measurements**

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης ψηφιακού χωροβάτη αφορούν τη σημαντική μείωση του χρόνου παραμονής στο πεδίο και την εξάλειψη των χονδροειδών σφαλμάτων, όπως είναι αυτά που οφείλονται στον παρατηρητή και σχετίζονται με το σφάλμα ανάγνωσης και καταγραφής των μετρήσεων, αφού αυτές καταγράφονται αυτόματα σε ειδική καταγραφική μονάδα του χωροβάτη. Η τεχνολογία αυτού του οργάνου παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου της απόκλισης του σκοπευτικού άξονα από την οριζόντια θέση και της αυτόματης διόρθωσης των αποτελεσμάτων (*Check Adjust*). Επίσης, αξιοσημείωτο θεωρείται και το γεγονός ότι είναι εφικτός ο έλεγχος των αποτελεσμάτων απευθείας στο ύπαιθρο, η εμφάνιση μηνυμάτων μη ορθής θέσης του χωροβάτη ή της σταδίας και η δυνατότητα ανάγνωσης ακόμα και αν υπάρχει εμπόδιο στο σημείο σκόπευσης του κεντρικού σταυρονήματος. Τέλος, υπάρχουν περιπτώσεις που τέτοιου είδους χωροβάτης έχει τη δυνατότητα λειτουργίας και ως οπτικομηχανικός χωροβάτης.

Στα μειονεκτήματα αυτών των χωροβατών συγκαταλέγονται κυρίως, η αδυναμία μέτρησης σε περιβάλλον με περιορισμένο φωτισμό, η απαραίτητη ύπαρξη τροφοδοσίας της μπαταρίας, όπως επίσης, και το υψηλό κόστος αγοράς, σε αντίθεση με τους αντίστοιχους οπτικομηχανικούς. [13]



**Εικόνα 4.2. Ο ψηφιακός χωροβάτης της Topcon DL-102C**

**Figure 4.2. The digital level Topcon DL-102C**



**Εικόνα 4.3. Οι δύο βαριές χωροσταθμικές βάσεις**

**Figure 4.3. The ground plates**



**Εικόνα 4.4. Ο τρίποδας αλουμινίου και οι δύο τηλεπισκοπικές σταδίες**  
**Figure 4.4. The aluminium tripod and the telescopic leveling rods**



**Εικόνα 4.5. Η μετροταινία και η ειδική κατασκευή**  
**Figure 4.5. The tape and the special construction**



### 4.3. Κριτήρια Αποδοχής Αποτελεσμάτων

Πριν από την έναρξη των εργασιών υπαίθρου, κρίθηκε αναγκαίο να προσδιοριστεί η ακρίβεια, που επιτυγχάνεται σε μία Διπλή Γεωμετρική Χωροστάθμηση, χρησιμοποιώντας το επιλεγμένο όργανο. Η σύγκριση αυτής της ακρίβειας, πολλαπλασιασμένη με το αντίστοιχο εκατοστιαίο σημείο της κανονικής κατανομής για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ( $z = 1.96$ ), με το σφάλμα κλεισίματος, όπως προέκυπτε από τη διαφορά μεταξύ της μετάβασης και επιστροφής μίας χωροσταθμικής όδευσης μεταξύ δύο κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, αποτέλεσε το κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης της όδευσης αυτής.

#### 4.3.1. Εκτίμηση της ακρίβειας μίας Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης πριν την έναρξη των μετρήσεων

Στη μοναδιαία χωροστάθμηση, η υψομετρική διαφορά προκύπτει από τη σχέση  $\Delta H = O - E$ . Αν θεωρηθεί ότι η αβεβαιότητα ανάγνωσης πάνω στις δύο σταδίες είναι  $\sigma_O = \sigma_E = \sigma_\varepsilon$ , τότε εφαρμόζοντας το Νόμο Μετάδοσης Σφαλμάτων στην παραπάνω σχέση, προκύπτει:

$$\sigma_{\Delta H} = \pm \sqrt{\sigma_O^2 + \sigma_E^2} \Rightarrow \sigma_{\Delta H} = \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{2} \quad (4.1)$$

Για τον χωροβάτη που χρησιμοποιήθηκε (DL-102C TOPCON) εκτιμήθηκε ότι  $\sigma_\varepsilon = \pm 0.3\text{mm}$ .

Αν σε μία χωροσταθμική όδευση, έχουν γίνει  $n_1$  στάσεις χωροβάτη κατά τη μετάβαση ενώ στην επιστροφή  $n_2$  στάσεις, οι αντίστοιχες αβεβαιότητες θα είναι:

$$\sigma_{\Delta H_{\text{aller}}} = \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{2 \cdot n_1} \quad \text{και} \quad \sigma_{\Delta H_{\text{retour}}} = \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{2 \cdot n_2} \quad (4.2)$$

Η τελική υψομετρική διαφορά, σε μετάβαση και επιστροφή, είναι

$$\overline{\Delta H} = \frac{|\Delta H_{\text{aller}}| + |\Delta H_{\text{retour}}|}{2} \text{ και η αβεβαιότητά της θα είναι:}$$

$$\sigma_{\overline{\Delta H}} = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\sigma_{\text{aller}}^2 + \sigma_{\text{retour}}^2} \Rightarrow \sigma_{\overline{\Delta H}} = \pm \frac{\sigma_{\varepsilon}}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot (n_1 + n_2)} \quad (4.3)$$

Επειδή όμως, ο αριθμός των στάσεων του χωροβάτη σε μετάβαση και επιστροφή είναι ίδιος σε κάθε χωροσταθμική όδευση, δηλαδή  $n_1 = n_2 = n$ , τότε θα ισχύει ότι:

$$\sigma_{\overline{\Delta H}} = \pm \sigma_{\varepsilon} \cdot \sqrt{n} \quad (4.4)$$

#### 4.3.2. Καθορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου σφάλματος κλεισίματος σε μία Διπλή Γεωμετρική Χωροστάθμηση

Αν  $K$  το κλείσιμο μίας χωροστάθμησης, τότε ισχύει  $K = \Delta H_{\text{aller}} - \Delta H_{\text{retour}}$ . Η αβεβαιότητα του κλεισίματος  $\sigma_K$  θα είναι:

$$\begin{aligned} \sigma_K &= \pm \sqrt{\sigma_{\Delta H_{\text{aller}}}^2 + \sigma_{\Delta H_{\text{retour}}}^2} \Rightarrow \sigma_K = \pm \sqrt{\sigma_{\varepsilon}^2 \cdot 2 \cdot n_1 + \sigma_{\varepsilon}^2 \cdot 2 \cdot n_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \sigma_K = \pm \sigma_{\varepsilon} \cdot \sqrt{2 \cdot (n_1 + n_2)} \quad (4.5) \end{aligned}$$

Κάνοντας την παραδοχή ότι  $n_1 = n_2 = n$ , τότε:

$$\sigma_K = \pm 2 \cdot \sigma_{\varepsilon} \cdot \sqrt{n} \quad (4.6)$$

Θεωρώντας επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, η παραπάνω αβεβαιότητα πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη τυποποιημένη μεταβλητή της κανονικής κατανομής, η οποία είναι ίση με  $z = 1.96$ . Συνεπώς, για να γίνει αποδεκτή η διαφορά στο αποτέλεσμα μεταξύ μετάβασης και επιστροφής (κλείσιμο  $K$ ) μίας χωροσταθμικής όδευσης, θα πρέπει να ισχύει η παρακάτω ανισότητα:

$$|K| \leq 1.96 \cdot |\sigma_k| \quad (4.7)$$

Στον Πίνακα 4.1. παρουσιάζεται το όριο της διαφοράς ανάλογα με τον αριθμό των στάσεων χωροβάτη.

Αριθμός στάσεων	Μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα κλεισίματος $1.96 \cdot  \sigma_k $ (mm)	Αριθμός στάσεων	Μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα κλεισίματος $1.96 \cdot  \sigma_k $ (mm)
1	±1.2	5	±2.6
2	±1.7	6	±2.9
3	±2.0	7	±3.1
4	±2.4	8	±3.3

**Πίνακας 4.1. Μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα κλεισίματος σε μία Διπλή Γεωμετρική Χωροστάθμηση ανάλογα με τον αριθμό των στάσεων, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%**

**Table 4.1. Maximum closure for a Double Geometric Leveling according to the instrument's setups, for a confidence level 95%**

### 4.3.3. Καθορισμός ορίου κλεισίματος βρόχου

Προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγιστο επιτρεπόμενο κλείσιμο κάθε βρόχου, χρησιμοποιείται η σχέση  $\sum \overline{\Delta H_{i,j}} = 0$  και ως επίπεδο εμπιστοσύνης του στατιστικού ελέγχου επιλέγεται 95%. Το κλείσιμο κάθε βρόχου υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$w = \sum \overline{\Delta H_{i,j}} \Rightarrow w = \overline{\Delta H_{12}} + \overline{\Delta H_{23}} + \dots + \overline{\Delta H_{n1}} \quad (4.8)$$

Εφαρμόζοντας το Νόμο Μετάδοσης Σφαλμάτων, στην παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$\begin{aligned}\sigma_w^2 &= \sigma_{\Delta H_{12}}^2 + \sigma_{\Delta H_{23}}^2 + \dots + \sigma_{\Delta H_{n_1}}^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \sigma_w^2 &= (\sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n_1})^2 + (\sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n_2})^2 + \dots + (\sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n_m})^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \sigma_w &= \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n_1 + n_2 + \dots + n_v} \quad (4.9)\end{aligned}$$

Όπου,  $\sigma_\varepsilon = \pm 0.3 \text{ mm}$  και  $n_1, n_2, \dots, n_v$ : ο αριθμός των στάσεων χωροβάτη κάθε χωροσταθμικής όδευσης που περιλαμβάνει ο βρόχος.

Εάν σε κάθε βρόχο που ελέγχεται ισχύει:

$$\left| \sum \overline{\Delta H_{i,j}} \right| \leq 1.96 \cdot |\sigma_w| \quad (4.10)$$

τότε δε χρειάζεται επανάληψη των χωροσταθμικών οδεύσεων που συμμετέχουν στο συγκεκριμένο βρόχο.

Τα στοιχεία κάθε βρόχου μαζί με τα αντίστοιχα στατιστικά μεγέθη του παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

Οι βασικές συνθήκες που πρέπει να πληρούν οι μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών είναι οι εξής:

- Η διαφορά των μετρήσεων μεταξύ μετάβασης και επιστροφής, στις χωροσταθμίσεις, δεν πρέπει να ξεπερνά το όριο που έχει καθοριστεί από την ανάλυση και το οποίο εξαρτάται από τον αριθμό των στάσεων χωροβάτη (Σχέση 4.7).
- Το αλγεβρικό άθροισμα των υψομετρικών διαφορών σ' έναν κλειστό βρόχο που δημιουργούν τρία ή και περισσότερα σημεία, πρέπει να είναι ίσο με μηδέν, δηλαδή  $\sum \overline{\Delta H_{i,j}} = 0$ . Το μέγεθος της

επιτρεπόμενης απόκλισης (σφάλμα κλεισίματος) δίνεται από τη Σχέση 4.10.

Ο έλεγχος τήρησης των παραπάνω συνθηκών πρέπει να γίνεται απαραίτητα έτσι ώστε, σε περίπτωση που διαπιστωθεί ασυμφωνία, να επαναληφθούν οι μετρήσεις.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> – ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ****5.1. Γενικά**

Η ανίχνευση και παρακολούθηση της εξέλιξης των επιφανειακών κατακόρυφων μετακινήσεων, σε μία μεγάλη σε έκταση περιοχή, γίνεται με τη Γεωδαιτική Μεθοδολογία. Πιο συγκεκριμένα, ιδρύονται σημεία ελέγχου στην εξεταζόμενη επιφάνεια του εδάφους και σημεία αναφοράς σε σταθερό έδαφος, εκτός της περιοχής επιρροής. Το σύνολο όλων των παραπάνω σημείων αποτελεί τις κορυφές του Γεωδαιτικού Δικτύου Κατακορύφου Ελέγχου. Στη συνέχεια, ακολουθούν οι εργασίες πεδίου, οι οποίες γίνονται με πολύ μεγάλη προσοχή ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι ιδιαίτερα ακριβή και αξιόπιστα για τον έλεγχο των επιφανειακών καθιζήσεων.

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια που ακολουθήθηκαν στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής εργασίας. Αρχικά, έγινε αναγνώριση της περιοχής μελέτης, εντοπίστηκαν όσα σημεία ελέγχου δεν είχαν καταστραφεί και το σημείο αναφοράς και ιδρύθηκαν οι νέες κορυφές. Κατόπιν, επιλέχθηκε ο συνολικός αριθμός των χωροσταθμικών οδεύσεων, που επρόκειτο να γίνουν. Στη συνέχεια, έγινε η μέτρηση των στοιχείων του δικτύου κατακορύφου ελέγχου με τη μέθοδο της Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης, χρησιμοποιώντας το σύγχρονο ψηφιακό χωροβάτη, που επιλέχθηκε, και τα παρελκόμενά του. Τέλος, περιγράφονται αναλυτικά τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των παραπάνω μετρήσεων καθώς και οι λύσεις που δόθηκαν, προκειμένου να αποτελέσουν υπόδειγμα για ανάλογες εργασίες στο μέλλον.

## 5.2. Αναγνώριση Περιοχής Μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται, όπως προαναφέρθηκε στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, βορειοανατολικά του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας και περιλαμβάνει το νότιο παράκτιο τμήμα της Καλλιθέας, το Μοσχάτο και το Νέο Φάληρο. Παράλληλα, έγινε και ο εντοπισμός των κορυφών του δικτύου GPS, το οποίο ιδρύθηκε το 2001 στο πλαίσιο διπλωματικής εργασίας.

Για την αναζήτηση των σημείων αυτών, χρησιμοποιήθηκαν οι περιγραφές της θέσης τους και το φωτογραφικό υλικό προηγούμενων διπλωματικών εργασιών. [17, 18, 19]

Στην περιοχή μελέτης, αναγνωρίστηκαν συνολικά 60 σημεία ελέγχου, τα οποία αποτελούν υψομετρικές αφετηρίες του Δήμου Καλλιθέας, της Ε.ΥΔ.ΑΠ., της Γ.Υ.Σ. και του Ε.Μ.Π. Επίσης, εντοπίστηκε και η υψομετρική αφετηρία R1 στον Ιερό Ναό της Παναγίας Μυρτιδιωτίσσης, η οποία αποτελεί σημείο αναφοράς, καθώς θεωρείται ως σταθερή κορυφή.

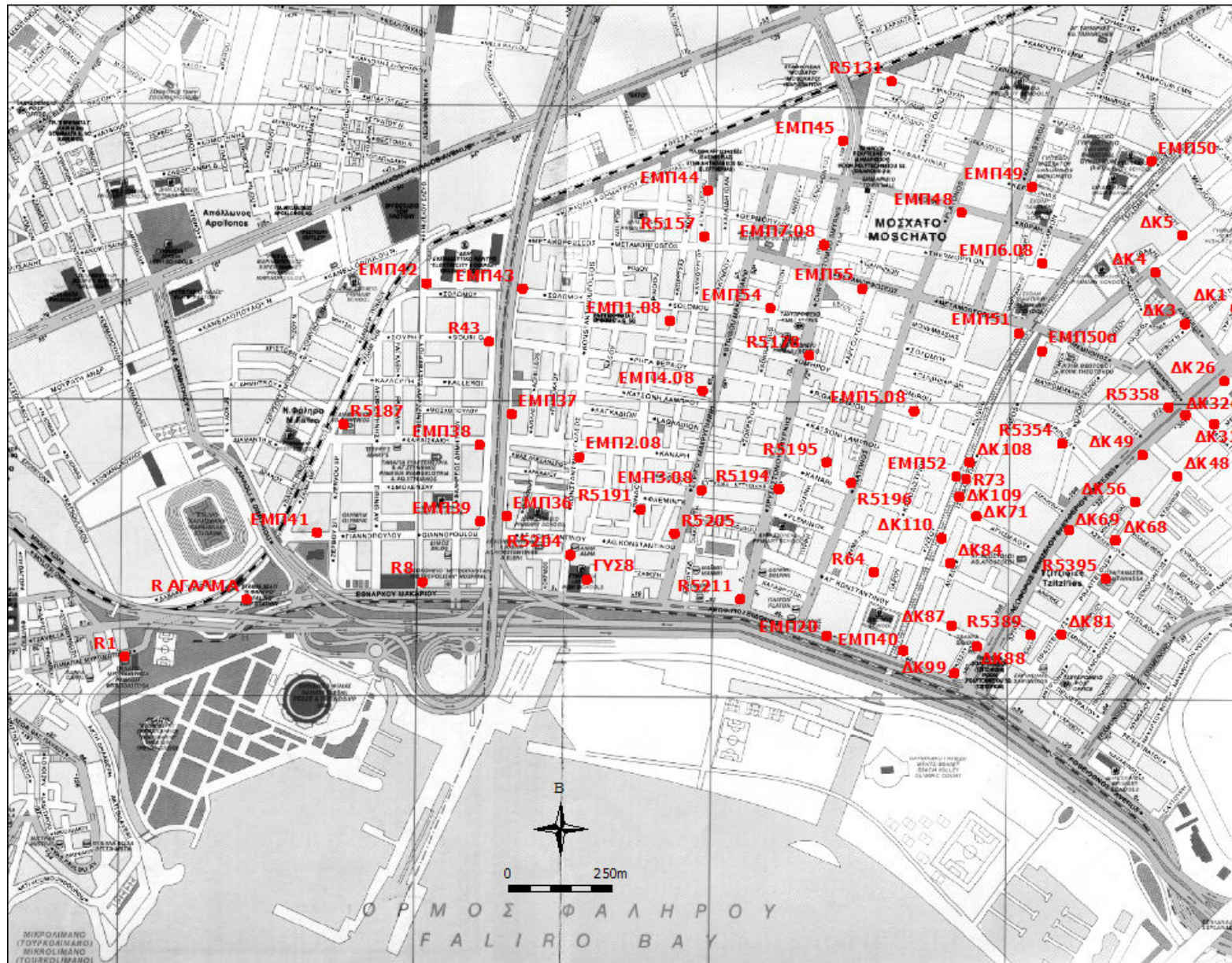
Αξίζει να αναφερθεί ότι, εκτός από τις παραπάνω 61 κορυφές, εντοπίστηκε μία ακόμα υψομετρική αφετηρία του Δήμου Καλλιθέας, η οποία δεν είχε χρησιμοποιηθεί ως τώρα σε προηγούμενη διπλωματική εργασία. Της δόθηκε η ονομασία ΔΚ32α και εντάχθηκε στο δίκτυο κατακορύφου ελέγχου της περιοχής.

Έπειτα από την αναγνώριση όλων των παραπάνω σημείων που εντοπίστηκαν, διαπιστώθηκε ότι στην περιοχή μελέτης υπήρχαν τμήματα όπου η πυκνότητα των σημείων ελέγχου του δικτύου ήταν αρκετά μικρή. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε απαραίτητο να ιδρυθούν 7 νέες κορυφές στην περιοχή μελέτης. Οι κορυφές υλοποιήθηκαν με ορειχάλκινα μπουλόνια και πακτώθηκαν με εποξειδική ρητίνη. Η ονομασία τους, παραδείγματος χάριν Ε.Μ.Π.1.08, εκφράζει το φορέα που τις τοποθέτησε, τον αύξοντα αριθμό τους και το έτος ίδρυσής τους.

Η ονομασία κάθε υψομετρικής αφετηρίας του δικτύου κατακορύφου ελέγχου της περιοχής μελέτης, το τελικό υψόμετρο καθώς, και η περιγραφή της θέσης της, συνοδευόμενη από το αντίστοιχο σκαρίφημα και φωτογραφία, δίνονται στον Τόμο Β της διπλωματικής εργασίας.

Στο Χάρτη 5.1., παρουσιάζονται οι θέσεις όλων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου.





**Χάρτης 5.1. Θέση των κορυφών του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου**

**Map 5.1. The vertical control network's points**

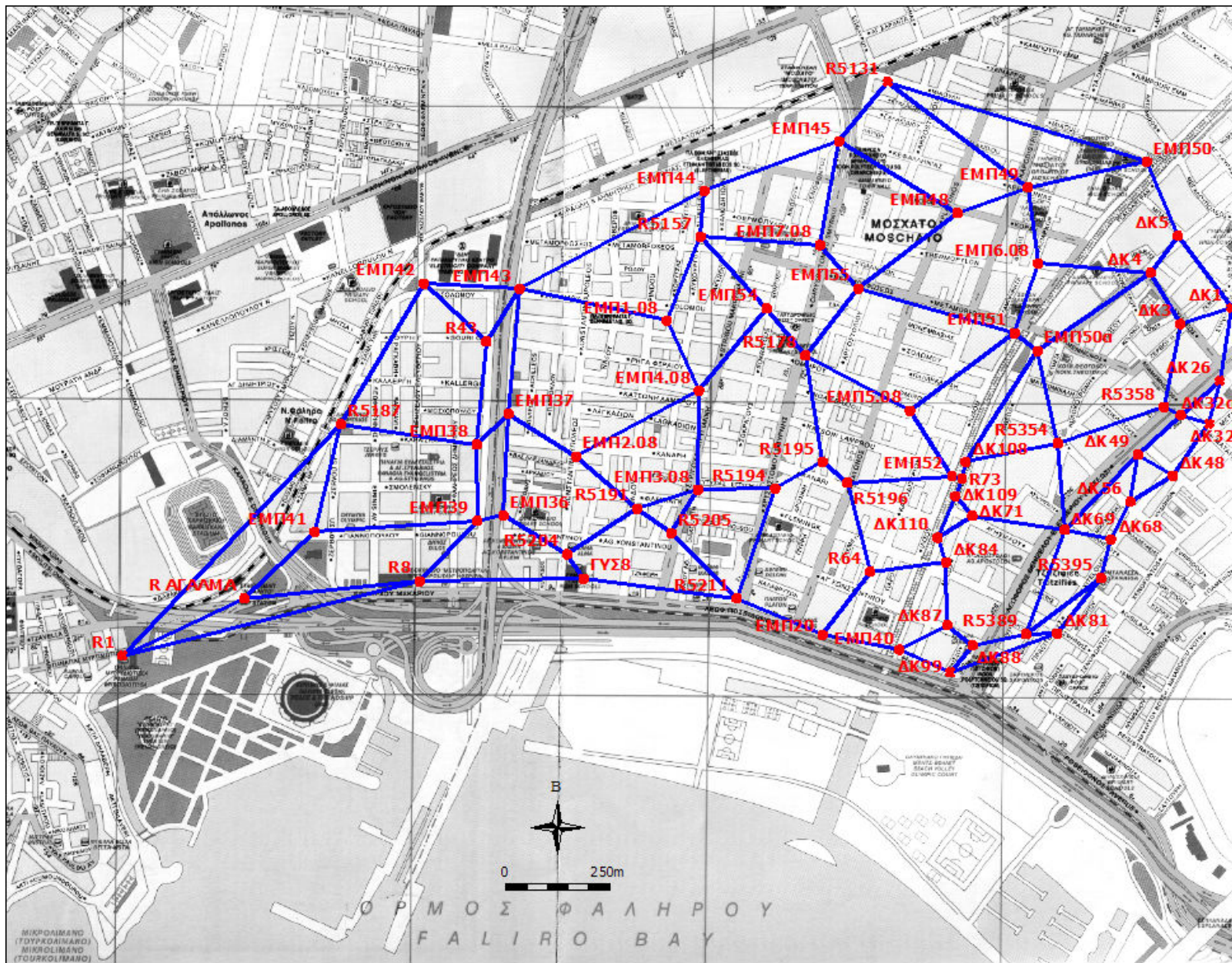
### 5.3. Γεωμετρία Δικτύου

Το δίκτυο κατακορύφου ελέγχου ιδρύθηκε, για πρώτη φορά το Σεπτέμβριο του 1985 στο Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας και στην ευρύτερη περιοχή, για την παρακολούθηση των επιφανειακών κατακόρυφων μετακινήσεων. Στη διάρκεια δύο δεκαετιών περίπου, το δίκτυο επεκτάθηκε προς την περιοχή του Νέου Φαλήρου, του Μοσχάτου και της Καλλιθέας με την ίδρυση νέων υψομετρικών αφετηριών.

Σήμερα, το δίκτυο κατακορύφου ελέγχου αποτελείται συνολικά από 69 κορυφές, που συνδέονται μεταξύ τους με 116 χωροσταθμικές οδεύσεις. Ο συνολικός αριθμός των ανεξάρτητων βρόχων, που σχηματίζονται, είναι 48. Αξίζει να σημειωθεί ότι για το σχεδιασμό του δικτύου λήφθηκαν υπ' όψιν οι παρακάτω παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά τη γεωμετρία του.

- Κάθε υψομετρική αφετηρία πρέπει να συνδέεται με τρεις τουλάχιστον χωροσταθμικές οδεύσεις έτσι ώστε, ο βαθμός ελευθερίας να ισούται κατ' ελάχιστο με  $r=2$ .
- Οι χωροσταθμικές οδεύσεις σχεδιάστηκαν με γνώμονα τον ελάχιστο αριθμό των στάσεων χωροβάτη.
- Ως βέλτιστη διαδρομή θεωρήθηκε εκείνη στην οποία η κυκλοφορία των πεζών και των οχημάτων ήταν η μικρότερη.
- Τέλος, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε και στο σχήμα των βρόχων, το οποίο πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πολύγωνο μεσαίου μεγέθους με τέσσερις έως πέντε πλευρές.

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο Χάρτης 5.2., στον οποίο απεικονίζεται η γεωμετρία του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, τα στοιχεία του οποίου μετρήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, και πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι χωροσταθμικές οδεύσεις που συνδέουν τις κορυφές του δικτύου.



Χάρτης 5.2. Γεωμετρία δικτύου κατακορύφου ελέγχου

Map 5.2. Geometry of the vertical control network

## 5.4. Διαδικασία Μετρήσεων

Για τον προσδιορισμό των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου εφαρμόστηκε η μέθοδος της Γεωμετρικής Χωροστάθμησης σε μετάβαση και επιστροφή. Για την εκτέλεση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο ψηφιακός χωροβάτης DL-102C, ονομαστικής ακρίβειας  $\pm 1.0\text{mm}/\sqrt{\text{km}}$ , και τα αντίστοιχα παρελκόμενα που τον συνοδεύουν ενώ το συνεργείο αποτελούνταν από δύο άτομα.

Οι εργασίες στην περιοχή μελέτης ξεκίνησαν το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου και ολοκληρώθηκαν το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2008. Οι μετρήσεις εκτελούνταν τις πρωινές ώρες, από τις 5:30 μέχρι τις 11:30 και τις απογευματινές, από τις 17:00 μέχρι τις 20:30. Συνολικά, εκτελούνταν περίπου 1.000 m χωροσταθμικών οδεύσεων ανά ημέρα.

Πριν από την εκτέλεση των μετρήσεων, κάθε μέρα γινόταν ο έλεγχος της ορθής λειτουργίας του ψηφιακού χωροβάτη έτσι, ώστε να εξασφαλιστεί η ακρίβεια με την οποία μπορεί να μετρήσει, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κατασκευάστριας εταιρείας (*Check Adjust*). Επίσης, την πρώτη μέρα των μετρήσεων και πριν από την έναρξη αυτών, ελέγχθηκαν οι σφαιρικές αεροστάθμες των δύο σταδίων που συνοδεύουν τον ψηφιακό χωροβάτη.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η διαδικασία της Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης και τα αποτελέσματα των μετρήσεων των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου αποθηκεύονταν αυτόματα στην καταγραφική μονάδα του οργάνου. Σε κάθε στάση του ψηφιακού χωροβάτη, οι αποστάσεις μεταξύ οργάνου – σταδίας δεν ξεπερνούσαν τα 40 – 45 m και ήταν περίπου ίσες.

Στο ύπαιθρο γινόταν επίσης, ο έλεγχος του κλεισίματος κάθε Διπλής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης σε σχέση με το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο, όπως υπολογίζεται από τη Σχέση 4.7.

Η απόδοση του ψηφιακού χωροβάτη επηρεαζόταν κυρίως, από τις καιρικές συνθήκες, που επικρατούσαν στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια των εργασιών, καθώς και τις συνθήκες φωτισμού. Οι δυσκολίες, που παρουσιάστηκαν κατά την εκτέλεση των μετρήσεων, αφορούν την έντονη και συνεχόμενη κυκλοφορία των οχημάτων και των πεζών, τους κραδασμούς κοντά σε περιοχές όπου διέρχεται ο συρμός του Η.Σ.Α.Π. και τέλος, την αδυναμία κατακορύφωσης της σταδίας πάνω στο μπουλόκι που υλοποιεί ορισμένες υψομετρικές αφετηρίες εξαιτίας εμποδίων πάνω από τη θέση αυτή.

## 5.5. Προβλήματα Πεδίου

Οι μετρήσεις στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν από το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου (07/05) ως τα τέλη του Ιουλίου (23/07) του 2008. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των μετρήσεων αυτών, παρουσιάστηκαν ορισμένες δυσκολίες, οι οποίες επιλύθηκαν στο ύπαιθρο. Κρίνεται σκόπιμο, λοιπόν, να περιγραφούν αναλυτικά τα προβλήματα αυτά στη συνέχεια, τα οποία αφορούν τόσο τις τεχνικές δυσκολίες όσο και τους εξωτερικούς παράγοντες, που απέτρεψαν σε κάποιες περιπτώσεις την διεξαγωγή των μετρήσεων, καθώς και οι λύσεις που δόθηκαν προκειμένου να βοηθήσουν ανάλογες εργασίες στο μέλλον.

- Πιο αναλυτικά, αρκετά προβλήματα παρουσιάστηκαν λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν και συγκεκριμένα, η έντονη ηλιοφάνεια προκαλούσε ανεπιθύμητα αποτελέσματα κατά την διεξαγωγή των μετρήσεων. Ενδεικτικά παραδείγματα αναφέρονται παρακάτω:
  - Αδυναμία μέτρησης του οργάνου σε συνθήκες ανομοιόμορφου φωτισμού, δηλαδή όταν η σταδία φαινόταν, μέσα από το προσοφθάλμιο, φωτεινή στο κέντρο του σταυρονήματος και σκιερή στο άνω και κάτω άκρο του.
  - Αδυναμία μέτρησης του οργάνου όταν σκοπεύει τη σταδία με κατεύθυνση προς τον στον ήλιο ή όταν η σταδία είναι τοποθετημένη σε σκιερό μέρος.
  - Αποφυγή τοποθέτησης του οργάνου πάνω στο οδόστρωμα, γιατί υπάρχει κίνδυνος βύθισης του τρίποδα του οργάνου, κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης μιας στάσης, λόγω της ζέστης.
- Επιπροσθέτως, ο αστικός χαρακτήρας της περιοχής μελέτης αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα καθώς, υπάρχει έντονη και συνεχόμενη κυκλοφορία οχημάτων και πεζών, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Σε αρκετές

περιπτώσεις, που ο χωροβάτης έπρεπε να τοποθετηθεί πάνω σε πεζογέφυρα ή κοντά σε περιοχές όπου διέρχεται ο συρμός του Η.Σ.Α.Π. ή υπάρχει έντονη κίνηση βαρέων οχημάτων (φορτηγών, λεωφορείων, τρόλεϊ), παρατηρήθηκε ότι επηρεαζόταν η οριζοντιότητα του χωροβάτη και η κατακορυφότητα της σταδίας εξαιτίας των κραδασμών που αυτά προκαλούσαν, γεγονός που μπορεί να αλλοιώσει το τελικό αποτέλεσμα. Έτσι, πολλές φορές αποφεύγονταν οι χωροσταθμίσεις κατά μήκος κεντρικών οδών (π.χ. Λεωφόρος Ποσειδώνος, Λεωφόρος Θησέως, οδός Χρυσοστόμου Σμύρνης) και πραγματοποιούνταν σε δρόμους με μικρότερη κυκλοφορία, χωρίς να μεταβάλλεται ουσιαστικά το μήκος της χωροστάθμησης. Ιδιαίτεροι κίνδυνοι δημιουργούνται στα όργανα λόγω της κίνησης των πεζών, ενώ τα σταθμευμένα οχήματα εμποδίζουν σε αρκετές περιπτώσεις την ορατότητα μεταξύ του ψηφιακού χωροβάτη και της σταδίας.

- Σε κάθε στάση οργάνου, οι αποστάσεις μεταξύ χωροβάτη – σταδίας ήταν περίπου ίσες και μικρότερες από 40 m – 45 m, γιατί το όργανο δεν μπορούσε να πραγματοποιήσει τη μέτρηση για μεγαλύτερα μήκη, σε αντίθεση με τις προδιαγραφές της κατασκευάστριας εταιρείας. Επίσης, πρέπει να αποφεύγονται οι σκοπεύσεις στο επάνω ή στο κάτω άκρο της σταδίας λόγω αδυναμίας μέτρησης του οργάνου.
- Παρόλο που το συνεργείο των δύο ατόμων ήταν αρκετά ευέλικτο και γρήγορο, σε αρκετές περιπτώσεις υπήρχε πρόβλημα στην επικοινωνία μεταξύ του παρατηρητή και του σταδιοφόρου εξαιτίας του θορύβου που προκαλούσαν τα οχήματα.
- Τέλος, σε ορισμένες υψομετρικές αφετηρίες παρουσιάστηκε πρόβλημα με την κατακορυφωση της σταδίας λόγω κάποιων εμποδίων πάνω από τη θέση των σημείων αυτών. Για παράδειγμα, στην υψομετρική αφετηρία ΔΚ81 είχε τοποθετηθεί πάνω από αυτή, σε μικρή απόσταση, μία διαφημιστική ταμπέλα πάχους 5 cm, γεγονός που καθιστούσε αδύνατη την κατακορυφωση της σταδίας. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε

τοποθετώντας την ειδική κατασκευή, που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4.2. Με τον τρόπο αυτό, μπορούσε ο σταδιοφόρος να τοποθετήσει τη σταδία πάνω στην κατασκευή αυτή, εφόσον το τεχνικό εμπόδιο είχε παρακαμφθεί, και με τη βοήθεια ενός τρίτου ατόμου, έπρεπε η σταδία και η ειδική κατασκευή να είναι σωστά κατακορυφωμένη και οριζοντιωμένη αντίστοιχα, για να ληφθεί η μέτρηση από τον παρατηρητή. Οι πραγματικές υψομετρικές διαφορές υπολογίζονται προσθέτοντας το πάχος της κατασκευής (3.15 mm) στη μέτρηση που συμμετέχει. Η διαδικασία αυτή εφαρμόστηκε στις υψομετρικές αφετηρίες ΔΚ71, ΔΚ81, ΕΜΠ38, ΕΜΠ48, R43 και R5204.



**Εικόνα 5.1. Τοποθέτηση του οργάνου στη γέφυρα επί της Λεωφόρου Ποσειδώνος**

**Figure 5.1. Instrument's positioning on the bridge in Poseidonos Avenue**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ – ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **6.1. Γενικά**

Σε μία μελέτη επιφανειακών καθιζήσεων, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών υπαίθρου, σειρά έχουν οι εργασίες γραφείου με την ανάλογη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, όπως αυτά προέκυψαν από τις μετρήσεις.

Αναλυτικότερα, σε πρώτη φάση γίνεται η μεταφορά των αποθηκευμένων δεδομένων από τον ψηφιακό χωροβάτη στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και μετατρέπονται έτσι ώστε να είναι κατάλληλα για επεξεργασία από το χρήστη. Στη συνέχεια, προσδιορίζεται η τιμή του σφάλματος κάθε βρόχου, προκειμένου να εξεταστεί αν είναι απαραίτητη η επανάληψη κάποιας χωροσταθμικής όδευσης. Αν πληρούνται όλες οι βασικές συνθήκες, τότε ακολουθεί η συνόρθωση των μετρήσεων και ελέγχεται η αξιοπιστία της επίλυσης του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου της περιοχής μελέτης, ακολουθώντας συγκεκριμένους στατιστικούς ελέγχους, οι οποίοι αναλύονται στις παρακάτω ενότητες. Τέλος, ανιχνεύονται οι κατακόρυφες μετακινήσεις και διαπιστώνεται αν υπάρχει μετακίνηση των κορυφών του δικτύου στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο φάσεων μέτρησης των στοιχείων του.

## 6.2. Αποτελέσματα Χωροσταθμίσεων

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου, ακολουθεί η συλλογή των δεδομένων που μετρήθηκαν καθώς, και η επεξεργασία τους. Μέσω της ενσωματωμένης καταγραφικής μονάδας, χωρητικότητας 128 KB, που διαθέτει ο ψηφιακός χωροβάτης που χρησιμοποιήθηκε, αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων ονομαστικά, βάσει των δύο υψομετρικών αφετηριών που συμμετέχουν στη χωροσταθμική όδευση. Έπειτα, αυτά τα μετρηθέντα στοιχεία μεταφέρονται στον υπολογιστή με τη βοήθεια του προγράμματος TECS, το οποίο επιτρέπει την αποστολή ή τη μεταφορά των δεδομένων από και προς το όργανο και την μετατροπή αυτών.

Στη συνέχεια, όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα της καταγραφικής μονάδας του οργάνου προβάλλονται σε μορφή \*.txt (Εικόνα 6.1.) και από αυτά τα πιο αξιοσημείωτα αφορούν την ονομασία των δύο χωροσταθμικών αφετηριών αρχής και τέλους της χωροσταθμικής όδευσης, την ημερομηνία και ώρα διεξαγωγής της μέτρησης, την ανάγνωση στη σταδία και την απόσταση μεταξύ του οργάνου και της σταδίας σε κάθε στάση του χωροβάτη. Στην εικόνα που ακολουθεί, επεξηγούνται πιο αναλυτικά τα δεδομένα που εμφανίζονται σε ένα τέτοιου είδους αρχείο.



**Εικόνα 6.1. Αποθηκευμένα δεδομένα της καταγραφικής μονάδας του οργάνου σε μορφή \*.txt**

**Figure 6.1. Logged data of the instrument's record unit in \*.txt format**

Έπειτα από την αποθήκευση των προαναφερθέντων δεδομένων, μεταφέρθηκαν οι ονομασίες των χωροσταθμικών αφετηριών, ο αριθμός των στάσεων και οι αναγνώσεις κάθε σκόπευσης του οργάνου σε περιβάλλον λογισμικού Excel, έτσι ώστε να γίνει η ανάλογη επεξεργασία τους, όπως απαιτείται σε κάθε Γεωμετρική Χωροστάθμιση.

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται, σε μορφή πίνακα, τα αποτελέσματα των 116 χωροσταθμικών οδεύσεων, η τιμή της υψομετρικής διαφοράς κάθε χωροσταθμικής όδευσης, όπως αυτή προκύπτει από το μέσο όρο των υψομετρικών διαφορών μεταξύ της μετάβασης και της επιστροφής, καθώς επίσης, και η τιμή του κλεισίματος κάθε χωροστάθμισης (διαφορά *aller – retour*).

### 6.3. Εκτίμηση του a Posteriori Τυπικού Σφάλματος της Μονάδας Βάρους Πριν τη Συνόρθωση

Από τα κλεισίματα των βρόχων ( $w_i$ ), είναι δυνατόν να γίνει μία εκτίμηση του a posteriori τυπικού σφάλματος της μονάδας βάρους (χωροστάθμηση 1 km) πριν τη συνόρθωση των μετρήσεων από τη σχέση:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^v \frac{1}{\sum L_i} \cdot w_i^2}{v}} \quad (6.1)$$

Όπου:  $\sum L_i$  : η περίμετρος κάθε βρόχου εκφρασμένη σε χιλιόμετρα (km)

$v$ : το πλήθος των ανεξάρτητων βρόχων, εδώ  $v = 48$

Στο Παράρτημα δίνονται τα αποτελέσματα των παραπάνω στοιχείων ( $\sum L_i, w_i$ ) για κάθε έναν από τους 48 βρόχους.

Αντικαθιστώντας τις αντίστοιχες τιμές των μεγεθών στην παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^v \frac{1}{\sum L_i} \cdot w_i^2}{v} \Rightarrow \sigma^2 = 2.1431 \Rightarrow \sigma = \pm 1.46 \text{mm}/\sqrt{\text{km}}$$

Αυτή η τυπική απόκλιση αναφέρεται σε μία χωροστάθμηση μήκους 1 km και έχει προέλθει από τις πραγματικές μετρήσεις στο συγκεκριμένο δίκτυο κατακορύφου ελέγχου και συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει καλύτερα την ποιότητα των μετρήσεων που έγιναν στο δίκτυο αυτό.

## 6.4. Υπολογισμός Υψομέτρων των Κορυφών του Δικτύου

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των στοιχείων που συλλέχθηκαν από το πεδίο και των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε βρόχο, προκειμένου να διαπιστωθεί αν είναι αποδεκτά τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τα κριτήρια που είχαν τεθεί, σειρά έχει η συνόρθωση των μετρήσεων με τη Μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων και η εκτίμηση των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου και των αβεβαιοτήτων τους. Η μέθοδος επίλυσης του δικτύου που εφαρμόστηκε είναι αυτή των Εμμέσων Παρατηρήσεων.

Πιο συγκεκριμένα, η συνόρθωση του δικτύου έγινε σε προγραμματιστικό περιβάλλον Matlab, εφόσον είχαν σχηματιστεί ο πίνακας A των συντελεστών των αγνώστων, το διάνυσμα  $\delta l$  των μετρήσεων και ο πίνακας P των βαρών. Έπειτα, ακολούθησε ο ολικός στατιστικός έλεγχος αξιοπιστίας της λύσης του δικτύου κατακορύφου ελέγχου (Test  $\chi^2$ ), για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Τέλος, πραγματοποιήθηκε και ο στατιστικός έλεγχος μεμονωμένων παρατηρήσεων κατά Baarda, με τον οποίο ελέγχεται η ύπαρξη συστηματικού σφάλματος σε κάθε μία παρατήρηση.

### 6.4.1. Επίλυση δικτύου κατακορύφου ελέγχου

Μετά από την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου, ακολουθεί η συνόρθωση των παρατηρήσεων με τη Μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων (M.E.T.) σε προγραμματιστικό περιβάλλον Matlab.

Το γεωδαιτικό δίκτυο κατακορύφου ελέγχου επιλύθηκε με τις ελάχιστες εξωτερικές δεσμεύσεις και τις ίδιες αρχικές συνθήκες, θεωρώντας ως σταθερή κορυφή την R1 με υψόμετρο  $H_{R1} = 3.004 \text{ m}$ . Η επιλογή αυτής της

υψομετρικής αφετηρίας ως σημείο αναφοράς έγινε το 1985 και έκτοτε χρησιμοποιήθηκε και στις επόμενες διπλωματικές εργασίες.

Η επίλυση του δικτύου έγινε με τη μέθοδο των Εμμέσων Παρατηρήσεων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, προσδιορίζονται τα τελικά συνορθωμένα υψόμετρα των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου καθώς, και ο αντίστοιχος πίνακας μεταβλητότητας – συμμεταβλητότητά τους.

Ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων (υψομετρικές διαφορές) του δικτύου κατακορύφου ελέγχου είναι ίσος με  $n = 116$ . Ο αριθμός των αγνώστων ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων (τελικά υψόμετρα των κορυφών του δικτύου) ισούται με  $m = 68$ . Επομένως, ο βαθμός ελευθερίας, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση  $r = n - m$ , προκύπτει ίσος με  $r = 48$ .

Αρχικά, κατασκευάζεται ο πίνακας των συντελεστών των αγνώστων ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων (πίνακας A), ο οποίος έχει διαστάσεις  $(116 \times 68)$  και το διάνυσμα  $\delta l$  των μετρήσεων, με διαστάσεις  $(116 \times 1)$ .

Στη συνέχεια, ακολουθεί η κατασκευή του πίνακα βαρών P. Τα βάρη ορίζονται σαν αριθμοί αντιστρόφως ανάλογοι των μεταβλητοτήτων των παρατηρήσεων

όπου, το βάρος  $P_i$  κάθε παρατήρησης εκφράζεται από τη σχέση:  $P_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$ . Η

τιμή της μεταβλητότητας  $\sigma_0^2$  της μονάδας βάρους θεωρήθηκε ίση με την τιμή της θεωρητικής αβεβαιότητας της τελικής υψομετρικής διαφοράς, από μετάβαση και επιστροφή, η οποία αντιστοιχεί σε χωροσταθμική όδευση μήκους 1 km. Πιο συγκεκριμένα, θεωρώντας ότι η απόσταση μεταξύ σταδίας και ψηφιακού χωροβάτη είναι 30 m, προκύπτει ότι ο αριθμός των στάσεων χωροβάτη είναι ίσος με  $n=17$ . Επομένως, η τυπική απόκλιση της μονάδας βάρους ισούται με  $\sigma_0 = \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n} \Rightarrow \sigma_0 = \pm 0.3 \cdot \sqrt{17} \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ . Το τυπικό σφάλμα κάθε χωροσταθμικής όδευσης  $\sigma_i$  θεωρήθηκε ίσο με τη θεωρητική αβεβαιότητα της τελικής υψομετρικής διαφοράς, σε μετάβαση και επιστροφή, όπως αυτό προκύπτει από τη σχέση:  $\sigma_i = \pm \sigma_\varepsilon \cdot \sqrt{n}$ , όπου  $\sigma_\varepsilon = \pm 0.3 \text{ mm}$ ,

εφόσον ο αριθμός των στάσεων του χωροβάτη σε μετάβαση και επιστροφή ήταν ίδιος σε κάθε όδευση, δηλαδή  $n_1 = n_2 = n$ . Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, για κάθε χωροσταθμική όδευση  $i$ , προκύπτει ότι το βάρος κάθε παρατήρησης είναι ίσο με:

$$P_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2} \Rightarrow P_i = \frac{(0.3 \cdot \sqrt{17})^2}{(0.3 \cdot \sqrt{n})^2} \Rightarrow P_i = \frac{17}{n} \quad (6.1)$$

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, σχηματίζεται το κανονικό σύστημα  $A^T \cdot P \cdot A \cdot \hat{x} = A^T \cdot P \cdot \delta l$  ή  $N \cdot \hat{x} = u$  και από την επίλυση του συστήματος αυτού προκύπτει το διάνυσμα  $\hat{x}$  των τελικών υψομέτρων των σημείων ελέγχου του δικτύου κατακορύφου ελέγχου.

Κατόπιν, προσδιορίζεται το διάνυσμα των διορθωμένων υψομετρικών διαφορών από τη σχέση  $\hat{l} = A \cdot \hat{x}$  καθώς επίσης, και το διάνυσμα των υπολοίπων από την εξίσωση:  $u = \hat{l} - \delta l$ .

Το a posteriori τυπικό σφάλμα  $\hat{\sigma}_0$  της μονάδας βάρους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\hat{\sigma}_0 = \pm \sqrt{\frac{u^T \cdot P \cdot u}{r}} \quad (6.2)$$

Από την επίλυση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου το  $\hat{\sigma}_0$  προέκυψε:

$$\hat{\sigma}_0 = \pm 1.4 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}.$$

Ο πίνακας μεταβλητότητας – συμμεταβλητότητας των τελικών υψομέτρων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$\hat{V}_{\hat{x}} = \hat{\sigma}_0^2 \cdot N^{-1} \Rightarrow \hat{V}_{\hat{x}} = \hat{\sigma}_0^2 \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \quad (6.3)$$



Από τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα  $\hat{V}_x$  υπολογίζονται οι αβεβαιότητες των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου. Στον Πίνακα 6.1. που ακολουθεί δίνονται τα τελικά υψόμετρα των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου και οι αβεβαιότητές τους, όπως προέκυψαν από τη συνόρθωση. Ο πίνακας μεταβλητότητας – συμμεταβλητότητας  $\hat{V}_x$ , που προέκυψε, παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα.

Υψομετρική Αφρητηρία	$\hat{H}_i$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i}$ (mm)	Υψομετρική Αφρητηρία	$\hat{H}_i$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i}$ (mm)
<b>R 1</b>	<b>3.004</b>	<b>±0.0</b>	ΔΚ 81	1.870	±1.2
Άγαλμα	2.681	±0.6	ΔΚ 84	2.541	±1.1
R 8	1.799	±0.7	ΔΚ 87	1.598	±1.1
R 43	3.346	±0.8	ΔΚ 88	1.932	±1.1
R 64	2.529	±1.1	ΔΚ 99	2.038	±1.1
R 73	5.023	±1.1	ΔΚ 108	4.731	±1.1
R 5131	5.968	±1.1	ΔΚ 109	4.541	±1.1
R 5157	3.505	±0.9	ΔΚ 110	4.258	±1.1
R 5178	3.041	±1.0	ΕΜΠ 20	2.135	±1.0
R 5187	3.015	±0.7	ΕΜΠ 36	2.601	±0.8
R 5191	2.115	±0.9	ΕΜΠ 37	3.247	±0.8
R 5194	1.873	±1.0	ΕΜΠ 38	2.974	±0.7
R 5195	1.983	±1.0	ΕΜΠ 39	2.343	±0.7
R 5196	1.931	±1.0	ΕΜΠ 40	3.523	±1.1
R 5204	1.848	±0.9	ΕΜΠ 41	2.506	±0.7
R 5205	1.748	±0.9	ΕΜΠ 42	3.997	±0.8
R 5211	2.286	±0.9	ΕΜΠ 43	3.498	±0.8
R 5354	3.788	±1.1	ΕΜΠ 44	4.349	±1.0
R 5358	4.152	±1.1	ΕΜΠ 45	5.193	±1.0
R 5389	1.750	±1.1	ΕΜΠ 48	4.845	±1.1
R 5395	2.413	±1.1	ΕΜΠ 49	5.451	±1.1
ΓΥΣ 8	2.328	±0.9	ΕΜΠ 50	8.810	±1.2
ΔΚ 1	6.949	±1.2	ΕΜΠ 50α	4.462	±1.1
ΔΚ 3	6.061	±1.1	ΕΜΠ 51	6.197	±1.0
ΔΚ 4	6.545	±1.1	ΕΜΠ 52	4.802	±1.1
ΔΚ 5	8.271	±1.1	ΕΜΠ 54	3.319	±1.0
ΔΚ 26	4.757	±1.2	ΕΜΠ 55	2.834	±1.0
ΔΚ 32α	4.157	±1.1	ΕΜΠ 1.08	2.647	±0.9
ΔΚ 32	3.516	±1.2	ΕΜΠ 2.08	1.981	±0.9
ΔΚ 48	2.934	±1.2	ΕΜΠ 3.08	1.844	±0.9
ΔΚ 49	3.942	±1.1	ΕΜΠ 4.08	2.727	±0.9
ΔΚ 56	2.662	±1.2	ΕΜΠ 5.08	2.381	±1.0
ΔΚ 68	2.394	±1.1	ΕΜΠ 6.08	4.206	±1.1
ΔΚ 69	2.888	±1.1	ΕΜΠ 7.08	3.232	±1.0
ΔΚ 71	2.367	±1.1			

**Πίνακας 6.1. Αποτελέσματα της επίλυσης του δικτύου κατακορύφου ελέγχου**

**Table 6.1. Adjusted heights of the vertical control network with their standard deviation**

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι στη συνέχεια, έγιναν τέσσερις επιπλέον επιλύσεις του δικτύου κατακορύφου ελέγχου της περιοχής μελέτης, θεωρώντας διαφορετικά βάρη, προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει διαφορά στην επίλυση του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τιμές και για τη μεταβλητότητα της μονάδας βάρους  $\sigma_0$  αλλά και για την τυπική απόκλιση  $\sigma_i$  κάθε χωροσταθμικής όδευσης. Τέλος, ελέγχθηκε η αξιοπιστία κάθε μίας επίλυσης εφαρμόζοντας το Test  $\chi^2$ , για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, και έγινε ο στατιστικός έλεγχος μεμονωμένων παρατηρήσεων (σάρωση δεδομένων κατά Baarda), προκειμένου να διαπιστωθεί αν έχουν υπεισέλθει συστηματικά σφάλματα στις παρατηρήσεις.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα αποτελέσματα και των πέντε συνορθώσεων του δικτύου κατακορύφου ελέγχου.

a/a	A priori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους (mm/√km)	Αβεβαιότητα της i χωροσταθμικής όδευσης (mm/√km)	Βάρος P <sub>i</sub> της i χωροσταθμικής όδευσης	A posteriori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους (mm/√km)
1	$\sigma_0 = \pm 0.3 \cdot \sqrt{17}$	$\sigma_i = \pm 0.3 \cdot \sqrt{n}$	$P_i = \frac{17}{n}$	$\hat{\sigma}_0 = \pm 1.4$
2	$\sigma_0 = \pm 1.0$	$\sigma_i = \pm 0.3 \cdot \sqrt{n}$	$P_i = \frac{1}{(0.3 \cdot \sqrt{n})^2}$	$\hat{\sigma}_0 = \pm 1.1$
3	$\sigma_0 = \pm 1.0$	$\sigma_i = \pm 1.46 \cdot \sqrt{S}$	$P_i = \frac{1}{(1.46 \cdot \sqrt{S})^2}$	$\hat{\sigma}_0 = \pm 0.9$
4	$\sigma_0 = \pm 1.0$	$\sigma_i = \pm 1.0$	$P_i = 1$	$\hat{\sigma}_0 = \pm 0.7$
5	$\sigma_0 = \pm 1.0$	$\sigma_i = \pm 0.4 \cdot \sqrt{n}$	$P_i = \frac{1}{(0.4 \cdot \sqrt{n})^2}$	$\hat{\sigma}_0 = \pm 0.8$

**Πίνακας 6.2. Στατιστικά στοιχεία των επιλύσεων του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου**

**Table 6.2. The statistics of the alternative solutions of the vertical control network's adjustments**

Η επίλυση που τελικά, επιλέχθηκε είναι η πρώτη καθώς, τα βάρη που χρησιμοποιήθηκαν ανταποκρίνονται καλύτερα στην πραγματικότητα και κατ' επέκτασιν το a posteriori τυπικό σφάλμα  $\hat{\sigma}_0 = \pm 1.4 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ , που προέκυψε αντιπροσωπεύει καλύτερα την ποιότητα των παρατηρήσεων.

### 6.4.2. Ολικός έλεγχος αξιοπιστίας λύσης (Test $\chi^2$ )

Η αξιοπιστία της λύσης του δικτύου κατακορύφου ελέγχου ελέγχεται με το Test  $\chi^2$ , θεωρώντας επίπεδο εμπιστοσύνης 95% καθώς, και η ύπαρξη ή μη συστηματικών σφαλμάτων στις παρατηρήσεις.

Το a priori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους θεωρήθηκε ίσο με  $\sigma_0 = \pm 0.3 \cdot \sqrt{17} \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$  ενώ το a posteriori τυπικό σφάλμα προέκυψε, από τη διαδικασία επίλυσης του δικτύου, ίσο με  $\hat{\sigma}_0 = \pm 1.4 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ .

Ο συνολικός αριθμός των μετρηθέντων στοιχείων του δικτύου είναι ίσος με  $n = 116$  ενώ ο αριθμός των αγνώστων ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων ισούται με  $m = 68$ . Επομένως, ο βαθμός ελευθερίας, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση  $r = n - m$ , προκύπτει ίσος με  $r = 48$ .

Με στοιχεία εισόδου στον πίνακα της κατανομής  $\chi^2$  το επίπεδο εμπιστοσύνης  $p = 0.95$  και το βαθμό ελευθερίας  $r = 48$ , προσδιορίζεται η τιμή  $\chi_{p,r}^2$ , για την οποία παρατηρείται ότι δεν υπάρχει ακριβής τιμή του κριτηρίου  $\chi_{p,r}^2$ . Για το λόγο αυτό γίνεται γραμμική παρεμβολή στον πίνακα μεταξύ των τιμών  $r = 40$  και  $r = 50$ , δεδομένου της τιμής  $p = 0.95$ , και τελικά, ισχύει ότι  $\chi_{p,r}^2 = 65.15$ .

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω, προκύπτει ότι η ανισότητα του κριτηρίου  $\chi_{p,r}^2$  ισχύει και πιο συγκεκριμένα, ισούται με:

$$\chi_{p,r}^2 \geq \frac{r \cdot \hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} \Rightarrow 65.15 \geq \frac{48 \cdot 1.4^2}{(0.3 \cdot \sqrt{17})^2} \Rightarrow 65.15 \geq 61.13 \quad (6.9)$$

Συνεπώς, το στατιστικό και μαθηματικό μοντέλο που θεωρήθηκε ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

### 6.4.3. Στατιστικός έλεγχος παρατηρήσεων κατά Baarda

Ο έλεγχος των παρατηρήσεων (σάρωση δεδομένων κατά Baarda) είναι απαραίτητο να γίνεται σε κάθε φάση μέτρησης του δικτύου κατακορύφου ελέγχου για να εξασφαλιστεί η ανυπαρξία συστηματικών σφαλμάτων στις μετρήσεις. Η επίδραση τέτοιων σφαλμάτων, που δεν έχουν ανιχνευθεί, θα αλλοιώσει την πληροφορία που προκύπτει για τα υψόμετρα των κορυφών του δικτύου, με αποτέλεσμα να εξαχθούν εσφαλμένα συμπεράσματα ως προς την κατακόρυφη μετακίνηση των κορυφών.

Στον έλεγχο μεμονωμένων παρατηρήσεων κατά Baarda, γίνεται η παραδοχή ότι μόνο η παρατήρηση που εξετάζεται έχει συστηματικό σφάλμα. Για την παρατήρηση αυτή ισχύει η παρακάτω ανισότητα:

$$\hat{w}_i = \left| \frac{u_i}{\hat{\sigma}_{u_i}} \right| \leq \sqrt{F_{1,\infty,(1-\alpha_0)}} \quad (6.10)$$

$$\text{ή} \quad \hat{w}_i = \left| \frac{u_i}{\hat{\sigma}_{u_i}} \right| \leq z_{(1-\alpha_0/2)} \quad (6.11)$$

όπου,  $\alpha_0$ : το επίπεδο σημαντικότητας του μονοδιάστατου ελέγχου

$u_i$ : τα υπόλοιπα ή φαινόμενα σφάλματα

$\hat{\sigma}_{u_i}$  : η a posteriori μεταβλητότητα των υπολοίπων  $\hat{\sigma}_{u_i}^2 = \hat{\sigma}_{\ell_i}^2 - \hat{\sigma}_{\hat{\ell}_i}^2$

(διαγώνια στοιχεία του πίνακα των υπολοίπων  $\hat{V}_u = \hat{\sigma}_0^2 \cdot Q_u = \hat{V}_{\ell} - \hat{V}_{\hat{\ell}}$ )

$z$ : οι οριακές τιμές για την τυποποιημένη κανονική κατανομή

$F_{f_1, f_2}$  : οι οριακές τιμές για την κατανομή Fisher (F)

Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία ελέγχου των μεμονωμένων παρατηρήσεων με τη μέθοδο κατά Baarda. Αρχικά, επιλέγεται το επίπεδο σημαντικότητας του μονοδιάστατου ελέγχου ίσο με  $\alpha_0 = 0.001$  και η ισχύς του ελέγχου ίση με  $1 - \beta_0 = 0.80$ .

Με βάση τα  $\alpha_0$  και  $1 - \beta_0$ , υπολογίζεται η διαφορά μεταξύ των υποθέσεων  $\delta_0 = \sqrt{\lambda_0}$ , που αντιστοιχεί σε εκκεντρότητα της κατανομής, η οποία προσδιορίζεται από το αντίστοιχο νομογράφημα [8] από όπου προκύπτουν:  $\lambda_0 = 17$  και  $\sqrt{F_{1,\infty,(1-\alpha_0)}} = 3.29$ .

Συνεπώς, στον έλεγχο μεμονωμένων παρατηρήσεων κατά Baarda, για κάθε παρατήρηση θα ισχύει η μηδενική υπόθεση  $H_0$ , εφόσον ισχύει η παρακάτω ανισότητα:

$$\hat{w}_i = \left| \frac{u_i}{\hat{\sigma}_{u_i}} \right| \leq 3.29 \quad (6.12)$$

Έχοντας υπολογίσει τον πίνακα των υπολοίπων και τα αντίστοιχα τυπικά τους σφάλματα, προέκυψε ότι η απόλυτη τιμή του λόγου τους είναι μικρότερη από την τιμή 3.29 και επομένως, σε καμία παρατήρηση δεν ανιχνεύεται συστηματικό σφάλμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> – ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

### 7.1. Προσδιορισμός Κατακόρυφων Μετακινήσεων των Κορυφών του Δικτύου Κατακορύφου Ελέγχου

Ο εντοπισμός των κατακόρυφων μετακινήσεων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου της περιοχής μελέτης προέκυψε από τη σύγκριση των τελικών υψομέτρων των κοινών κορυφών του δικτύου των δύο τελευταίων διαδοχικών χρονικών φάσεων παρατηρήσεων κατά τα έτη 2002 και 2008, διατηρώντας τις ίδιες αρχικές εξωτερικές συνθήκες.

Η αβεβαιότητα του υψομέτρου κάθε κοινού σημείου ελέγχου των δύο δικτύων στην αρχική φάση ( $\sigma_{\hat{H}_i^{2002}}$ ) και την τελική φάση ( $\sigma_{\hat{H}_i^{2008}}$ ) προέκυψε από δύο νέες επιλύσεις του δικτύου κατακορύφου ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν αρχικά, οι κοινές κορυφές των δικτύων κατά τα έτη 2002 και 2008 καθώς, και τα κοινά τους μετρηθέντα στοιχεία. Στη συνέχεια, κάθε ένα από τα δίκτυα αυτά επιλύθηκε με τη Μέθοδο των Εμμέσων Παρατηρήσεων με τις παρατηρήσεις που έγιναν την εκάστοτε χρονική περίοδο, χρησιμοποιώντας ως βάρος κάθε παρατήρησης την τιμή που προκύπτει από τη Σχέση 6.1. Κατά τον τρόπο αυτό, τα τελικά υψόμετρα  $\hat{H}_i^{2002}$  και  $\hat{H}_i^{2008}$  καθώς, και οι αβεβαιότητες  $\sigma_{\hat{H}_i^{2002}}$  και  $\sigma_{\hat{H}_i^{2008}}$ , που προκύπτουν από τις επιλύσεις αυτές, έχουν εκτιμηθεί θεωρώντας τις ίδιες ελάχιστες εξωτερικές δεσμεύσεις (ένα κοινό σημείο αναφοράς,  $R_1$ ) και τις ίδιες αρχικές συνθήκες (κοινές κορυφές και ίδιο αριθμό παρατηρήσεων).

Έπειτα, ακολούθησε ο ολικός στατιστικός έλεγχος αξιοπιστίας των επιλύσεων των δικτύων κατακορύφου ελέγχου (Test  $\chi^2$ ), για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, και ο στατιστικός έλεγχος μεμονωμένων παρατηρήσεων κατά Baarda.



Για τον προσδιορισμό του μεγέθους των κατακόρυφων μετακινήσεων των κορυφών, υπολογίσθηκαν τα διανύσματα  $\hat{\delta H}_i^{2002-2008}$  των μεταβολών των υψομέτρων των κοινών κορυφών των δύο παραπάνω δικτύων με βάση τη σχέση:

$$\hat{\delta H}_i^{2002-2008} = \hat{H}_i^{2008} - \hat{H}_i^{2002} \quad (7.1)$$

όπου,  $\hat{H}_i^{2002}$  : το υψόμετρο της κορυφής  $i$  το έτος 2002

$\hat{H}_i^{2008}$  : το υψόμετρο της κορυφής  $i$  το έτος 2008

Η στατιστική σημαντικότητα της μεταβολής  $\hat{\delta H}_i^{2002-2008}$ , για κάθε κορυφή, ελέγχθηκε με βάση την κανονική κατανομή για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% από την παρακάτω σχέση:

$$\left| \hat{\delta H}_i^{2002-2008} \right| \geq \left| \sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}} \right| \cdot z_{95\%} \quad (7.2)$$

όπου,  $\sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}}$  : η αβεβαιότητα της μεταβολής των υψομέτρων

$z_{95\%}$  : ο συντελεστής της τυποποιημένης κανονικής κατανομής για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ( $z_{95\%} = 1.96$ )

Η αβεβαιότητα της μεταβολής  $\sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}}$  προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$\sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}} = \pm \sqrt{\sigma_{\hat{H}_i^{2008}}^2 + \sigma_{\hat{H}_i^{2002}}^2} \quad (7.3)$$

Εάν ισχύει ότι  $\left| \hat{\delta H}_i^{2002-2008} \right| \leq \left| \sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}} \right| \cdot z_{95\%}$  τότε η μετακίνηση δεν είναι στατιστικά σημαντική και το διάνυσμα  $\hat{\delta H}_i^{2002-2008}$  βρίσκεται μέσα στο θόρυβο των μετρήσεων και δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως κατακόρυφη μετακίνηση. Εάν ισχύει ότι  $\left| \hat{\delta H}_i^{2002-2008} \right| > \left| \sigma_{\hat{\delta H}_i^{2002-2008}} \right| \cdot z_{95\%}$  τότε η μετακίνηση είναι στατιστικά σημαντική και το διάνυσμα  $\hat{\delta H}_i^{2002-2008}$  εκφράζει κατακόρυφη μετακίνηση με πιθανότητα 95%.

Στον Πίνακα 7.1. που ακολουθεί, παρουσιάζονται, για κάθε κοινό σημείο ελέγχου των δύο δικτύων, το υψόμετρο  $\hat{H}_i$  και η αβεβαιότητά του  $\sigma_{\hat{H}_i}$  κατά τα έτη 2002 και 2008, όπως προέκυψαν από τις παραπάνω επιλύσεις, το μέτρο του διανύσματος  $\delta\hat{H}_i^{2002-2008}$  και η αβεβαιότητά του  $\sigma_{\delta\hat{H}_i^{2002-2008}}$ , η ποσότητα  $S = \left| \sigma_{\delta\hat{H}_i^{2002-2008}} \right| \cdot Z_{95\%}$  και γίνεται η σύγκριση για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει κατακόρυφη μετακίνηση. Αν η διαφορά  $\delta\hat{H}_i^{2002-2008}$  είναι αρνητική τότε υπάρχει καθίζηση ενώ αν είναι θετική πρόκειται για ανύψωση.

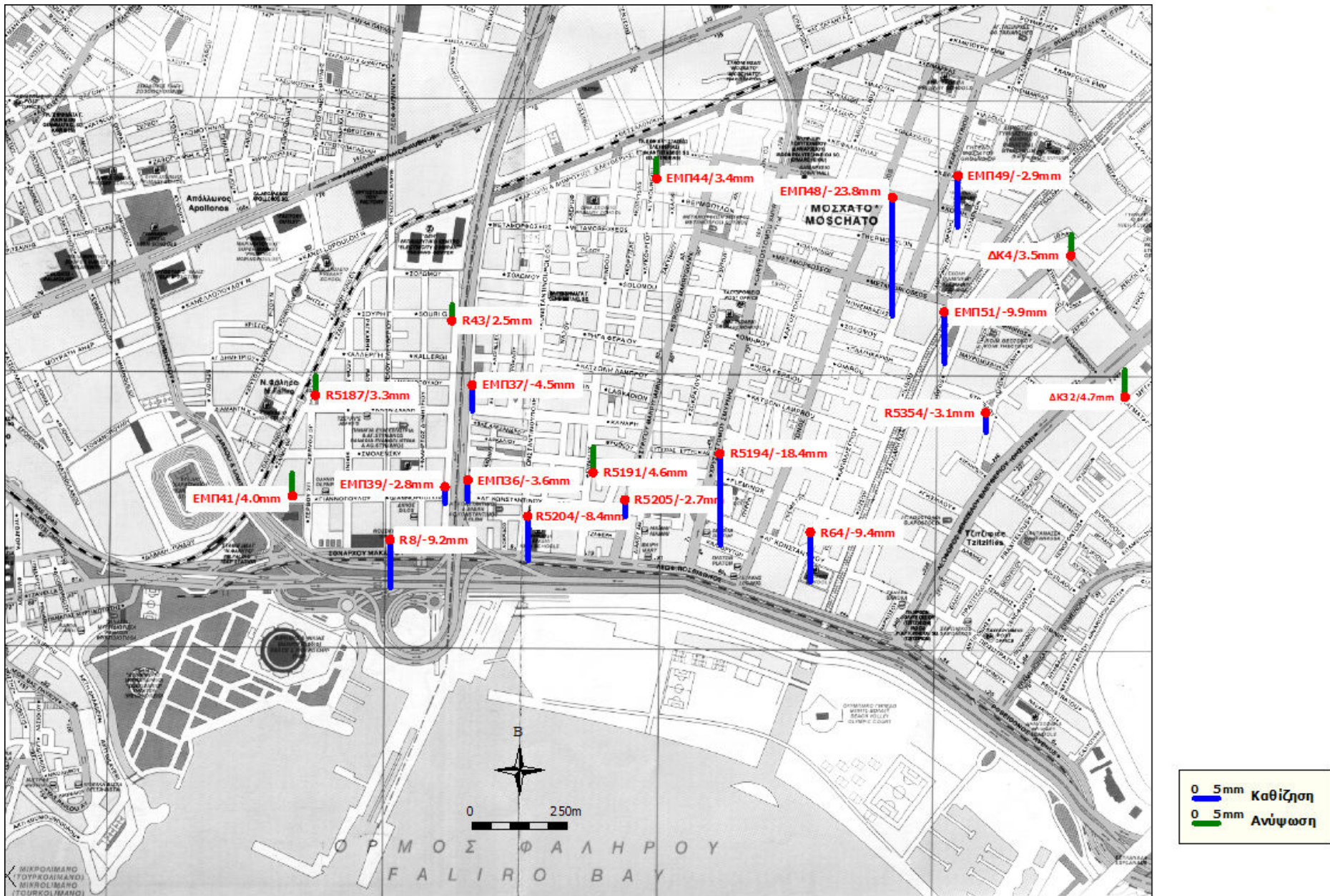
Στο Χάρτη 7.1., απεικονίζεται, υπό κλίμακα, το μέγεθος των μετακινήσεων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου για το διάστημα 2002 – 2008. Στο Διάγραμμα 7.1., παρουσιάζεται η μορφή των καμπυλών ίσης μετακίνησης της περιοχής μελέτης, με ισοδιάσταση 2 mm, ενώ στο Διάγραμμα 7.2., παρουσιάζεται σε τρισδιάστατη απεικόνιση, η επιφάνεια των κατακόρυφων μετακινήσεων. Τέλος, παρουσιάζονται τα γραφήματα της διαχρονικής εξέλιξης της μεταβολής του υψομέτρου των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, για τις οποίες παρατηρήθηκε μετακίνηση από το 1995 – 2008.

Υψομετρική αφετηρία	$\hat{H}_i^{2002}$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i^{2002}}$ (mm)	$\hat{H}_i^{2008}$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i^{2008}}$ (mm)	$\delta\hat{H}_i^{2002-2008}$ (mm)	$\sigma_{\delta\hat{H}_i^{2002-2008}}$ (mm)	S (mm)
Άγαλμα	2.680	±0.4	2.681	±0.6	0.3	±0.7	1.3
R 8	1.808	±0.4	1.799	±0.6	<b>-9.2</b>	±0.7	1.4
R 43	3.344	±0.5	3.347	±0.8	<b>2.5</b>	±0.9	1.8
R 64	2.539	±0.8	2.530	±1.2	<b>-9.4</b>	±1.5	2.9
R 73	5.024	±0.8	5.023	±1.2	-0.6	±1.5	2.9
R 5178	3.040	±0.8	3.040	±1.2	0.7	±1.5	2.9
R 5187	3.012	±0.4	3.015	±0.6	<b>3.3</b>	±0.8	1.5
R 5191	2.111	±0.7	2.116	±1.1	<b>4.6</b>	±1.3	2.6
R 5194	1.891	±0.8	1.873	±1.2	<b>-18.4</b>	±1.4	2.8
R 5196	1.931	±0.8	1.931	±1.2	-0.4	±1.5	2.9
R 5204	1.857	±0.7	1.848	±1.0	<b>-8.4</b>	±1.2	2.3
R 5205	1.751	±0.7	1.749	±1.1	<b>-2.7</b>	±1.3	2.5
R 5211	2.284	±0.7	2.287	±1.1	2.2	±1.3	2.6
R 5354	3.791	±0.8	3.788	±1.3	<b>-3.1</b>	±1.5	2.9
R 5358	4.149	±0.8	4.151	±1.3	2.7	±1.6	3.0
R 5389	1.749	±0.8	1.750	±1.3	1.2	±1.5	3.0
R 5395	2.415	±0.8	2.413	±1.3	-1.8	±1.6	3.0
ΓΥΣ 8	2.326	±0.7	2.329	±1.1	2.1	±1.3	2.5
ΔΚ 1	6.946	±0.8	6.948	±1.3	2.6	±1.6	3.1
ΔΚ 3	6.060	±0.8	6.061	±1.3	0.4	±1.6	3.0
ΔΚ 4	6.542	±0.8	6.545	±1.3	<b>3.5</b>	±1.5	3.0
ΔΚ 5	8.269	±0.8	8.271	±1.3	2.1	±1.5	3.0
ΔΚ 32	3.511	±0.8	3.516	±1.3	<b>4.7</b>	±1.6	3.1
ΔΚ 48	2.932	±0.9	2.933	±1.4	1.0	±1.6	3.1
ΔΚ 56	2.659	±0.8	2.662	±1.3	2.4	±1.6	3.1
ΔΚ 68	2.391	±0.8	2.394	±1.3	3.0	±1.5	3.0
ΔΚ 69	2.888	±0.8	2.888	±1.3	0.4	±1.5	3.0
ΔΚ 71	2.366	±0.8	2.368	±1.3	1.6	±1.6	3.0
ΔΚ 81	1.868	±0.8	1.870	±1.3	2.5	±1.6	3.1
ΔΚ 87	1.598	±0.9	1.598	±1.4	0.0	±1.6	3.2
ΔΚ 88	1.930	±0.8	1.932	±1.3	2.0	±1.6	3.1

Υψομετρική αφετηρία	$\hat{H}_i^{2002}$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i^{2002}}$ (mm)	$\hat{H}_i^{2008}$ (m)	$\sigma_{\hat{H}_i^{2008}}$ (mm)	$\delta\hat{H}_i^{2002-2008}$ (mm)	$\sigma_{\delta\hat{H}_i^{2002-2008}}$ (mm)	S (mm)
ΔΚ 99	2.036	±0.8	2.038	±1.3	2.8	±1.5	3.0
ΔΚ 109	4.540	±0.8	4.541	±1.3	1.6	±1.5	3.0
ΕΜΠ 20	2.133	±0.8	2.135	±1.2	1.8	±1.4	2.8
ΕΜΠ 36	2.605	±0.6	2.601	±0.9	<b>-3.6</b>	±1.0	2.0
ΕΜΠ 37	3.252	±0.6	3.247	±0.8	<b>-4.5</b>	±1.0	2.0
ΕΜΠ 39	2.346	±0.4	2.343	±0.7	<b>-2.8</b>	±0.8	1.5
ΕΜΠ 40	3.526	±0.8	3.523	±1.3	-2.3	±1.5	3.0
ΕΜΠ 41	2.502	±0.4	2.506	±0.6	<b>4.0</b>	±0.7	1.4
ΕΜΠ 42	3.998	±0.5	3.998	±0.8	-0.1	±0.9	1.8
ΕΜΠ 43	3.501	±0.6	3.499	±0.8	-1.7	±1.0	1.9
ΕΜΠ 44	4.346	±0.7	4.349	±1.1	<b>3.4</b>	±1.3	2.5
ΕΜΠ 45	5.191	±0.8	5.193	±1.1	1.9	±1.4	2.7
ΕΜΠ 48	4.868	±0.8	4.845	±1.2	<b>-23.8</b>	±1.4	2.8
ΕΜΠ 49	5.454	±0.8	5.451	±1.2	<b>-2.9</b>	±1.4	2.8
ΕΜΠ 50	8.809	±0.8	8.809	±1.3	0.1	±1.6	3.1
ΕΜΠ 50α	4.460	±0.8	4.461	±1.2	1.5	±1.5	2.9
ΕΜΠ 51	6.207	±0.8	6.197	±1.2	<b>-9.9</b>	±1.5	2.9
ΕΜΠ 52	4.803	±0.8	4.802	±1.2	-0.7	±1.5	2.9
ΕΜΠ 54	3.319	±0.9	3.318	±1.4	-0.9	±1.6	3.2
ΕΜΠ 55	2.834	±0.8	2.833	±1.2	-1.1	±1.4	2.8

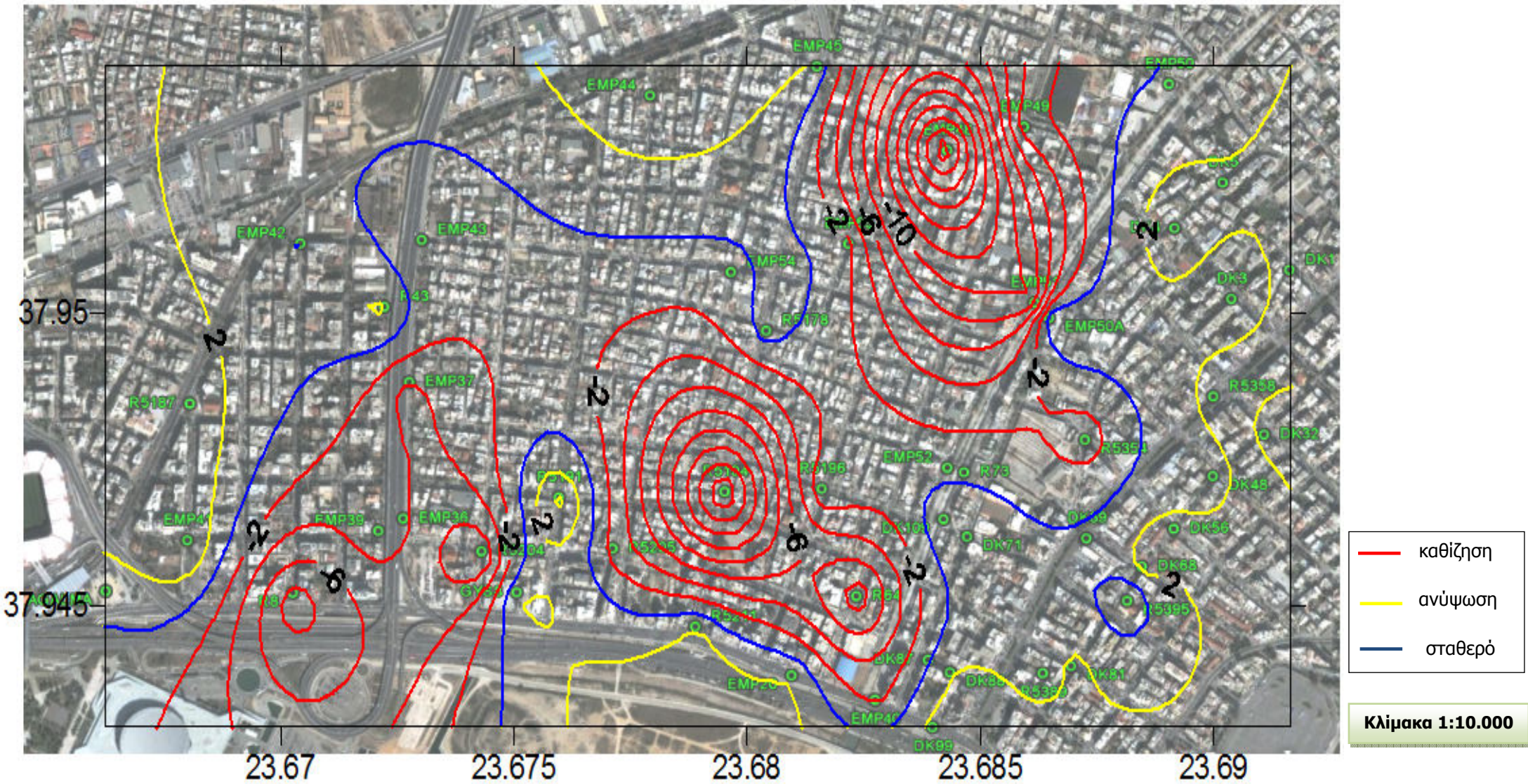
**Πίνακας 7.1. Κατακόρυφες μετακινήσεις των κορυφών του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου για το διάστημα 2002 – 2008**

**Table 7.1. Displacements of the Vertical Control Network's points during the time interval 2002 – 2008. The statistically significant displacements are depicted in red characters.**



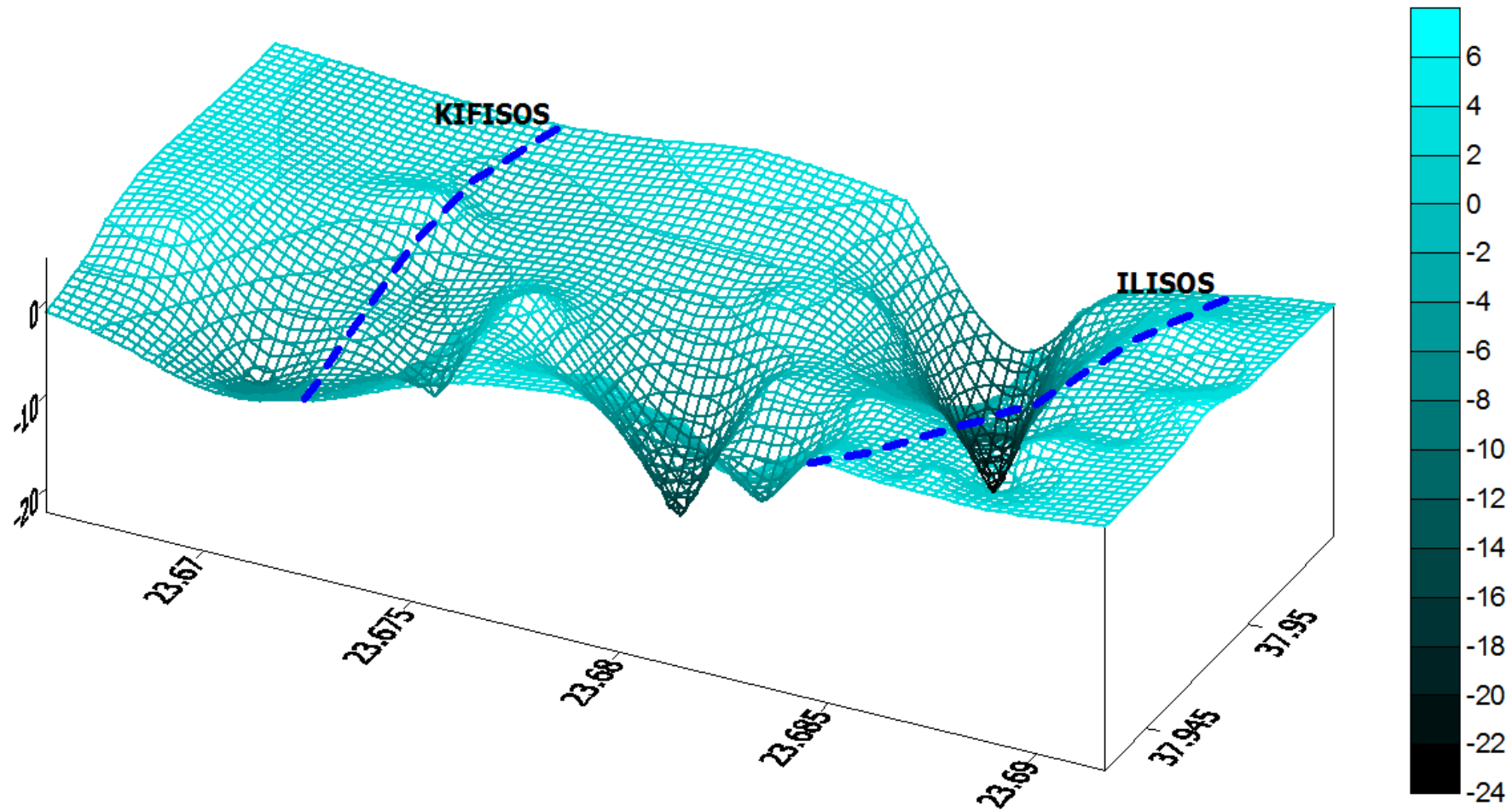
Χάρτης 7.1. Μετακινήσεις (σε mm) των κορυφών του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου για το χρονικό διάστημα 2002 – 2008

Map 7.1. Displacements (in mm) of the vertical control network's points for the time interval 2002 – 2008



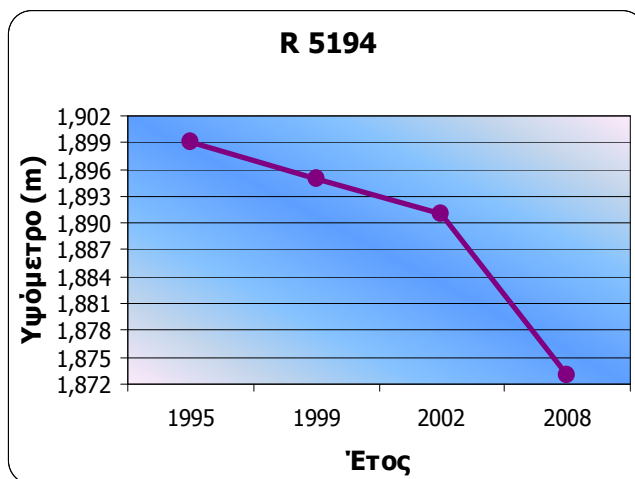
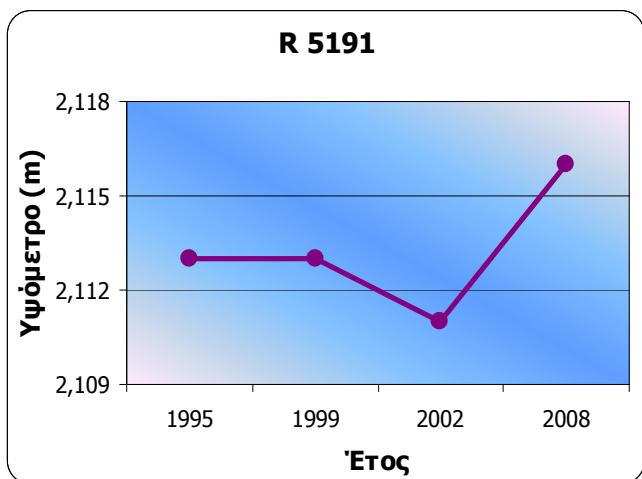
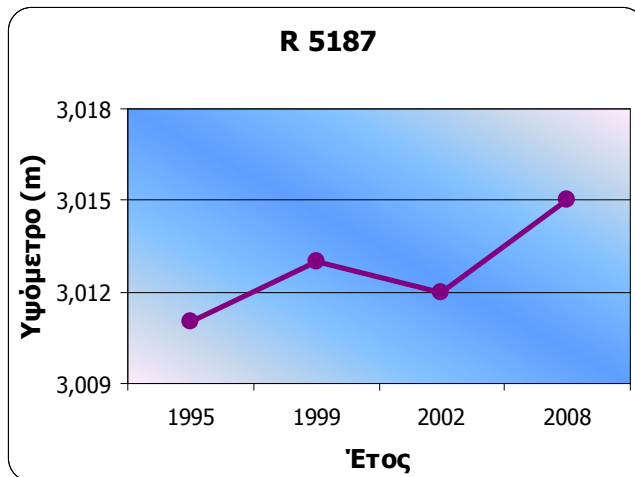
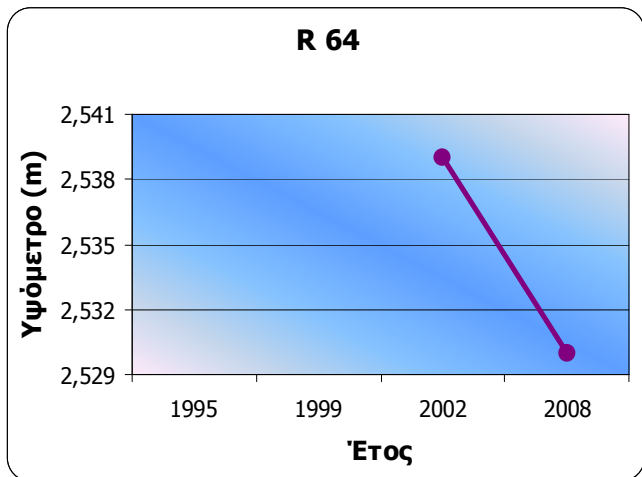
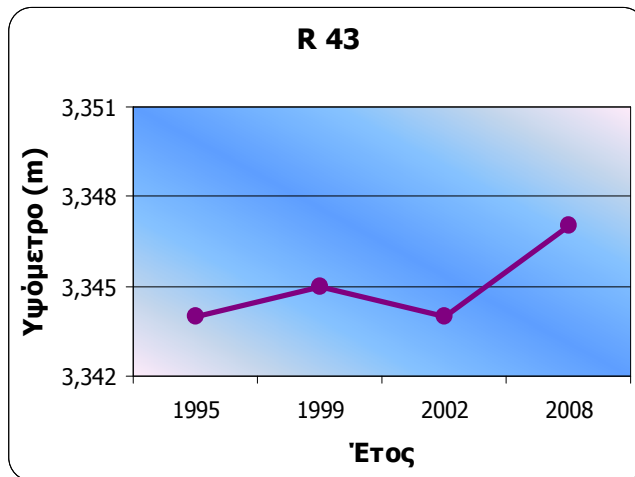
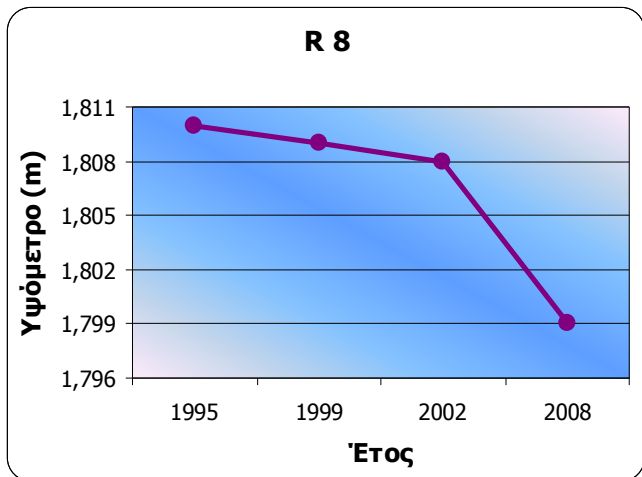
Διάγραμμα 7.1. Καμπύλες ίσης κατακόρυφης μετακίνησης για την περιοχή μελέτης (mm)

Diagram 7.1. Subsidence isolines for the study area (mm)

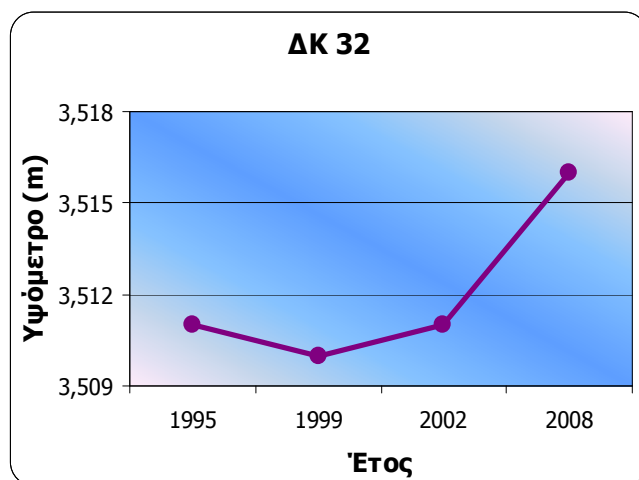
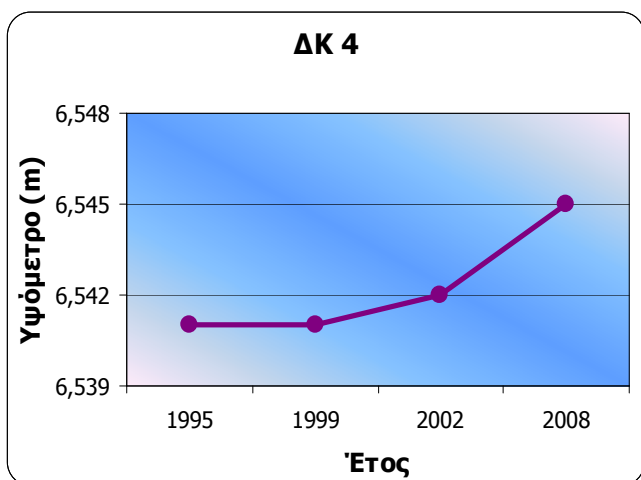
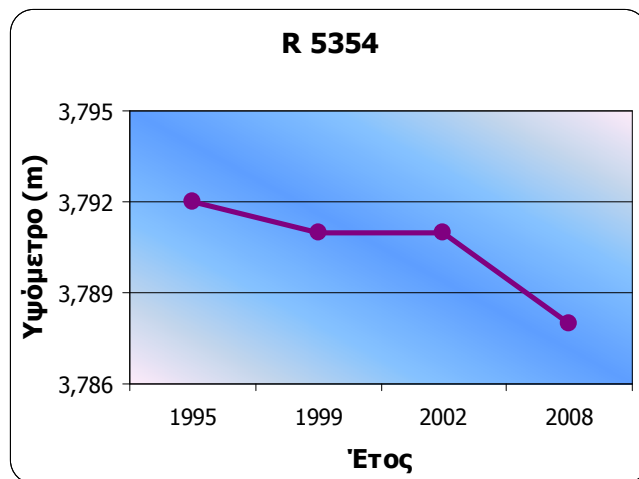
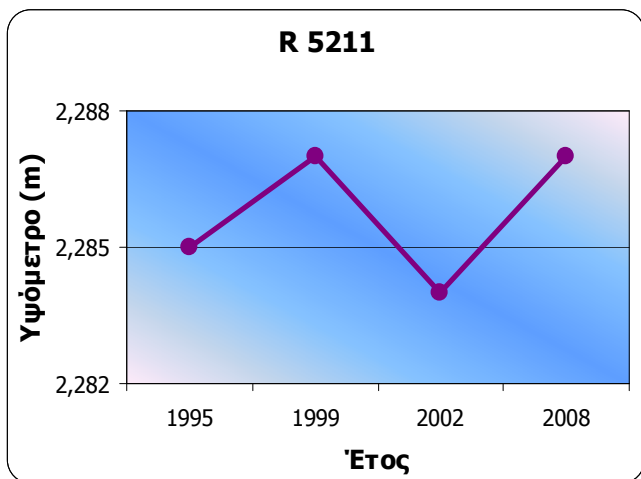
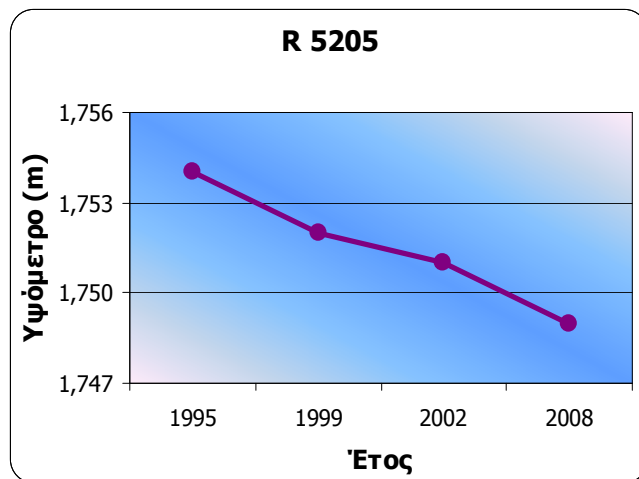
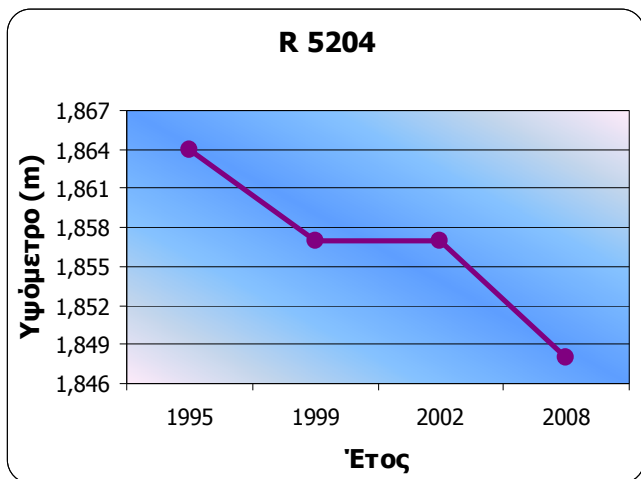


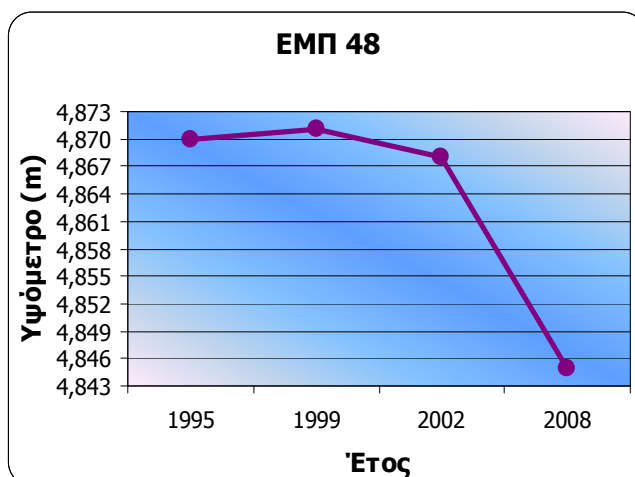
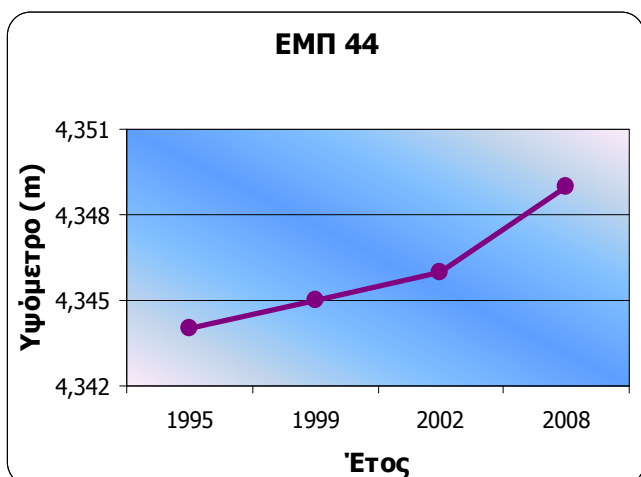
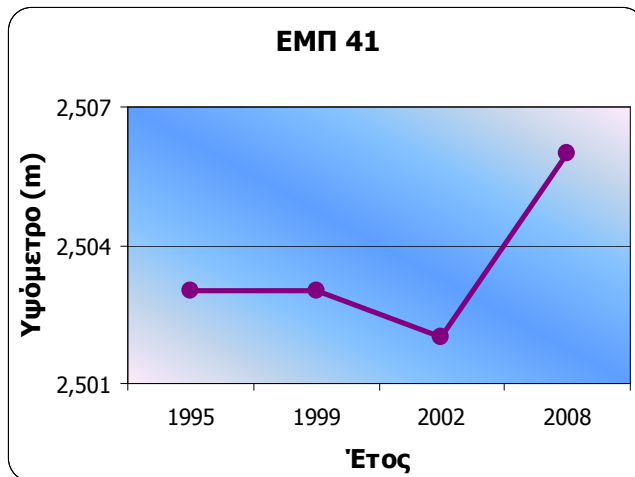
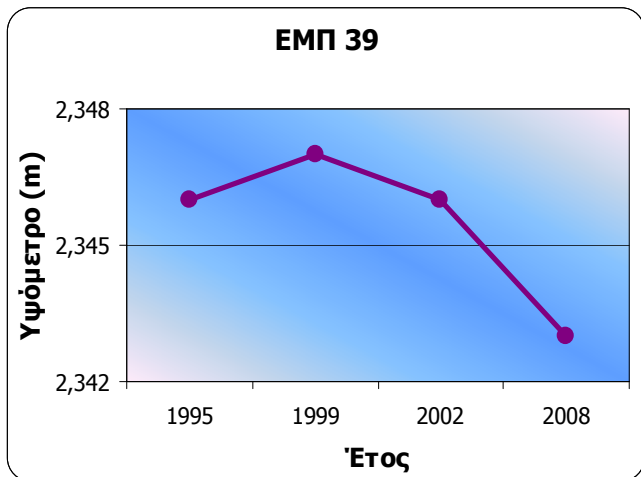
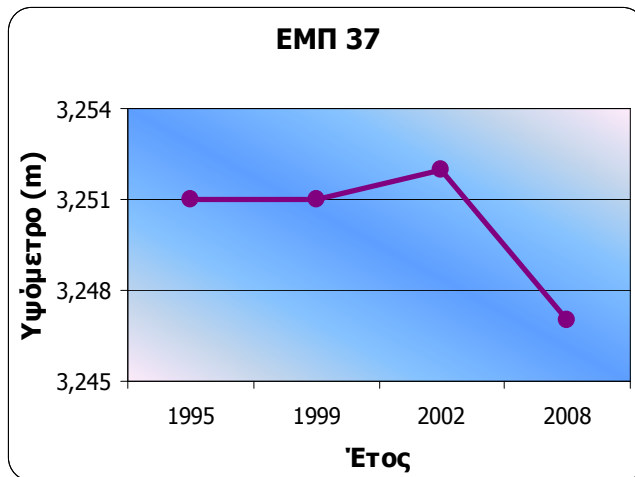
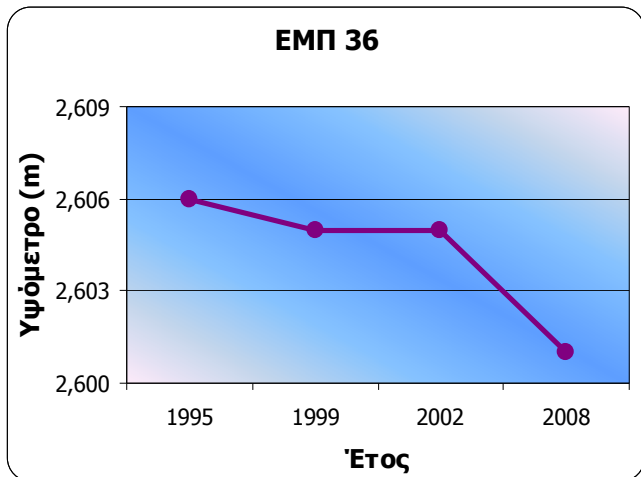
**Διάγραμμα 7.2. Επιφάνεια κατακόρυφων μετακινήσεων για το χρονικό διάστημα 2002 – 2008**

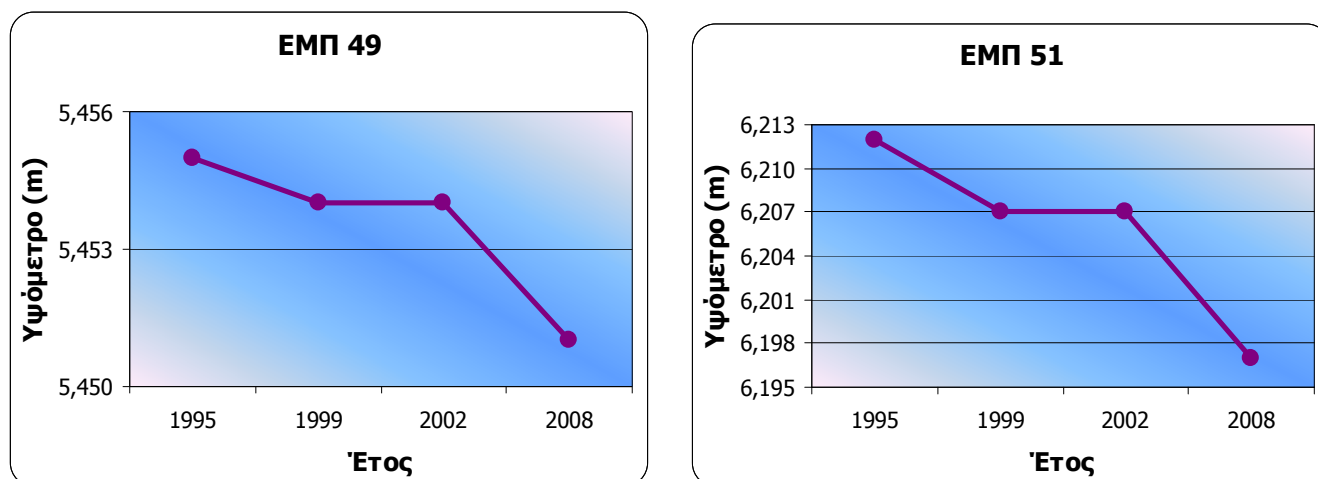
**Diagram 7.2. Surface of subsidences for the time interval 2002 – 2008**











**Γραφήματα 7.1. Διαχρονική εξέλιξη των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου για το χρονικό διάστημα 1995 – 2008**

**Graphs 7.1. Vertical displacements of the network's points for the time interval 1995 – 2008**

Μελετώντας τα παραπάνω γραφήματα, παρατηρείται ότι οι κορυφές **R8**, **R5194** και **R5205** εμφανίζουν από το 1995 έως σήμερα, συνεχή καθίζηση. Επίσης, καθίζηση εμφανίζουν η κορυφή **R64** από το 2002 έως το 2008 καθώς, και οι κορυφές **R5204**, **R5354**, **EMΠ36**, **EMΠ49** και **EMΠ51** με τη διαφορά ότι στο διάστημα 1999 έως 2002 δεν έχουν υποστεί καμία επιφανειακή μετακίνηση. Οι υψομετρικές αφετηρίες **EMΠ39** και **EMΠ48** εμφανίζουν καθίζηση από το 1995 έως το 2008, με εξαίρεση το έτος 1999 όπου υπέστησαν μικρή ανύψωση της τάξης του 1mm ενώ αξίζει να αναφερθεί επίσης, ότι η κορυφή **EMΠ48** σημείωσε τη μέγιστη καθίζηση το χρονικό διάστημα 2002 – 2008. Αντιθέτως, συνεχή ανύψωση παρουσιάζουν η κορυφή **EMΠ44** από το 1995 έως σήμερα ενώ η κορυφή **ΔΚ4** από το 1999. Επίσης, συνεχή ανύψωση εμφανίζει και η κορυφή **ΔΚ32** από το 1995 έως το 2008, με εξαίρεση το έτος 1999 όπου υπέστη μικρή καθίζηση της τάξης του 1 mm. Η υψομετρική αφετηρία **R43** σημείωσε ανύψωση στο διάστημα 2002 – 2008 ενώ τα δύο προηγούμενα έτη η μετακίνηση είναι πολύ μικρή ( $\pm 1$  mm). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμπεριφορά των κορυφών **R5211** και **R5187** καθώς, η επιφανειακή μετακίνησή τους δεν είναι συγκεκριμένη και

εναλλάσσεται από ανύψωση σε καθίζηση. Ασταθή συμπεριφορά εμφανίζουν και οι υψομετρικές αφετηρίες **R5191**, **ΕΜΠ41** και **ΕΜΠ37**. Πιο συγκεκριμένα, οι δύο πρώτες κορυφές το χρονικό διάστημα 1995 – 1999 δεν παρουσίασαν καμία μεταβολή στην τιμή του υψομέτρου τους ενώ το διάστημα 1999 – 2002 υπέστησαν καθίζηση και το 2002 – 2008 υπέστησαν ανύψωση. Αντίστροφη συμπεριφορά από τις κορυφές αυτές εμφάνισε η κορυφή **ΕΜΠ37**, η οποία το χρονικό διάστημα 1995 – 1999 δεν παρουσίασε καμία επιφανειακή μεταβολή ενώ το διάστημα 1999 – 2002 υπέστη ανύψωση και το 2002 – 2008 υπέστη καθίζηση.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup> – ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ****8.1. Κατανομή Εργασιών**

Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας, ακολουθήθηκαν συγκεκριμένα στάδια μελέτης, τα οποία περιγράφονται στη συνέχεια με τη χρονολογική σειρά που εκτελέστηκαν. Όλα τα παρακάτω συνοψίζονται και παρουσιάζονται στο τέλος σε διάγραμμα Gantt (Πίνακας 8.1.).

Αρχικά, πριν από την έναρξη των μετρήσεων, έγιναν κάποιες εργασίες, οι οποίες αφορούν στην αναγνώριση της περιοχής μελέτης, την εύρεση των παλιών υψομετρικών αφετηριών, την εγκατάσταση νέων υψομετρικών αφετηριών και έναν τελικό επανέλεγχο για πιθανό εντοπισμό περισσότερων σημείων. Η αναζήτηση και ο εντοπισμός των σημείων αυτών πραγματοποιήθηκε με τη συλλογή πληροφοριών από παλαιότερες διπλωματικές εργασίες, οι οποίες διαθέτουν φωτογραφικό υλικό, σκαριφήματα και ακριβή περιγραφή της θέσης των σημείων αυτών. Η εν λόγω διαδικασία διήρκεσε συνολικά 10 ημέρες (27/3 – 15/4), με μέσο όρο 4 ώρες εργασίας υπαίθρου κάθε ημέρα.

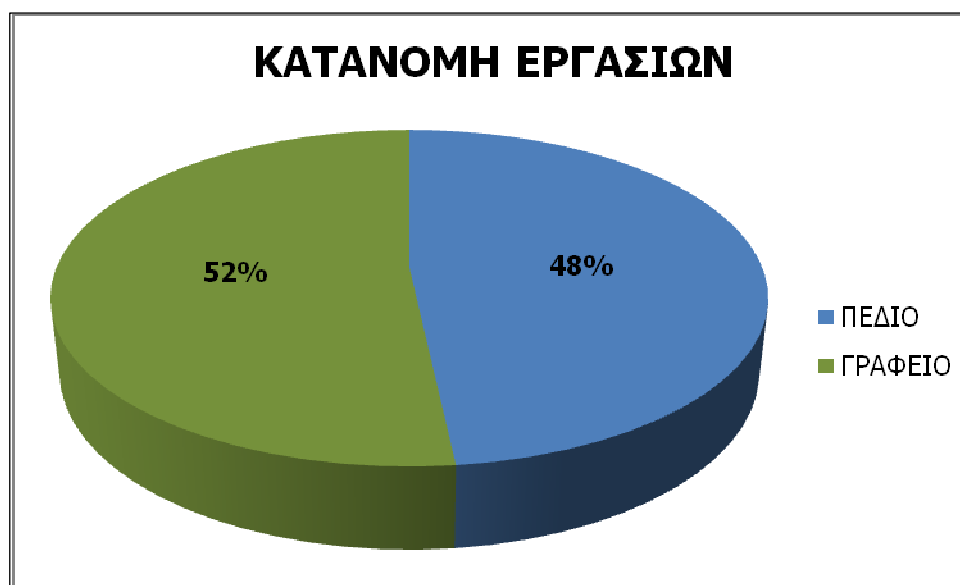
Ακολούθησαν οι εργασίες πεδίου με τη διαδικασία μετρήσεων των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, για τις οποίες απαιτήθηκαν συνολικά 32 ημέρες (7/5 – 23/7), συμπεριλαμβανομένου και του ελέγχου κλεισίματος των χωροσταθμικών οδεύσεων και των αντίστοιχων βρόχων. Κατά μέσο όρο, εκτελούνταν ημερησίως 5 χωροσταθμικές οδεύσεις με 6 ώρες εργασίας υπαίθρου.

Η επεξεργασία των μετρήσεων ολοκληρώθηκε σε 9 ημέρες (29/7 – 6/8), η οποία περιλαμβάνει τη συνόρθωση του δικτύου με τη Μέθοδο των Εμμέσων Παρατηρήσεων σε προγραμματιστικό περιβάλλον Matlab, τον ολικό έλεγχο

αξιοπιστίας της επίλυσης ( $\text{Test-}\chi^2$ ) και το στατιστικό έλεγχο μεμονωμένων παρατηρήσεων κατά Baarda.

Για τις εργασίες γραφείου απαιτήθηκαν περίπου 36 ημέρες (4/8 – 14/9), στη διάρκεια των οποίων πραγματοποιήθηκαν, εκτός από την επεξεργασία των μετρήσεων, η ανίχνευση των επιφανειακών μετακινήσεων και η σύγκριση των υψομέτρων με παλαιότερα αποτελέσματα καθώς, και η σύνταξη του τεύχους της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, παρουσιάζεται η κατανομή των εργασιών για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας σε ανθρωποημέρες. Πιο αναλυτικά, απαιτήθηκαν συνολικά 70 ανθρωποημέρες για τις εργασίες πεδίου, οι οποίες αφορούν την αναγνώριση της περιοχής μελέτης (12 ανθρωποημέρες), την εγκατάσταση νέων σημείων (3 ανθρωποημέρες) και τη διαδικασία των μετρήσεων (55 ανθρωποημέρες). Το ίδιο περίπου χρονικό διάστημα διήρκησαν και οι εργασίες στο γραφείο (80 ανθρωποημέρες). Στις εργασίες αυτές περιλαμβάνονται η επεξεργασία των μετρήσεων (10 ανθρωποημέρες), η συνόρθωση του δικτύου (12 ανθρωποημέρες) και η σύνταξη του τεύχους (58 ανθρωποημέρες).



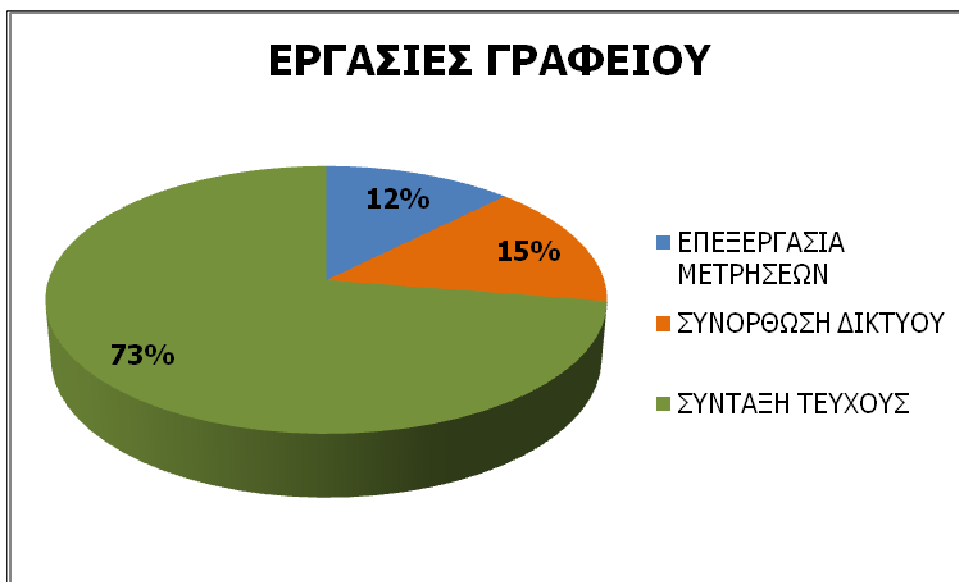
**Γράφημα 8.1. Κατανομή εργασιών της διπλωματικής εργασίας**

**Graph 8.1. Work distribution during the dissertation**



**Γράφημα 8.2. Κατανομή εργασιών πεδίου**

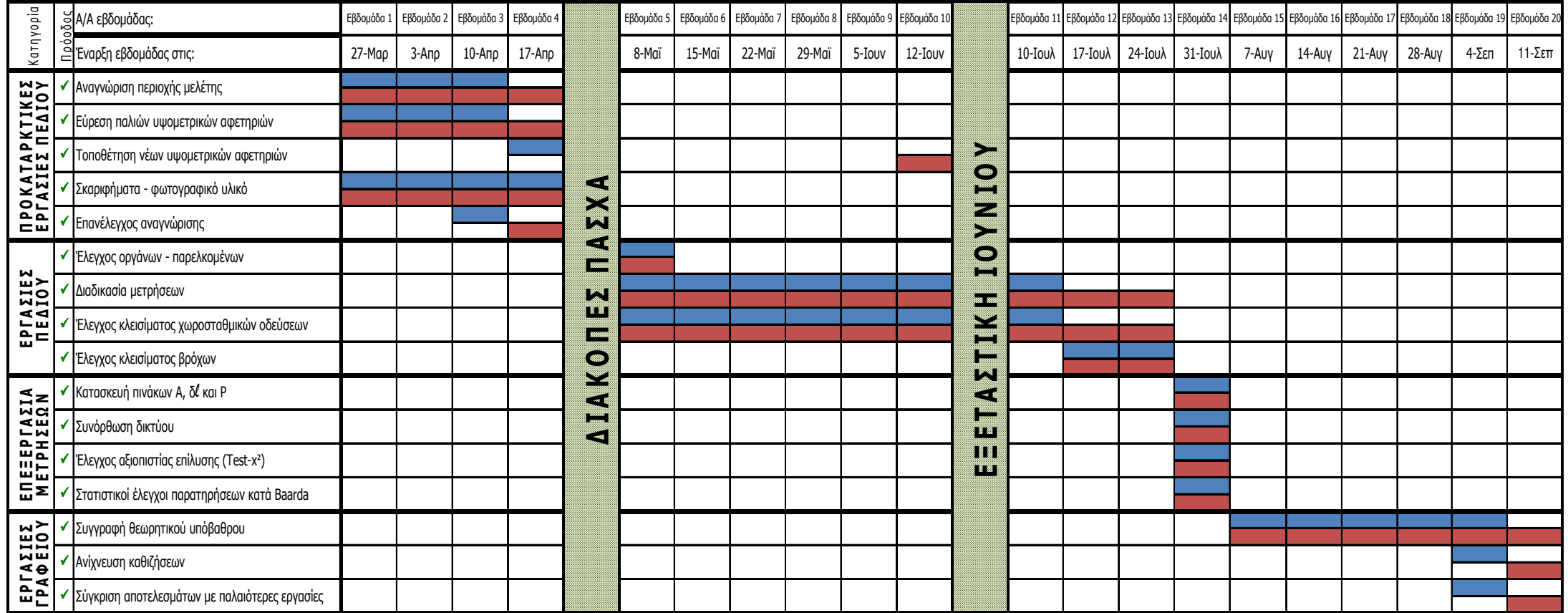
**Graph 8.2. Field work distribution**



**Γράφημα 8.3. Κατανομή εργασιών γραφείου**

**Graph 8.3. Office work distribution**

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT



✓	Εργασία που ολοκληρώθηκε	[Blue]	Περίοδος που αναμένεται να ολοκληρωθεί η εργασία
✗	Εργασία που δεν ολοκληρώθηκε ή ολοκληρώθηκε μερικώς	[Red]	Περίοδος που τελικά ολοκληρώθηκε η εργασία
		[Green]	Περίοδος παύσης εργασιών

**Πίνακας 8.1. Διάγραμμα Gantt**  
**Table 8.1. Gantt chart**



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup> – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ****9.1. Συμπεράσματα**

Από την επεξεργασία των μετρήσεων και πιο συγκεκριμένα, έπειτα από τη σύγκριση των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, στο χρονικό διάστημα 2002 – 2008, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

- Η σημαντικότερη καθίζηση παρατηρείται στις υψομετρικές αφετηρίες **ΕΜΠ48 (-23.8 mm)** και **R5194 (-18.4 mm)**, που βρίσκονται στην περιοχή του Μοσχάτου. Η υψομετρική αφετηρία R5194 παρουσιάζει διαχρονική μετακίνηση από το 1989 μέχρι σήμερα, η οποία είναι της τάξης των 20 cm, ενώ στην κορυφή ΕΜΠ48 παρατηρείται σημαντική καθίζηση για πρώτη φορά μετά το 1995, οπότε και ιδρύθηκε, όπου συμμετείχε στη διαδικασία των μετρήσεων.
- Στην περιοχή του **Νέου Φαλήρου**, η μεγαλύτερη καθίζηση εμφανίζεται στην κορυφή **R8**, η οποία έχει μέγεθος **-9.2 mm**. Επίσης, παρατηρείται μικρή ανύψωση (3 mm – 4 mm) σε δύο κορυφές, οι οποίες βρίσκονται κοντά στις σιδηροδρομικές γραμμές του Η.Σ.Α.Π. ενώ το σημείο **R43**, που βρίσκεται κοντά στον ποταμό Κηφισό, παρουσιάζει την ελάχιστη ανύψωση στην περιοχή μελέτης (**2.5 mm**).
- Όσον αφορά την περιοχή του **Μοσχάτου**, εκτός από τα δύο σημεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρατηρούνται καθιζήσεις μικρότερου μεγέθους από **-9.9 mm (ΕΜΠ51)** έως **-2.7 mm (R5205)**. Ανυψώσεις σημειώνονται σε δύο σημεία βόρεια και νότια της περιοχής, στις κορυφές **ΕΜΠ44 (3.4 mm)** και **R5191 (4.6 mm)**.

- Τα σημεία που βρίσκονται στο δήμο της **Καλλιθέας** παρουσιάζουν τις περισσότερες ανυψώσεις. Πιο συγκεκριμένα, στην κορυφή **ΔΚ32** παρατηρείται η μεγαλύτερη ανύψωση στην περιοχή μελέτης (**4.7 mm**) ενώ μικρότερου μεγέθους ανύψωση εμφανίζει η κορυφή **ΔΚ4** (**3.5 mm**). Οι κορυφές αυτές στο παρελθόν δεν είχαν παρουσιάσει σημαντική κινητικότητα. Το μοναδικό σημείο, όπου εντοπίζεται καθίζηση, είναι το **R5354** (**-3.1 mm**).
- Γενικότερα, το μεγαλύτερο πλήθος των μετακινήσεων εντοπίζεται στην παραλιακή ζώνη της περιοχής μελέτης ενώ προς το εσωτερικό του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, η εμφάνιση του φαινομένου είναι λιγότερο έντονη, με εξαίρεση την κορυφή **ΕΜΠ48**, η οποία παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή καθίζησης. Αυτό πιθανότατα, οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για περιοχές που εδράζονται σε επιχωματώσεις και γενικά, σε έδαφος όχι καλής θεμελίωσης. Επίσης, στις εκβολές του ποταμού Κηφισού και από τις δύο πλευρές του, ανιχνεύθηκαν κατακόρυφες μετακινήσεις (καθιζήσεις – ανυψώσεις), με εξαίρεση τις κορυφές **ΕΜΠ43** και **ΕΜΠ38**. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ύπαρξη αποθέσεων μεγάλου πάχους στην περιοχή αυτή. Αντίθετα, οι υψομετρικές αφετηρίες, που είναι εγκατεστημένες σε ανάλογη θέση κοντά στον ποταμό Ιλισό, εμφανίζουν μικρότερη κινητικότητα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις κορυφές, που βρίσκονται πλησίον των γραμμών του Η.Σ.Α.Π., όπως η R5187, η ΕΜΠ41 και η ΕΜΠ44, παρατηρείται ανύψωση που κυμαίνεται από 3 mm έως 4 mm.

## 9.2. Προτάσεις

Έπειτα από την εκπόνηση της διπλωματικής αυτής εργασίας και την εξαγωγή των συμπερασμάτων, ακολουθούν οι προτάσεις, οι οποίες σχετίζονται με θέματα μελλοντικών μελετών.

- Εξαιτίας του γεωλογικού και γεωτεχνικού υποβάθρου της περιοχής μελέτης, προτείνεται η επαναμέτρηση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου σε τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να παρακολουθείται η ταχύτητα εξέλιξης των επιφανειακών μετακινήσεων (καθιζήσεις – ανυψώσεις) στο πέρασμα του χρόνου. Μέσα από τη διαχρονική σύγκριση των αποτελεσμάτων των διαφόρων χρονικών φάσεων μετρήσεων, εξάγονται συμπεράσματα τόσο για την κινηματική συμπεριφορά όσο και για την απόκριση του εδάφους κάτω από τις γεωτεχνικές επιδράσεις, όπως είναι τα στατικά φορτία και τα δυναμικά φορτία, την επίδραση των επιχωματώσεων που έχουν γίνει στην παραλιακή ζώνη, των έργων διευθέτησης του ποταμού Κηφισού καθώς, και του έντονου κυκλοφοριακού φόρτου.
- Οι παρατηρούμενες μεταβολές της επιφάνειας του εδάφους προτείνεται να συσχετιστούν με το είδος και τα χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών του καθώς επίσης, και με τα υδρολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης όπως, τη μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα, προκειμένου να προσδιοριστεί ο ρυθμός μεταβολής τους και ο χαρακτήρας της εξέλιξης του φαινομένου (π.χ. ερπυσμός).
- Λαμβάνοντας υπ' όψιν τη σύσταση του εδάφους θεμελίωσης, το μέτρο των επιφανειακών μετακινήσεων και τη διαχρονική τους εξέλιξη, προτείνεται πριν από τη θεμελίωση οποιασδήποτε κατασκευής, να γίνεται γεωλογική διερεύνηση καθώς, και λεπτομερής έλεγχος του τρόπου θεμελίωσης των κατασκευών αυτών στην περιοχή μελέτης. Επίσης, το ύψος των κατασκευών αυτών προτείνεται να διατηρείται χαμηλό ώστε να

αποφεύγονται προβλήματα, τα οποία οφείλονται στην απόκλιση από την κατακόρυφο εξαιτίας σημαντικών διαφορικών καθιζήσεων.

- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε μία διαχρονική μελέτη της κινηματικής συμπεριφοράς των μεγάλων τεχνικών έργων που έχουν γίνει στην περιοχή όπως, το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας, η γέφυρα με κατεύθυνση προς την Εθνική Αθηνών – Λαμίας και τα έργα διευθέτησης του ποταμού Κηφισού. Προτείνεται λοιπόν, η παρακολούθηση αυτών για τη εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την απόκριση τόσο της ανωδομής τους όσο και της επιφάνειας του εδάφους, πάνω στην οποία εδράζονται καθώς, βρίσκονται σε περιοχή με επικίνδυνο γεωλογικό υπόβαθρο, όπου συμβαίνουν έντονες γεωτεχνικές μεταβολές από την επίδραση της κατασκευής των μεγάλων αυτών τεχνικών έργων.
- Σε όλες τις μελέτες επιφανειακών μετακινήσεων που έχουν γίνει μέχρι τώρα, σαν σημείο αναφοράς του δικτύου κατακορύφου ελέγχου επιλέχθηκε η υψομετρική αφετηρία R1, η οποία θεωρείται ως σταθερή κορυφή. Προτείνεται όμως, ο έλεγχος της σταθερότητας της κορυφής αυτής με την εγκατάσταση μίας συσκευής παλιρροιογράφου κοντά σε αυτήν και ο επαναπροσδιορισμός του υψομέτρου της σε τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να ελεγχθεί η περίπτωση πιθανής μετακίνησής της.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Balodimos D., Georgopoulos G., Telioni E. (1994), **Kinematic Adjustments of a Levelling Control Network**, p. 405-414, Athens
2. Ge L., Cheng E., Li X., Rizos C. (2003), **Quantitative Subsidence Monitoring: The Integrated InSAR, GPS and GIS Approach**, p. 1-12, Melbourne
3. Ge L., Rizos C., Han S., Zebker H. (2001), **Mining Subsidence Monitoring Using the Combined InSAR and GPS Approach**, p. 1-3
4. Georgopoulos G., **Investigation of a Building's Response in Tunnel Excavation**, p. 277-284, Athens
5. Pritchard M. (2006), **Inсар, a Tool for Measuring Earth's Surface Deformation**, p. 68-69, American Institute of Physics, New York
6. Telioni E., **Ground Surface Settlements due to Underground Works**, p. 285-291, Athens
7. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ. (2005), **Θεωρία Σφαλμάτων και Συνορθώσεις I**, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
8. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ. (2007), **Θεωρία Σφαλμάτων και Συνορθώσεις II**, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
9. Αναγνωστόπουλος Α.Γ. (1986), **Αρχές Υπολογισμού των Καθιζήσεων**, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα
10. Αστεριάδης Γ.Α. (2000), **Στοιχεία Φυσικής Γεωγραφίας**, Εκδόσεις Αϊβάζη, Θεσσαλονίκη
11. Γεωργόπουλος Γ. (1993), **Ανίχνευση Καθιζήσεων και Προσδιορισμός του Πεδίου τους στην Περιοχή του Μοσχάτου**, Πυρφόρος, Αθήνα
12. Γεωργόπουλος Γ. (1990), **Εντοπισμός Καθιζήσεων στην Περιοχή του Μοσχάτου**, «Δελτίο ΚΕΔΕ», 107-108/1990, Αθήνα
13. Γεωργόπουλος Γ., Δογγούρης Σ., Λάμπρου Ε., Μπαλοδήμος Δ., Πανταζής Γ. (2005), **Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας**, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα

14. Γεωργόπουλος Γ., Τελειώνη Ε.Χ. (1999), **Μελέτη της Εξέλιξης των Καθιζήσεων στην Περιοχή του Μοσχάτου με Κινηματικά Μοντέλα**, «Δελτίο ΚΕΔΕ», Αθήνα
15. Γκαδόλου Ε. (2002), **Ίδρυση Δικτύου GPS για την Παρακολούθηση Καθιζήσεων στην Περιοχή του Μοσχάτου**, Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
16. Καββαδάς Μ. (2005), **Καθιζήσεις Επιφανειακών Θεμελιώσεων: Υπολογισμός Καθιζήσεων σε Αργιλικά Εδάφη**, Διαλέξεις Μαθήματος «Θεμελιώσεις», Σ.Π.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
17. Κακάτσος Θ., Μαϊμάρης Ν. Πρίφτης Γ. (1996), **Παρακολούθηση των παραμορφώσεων των φερόντων στοιχείων του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας και των καθιζήσεων της εγγύς περιοχής. Ανίχνευση και εντοπισμός των καθιζήσεων στις περιοχές Ν.Φαλήρου – Μοσχάτου – Καλλιθέας**, Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
18. Κουμπλή Α. (2002), **Έλεγχος Κατακόρυφων Μετακινήσεων στις Περιοχές Νέο Φάληρο – Μοσχάτο – Καλλιθέα**, Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
19. Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ. (1990), **Παρακολούθηση Παραμορφώσεων των Φερόντων Στοιχείων του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας – Ίδρυση Δικτύου Κατακόρυφου Ελέγχου στην Ευρύτερη Περιοχή του Σταδίου**, Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
20. Μαλατέστας Ν. (2004), **Αντιπλημμυρική Προστασία Λεκανοπεδίου Αθήνας, Κηφισός – Ιλισός**, p. 1-12, Αθήνα
21. Μπαλοδήμος Δ., Αραμπατζή Ο. (2004), **Υψομετρία**, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
22. Παντελάκης Π., Παπαδόπουλος Α., Φειζίδης Π. (1999), **Παρακολούθηση της Κινηματικής Συμπεριφοράς του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας – Έλεγχος των Καθιζήσεων στην Εγγύτερη Περιοχή**, Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
23. Φυτρολάκης Ν. (1985), **Γενική Γεωλογία**, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΠΛΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΗΣΗΣ

Α/Α	ΜΕΤΑΒΑΣΗ				ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ				
	ΣΤΑΣΗ	ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΟΠΙΣΘΕΝ	ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ	ΜΕΡΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ	ΣΤΑΣΗ	ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΟΠΙΣΘΕΝ	ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ	ΜΕΡΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ	
1	<b>R5389</b>	1,3645		-0,1354	<b>R5395</b>	0,9673		-0,4943	<b>ΔH = 0,6633 m K = 0,0005 m</b>
	1	1,3696	1,4999	0,1318	1	1,2731	1,4616	-0,1725	
	2	1,4586	1,2378	0,1752	2	1,3354	1,4456	-0,1359	
	3	1,4607	1,2834	0,4919	3	1,5114	1,4713	0,1397	
	<b>R5395</b>		0,9688	<b>0,6635</b>	<b>R5389</b>		1,3717	<b>-0,6630</b>	
2	<b>R5395</b>	0,9537		-0,4669	<b>ΔK68</b>	1,0384		-0,4342	<b>ΔH = -0,0182 m K = 0,0013 m</b>
	1	1,4891	1,4206	0,4494	1	1,2403	1,4726	0,4530	
	<b>ΔK68</b>		1,0397	<b>-0,0175</b>	<b>R5395</b>		0,7873	<b>0,0188</b>	
3	<b>ΔK68</b>	1,0319		-0,2922	<b>ΔK69</b>	1,1715		-0,3871	<b>ΔH = 0,4938 m K = 0,0003 m</b>
	1	1,6367	1,3241	0,3998	1	1,2624	1,5586	-0,3956	
	2	1,5545	1,2369	0,3863	2	1,3504	1,6580	0,2891	
	<b>ΔK69</b>		1,1682	<b>0,4939</b>	<b>ΔK68</b>		1,0613	<b>-0,4936</b>	
4	<b>ΔK69</b>	1,2415		-0,3527	<b>R5389</b>	1,4353		-0,0450	<b>ΔH = -1,1373 m K = 0,0014 m</b>
	1	1,5084	1,5942	-0,3199	1	1,5346	1,4803	0,2270	
	2	1,1534	1,8283	-0,2820	2	1,4348	1,3076	0,2832	
	3	1,3199	1,4354	-0,2018	3	1,8090	1,1516	0,3429	
	4	1,4551	1,5217	0,0198	4	1,5467	1,4661	0,3299	
	<b>R5389</b>		1,4353	<b>-1,1366</b>	<b>ΔK69</b>		1,2168	<b>1,1380</b>	



5	<b>ΔK69</b>	1,2769		-0,0583	<b>ΔK49</b>	0,6440		-0,7941	<b>ΔH = 1,0547 m K = 0,0003 m</b>
	1	1,5073	1,3352	0,1404	1	1,3207	1,4381	-0,1556	
	2	1,5053	1,3669	0,1781	2	1,4282	1,4763	-0,2047	
	3	1,4470	1,3272	0,7946	3	1,3785	1,6329	0,0999	
	<b>ΔK49</b>		0,6524	<b>1,0548</b>	<b>ΔK69</b>		1,2786	<b>-1,0545</b>	
6	<b>ΔK49</b>	0,8258		-0,7538	<b>ΔK48</b>	1,6638		0,2537	<b>ΔH = -1,0082 m K = 0,0002 m</b>
	1	1,3900	1,5796	-0,2543	1	1,5633	1,4101	0,7546	
	<b>ΔK48</b>		1,6443	<b>-1,0081</b>	<b>ΔK49</b>		0,8087	<b>1,0083</b>	
7	<b>ΔK48</b>	1,2346		-0,3258	<b>ΔK56</b>	1,0964		-0,2956	<b>ΔH = -0,2717 m K = 0,0001 m</b>
	1	1,2035	1,5604	-0,2495	1	1,4537	1,3920	0,2207	
	2	1,4011	1,4530	0,3037	2	1,8247	1,2330	0,3466	
	<b>ΔK56</b>		1,0974	<b>-0,2716</b>	<b>ΔK48</b>		1,4781	<b>0,2717</b>	
8	<b>ΔK56</b>	1,0702		-0,4967	<b>ΔK68</b>	1,1580		-0,2209	<b>ΔH = -0,2674 m K = -0,0009 m</b>
	1	1,3939	1,5669	0,2289	1	1,5710	1,3789	0,4878	
	<b>ΔK68</b>		1,1650	<b>-0,2678</b>	<b>ΔK56</b>		1,0832	<b>0,2669</b>	
9	<b>ΔK48</b>	1,4219		-0,0385	<b>ΔK32</b>	1,4600		0,0385	<b>ΔH = 0,5823 m K = 0,0004 m</b>
	1	1,5774	1,4604	0,1580	1	1,4154	1,4215	-0,1577	
	2	1,5898	1,4194	0,4630	2	1,1254	1,5731	-0,4629	
	<b>ΔK32</b>		1,1268	<b>0,5825</b>	<b>ΔK48</b>		1,5883	<b>-0,5821</b>	
10	<b>ΔK32</b>	1,1207		0,0621	<b>ΔK32A</b>	1,0572		-0,0634	<b>ΔH = 0,6405 m K = -0,0013 m</b>
	1	1,3362	1,0586	0,0510	1	1,2878	1,1206	-0,0508	
	2	1,5604	1,2852	0,5267	2	1,0317	1,3386	-0,5269	
	<b>ΔK32A</b>		1,0337	<b>0,6398</b>	<b>ΔK32</b>		1,5586	<b>-0,6411</b>	

11	<b>ΔK32A</b>	0,9697		-0,5458	<b>ΔK49</b>	1,5082		0,5458	<b>ΔH = -0,2143 m</b> <b>K = -0,0001 m</b>
	1	1,3132	1,5155	-0,1728	1	1,4841	0,9624	0,1732	
	2	1,2807	1,4860	0,5043	2	0,7764	1,3109	-0,5048	
	<b>ΔK49</b>		0,7764	<b>-0,2143</b>	<b>ΔK32A</b>		1,2812	<b>0,2142</b>	
12	<b>ΔK32A</b>	0,9607		-0,2209	<b>ΔK26</b>	1,1812		0,2210	<b>ΔH = 0,6001 m</b> <b>K = 0,0005 m</b>
	1	1,6613	1,1816	0,3501	1	1,2352	0,9602	-0,3502	
	2	1,4915	1,3112	0,4711	2	1,0085	1,5854	-0,4706	
	<b>ΔK26</b>		1,0204	<b>0,6003</b>	<b>ΔK32A</b>		1,4791	<b>-0,5998</b>	
13	<b>ΔK26</b>	0,9937		-0,8019	<b>ΔK32</b>	1,7909		0,8015	<b>ΔH = -1,2410 m</b> <b>K = -0,0004 m</b>
	1	0,9034	1,7956	-0,6497	1	1,5547	0,9894	0,6498	
	2	1,0255	1,5531	0,2104	2	0,8149	0,9049	-0,2105	
	<b>ΔK32</b>		0,8151	<b>-1,2412</b>	<b>ΔK26</b>		1,0254	<b>1,2408</b>	
14	<b>ΔK32A</b>	0,9488		-0,1157	<b>R5358</b>	1,0663		0,1156	<b>ΔH = -0,0053 m</b> <b>K = 0,0000 m</b>
	1	1,1314	1,0645	0,1104	1	1,0279	0,9507	-0,1103	
	<b>R5358</b>		1,0210	<b>-0,0053</b>	<b>ΔK32A</b>		1,1382	<b>0,0053</b>	
15	<b>R5358</b>	1,1533		0,0150	<b>ΔK3</b>	0,9921		-0,5718	<b>ΔH = 1,9086 m</b> <b>K = 0,0000 m</b>
	1	1,5115	1,1383	0,3323	1	0,6699	1,5639	-0,9851	
	2	1,9206	1,1792	0,9279	2	1,1357	1,6550	-0,3343	
	3	1,7003	0,9927	0,6334	3	1,2215	1,4700	-0,0174	
	<b>ΔK3</b>		1,0669	<b>1,9086</b>	<b>R5358</b>		1,2389	<b>-1,9086</b>	
16	<b>ΔK3</b>	1,0620		-0,0911	<b>ΔK1</b>	0,6539		-0,6226	<b>ΔH = 0,8872 m</b> <b>K = 0,0007 m</b>
	1	1,5312	1,1531	0,4216	1	1,6629	1,2765	0,0657	
	2	1,6302	1,1096	-0,0667	2	1,1070	1,5972	-0,4200	
	3	1,2830	1,6969	0,6237	3	1,0802	1,5270	0,0901	
	<b>ΔK1</b>		0,6593	<b>0,8875</b>	<b>ΔK3</b>		0,9901	<b>-0,8868</b>	

17	<b>ΔK1</b>	0,6275		-0,7499	<b>ΔK26</b>	1,0286		-0,3092	<b>ΔH = -2,1927 m</b> <b>K = -0,0012 m</b>
	1	1,1299	1,3774	-0,7270	1	1,6472	1,3378	0,6375	
	2	1,1141	1,8569	-0,3639	2	1,4374	1,0097	0,4112	
	3	1,0089	1,4780	-0,6594	3	1,8583	1,0262	0,7079	
	4	1,3354	1,6683	0,3069	4	1,3803	1,1504	0,7447	
	<b>ΔK26</b>		1,0285	<b>-2,1933</b>	<b>ΔK1</b>		0,6356	<b>2,1921</b>	
18	<b>ΔK3</b>	0,9098		-0,2444	<b>ΔK4</b>	0,9731		-0,4462	<b>ΔH = 0,4842 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,3670	1,1542	0,2806	1	1,0961	1,4193	-0,2838	
	2	1,4247	1,0864	0,4485	2	1,2012	1,3799	0,2464	
	<b>ΔK4</b>		0,9762	<b>0,4847</b>	<b>ΔK3</b>		0,9548	<b>-0,4836</b>	
19	<b>ΔK4</b>	1,0040		-0,0260	<b>ΔK5</b>	0,9577		-0,8319	<b>ΔH = 1,7260 m</b> <b>K = 0,0007 m</b>
	1	1,8709	1,0300	0,9301	1	1,0421	1,7896	-0,8810	
	2	1,7801	0,9408	0,8222	2	0,9897	1,9231	-0,0127	
	<b>ΔK5</b>		0,9579	<b>1,7263</b>	<b>ΔK4</b>		1,0024	<b>-1,7256</b>	
20	<b>ΔK5</b>	0,9878		-0,0300	<b>ΔK1</b>	0,6063		-0,6169	<b>ΔH = -1,3224 m</b> <b>K = 0,0020 m</b>
	1	1,6465	1,0178	0,4150	1	1,6696	1,2232	-0,1126	
	2	1,4694	1,2315	-0,1783	2	0,9420	1,7822	-0,3214	
	3	0,4166	1,6477	-1,2800	3	1,9128	1,2634	1,2910	
	4	0,6783	1,6966	-1,3015	4	1,6373	0,6218	1,2972	
	5	1,2866	1,9798	0,3088	5	1,7074	0,3401	0,1904	
	6	1,8033	0,9778	0,1376	6	1,1744	1,5170	-0,4316	
	7	1,2130	1,6657	0,6070	7	1,0907	1,6060	0,0273	
	<b>ΔK1</b>		0,6060	<b>-1,3214</b>	<b>ΔK5</b>		1,0634	<b>1,3234</b>	
21	<b>R5389</b>	1,4025		0,4954	<b>ΔK88</b>	1,0600		-0,2909	<b>ΔH = 0,1825 m</b> <b>K = 0,0001 m</b>
	1	0,9344	0,9071	-0,6020	1	1,6072	1,3509	0,6156	
	2	1,3568	1,5364	0,2891	2	0,9103	0,9916	-0,5071	
	<b>ΔK88</b>		1,0677	<b>0,1825</b>	<b>R5389</b>		1,4174	<b>-0,1824</b>	

22	<b>ΔK88</b>	0,9984		-0,3344	<b>ΔK87</b>	1,3291		0,3346	<b>ΔH = -0,3345 m</b> <b>K = 0,0002 m</b>
	<b>ΔK87</b>		1,3328	<b>-0,3344</b>	<b>ΔK88</b>		0,9945	<b>0,3346</b>	
23	<b>ΔK88</b>	0,8411		-0,4629	<b>ΔK99</b>	0,9937		-0,5697	<b>ΔH = 0,1065 m</b> <b>K = 0,0008 m</b>
	1	1,5618	1,3040	0,5698	1	1,3698	1,5634	0,4636	
	<b>ΔK99</b>		0,9920	<b>0,1069</b>	<b>ΔK88</b>		0,9062	<b>-0,1061</b>	
24	<b>ΔK99</b>	1,9606		0,6056	<b>ΕΜΠ40</b>	1,4175		-0,2763	<b>ΔH = 1,4849 m</b> <b>K = 0,0013 m</b>
	1	1,7052	1,3550	0,6055	1	1,0750	1,6938	-0,6040	
	2	1,7003	1,0997	0,2744	2	1,3832	1,6790	-0,6039	
	<b>ΕΜΠ40</b>		1,4259	<b>1,4855</b>	<b>ΔK99</b>		1,9871	<b>-1,4842</b>	
25	<b>ΕΜΠ40</b>	1,5112		-0,2737	<b>ΕΜΠ20</b>	0,8803		-0,4947	<b>ΔH = -1,3883 m</b> <b>K = 0,0000 m</b>
	1	0,5770	1,7849	-1,4558	1	1,4704	1,3750	0,1533	
	2	1,2928	2,0328	-0,1544	2	2,1289	1,3171	1,4570	
	3	1,3752	1,4472	0,4956	3	1,7001	0,6719	0,2727	
	<b>ΕΜΠ20</b>		0,8796	<b>-1,3883</b>	<b>ΕΜΠ40</b>		1,4274	<b>1,3883</b>	
26	<b>ΕΜΠ20</b>	0,8618		-0,4793	<b>R64</b>	0,4403		-0,8902	<b>ΔH = 0,3946 m</b> <b>K = 0,0008 m</b>
	1	1,6161	1,3411	-0,0395	1	1,3380	1,3305	-0,0364	
	2	1,4038	1,6556	0,0282	2	1,6872	1,3744	0,0536	
	3	1,3248	1,3756	0,8856	3	1,3084	1,6336	0,4788	
	<b>R64</b>		0,4392	<b>0,3950</b>	<b>ΕΜΠ20</b>		0,8296	<b>-0,3942</b>	
27	<b>R64</b>	0,5169		-0,8939	<b>R5196</b>	1,2549		-0,1026	<b>ΔH = -0,5988 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,2966	1,4108	-0,0981	1	1,2141	1,3575	-0,1772	
	2	1,3183	1,3947	0,0505	2	1,2515	1,3913	-0,0615	
	3	1,3190	1,2678	0,0348	3	1,2504	1,3130	-0,0709	
	4	1,4227	1,2842	0,2048	4	1,3520	1,3213	0,1005	
	5	1,3598	1,2179	0,1037	5	1,3576	1,2515	0,9110	
	<b>R5196</b>		1,2561	<b>-0,5982</b>	<b>R64</b>		0,4466	<b>0,5993</b>	

28	<b>ЕМП52</b>	0,3052		-0,7427	<b>R5196</b>	1,2689		-0,0175	<b>ΔH = -2,8711 m</b> <b>K = 0,0028 m</b>
	1	1,0361	1,0479	-0,6300	1	1,4202	1,2864	-0,1806	
	2	0,7131	1,6661	-1,5662	2	1,3084	1,6008	0,1288	
	3	1,2420	2,2793	-0,1426	3	2,3147	1,1796	1,6140	
	4	1,6309	1,3846	0,1954	4	1,5416	0,7007	0,5849	
	5	1,2879	1,4355	0,0164	5	1,3551	0,9567	0,7429	
	<b>R5196</b>		1,2715	<b>-2,8697</b>	<b>ЕМП52</b>		0,6122	<b>2,8725</b>	
29	<b>ЕМП52</b>	2,0398		0,2213	<b>R73</b>	1,8198		-0,2211	<b>ΔH = 0,2212 m</b> <b>K = 0,0002 m</b>
	<b>R73</b>		1,8185	<b>0,2213</b>	<b>ЕМП52</b>		2,0409	<b>-0,2211</b>	
30	<b>R73</b>	1,1054		-0,4391	<b>ΔK109</b>	1,4959		0,0378	<b>ΔH = -0,4818 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,4505	1,5445	-0,0425	1	1,5974	1,4581	0,4441	
	<b>ΔK109</b>		1,4930	<b>-0,4816</b>	<b>R73</b>		1,1533	<b>0,4819</b>	
31	<b>R5354</b>	1,0034		-0,3447	<b>ΔK69</b>	1,2456		0,1518	<b>ΔH = -0,9004 m</b> <b>K = 0,0014 m</b>
	1	1,3786	1,3481	-0,2845	1	1,4185	1,0938	0,1434	
	2	1,2592	1,6631	-0,1204	2	1,6466	1,2751	0,2680	
	3	1,0907	1,3796	-0,1501	3	1,4016	1,3786	0,3379	
	<b>ΔK69</b>		1,2408	<b>-0,8997</b>	<b>R5354</b>		1,0637	<b>0,9011</b>	
32	<b>R5354</b>	1,0434		-0,3749	<b>R5358</b>	0,9134		-0,6144	<b>ΔH = 0,3628 m</b> <b>K = 0,0022 m</b>
	1	1,6788	1,4183	0,5047	1	1,2576	1,5278	-0,2194	
	2	1,4660	1,1741	-0,1299	2	1,7627	1,4770	0,5065	
	3	1,3171	1,5959	-0,4805	3	1,5441	1,2562	0,1498	
	4	1,5697	1,7976	0,1994	4	1,2023	1,3943	-0,4804	
	5	1,5583	1,3703	0,6451	5	1,3108	1,6827	0,2962	
	<b>R5358</b>		0,9132	<b>0,3639</b>	<b>R5354</b>		1,0146	<b>-0,3617</b>	
33	<b>R73</b>	1,5627		-0,2924	<b>ΔK108</b>	1,8541		0,2925	<b>ΔH = -0,2925 m</b> <b>K = 0,0001 m</b>
	<b>ΔK108</b>		1,8551	<b>-0,2924</b>	<b>R73</b>		1,5616	<b>0,2925</b>	

34	<b>EMΠ50A</b>	1,1091		-0,3917	<b>ΔK108</b>	1,4096		-1,3354	<b>ΔH = 0,2700 m</b> <b>K = -0,0003 m</b>
	1	1,1952	1,5008	-0,5794	1	0,3670	2,7450	-0,7847	
	2	1,1477	1,7746	-0,2936	2	1,5469	1,1517	0,5855	
	3	1,0892	1,4413	-0,5611	3	1,4076	0,9614	0,4873	
	4	0,9888	1,6503	0,5394	4	1,5949	0,9203	0,3409	
	5	2,9699	0,4494	1,5562	5	1,5535	1,2540	0,4363	
	<b>ΔK108</b>		1,4137	<b>0,2698</b>	<b>EMΠ50A</b>		1,1172	<b>-0,2701</b>	
35	<b>R5389</b>	1,3714		-0,1261	<b>ΔK81</b>	1,5011		0,1296	<b>ΔH = 0,1194 m</b> <b>K = 0,0012 m</b>
	1	1,3765	1,4975	-0,1223	1	1,5009	1,3715	0,1228	
	2	1,3854	1,4988	0,3684	2	1,0165	1,3781	-0,3711	
	<b>ΔK81</b>		1,0171	<b>0,1200</b>	<b>R5389</b>		1,3876	<b>-0,1188</b>	
36	<b>ΔK81</b>	1,0195		-0,3641	<b>R5395</b>	1,3819		0,3675	<b>ΔH = 0,5426 m</b> <b>K = -0,0015 m</b>
	1	1,5387	1,3835	0,2257	1	1,3115	1,0144	-0,2253	
	2	1,6544	1,3130	0,1639	2	1,4903	1,5368	-0,1636	
	3	1,4688	1,4905	0,5163	3	0,9497	1,6539	-0,5220	
	<b>R5395</b>		0,9525	<b>0,5419</b>	<b>ΔK81</b>		1,4717	<b>-0,5434</b>	
37	<b>ΔK71</b>	1,2802		0,8276	<b>ΔK110</b>	0,4521		-0,8239	<b>ΔH = 1,8914 m</b> <b>K = 0,0005 m</b>
	1	1,6292	0,4526	1,0641	1	0,5597	1,2760	-1,0673	
	<b>ΔK110</b>		0,5651	<b>1,8917</b>	<b>ΔK71</b>		1,6270	<b>-1,8912</b>	
38	<b>ΔK109</b>	1,3884		-0,5809	<b>ΔK71</b>	1,9678		0,5838	<b>ΔH = -2,1731 m</b> <b>K = 0,0009 m</b>
	1	0,8838	1,9693	-1,3282	1	2,2105	1,3840	1,3281	
	2	0,8213	2,2120	-0,2636	2	1,0834	0,8824	0,2617	
	<b>ΔK71</b>		1,0849	<b>-2,1727</b>	<b>ΔK109</b>		0,8217	<b>2,1736</b>	

39	<b>ΔΚ71</b>	0,8082		-0,2821	<b>ΔΚ69</b>	1,0913		0,2845	<b>ΔH = 0,5201 m</b> <b>K = 0,0012 m</b>
	1	1,2557	1,0902	0,0535	1	1,1973	0,8068	-0,0533	
	2	1,3395	1,2022	0,1914	2	1,1494	1,2506	-0,1900	
	3	1,3910	1,1481	0,2567	3	1,1337	1,3394	-0,2565	
	4	1,5143	1,1343	0,3011	4	1,2120	1,3902	-0,3042	
	<b>ΔΚ69</b>		1,2132	<b>0,5207</b>	<b>ΔΚ71</b>		1,5162	<b>-0,5195</b>	
40	<b>ΕΜΠ50Α</b>	1,1077		-0,3837	<b>Ρ5354</b>	0,9279		-0,2577	<b>ΔH = -0,6743 m</b> <b>K = 0,0016 m</b>
	1	1,1523	1,4914	-0,6321	1	1,2816	1,1856	0,1161	
	2	1,1590	1,7844	-0,4448	2	0,9391	1,1655	-0,6979	
	3	1,5140	1,6038	0,6170	3	1,6339	1,6370	0,5203	
	4	1,2209	0,8970	-0,0879	4	1,7472	1,1136	0,5698	
	5	1,1860	1,3088	0,2580	5	1,5451	1,1774	0,4245	
	<b>Ρ5354</b>		0,9280	<b>-0,6735</b>	<b>ΕΜΠ50Α</b>		1,1206	<b>0,6751</b>	
41	<b>ΕΜΠ50Α</b>	1,1255		0,4649	<b>ΕΜΠ51</b>	1,8034		0,0946	<b>ΔH = 1,7353 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	2,4106	0,6606	1,3649	1	1,0605	1,7088	-1,3664	
	2	1,7106	1,0457	-0,0943	2	0,6536	2,4269	-0,4633	
	<b>ΕΜΠ51</b>		1,8049	<b>1,7355</b>	<b>ΕΜΠ50Α</b>		1,1169	<b>-1,7351</b>	
42	<b>ΕΜΠ50Α</b>	1,1268		-0,0441	<b>ΔΚ4</b>	0,8735		-0,9382	<b>ΔH = 2,0843 m</b> <b>K = 0,0017 m</b>
	1	1,5052	1,1709	0,0982	1	1,2231	1,8117	-0,5772	
	2	1,8029	1,4070	0,5110	2	1,1997	1,8003	-0,5200	
	3	1,8129	1,2919	0,5792	3	1,4494	1,7197	-0,1093	
	4	1,8129	1,2337	0,9408	4	1,1791	1,5587	0,0613	
	<b>ΔΚ4</b>		0,8721	<b>2,0851</b>	<b>ΕΜΠ50Α</b>		1,1178	<b>-2,0834</b>	
43	<b>ΕΜΠ50</b>	1,4810		0,1422	<b>ΔΚ5</b>	0,9449		-0,4654	<b>ΔH = -0,5382 m</b> <b>K = 0,0020 m</b>
	1	1,9572	1,3388	0,1530	1	1,3840	1,4103	-0,1479	
	2	0,8434	1,8042	-1,4468	2	2,2875	1,5319	1,4492	
	3	1,5589	2,2902	0,1503	3	1,6052	0,8383	-0,1537	
	4	1,4213	1,4086	0,4641	4	1,2064	1,7589	-0,1430	
	<b>ΔΚ5</b>		0,9572	<b>-0,5372</b>	<b>ΕΜΠ50</b>		1,3494	<b>0,5392</b>	

44	<b>R5195</b>	1,1368		-0,2830	<b>R5196</b>	1,2553		-0,0799	<b>ΔH = -0,0521 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,4307	1,4198	0,1510		1,2276	1,3352	-0,1460	
	2	1,3388	1,2797	0,0801		1,2758	1,3736	0,2781	
	<b>R5196</b>		1,2587	<b>-0,0519</b>	<b>R5195</b>		0,9977	<b>0,0522</b>	
45	<b>R5211</b>	1,0381		-0,9874	<b>EMΠ20</b>	0,9511		-0,0934	<b>ΔH = -0,1512 m</b> <b>K = 0,0017 m</b>
	1	1,9425	2,0255	0,6171	1	1,3020	1,0445	-0,1354	
	2	1,4458	1,3254	0,0927	2	1,2865	1,4374	-0,6153	
	3	1,0815	1,3531	0,1273	3	1,9459	1,9018	0,9961	
	<b>EMΠ20</b>		0,9542	<b>-0,1503</b>	<b>R5211</b>		0,9498	<b>0,1520</b>	
46	<b>R5211</b>	0,9498		-1,0785	<b>R5194</b>	0,9318		-0,4637	<b>ΔH = -0,4138 m</b> <b>K = 0,0013 m</b>
	1	1,4443	2,0283	0,0727	1	1,3156	1,3955	-0,0548	
	2	1,5283	1,3716	0,0862	2	1,3735	1,3704	-0,0358	
	3	1,4051	1,4421	0,0358	3	1,2881	1,4093	-0,0251	
	4	1,4024	1,3693	0,4707	4	1,9493	1,3132	0,9938	
	<b>R5194</b>		0,9317	<b>-0,4131</b>	<b>R5211</b>		0,9555	<b>0,4144</b>	
47	<b>R5211</b>	0,9553		-0,5042	<b>R5205</b>	0,9869		-0,4334	<b>ΔH = -0,5385 m</b> <b>K = 0,0018 m</b>
	1	1,3531	1,4595	-0,1066	1	1,6209	1,4203	0,1079	
	2	1,4947	1,4597	0,0150	2	1,4851	1,5130	0,2640	
	3	1,3548	1,4797	-0,2754	3	1,4445	1,2211	-0,0240	
	4	1,5452	1,6302	-0,1035	4	1,5146	1,4685	0,1208	
	5	1,4260	1,6487	0,4371	5	1,5089	1,3938	0,5041	
	<b>R5205</b>		0,9889	<b>-0,5376</b>	<b>R5211</b>		1,0048	<b>0,5394</b>	
48	<b>R5194</b>	0,9630		-0,3705	<b>R5195</b>	1,1558		-0,3769	<b>ΔH = 0,1096 m</b> <b>K = -0,0002 m</b>
	1	1,5261	1,3335	0,1916	1	1,3838	1,5327	-0,1599	
	2	1,4444	1,3345	0,2884	2	1,4003	1,5437	0,4271	
	<b>R5195</b>		1,1560	<b>0,1095</b>	<b>R5194</b>		0,9732	<b>-0,1097</b>	



49	<b>ЕМП36</b>	0,8278		-0,5244	<b>ЕМП39</b>	1,1093		-0,3930	<b>ΔH = -0,2579 m</b> <b>K = -0,0010 m</b>
	1	1,3706	1,3522	1,0932	1	1,5644	1,5023	0,0891	
	2	3,7522	0,2774	0,2000	2	1,4946	1,4753	1,3180	
	3	0,1744	3,5522	-1,3003	3	3,5732	0,1766	-0,1871	
	4	1,4754	1,4747	-0,1170	4	0,2719	3,7603	-1,1598	
	5	1,5013	1,5924	0,3901	5	1,5381	1,4317	0,5902	
	<b>ЕМП39</b>		1,1112	<b>-0,2584</b>	<b>ЕМП36</b>		0,9479	<b>0,2574</b>	
50	<b>R5191</b>	0,9949		-0,4362	<b>R5205</b>	1,1540		-0,0942	<b>ΔH = -0,3671 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	1,4756	1,4311	-0,0235	1	1,5714	1,2482	0,0226	
	2	1,2477	1,4991	0,0928	2	1,4709	1,5488	0,4389	
	<b>R5205</b>		1,1549	<b>-0,3669</b>	<b>R5191</b>		1,0320	<b>0,3673</b>	
51	<b>R5178</b>	0,8064		-0,7951	<b>R5195</b>	1,2743		-0,1417	<b>ΔH = -1,0578 m</b> <b>K = 0,0009 m</b>
	1	1,2191	1,6015	-0,3372	1	1,2968	1,4160	0,0672	
	2	1,2267	1,5563	-0,0666	2	1,5903	1,2296	0,3374	
	3	1,4140	1,2933	0,1416	3	1,5944	1,2529	0,7953	
	<b>R5195</b>		1,2724	<b>-1,0573</b>	<b>R5178</b>		0,7991	<b>1,0582</b>	
52	<b>ЕМП54</b>	1,0522		-0,4591	<b>R5178</b>	0,9810		-0,4510	<b>ΔH = -0,2778 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	1,3496	1,5113	-0,2565	1	1,5958	1,4320	0,2711	
	2	1,4257	1,6061	0,4380	2	1,4596	1,3247	0,4579	
	<b>R5178</b>		0,9877	<b>-0,2776</b>	<b>ЕМП54</b>		1,0017	<b>0,2780</b>	
53	<b>ЕМП54</b>	1,1371		-0,2388	<b>R5157</b>	1,0250		-0,6105	<b>ΔH = 0,1845 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,4435	1,3759	0,1121	1	1,3287	1,6355	-0,2143	
	2	1,1361	1,3314	-0,4971	2	1,5475	1,5430	0,5766	
	3	1,4820	1,6332	0,1960	3	1,3342	0,9709	-0,1812	
	4	1,6434	1,2860	0,6124	4	1,3845	1,5154	0,2451	
	<b>R5157</b>		1,0310	<b>0,1846</b>	<b>ЕМП54</b>		1,1394	<b>-0,1843</b>	

54	<b>R5157</b>	1,0711		-0,2961	<b>EMП44</b>	0,8885		-0,6599	<b>ΔH = 0,8439 m</b> <b>K = -0,0006 m</b>
	1	1,6956	1,3672	0,4868	1	1,3159	1,5484	-0,4026	
	2	1,5441	1,2088	0,6529	2	1,3286	1,7185	0,2183	
	<b>EMП44</b>		0,8912	<b>0,8436</b>	<b>R5157</b>		1,1103	<b>-0,8442</b>	
55	<b>R5178</b>	0,6394		-0,5748	<b>EMП55</b>	0,9749		-0,2572	<b>ΔH = -0,2076 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,3425	1,2142	0,3158	1	1,1706	1,2321	0,0504	
	2	1,3221	1,0267	-0,1393	2	1,4779	1,1202	0,2099	
	3	1,0821	1,4614	-0,0411	3	1,0299	1,2680	-0,3327	
	4	1,2067	1,1232	0,2324	4	1,1896	1,3626	0,5377	
	<b>EMП55</b>		0,9743	<b>-0,2070</b>	<b>R5178</b>		0,6519	<b>0,2081</b>	
56	<b>EMП45</b>	1,3142		0,0051	<b>R5131</b>	1,1567		0,0114	<b>ΔH = 0,7753 m</b> <b>K = -0,0002 m</b>
	1	1,6495	1,3091	0,4447	1	1,6710	1,1453	-0,3319	
	2	2,0763	1,2048	0,3367	2	1,1401	2,0029	-0,4505	
	3	1,1449	1,7396	-0,0113	3	1,4200	1,5906	-0,0044	
	<b>R5131</b>		1,1562	<b>0,7752</b>	<b>EMП45</b>		1,4244	<b>-0,7754</b>	
57	<b>EMП45</b>	1,2621		-0,0860	<b>EMП44</b>	1,0392		-0,1684	<b>ΔH = -0,8436 m</b> <b>K = -0,0001 m</b>
	1	1,6811	1,3481	0,2588	1	1,4842	1,2076	0,3899	
	2	1,1881	1,4223	-0,8252	2	2,0768	1,0943	0,7907	
	3	1,1612	2,0133	-0,3619	3	1,4246	1,2861	-0,2660	
	4	1,2126	1,5231	0,1707	4	1,4695	1,6906	0,0973	
	<b>EMП44</b>		1,0419	<b>-0,8436</b>	<b>EMП45</b>		1,3722	<b>0,8435</b>	
58	<b>R5131</b>	1,1519		0,1022	<b>EMП50</b>	0,5512		-1,6094	<b>ΔH = 2,8421 m</b> <b>K = -0,0011 m</b>
	1	1,2592	1,0497	-0,3658	1	1,0034	2,1606	-0,6440	
	2	1,5862	1,6250	0,5870	2	1,3359	1,6474	-0,3161	
	3	1,4704	0,9992	-0,0740	3	1,3758	1,6520	-0,0281	
	4	1,4498	1,5444	0,0446	4	1,5285	1,4039	0,0480	
	5	1,7043	1,4052	0,4357	5	0,9900	1,4805	-0,5455	
	6	1,6773	1,2686	0,5924	6	1,5903	1,5355	0,3572	
	7	2,0831	1,0849	1,5194	7	1,0633	1,2331	-0,1047	
	<b>EMП50</b>		0,5637	<b>2,8415</b>	<b>R5131</b>		1,1680	<b>-2,8426</b>	

59	<b>ΕΜΠ48</b>	1,0377		-0,3324	<b>ΕΜΠ49</b>	1,3686		0,3349	<b>ΔH = 0,6059 m</b> <b>K = -0,0002 m</b>
	1	1,2659	1,3700	-0,1597	1	1,4235	1,0337	0,1598	
	2	1,5617	1,4256	0,6847	2	0,8772	1,2637	-0,6843	
	3	1,4790	0,8770	0,4131	3	1,0629	1,5615	-0,4164	
	<b>ΕΜΠ49</b>		1,0659	<b>0,6058</b>	<b>ΕΜΠ48</b>		1,4793	<b>-0,6060</b>	
60	<b>ΕΜΠ48</b>	0,8761		-0,5994	<b>ΕΜΠ45</b>	1,4616		0,6020	<b>ΔH = 0,3489 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	1,6914	1,4754	0,7696	1	0,9221	0,8596	-0,7694	
	2	0,9476	0,9218	-0,6751	2	1,6215	1,6915	0,6749	
	3	1,6244	1,6227	0,3759	3	1,2467	0,9466	-0,3749	
	4	1,8810	1,2485	0,4094	4	1,4709	1,6216	-0,4095	
	5	1,3253	1,4716	0,0686	5	1,2561	1,8804	-0,0718	
	<b>ΕΜΠ45</b>		1,2567	<b>0,3491</b>	<b>ΕΜΠ48</b>		1,3279	<b>-0,3487</b>	
61	<b>ΓΥΣ8</b>	1,1701		-0,3328	<b>R5211</b>	1,5008		0,3327	<b>ΔH = -0,0422 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,4286	1,5029	-0,2849	1	1,7155	1,1681	0,2850	
	2	1,3639	1,7135	-0,0965	2	1,4563	1,4305	0,0963	
	3	1,5304	1,4604	0,0968	3	1,4316	1,3600	-0,0966	
	4	1,4754	1,4336	-0,4191	4	1,8933	1,5282	0,4193	
	5	1,9356	1,8945	0,9945	5	0,9410	1,4740	-0,9944	
	<b>R5211</b>		0,9411	<b>-0,0420</b>	<b>ΓΥΣ8</b>		1,9354	<b>0,0423</b>	
62	<b>ΓΥΣ8</b>	1,1122		-0,3320	<b>R5204</b>	1,4489		0,3351	<b>ΔH = -0,4801 m</b> <b>K = -0,0003 m</b>
	1	1,4687	1,4442	-0,0469	1	1,5125	1,1138	0,0466	
	2	1,0795	1,5156	-0,1014	2	1,1763	1,4659	0,0983	
	<b>R5204</b>		1,1809	<b>-0,4803</b>	<b>ΓΥΣ8</b>		1,0780	<b>0,4800</b>	
63	<b>R5204</b>	1,1357		-0,2229	<b>R5191</b>	1,3543		0,2258	<b>ΔH = 0,2676 m</b> <b>K = -0,0012 m</b>
	1	1,2901	1,3585	-0,1424	1	1,4319	1,1285	0,1417	
	2	1,4328	1,4325	0,1708	2	1,2597	1,2902	-0,1708	
	3	1,3647	1,2620	0,4614	3	0,9025	1,4305	-0,4649	
	<b>R5191</b>		0,9033	<b>0,2670</b>	<b>R5204</b>		1,3674	<b>-0,2682</b>	

64	<b>EMΠ36</b>	0,8490		-0,4081	<b>R5204</b>	1,2609		0,4116	<b>ΔH = -0,7528 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	0,8905	1,2571	-0,5157	1	1,4031	0,8493	0,5157	
	2	1,2700	1,4062	0,1712	2	1,0855	0,8874	-0,1743	
	<b>R5204</b>		1,0989	<b>-0,7527</b>	<b>EMΠ36</b>		1,2598	<b>0,7530</b>	
65	<b>EMΠ49</b>	1,0779		-0,2720	<b>EMΠ50</b>	1,3381		0,0365	<b>ΔH = 3,3579 m</b> <b>K = 0,0015 m</b>
	1	1,2865	1,3499	0,0382	1	0,9925	1,3016	-0,4216	
	2	2,1698	1,2483	1,9797	2	0,9969	1,4141	-1,2645	
	3	2,4274	0,1901	1,2218	3	0,2375	2,2614	-1,9426	
	4	1,4001	1,2056	0,4292	4	1,2124	2,1801	-0,0451	
	5	1,3000	0,9709	-0,0383	5	1,2665	1,2575	0,2802	
	<b>EMΠ50</b>		1,3383	<b>3,3586</b>	<b>EMΠ49</b>		0,9863	<b>-3,3571</b>	
66	<b>EMΠ43</b>	0,6629		-0,7825	<b>EMΠ44</b>	0,5468		-0,8827	<b>ΔH = 0,8505 m</b> <b>K = 0,0029 m</b>
	1	1,2268	1,4454	-0,3030	1	0,9769	1,4295	-0,6300	
	2	1,4033	1,5298	-0,0051	2	1,2262	1,6069	-0,1786	
	3	1,3814	1,4084	0,2678	3	1,0573	1,4048	-0,2451	
	4	1,4068	1,1136	0,1838	4	1,3328	1,3024	0,0317	
	5	1,5648	1,2230	0,6101	5	1,4292	1,3011	0,2440	
	6	1,4308	0,9547	0,8808	6	1,3290	1,1852	0,8117	
	<b>EMΠ44</b>		0,5500	<b>0,8519</b>	<b>EMΠ43</b>		0,5173	<b>-0,8490</b>	
67	<b>EMΠ37</b>	0,5411		-0,8686	<b>EMΠ36</b>	0,6036		-0,5999	<b>ΔH = -0,6458 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,1208	1,4097	-0,2939	1	1,0247	1,2035	0,1406	
	2	0,9609	1,4147	-0,0746	2	1,2930	0,8841	0,2656	
	3	1,2131	1,0355	0,5919	3	1,2867	1,0274	0,8400	
	<b>EMΠ36</b>		0,6212	<b>-0,6452</b>	<b>EMΠ37</b>		0,4467	<b>0,6463</b>	
68	<b>EMΠ42</b>	0,9946		-0,6939	<b>R5187</b>	1,2229		-0,2789	<b>ΔH = -0,9827 m</b> <b>K = 0,0001 m</b>
	1	1,0830	1,6885	-0,6300	1	1,3770	1,5018	-0,1428	
	2	1,4964	1,7130	-0,0603	2	1,5850	1,5198	0,2152	
	3	1,5933	1,5567	0,1160	3	1,6465	1,3698	0,5505	
	4	1,5083	1,4773	0,2856	4	1,6006	1,0960	0,6387	
	<b>R5187</b>		1,2227	<b>-0,9826</b>	<b>EMΠ42</b>		0,9619	<b>0,9827</b>	

69	<b>ΕΜΠ41</b>	0,5284		-0,7577	<b>R5187</b>	1,1096		-0,4898	<b>ΔH = 0,5085 m</b> <b>K = -0,0009 m</b>
	1	1,4890	1,2861	0,7772	1	0,7219	1,5994	-0,7765	
	2	1,5978	0,7118	0,4885	2	1,3089	1,4984	0,7574	
	<b>R5187</b>		1,1093	<b>0,5080</b>	<b>ΕΜΠ41</b>		0,5515	<b>-0,5089</b>	
70	<b>ΕΜΠ41</b>	0,7140		-0,7332	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>	1,1767		-0,5019	<b>ΔH = 0,1740 m</b> <b>K = 0,0010 m</b>
	1	1,5998	1,4472	0,4068	1	1,1636	1,6786	-0,4040	
	2	1,6915	1,1930	0,5009	2	1,4540	1,5676	0,7324	
	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>		1,1906	<b>0,1745</b>	<b>ΕΜΠ41</b>		0,7216	<b>-0,1735</b>	
71	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>	1,2218		-0,4604	<b>R8</b>	1,3299		-0,1425	<b>ΔH = -0,8820 m</b> <b>K = 0,0014 m</b>
	1	1,1628	1,6822	-0,3919	1	1,4405	1,4724	-0,0031	
	2	1,2555	1,5547	-0,1771	2	1,4606	1,4436	0,1789	
	3	1,4476	1,4326	0,0134	3	1,5669	1,2817	0,3942	
	4	1,4641	1,4342	0,1347	4	1,6340	1,1727	0,4552	
	<b>R8</b>		1,3294	<b>-0,8813</b>	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>		1,1788	<b>0,8827</b>	
72	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>	1,4996		0,3710	<b>R1</b>	0,4317		-0,9688	<b>ΔH = 0,3237 m</b> <b>K = 0,0005 m</b>
	1	2,0456	1,1286	0,6321	1	1,4061	1,4005	0,8238	
	2	1,8238	1,4135	-1,0296	2	2,5258	0,5823	0,9282	
	3	0,7682	2,8534	-0,6155	3	1,2928	1,5976	-0,7568	
	4	1,3978	1,3837	0,9659	4	1,1947	2,0496	-0,3498	
	<b>R1</b>		0,4319	<b>0,3239</b>	<b>ΑΓΑΛΜΑ</b>		1,5445	<b>-0,3234</b>	
73	<b>ΕΜΠ42</b>	0,9669		-0,2649	<b>R43</b>	1,2392		0,2679	<b>ΔH = -0,6502 m</b> <b>K = 0,0001 m</b>
	1	1,2486	1,2318	0,1306	1	1,1194	0,9713	-0,1319	
	2	0,6724	1,1180	-0,8208	2	1,4955	1,2513	0,8209	
	3	1,4238	1,4932	0,3050	3	1,1193	0,6746	-0,3066	
	<b>R43</b>		1,1189	<b>-0,6502</b>	<b>ΕΜΠ42</b>		1,4259	<b>0,6503</b>	

74	<b>R43</b>	1,1627		-0,2353	<b>ЕМП38</b>	1,4030		0,2413	<b>ΔH = -0,3725 m</b> <b>K = -0,0001 m</b>
	1	1,9313	1,3979	-0,6064	1	2,5422	1,1617	0,6062	
	2	1,2920	2,5377	-0,2325	2	1,5248	1,9360	0,2324	
	3	1,3331	1,5245	0,7017	3	0,6289	1,2924	-0,7075	
	<b>ЕМП38</b>		0,6315	<b>-0,3725</b>	<b>R43</b>		1,3364	<b>0,3724</b>	
75	<b>ЕМП38</b>	0,6320		-0,7094	<b>ЕМП39</b>	1,3414		0,7130	<b>ΔH = -0,6315 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	1,1982	1,3413	-0,1066	1	1,3039	0,6284	0,1064	
	2	1,2484	1,3048	0,1847	2	1,0636	1,1975	-0,1878	
	<b>ЕМП39</b>		1,0637	<b>-0,6313</b>	<b>ЕМП38</b>		1,2514	<b>0,6317</b>	
76	<b>R8</b>	1,3088		-0,1430	<b>R1</b>	1,4507		0,1429	<b>ΔH = 1,2034 m</b> <b>K = 0,0014 m</b>
	1	1,3763	1,4518	0,0183	1	1,4181	1,3078	-0,0173	
	2	1,4498	1,3580	0,1660	2	1,2851	1,4354	-0,1656	
	3	1,5599	1,2838	0,4858	3	1,0744	1,4507	-0,4861	
	4	1,5940	1,0741	0,3103	4	1,2843	1,5605	-0,3107	
	5	1,6165	1,2837	-0,4313	5	2,0486	1,5950	0,4314	
	6	2,3568	2,0478	1,5141	6	0,8429	1,6172	-1,5139	
	7	1,3092	0,8427	-0,1149	7	1,4267	2,3568	0,1147	
	8	1,5709	1,4241	0,3349	8	1,2245	1,3120	-0,3345	
	9	1,4048	1,2360	-1,5240	9	2,9324	1,5590	1,5241	
	10	0,9280	2,9288	-0,4352	10	1,3609	1,4083	0,4353	
	11	1,4427	1,3632	1,0231	11	0,4197	0,9256	-1,0230	
	<b>R1</b>		0,4196	<b>1,2041</b>	<b>R8</b>		1,4427	<b>-1,2027</b>	
77	<b>ΔK84</b>	1,3374		-0,6828	<b>R64</b>	0,5832		-0,8920	<b>ΔH = -0,0115 m</b> <b>K = 0,0009 m</b>
	1	2,9605	2,0202	0,7163	1	1,2542	1,4752	0,9483	
	2	0,3105	2,2442	-0,9455	2	2,1918	0,3059	-0,7258	
	3	1,4895	1,2560	0,9010	3	1,9045	2,9176	0,6814	
	<b>R64</b>		0,5885	<b>-0,0110</b>	<b>ΔK84</b>		1,2231	<b>0,0119</b>	

78	<b>ΔΚ84</b>	1,2231		-0,6848	<b>ΔΚ110</b>	0,1746		-1,2189	<b>ΔH = 1,7174 m</b> <b>K = 0,0009 m</b>
	1	2,0545	1,9079	1,3287	1	0,8670	1,3935	-1,1840	
	2	1,3470	0,7258	1,0739	2	1,8860	2,0510	0,6860	
	<b>ΔΚ110</b>		0,2731	<b>1,7178</b>	<b>ΔΚ84</b>		1,2000	<b>-1,7169</b>	
79	<b>ΔΚ84</b>	1,2000		-0,6921	<b>ΔΚ87</b>	1,2310		-0,2003	<b>ΔH = -0,9427 m</b> <b>K = 0,0008 m</b>
	1	1,1792	1,8921	-0,1218	1	1,5484	1,4313	0,2286	
	2	1,2282	1,3010	-0,3275	2	1,5270	1,3198	0,2223	
	3	1,4293	1,5557	0,1991	3	1,9369	1,3047	0,6925	
	<b>ΔΚ87</b>		1,2302	<b>-0,9423</b>	<b>ΔΚ84</b>		1,2444	<b>0,9431</b>	
80	<b>ΕΜΠ51</b>	1,3285		-0,3114	<b>ΕΜΠ5.08</b>	1,3718		0,0259	<b>ΔH = -3,8168 m</b> <b>K = 0,0018 m</b>
	1	0,0813	1,6399	-2,5968	1	1,4432	1,3459	0,0701	
	2	0,6700	2,6781	-0,7939	2	1,4415	1,3731	0,9130	
	3	1,3096	1,4639	-0,0925	3	2,7378	0,5285	2,2627	
	4	1,3507	1,4021	-0,0213	4	1,9267	0,4751	0,5460	
	<b>ΕΜΠ5.08</b>		1,3720	<b>-3,8159</b>	<b>ΕΜΠ51</b>		1,3807	<b>3,8177</b>	
81	<b>ΕΜΠ6.08</b>	1,3791		0,2387	<b>ΕΜΠ49</b>	1,1274		-0,2563	<b>ΔH = 1,2458 m</b> <b>K = 0,0018 m</b>
	1	1,8607	1,1404	0,7030	1	1,4139	1,3837	-0,0563	
	2	1,4500	1,1577	0,0439	2	1,1139	1,4702	-0,6936	
	3	1,3855	1,4061	0,2611	3	1,1144	1,8075	-0,2387	
	<b>ΕΜΠ49</b>		1,1244	<b>1,2467</b>	<b>ΕΜΠ6.08</b>		1,3531	<b>-1,2449</b>	
82	<b>ΔΚ87</b>	1,2115		-0,2037	<b>ΕΜΠ40</b>	0,5656		-0,9236	<b>ΔH = 1,9239 m</b> <b>K = -0,0010 m</b>
	1	2,3043	1,4152	1,1390	1	1,0744	1,4892	-1,2404	
	2	1,5549	1,1653	0,9881	2	1,4892	2,3148	0,2396	
	<b>ΕΜΠ40</b>		0,5668	<b>1,9234</b>	<b>ΔΚ87</b>		1,2496	<b>-1,9244</b>	

83	<b>ЕМП6.08</b>	1,2930		1,1888	<b>ΔK4</b>	0,9915		-0,6103	<b>ΔH = 2,3396 m</b> <b>K = 0,0009 m</b>
	1	2,8036	0,1042	2,0267	1	1,0860	1,6018	-0,0853	
	2	1,5103	0,7769	0,6251	2	2,4210	1,1713	2,1608	
	3	0,1069	0,8852	-2,2007	3	0,9291	0,2602	-0,6090	
	4	1,2142	2,3076	0,0913	4	0,7091	1,5381	-2,1421	
	5	1,5961	1,1229	0,6088	5	0,1030	2,8512	-1,0532	
	<b>ΔK4</b>		0,9873	<b>2,3400</b>	<b>ЕМП6.08</b>		1,1562	<b>-2,3391</b>	
84	<b>ЕМП5.08</b>	1,4885		-0,1268	<b>R5178</b>	0,7976		-0,6076	<b>ΔH = 0,6606 m</b> <b>K = 0,0000 m</b>
	1	1,3379	1,6153	0,0209	1	1,2923	1,4052	-0,1611	
	2	1,4756	1,3170	0,1776	2	1,2819	1,4534	-0,0606	
	3	1,3835	1,2980	0,5889	3	1,6115	1,3425	0,1687	
	<b>R5178</b>		0,7946	<b>0,6606</b>	<b>ЕМП5.08</b>		1,4428	<b>-0,6606</b>	
85	<b>ЕМП5.08</b>	1,2977		-0,0405	<b>ЕМП52</b>	1,1209		-0,0015	<b>ΔH = 2,4200 m</b> <b>K = 0,0002 m</b>
	1	2,5188	1,3382	2,3642	1	1,4543	1,1224	-0,1194	
	2	1,5351	0,1546	0,0972	2	0,2107	1,5737	-2,3337	
	3	1,1133	1,4379	-0,0008	3	1,2963	2,5444	0,0347	
	<b>ЕМП52</b>		1,1141	<b>2,4201</b>	<b>ЕМП5.08</b>		1,2616	<b>-2,4199</b>	
86	<b>ΔK108</b>	1,0364		-1,3641	<b>R5354</b>	1,0496		-0,3997	<b>ΔH = -0,9422 m</b> <b>K = 0,0021 m</b>
	1	0,4575	2,4005	-0,5587	1	1,5270	1,4493	0,0673	
	2	1,5920	1,0162	0,6463	2	0,9016	1,4597	-0,6401	
	3	1,4495	0,9457	-0,0568	3	0,9593	1,5417	0,5711	
	4	1,4432	1,5063	0,3922	4	2,4790	0,3882	1,3446	
	<b>R5354</b>		1,0510	<b>-0,9411</b>	<b>ΔK108</b>		1,1344	<b>0,9432</b>	
87	<b>ΔK109</b>	1,0283		-0,7861	<b>ΔK110</b>	0,4572		-0,4883	<b>ΔH = -0,2834 m</b> <b>K = 0,0001 m</b>
	1	0,9625	1,8144	0,5028	1	1,7766	0,9455	0,7717	
	<b>ΔK110</b>		0,4597	<b>-0,2833</b>	<b>ΔK109</b>		1,0049	<b>0,2834</b>	



88	<b>ЕМП49</b>	1,0445		-0,3398	<b>R5131</b>	1,1575		0,1012	<b>ΔH = 0,5171 m</b> <b>K = 0,0016 m</b>
	1	1,3717	1,3843	-0,1013	1	1,2349	1,0563	-0,4028	
	2	2,1608	1,4730	1,3070	2	1,5605	1,6377	0,6424	
	3	0,9175	0,8538	-0,6188	3	0,9303	0,9181	-1,3008	
	4	1,6393	1,5363	0,3716	4	1,4026	2,2311	0,1100	
	5	1,0572	1,2677	-0,1008	5	1,3964	1,2926	0,3337	
	<b>R5131</b>		1,1580	<b>0,5179</b>	<b>ЕМП49</b>		1,0627	<b>-0,5163</b>	
89	<b>ЕМП7.08</b>	1,1296		-0,1763	<b>R5157</b>	0,9966		-0,4784	<b>ΔH = 0,2715 m</b> <b>K = 0,0023 m</b>
	1	1,4313	1,3059	0,5568	1	1,2527	1,4750	0,0458	
	2	1,2265	0,8745	-0,4659	2	1,7869	1,2069	0,4248	
	3	1,2624	1,6924	-0,1208	3	0,9960	1,3621	-0,5633	
	4	1,4762	1,3832	0,4788	4	1,4896	1,5593	0,3008	
	<b>R5157</b>		0,9974	<b>0,2726</b>	<b>ЕМП7.08</b>		1,1888	<b>-0,2703</b>	
90	<b>ΔK56</b>	1,0943		-0,1756	<b>ΔK49</b>	0,6826		-0,8719	<b>ΔH = 1,2812 m</b> <b>K = 0,0010 m</b>
	1	1,5827	1,2699	0,5826	1	1,1148	1,5545	-0,6274	
	2	1,5589	1,0001	0,8747	2	1,3255	1,7422	0,2186	
	<b>ΔK49</b>		0,6842	<b>1,2817</b>	<b>ΔK56</b>		1,1069	<b>-1,2807</b>	
91	<b>ЕМП1.08</b>	1,2914		-0,3540	<b>ЕМП43</b>	0,7547		-0,7321	<b>ΔH = 0,8509 m</b> <b>K = 0,0008 m</b>
	1	1,4992	1,6454	0,1268	1	1,1481	1,4868	-0,2807	
	2	1,5554	1,3724	0,3461	2	1,2820	1,4288	-0,1748	
	3	1,4870	1,2093	0,7324	3	1,6482	1,4568	0,3371	
	<b>ЕМП43</b>		0,7546	<b>0,8513</b>	<b>ЕМП1.08</b>		1,3111	<b>-0,8505</b>	
92	<b>ЕМП1.08</b>	1,3113		0,0383	<b>R5157</b>	0,9856		-0,5981	<b>ΔH = 0,8581 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,5066	1,2730	0,2232	1	1,2514	1,5837	-0,2233	
	2	1,5876	1,2834	0,5967	2	1,3011	1,4747	-0,0365	
	<b>R5157</b>		0,9909	<b>0,8582</b>	<b>ЕМП1.08</b>		1,3376	<b>-0,8579</b>	

93	<b>ЕМП1.08</b>	1,2311		-0,2577	<b>ЕМП4.08</b>	0,9589		0,0216	<b>ΔH = 0,0791 m K = 0,0019 m</b>
	1	1,4220	1,4888	0,1684	1	1,2449	0,9373	-0,1809	
	2	1,3147	1,2536	0,2511	2	1,4489	1,4258	-0,1711	
	3	0,8745	1,0636	-0,0818	3	1,4475	1,6200	0,2523	
	<b>ЕМП4.08</b>		0,9563	<b>0,0800</b>	<b>ЕМП1.08</b>		1,1952	<b>-0,0781</b>	
94	<b>ЕМП4.08</b>	1,1880		-0,0255	<b>ЕМП54</b>	1,0329		-0,5808	<b>ΔH = 0,5927 m K = 0,0010 m</b>
	1	1,2131	1,2135	-0,3359	1	1,2346	1,6137	-0,3744	
	2	1,6026	1,5490	0,3733	2	1,5827	1,6090	0,3437	
	3	1,6131	1,2293	0,5813	3	1,1738	1,2390	0,0193	
	<b>ЕМП54</b>		1,0318	<b>0,5932</b>	<b>ЕМП4.08</b>		1,1545	<b>-0,5922</b>	
95	<b>ЕМП4.08</b>	1,1546		-0,5601	<b>ЕМП3.08</b>	1,3383		-0,0013	<b>ΔH = -0,8832 m K = 0,0007 m</b>
	1	1,1247	1,7147	-0,3229	1	1,4720	1,3396	0,3157	
	2	1,3369	1,4476	0,0002	2	1,6813	1,1563	0,5691	
	<b>ЕМП3.08</b>		1,3367	<b>-0,8828</b>	<b>ЕМП4.08</b>		1,1122	<b>0,8835</b>	
96	<b>ΔK99</b>	1,0590		-0,5371	<b>ΔK81</b>	1,5988		0,5405	<b>ΔH = -0,1674 m K = 0,0025 m</b>
	1	1,3228	1,5961	0,6876	1	0,6430	1,0583	-0,6867	
	2	0,5832	0,6352	-0,8206	2	1,4155	1,3297	0,8209	
	3	1,7351	1,4038	0,2573	3	1,4939	0,5946	-0,2574	
	4	1,2281	1,4778	0,2467	4	0,9812	1,7513	-0,2486	
	<b>ΔK81</b>		0,9815	<b>-0,1662</b>	<b>ΔK99</b>		1,2298	<b>0,1687</b>	
97	<b>ЕМП37</b>	0,8445		-0,8662	<b>ЕМП38</b>	1,7180		0,8694	<b>ΔH = -0,2723 m K = 0,0005 m</b>
	1	1,3263	1,7107	1,2460	1	0,0815	0,8486	-1,2459	
	2	1,4349	0,0803	-1,4627	2	2,8825	1,3274	1,4632	
	3	1,4636	2,8976	0,8109	3	0,6519	1,4193	-0,8141	
	<b>ЕМП38</b>		0,6528	<b>-0,2721</b>	<b>ЕМП37</b>		1,4660	<b>0,2726</b>	

98	<b>ЕМП38</b>	0,6546		-0,9168	<b>R5187</b>	1,5727		0,9191	<b>ΔH = 0,0418 m</b> <b>K = -0,0014 m</b>
	1	1,4108	1,5713	-0,0271	1	1,4429	0,6536	0,0261	
	2	1,4890	1,4379	0,3085	2	1,1828	1,4168	-0,3085	
	3	1,4791	1,1805	0,6764	3	0,8091	1,4913	-0,6792	
	<b>R5187</b>		0,8027	<b>0,0411</b>	<b>ЕМП38</b>		1,4883	<b>-0,0425</b>	
99	<b>R5187</b>	1,0719		-0,7257	<b>R1</b>	1,7987		0,7259	<b>ΔH = -0,0102 m</b> <b>K = 0,0006 m</b>
	1	1,0861	1,7976	-0,5376	1	1,6246	1,0728	0,5376	
	2	1,4494	1,6237	0,2151	2	1,2364	1,0870	-0,2152	
	3	1,8226	1,2343	0,6473	3	1,1757	1,4516	-0,6476	
	4	1,6726	1,1753	-0,3889	4	2,0617	1,8233	0,3888	
	5	2,4031	2,0615	1,4320	5	0,9717	1,6729	-1,4311	
	6	1,2721	0,9711	-0,0201	6	1,2941	2,4028	0,0203	
	7	1,7400	1,2922	-0,5228	7	2,2670	1,2738	0,5230	
	8	0,2612	2,2628	-1,1128	8	1,4006	1,7440	1,1128	
	9	1,3607	1,3740	1,0036	9	0,3826	0,2878	-1,0040	
	<b>R1</b>		0,3571	<b>-0,0099</b>	<b>R5187</b>		1,3866	<b>0,0105</b>	
100	<b>ЕМП2.08</b>	1,1545		-0,2283	<b>R5191</b>	0,6516		-0,5315	<b>ΔH = 0,1333 m</b> <b>K = 0,0016 m</b>
	1	1,3233	1,3828	-0,0361	1	1,3801	1,1831	0,1140	
	2	1,2370	1,3594	-0,1309	2	1,3434	1,2661	0,0548	
	3	1,1830	1,3679	0,5294	3	1,3438	1,2886	0,2302	
	<b>R5191</b>		0,6536	<b>0,1341</b>	<b>ЕМП2.08</b>		1,1136	<b>-0,1325</b>	
101	<b>ЕМП2.08</b>	1,2186		-0,0107	<b>ЕМП37</b>	0,8772		-0,8588	<b>ΔH = 1,2655 m</b> <b>K = 0,0017 m</b>
	1	1,3485	1,2293	0,2650	1	1,3662	1,7360	-0,1571	
	2	1,3462	1,0835	0,1531	2	1,1935	1,5233	-0,2559	
	3	1,7362	1,1931	0,8590	3	1,2915	1,4494	0,0071	
	<b>ЕМП37</b>		0,8772	<b>1,2664</b>	<b>ЕМП2.08</b>		1,2844	<b>-1,2647</b>	

102	<b>ЕМП2.08</b>	1,2844		-0,0583	<b>ЕМП4.08</b>	1,0986		-0,4540	<b>ΔH = 0,7456 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,2859	1,3427	-0,2779	1	1,0148	1,5526	-0,4430	
	2	1,4850	1,5638	0,1870	2	1,3131	1,4578	-0,1992	
	3	1,4883	1,2980	0,4549	3	1,5453	1,5123	0,2962	
	4	1,5397	1,0334	0,4404	4	1,2994	1,2491	0,0550	
	<b>ЕМП4.08</b>		1,0993	<b>0,7461</b>	<b>ЕМП2.08</b>		1,2444	<b>-0,7450</b>	
103	<b>R5191</b>	0,6988		-0,5943	<b>ЕМП3.08</b>	1,2693		-0,1530	<b>ΔH = -0,2710 m</b> <b>K = 0,0002 m</b>
	1	1,5704	1,2931	0,1391	1	1,3576	1,4223	-0,1500	
	2	1,4536	1,4313	0,1843	2	1,2299	1,5076	0,5741	
	<b>ЕМП3.08</b>		1,2693	<b>-0,2709</b>	<b>R5191</b>		0,6558	<b>0,2711</b>	
104	<b>R5205</b>	1,0846		-0,2082	<b>ЕМП3.08</b>	1,2945		0,2085	<b>ΔH = 0,0952 m</b> <b>K = 0,0005 m</b>
	1	1,5413	1,2928	0,3036	1	1,2421	1,0860	-0,3034	
	<b>ЕМП3.08</b>		1,2377	<b>0,0954</b>	<b>R5205</b>		1,5455	<b>-0,0949</b>	
105	<b>R5194</b>	0,9330		-0,6194	<b>ЕМП3.08</b>	1,5546		0,6193	<b>ΔH = -0,0286 m</b> <b>K = -0,0011 m</b>
	1	1,6273	1,5524	0,3799	1	1,2614	0,9353	-0,3813	
	2	1,4797	1,2474	0,2104	2	1,2755	1,6427	-0,2100	
	<b>ЕМП3.08</b>		1,2693	<b>-0,0291</b>	<b>R5194</b>		1,4855	<b>0,0280</b>	
106	<b>ЕМП39</b>	1,0832		-0,3715	<b>R8</b>	1,4557		0,3728	<b>ΔH = -0,5437 m</b> <b>K = 0,0012 m</b>
	1	1,2519	1,4547	-0,3748	1	1,6261	1,0829	0,3747	
	2	1,5917	1,6267	0,2032	2	1,3891	1,2514	-0,2032	
	<b>R8</b>		1,3885	<b>-0,5431</b>	<b>ЕМП39</b>		1,5923	<b>0,5443</b>	
107	<b>ЕМП41</b>	0,7327		-0,8678	<b>ЕМП39</b>	1,6023		0,8680	<b>ΔH = -0,1633 m</b> <b>K = 0,0012 m</b>
	1	1,3117	1,6005	0,0324	1	1,2835	0,7343	-0,0324	
	2	1,4183	1,2793	-0,0567	2	1,4756	1,3159	0,0570	
	3	1,4790	1,4750	0,3357	3	1,1440	1,4186	-0,3351	
	4	1,3992	1,1433	0,3937	4	1,0078	1,4791	-0,3936	
	<b>ЕМП39</b>		1,0055	<b>-0,1627</b>	<b>ЕМП41</b>		1,4014	<b>0,1639</b>	

108	<b>ЕМП6.08</b>	1,3354		0,8677	<b>ЕМП51</b>	0,4632		-0,8675	<b>ΔH = 1,9917 m</b> <b>K = 0,0004 m</b>
	1	3,1451	0,4677	2,1667	1	0,9733	1,3307	-2,1667	
	2	1,3198	0,9784	-0,9545	2	2,2731	3,1400	0,9547	
	3	1,6041	2,2743	-0,0880	3	1,6896	1,3184	0,0880	
	<b>ЕМП51</b>		1,6921	<b>1,9919</b>	<b>ЕМП6.08</b>		1,6016	<b>-1,9915</b>	
109	<b>ЕМП51</b>	1,6896		-0,9079	<b>ЕМП55</b>	2,5705		0,9082	<b>ΔH = -3,3641 m</b> <b>K = -0,0005 m</b>
	1	0,0688	2,5975	-2,0864	1	2,1555	1,6623	2,0863	
	2	1,1489	2,1552	-0,4252	2	1,5740	0,0692	0,4253	
	3	1,4285	1,5741	-0,0789	3	1,5068	1,1487	0,0780	
	4	1,1811	1,5074	0,1341	4	1,0486	1,4288	-0,1340	
	<b>ЕМП55</b>		1,0470	<b>-3,3643</b>	<b>ЕМП51</b>		1,1826	<b>3,3638</b>	
110	<b>ЕМП7.08</b>	1,3645		0,0166	<b>ЕМП45</b>	1,3483		-0,0166	<b>ΔH = 1,9609 m</b> <b>K = 0,0002 m</b>
	1	1,4247	1,3479	0,4922	1	0,9226	1,3649	-0,4922	
	2	1,5543	0,9325	0,7550	2	0,8005	1,4148	-0,7548	
	3	1,5672	0,7993	0,5268	3	1,0362	1,5553	-0,5270	
	4	1,3607	1,0404	0,1704	4	1,1922	1,5632	-0,1702	
	<b>ЕМП45</b>		1,1903	<b>1,9610</b>	<b>ЕМП7.08</b>		1,3624	<b>-1,9608</b>	
111	<b>R43</b>	1,0971		-0,3705	<b>ЕМП43</b>	1,4688		0,3736	<b>ΔH = 0,1529 m</b> <b>K = -0,0013 m</b>
	1	2,8198	1,4675	1,3819	1	1,4414	1,0952	-1,3834	
	2	0,1720	1,4379	-0,8592	2	1,0328	2,8248	0,8563	
	<b>ЕМП43</b>		1,0312	<b>0,1523</b>	<b>R43</b>		0,1766	<b>-0,1536</b>	
112	<b>ЕМП43</b>	0,9224		-0,5190	<b>ЕМП37</b>	1,4450		0,5191	<b>ΔH = -0,2508 m</b> <b>K = -0,0004 m</b>
	1	1,5434	1,4414	0,4826	1	1,0622	0,9259	-0,4832	
	2	1,6034	1,0608	-0,4278	2	2,0319	1,5454	0,4278	
	3	1,0971	2,0312	0,2132	3	0,8827	1,6041	-0,2131	
	<b>ЕМП37</b>		0,8839	<b>-0,2510</b>	<b>ЕМП43</b>		1,0958	<b>0,2506</b>	

113	<b>ΕΜΠ55</b>	1,1297		-0,1034	<b>ΕΜΠ48</b>	1,2384		0,1066	<b>ΔH = 2,0121 m</b> <b>K = 0,0003 m</b>
	1	1,3057	1,2331	-0,1332	1	1,4804	1,1318	0,1332	
	2	1,6788	1,4389	0,4794	2	1,2064	1,3472	-0,4793	
	3	1,7969	1,1994	1,2024	3	0,5977	1,6857	-1,2026	
	4	1,4908	0,5945	0,5671	4	0,9264	1,8003	-0,5698	
	<b>ΕΜΠ48</b>		0,9238	<b>2,0123</b>	<b>ΕΜΠ55</b>		1,4962	<b>-2,0120</b>	
114	<b>ΕΜΠ42</b>	1,0268		-0,3240	<b>ΕΜΠ43</b>	1,0746		0,8384	<b>ΔH = -0,4992 m</b> <b>K = 0,0011 m</b>
	1	1,4830	1,3508	-0,1385	1	1,4477	0,2362	-0,8310	
	2	2,2954	1,6215	0,8022	2	1,6490	2,2787	0,2054	
	3	0,2351	1,4932	-0,8384	3	1,3627	1,4436	0,2870	
	<b>ΕΜΠ43</b>		1,0735	<b>-0,4987</b>	<b>ΕΜΠ42</b>		1,0757	<b>0,4998</b>	
115	<b>ΓΥΣ8</b>	1,2233		-0,3278	<b>R8</b>	1,2576		0,0351	<b>ΔH = -0,5282 m</b> <b>K = -0,0012 m</b>
	1	1,6873	1,5511	0,9797	1	1,5480	1,2225	1,4570	
	2	3,0323	0,7076	2,6303	2	3,5006	0,0910	2,2751	
	3	0,9854	0,4020	-2,4028	3	0,2098	1,2255	-2,7170	
	4	0,2068	3,3882	-1,3737	4	0,7445	2,9268	-0,8475	
	5	1,2360	1,5805	-0,0345	5	1,4203	1,5920	0,3249	
	<b>R8</b>		1,2705	<b>-0,5288</b>	<b>ΓΥΣ8</b>		1,0954	<b>0,5276</b>	
116	<b>ΕΜΠ55</b>	1,2443		-0,1592	<b>ΕΜΠ7.08</b>	1,2259		-0,3108	<b>ΔH = 0,3983 m</b> <b>K = 0,0015 m</b>
	1	1,6351	1,4035	0,2481	1	1,3132	1,5367	-0,2259	
	2	1,5416	1,3870	0,3102	2	1,2777	1,5391	0,1391	
	<b>ΕΜΠ7.08</b>		1,2314	<b>0,3991</b>	<b>ΕΜΠ55</b>		1,1386	<b>-0,3976</b>	

# ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΑΤΛΑΒ

The screenshot displays the MATLAB 7.6.0 (R2008a) environment. The workspace contains the following variables:

Name	Value	Min	Max
A	<116x68 double>	-1	1
N	<68x68 double>	-17	42.5...
P	<116x116 double>	0	17
SHi	<68x1 double>	5.94...	0.0012
So	0.0014	0.0014	0.0014
Syi	<116x1 double>	1.14...	9.63...
Vl	<116x116 double>	0	1.37...
Vls	<116x116 double>	-2.28...	4.61...
Vx	<68x68 double>	2.29...	1.39...
Vy	<116x116 double>	-2.70...	9.27...
ar	9.3524e-05	9.35...	9.35...
dL	<116x1 double>	-3.36...	3.8168
l	<116x1 double>	-3.36...	3.8164
r	48	48	48
u	<68x1 double>	-30.1...	42.7...
x	<68x1 double>	1.5982	8.8097
x2	61.1271	61.1...	61.1...
y	<116x1 double>	-0.00...	0.0014

The Command Window shows the following code and output:

```
>> %SYNORTHWSH DIKTYOY
N=A'*P*A;
u=A'*P*dL;
x=(N^(-1))*u;
l=A*x;
y=dL-l;
ar=y'*P*y;
r=116-68;
So=sqrt(ar/r)

So =

    0.0014

>> Vx=(So^2)*(N^(-1));
SHi=sqrt(diag(Vx));

%TEST x2
x2=r*((So*1000)^2)/((0.3*sqrt(17))^2);

%TEST BAARDA
Vl=(So^2)*(P^(-1));
Vls=(So^2)*A*(N^(-1))*A';
Vy=Vl-Vls;
Syi=sqrt(diag(Vy));
>>
```

The Command History window shows the same sequence of commands as the Command Window.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ ΒΡΟΧΩΝ

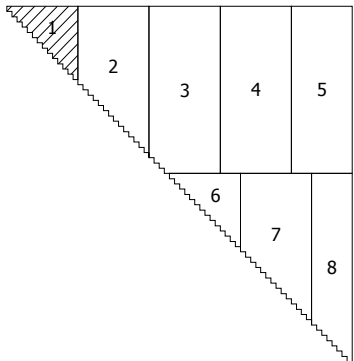
α/α	Βρόχος	n	w <sub>i</sub> (mm)	σ <sub>w</sub> <sup>95%</sup> (mm)	L <sub>i</sub> (km)
1	R5389-R5395-ΔΚ81-R5389	11	1.3	±2.0	0.5061
2	R5389-ΔΚ69-ΔΚ68-R5395-R5389	14	-1.6	±2.2	0.7795
3	ΔΚ69-ΔΚ49-ΔΚ56-ΔΚ68-ΔΚ69	12	-0.1	±2.0	0.6910
4	ΔΚ49-ΔΚ48-ΔΚ56-ΔΚ49	8	1.3	±1.7	0.4473
5	ΔΚ49-ΔΚ32-ΔΚ32α-ΔΚ48-ΔΚ49	11	-0.3	±2.0	0.5024
6	ΔΚ32-ΔΚ26-ΔΚ32α-ΔΚ32	9	-0.4	±1.8	0.3316
7	ΔΚ32-R5358-ΔΚ3-ΔΚ1-ΔΚ26-ΔΚ32	18	-2.3	±2.5	0.8300
8	ΔΚ3-ΔΚ4-ΔΚ5-ΔΚ1-ΔΚ3	18	0.6	±2.5	1.0858
9	ΔΚ69-R5354-R5358-ΔΚ32-ΔΚ49-ΔΚ69	19	-0.5	±2.6	1.0061
10	R5354-ΕΜΠ50α-ΔΚ4-ΔΚ3-R5358-R5354	24	3.0	±2.9	1.4373
11	ΔΚ108-ΕΜΠ50α-R5354-ΔΚ108	17	-2.1	±2.4	1.0304
12	ΔΚ71-ΔΚ109-R73-ΔΚ108-R5354-ΔΚ69-ΔΚ71	20	-0.3	±2.6	1.0476
13	ΔΚ88-ΔΚ87-ΔΚ84-ΔΚ110-ΔΚ71-ΔΚ69-R5389-ΔΚ88	23	-0.5	±2.8	1.2873
14	ΔΚ99-ΔΚ88-R5389-ΔΚ81-ΔΚ99	13	-2.2	±2.1	0.7481
15	ΕΜΠ40-ΔΚ87-ΔΚ88-ΔΚ99-ΕΜΠ40	9	2.0	±1.8	0.5040
16	ΕΜΠ20-R64-ΔΚ84-ΔΚ87-ΕΜΠ40-ΕΜΠ20	19	-1.0	±2.6	1.0500
17	R64-R5196-ΕΜΠ52-R73-ΔΚ109-ΔΚ110-ΔΚ84-R64	24	-0.6	±2.9	1.1568
18	ΔΚ110-ΔΚ109-ΔΚ71-ΔΚ110	7	1.7	±1.6	0.3000
19	R5211-R5194-R5195-R5196-R64-ΕΜΠ20-R5211	25	-0.9	±2.9	1.3990
20	R5195-R5178-ΕΜΠ5.08-ΕΜΠ52-R5196-R5195	21	-1.8	±2.7	1.3379
21	ΕΜΠ52-ΕΜΠ5.08-ΕΜΠ51-ΕΜΠ50α-ΔΚ108-R73-ΕΜΠ52	20	2.8	±2.6	1.0784
22	R5178-ΕΜΠ55-ΕΜΠ51-ΕΜΠ5.08-R5178	19	0.3	±2.6	1.3964
23	ΕΜΠ55-ΕΜΠ48-ΕΜΠ49-ΕΜΠ6.08-ΕΜΠ51-ΕΜΠ55	22	-0.2	±2.8	1.4807
24	ΕΜΠ51-ΕΜΠ6.08-ΔΚ4-ΕΜΠ50α-ΕΜΠ51	18	-1.1	±2.5	1.0583
25	ΕΜΠ6.08-ΕΜΠ49-ΕΜΠ50-ΔΚ5-ΔΚ4-ΕΜΠ6.08	24	-0.1	±2.9	1.3995
26	ΕΜΠ49-R5131-ΕΜΠ50-ΕΜΠ49	20	1.3	±2.6	1.5213
27	ΕΜΠ48-ΕΜΠ45-R5131-ΕΜΠ49-ΕΜΠ48	20	1.2	±2.6	1.4356
28	ΕΜΠ55-ΕΜΠ7.08-ΕΜΠ45-ΕΜΠ48-ΕΜΠ55	19	-1.8	±2.6	1.3177
29	R5157-ΕΜΠ7.08-ΕΜΠ55-R5178-ΕΜΠ54-R5157	21	0.1	±2.7	1.4285
30	ΕΜΠ44-ΕΜΠ45-ΕΜΠ7.08-R5157-ΕΜΠ44	18	-1.9	±2.5	1.2340
31	R5157-ΕΜΠ1.08-ΕΜΠ43	17	-0.6	±2.4	1.5031



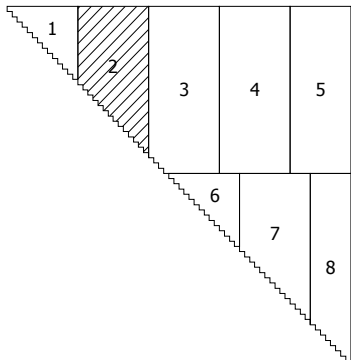
<b>α/α</b>	<b>Βρόχος</b>	<b>n</b>	<b>w<sub>i</sub> (mm)</b>	<b>σ<sub>w</sub><sup>95%</sup> (mm)</b>	<b>L<sub>i</sub> (km)</b>
32	ΕΜΠ1.08-R5157-ΕΜΠ54-ΕΜΠ4.08-ΕΜΠ1.08	16	1.8	±2.4	1.2303
33	ΕΜΠ43-ΕΜΠ1.08-ΕΜΠ4.08-ΕΜΠ2.08-ΕΜΠ37-ΕΜΠ43	21	-1.1	±2.7	1.6895
34	ΕΜΠ4.08-ΕΜΠ54-R5178-R5195-R5194-ΕΜΠ3.08-ΕΜΠ4.08	20	2.1	±2.6	1.4789
35	ΕΜΠ2.08-ΕΜΠ4.08-ΕΜΠ3.08-R5191-ΕΜΠ2.08	15	0.1	±2.3	1.1256
36	ΕΜΠ3.08-R5194-R5211-R5205-ΕΜΠ3.08	16	-0.9	±2.4	0.9526
37	R5191-ΕΜΠ3.08-R5205-R5191	8	0.9	±1.7	0.4974
38	R5204-R5191-R5205-R5211-ΓΥΣ8-R5204	22	1.1	±2.8	1.4118
39	ΕΜΠ37-ΕΜΠ2.08-R5191-R5204-ΕΜΠ36-ΕΜΠ37	19	-1.2	±2.6	1.2659
40	ΕΜΠ38-ΕΜΠ37-ΕΜΠ36-ΕΜΠ39-ΕΜΠ38	17	0.1	±2.4	0.8736
41	ΕΜΠ38-R43-ΕΜΠ43-ΕΜΠ37-ΕΜΠ38	15	2.3	±2.3	0.9187
42	R43-ΕΜΠ42-ΕΜΠ43-R43	11	-1.9	±2.0	0.7403
43	R5187-ΕΜΠ42-R43-ΕΜΠ38-R5187	17	1.8	±2.4	1.3827
44	R5187-ΕΜΠ38-ΕΜΠ39-ΕΜΠ41-R5187	15	-1.5	±2.3	1.3500
45	ΕΜΠ41-ΕΜΠ39-R8-ΑΓΑΛΜΑ-ΕΜΠ41	16	1.0	±2.4	1.4478
46	R1-R5187-ΕΜΠ41-ΑΓΑΛΜΑ-R1	21	-0.6	±2.7	1.8247
47	R1-ΑΓΑΛΜΑ-R8-R1	22	-2.3	±2.8	1.9245
48	R8-ΕΜΠ39-ΕΜΠ36-R5204-GYS8-R8	21	0.7	±2.7	1.4026

## ΠΙΝΑΚΑΣ V<sub>x</sub>

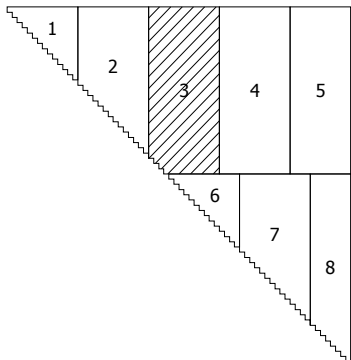
3,53E-07	2,51E-07	2,41E-07	2,46E-07	2,45E-07	2,44E-07	2,44E-07	2,45E-07	2,30E-07	2,46E-07	2,46E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,48E-07
	4,47E-07	3,24E-07	3,57E-07	3,54E-07	3,48E-07	3,44E-07	3,51E-07	2,71E-07	3,58E-07	3,58E-07	3,55E-07	3,55E-07	3,69E-07
		6,84E-07	4,98E-07	5,07E-07	5,24E-07	5,34E-07	5,13E-07	3,93E-07	4,87E-07	4,94E-07	5,02E-07	5,03E-07	4,56E-07
			1,15E-06	9,05E-07	7,76E-07	6,89E-07	7,90E-07	3,57E-07	6,55E-07	7,67E-07	8,31E-07	9,27E-07	5,77E-07
				1,11E-06	8,42E-07	7,23E-07	8,38E-07	3,61E-07	6,48E-07	7,54E-07	8,32E-07	9,07E-07	5,69E-07
					1,24E-06	7,75E-07	8,06E-07	3,67E-07	6,26E-07	7,02E-07	7,60E-07	7,83E-07	5,51E-07
						8,83E-07	7,44E-07	3,71E-07	6,13E-07	6,63E-07	7,00E-07	7,03E-07	5,40E-07
							9,57E-07	3,64E-07	6,47E-07	7,46E-07	8,32E-07	8,25E-07	5,64E-07
								4,61E-07	3,55E-07	3,56E-07	3,59E-07	3,59E-07	3,43E-07
									7,89E-07	6,84E-07	6,65E-07	6,58E-07	6,21E-07
										9,11E-07	8,23E-07	7,92E-07	5,88E-07
											9,82E-07	9,09E-07	5,76E-07
												1,09E-06	5,75E-07
													7,29E-07



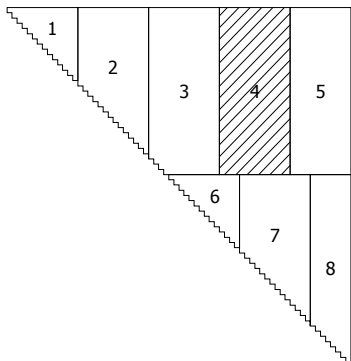
2,46E-07	2,46E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,48E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07
3,59E-07	3,65E-07	3,53E-07	3,53E-07	3,56E-07	3,55E-07	3,88E-07	3,52E-07	3,52E-07	3,52E-07	3,52E-07	3,51E-07	3,53E-07	3,53E-07
4,90E-07	4,78E-07	5,09E-07	5,10E-07	5,03E-07	5,04E-07	4,29E-07	5,12E-07	5,12E-07	5,12E-07	5,14E-07	5,15E-07	5,09E-07	5,09E-07
6,96E-07	7,73E-07	8,96E-07	8,89E-07	9,47E-07	9,36E-07	5,71E-07	8,71E-07	8,69E-07	8,52E-07	8,43E-07	8,91E-07	8,96E-07	8,99E-07
6,83E-07	7,26E-07	1,00E-06	9,73E-07	9,58E-07	9,65E-07	5,54E-07	9,53E-07	9,55E-07	9,42E-07	9,27E-07	9,68E-07	9,72E-07	9,71E-07
6,52E-07	6,68E-07	8,69E-07	8,91E-07	8,28E-07	8,38E-07	5,30E-07	9,22E-07	9,20E-07	9,40E-07	9,74E-07	8,92E-07	8,84E-07	8,82E-07
6,33E-07	6,26E-07	7,28E-07	7,31E-07	7,08E-07	7,12E-07	5,13E-07	7,38E-07	7,38E-07	7,45E-07	7,48E-07	7,30E-07	7,28E-07	7,27E-07
6,77E-07	6,91E-07	8,28E-07	8,25E-07	8,05E-07	8,09E-07	5,42E-07	8,25E-07	8,27E-07	8,30E-07	8,26E-07	8,22E-07	8,22E-07	8,21E-07
3,55E-07	3,49E-07	3,61E-07	3,62E-07	3,59E-07	3,60E-07	3,27E-07	3,63E-07	3,63E-07	3,63E-07	3,64E-07	3,62E-07	3,61E-07	3,61E-07
7,32E-07	6,60E-07	6,45E-07	6,44E-07	6,49E-07	6,48E-07	5,65E-07	6,41E-07	6,41E-07	6,39E-07	6,38E-07	6,44E-07	6,44E-07	6,44E-07
7,29E-07	7,51E-07	7,45E-07	7,41E-07	7,51E-07	7,50E-07	5,71E-07	7,36E-07	7,36E-07	7,32E-07	7,28E-07	7,41E-07	7,43E-07	7,43E-07
7,03E-07	7,30E-07	8,15E-07	8,08E-07	8,11E-07	8,12E-07	5,60E-07	8,03E-07	8,03E-07	7,99E-07	7,94E-07	8,07E-07	8,09E-07	8,09E-07
6,96E-07	7,39E-07	8,75E-07	8,63E-07	8,76E-07	8,75E-07	5,61E-07	8,52E-07	8,52E-07	8,44E-07	8,35E-07	8,62E-07	8,65E-07	8,66E-07
6,04E-07	5,93E-07	5,67E-07	5,66E-07	5,72E-07	5,71E-07	6,05E-07	5,64E-07	5,64E-07	5,62E-07	5,61E-07	5,66E-07	5,67E-07	5,67E-07
8,59E-07	7,14E-07	6,80E-07	6,78E-07	6,87E-07	6,86E-07	5,70E-07	6,74E-07	6,74E-07	6,71E-07	6,69E-07	6,78E-07	6,79E-07	6,79E-07
	8,77E-07	7,24E-07	7,21E-07	7,52E-07	7,46E-07	6,07E-07	7,13E-07	7,12E-07	7,05E-07	7,00E-07	7,23E-07	7,25E-07	7,26E-07
		1,20E-06	1,09E-06	1,02E-06	1,03E-06	5,53E-07	1,04E-06	1,04E-06	1,01E-06	9,88E-07	1,06E-06	1,07E-06	1,07E-06
			1,30E-06	1,02E-06	1,05E-06	5,52E-07	1,14E-06	1,16E-06	1,06E-06	1,05E-06	1,18E-06	1,21E-06	1,18E-06
				1,26E-06	1,18E-06	5,63E-07	9,88E-07	9,80E-07	9,42E-07	9,32E-07	1,03E-06	1,04E-06	1,05E-06
					1,32E-06	5,61E-07	1,01E-06	1,00E-06	9,60E-07	9,50E-07	1,07E-06	1,08E-06	1,09E-06
						7,23E-07	5,48E-07	5,48E-07	5,45E-07	5,43E-07	5,52E-07	5,53E-07	5,53E-07
							1,39E-06	1,21E-06	1,11E-06	1,14E-06	1,21E-06	1,15E-06	1,16E-06
								1,30E-06	1,14E-06	1,11E-06	1,14E-06	1,13E-06	1,12E-06
									1,21E-06	1,14E-06	1,06E-06	1,05E-06	1,04E-06
										1,31E-06	1,06E-06	1,04E-06	1,04E-06
											1,38E-06	1,25E-06	1,28E-06
												1,30E-06	1,25E-06
													1,37E-06



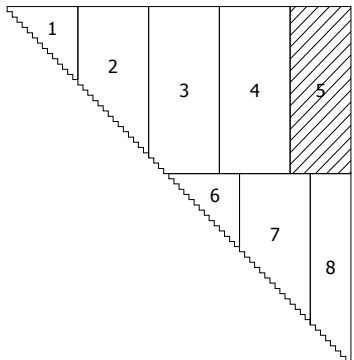
2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07
3,54E-07	3,54E-07	3,54E-07	3,55E-07	3,54E-07	3,55E-07	3,56E-07	3,56E-07	3,57E-07	3,56E-07	3,57E-07	3,53E-07	3,54E-07	3,55E-07
5,07E-07	5,07E-07	5,07E-07	5,05E-07	5,06E-07	5,05E-07	5,02E-07	5,01E-07	5,00E-07	5,00E-07	5,00E-07	5,08E-07	5,06E-07	5,04E-07
9,09E-07	9,10E-07	9,16E-07	9,26E-07	9,23E-07	9,46E-07	9,48E-07	1,02E-06	9,76E-07	9,67E-07	9,64E-07	8,98E-07	9,36E-07	9,61E-07
9,74E-07	9,76E-07	9,75E-07	9,74E-07	9,87E-07	1,03E-06	9,54E-07	9,61E-07	9,38E-07	9,40E-07	9,34E-07	1,08E-06	1,06E-06	1,02E-06
8,70E-07	8,68E-07	8,61E-07	8,50E-07	8,51E-07	8,34E-07	8,25E-07	8,04E-07	8,03E-07	8,08E-07	8,05E-07	8,52E-07	8,34E-07	8,27E-07
7,23E-07	7,23E-07	7,20E-07	7,17E-07	7,18E-07	7,15E-07	7,07E-07	7,01E-07	6,98E-07	7,00E-07	6,98E-07	7,26E-07	7,17E-07	7,12E-07
8,19E-07	8,19E-07	8,17E-07	8,14E-07	8,18E-07	8,21E-07	8,03E-07	8,03E-07	7,94E-07	7,96E-07	7,93E-07	8,36E-07	8,26E-07	8,18E-07
3,61E-07	3,61E-07	3,61E-07	3,60E-07	3,60E-07	3,60E-07	3,59E-07	3,58E-07	3,58E-07	3,58E-07	3,58E-07	3,61E-07	3,60E-07	3,60E-07
6,45E-07	6,46E-07	6,46E-07	6,47E-07	6,47E-07	6,49E-07	6,49E-07	6,52E-07	6,51E-07	6,51E-07	6,51E-07	6,47E-07	6,49E-07	6,49E-07
7,45E-07	7,45E-07	7,47E-07	7,48E-07	7,48E-07	7,54E-07	7,52E-07	7,59E-07	7,55E-07	7,54E-07	7,54E-07	7,51E-07	7,54E-07	7,55E-07
8,10E-07	8,11E-07	8,11E-07	8,12E-07	8,14E-07	8,23E-07	8,11E-07	8,22E-07	8,11E-07	8,10E-07	8,08E-07	8,27E-07	8,27E-07	8,25E-07
8,69E-07	8,70E-07	8,72E-07	8,74E-07	8,77E-07	8,95E-07	8,75E-07	9,01E-07	8,78E-07	8,77E-07	8,73E-07	8,96E-07	9,01E-07	8,99E-07
5,68E-07	5,68E-07	5,69E-07	5,70E-07	5,69E-07	5,70E-07	5,73E-07	5,74E-07	5,75E-07	5,74E-07	5,75E-07	5,68E-07	5,70E-07	5,71E-07
6,81E-07	6,81E-07	6,82E-07	6,84E-07	6,83E-07	6,86E-07	6,88E-07	6,91E-07	6,91E-07	6,91E-07	6,91E-07	6,82E-07	6,85E-07	6,87E-07
7,31E-07	7,31E-07	7,35E-07	7,39E-07	7,37E-07	7,39E-07	7,53E-07	7,59E-07	7,65E-07	7,63E-07	7,66E-07	7,24E-07	7,36E-07	7,43E-07
1,07E-06	1,07E-06	1,06E-06	1,05E-06	1,07E-06	1,01E-06	1,01E-06	9,55E-07	9,62E-07	9,73E-07	9,67E-07	1,04E-06	1,00E-06	9,95E-07
1,15E-06	1,14E-06	1,12E-06	1,08E-06	1,07E-06	9,97E-07	1,02E-06	9,47E-07	9,62E-07	9,75E-07	9,70E-07	9,95E-07	9,81E-07	9,79E-07
1,08E-06	1,08E-06	1,10E-06	1,13E-06	1,10E-06	1,02E-06	1,20E-06	1,02E-06	1,10E-06	1,14E-06	1,13E-06	9,64E-07	9,95E-07	1,01E-06
1,12E-06	1,12E-06	1,16E-06	1,21E-06	1,12E-06	1,03E-06	1,20E-06	1,01E-06	1,07E-06	1,10E-06	1,10E-06	9,74E-07	9,99E-07	1,01E-06
5,55E-07	5,55E-07	5,57E-07	5,58E-07	5,57E-07	5,59E-07	5,64E-07	5,66E-07	5,68E-07	5,67E-07	5,68E-07	5,53E-07	5,58E-07	5,60E-07
1,11E-06	1,10E-06	1,08E-06	1,04E-06	1,03E-06	9,70E-07	9,85E-07	9,23E-07	9,35E-07	9,47E-07	9,42E-07	9,72E-07	9,58E-07	9,54E-07
1,08E-06	1,08E-06	1,06E-06	1,03E-06	1,02E-06	9,67E-07	9,76E-07	9,20E-07	9,29E-07	9,40E-07	9,35E-07	9,75E-07	9,56E-07	9,51E-07
1,02E-06	1,01E-06	1,00E-06	9,80E-07	9,80E-07	9,41E-07	9,38E-07	8,97E-07	9,01E-07	9,09E-07	9,05E-07	9,63E-07	9,37E-07	9,28E-07
1,01E-06	1,01E-06	9,92E-07	9,70E-07	9,68E-07	9,29E-07	9,28E-07	8,87E-07	8,91E-07	9,00E-07	8,95E-07	9,46E-07	9,24E-07	9,16E-07
1,20E-06	1,18E-06	1,15E-06	1,10E-06	1,08E-06	1,00E-06	1,03E-06	9,51E-07	9,70E-07	9,84E-07	9,79E-07	9,85E-07	9,81E-07	9,80E-07
1,20E-06	1,20E-06	1,16E-06	1,11E-06	1,09E-06	1,01E-06	1,04E-06	9,57E-07	9,77E-07	9,92E-07	9,87E-07	9,90E-07	9,87E-07	9,87E-07
1,25E-06	1,21E-06	1,19E-06	1,13E-06	1,10E-06	1,01E-06	1,05E-06	9,60E-07	9,83E-07	9,98E-07	9,94E-07	9,88E-07	9,88E-07	9,90E-07
1,35E-06	1,25E-06	1,24E-06	1,17E-06	1,13E-06	1,02E-06	1,08E-06	9,74E-07	1,00E-06	1,02E-06	1,01E-06	9,89E-07	9,97E-07	1,00E-06
	1,29E-06	1,22E-06	1,16E-06	1,13E-06	1,03E-06	1,08E-06	9,76E-07	1,00E-06	1,02E-06	1,02E-06	9,91E-07	1,00E-06	1,00E-06
		1,32E-06	1,22E-06	1,14E-06	1,03E-06	1,10E-06	9,84E-07	1,02E-06	1,04E-06	1,03E-06	9,88E-07	1,00E-06	1,01E-06
			1,28E-06	1,15E-06	1,04E-06	1,14E-06	9,95E-07	1,04E-06	1,06E-06	1,06E-06	9,85E-07	1,01E-06	1,01E-06



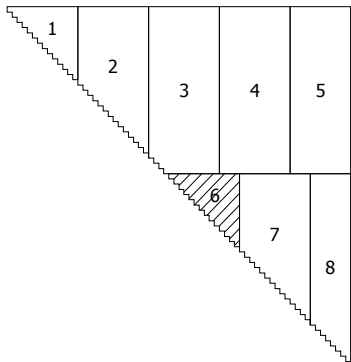
2,46E-07	2,48E-07	2,45E-07	2,44E-07	2,54E-07	2,46E-07	2,83E-07	2,38E-07	2,42E-07	2,44E-07	2,44E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07
3,60E-07	3,59E-07	3,42E-07	3,28E-07	3,63E-07	3,58E-07	2,85E-07	3,11E-07	3,31E-07	3,42E-07	3,46E-07	3,48E-07	3,49E-07	3,50E-07
4,91E-07	4,61E-07	5,08E-07	4,90E-07	4,02E-07	4,98E-07	3,37E-07	5,63E-07	5,78E-07	5,42E-07	5,29E-07	5,23E-07	5,20E-07	5,19E-07
9,63E-07	5,26E-07	5,36E-07	4,46E-07	4,07E-07	9,68E-07	3,26E-07	4,77E-07	5,52E-07	6,77E-07	7,45E-07	7,78E-07	7,98E-07	8,11E-07
8,48E-07	5,23E-07	5,40E-07	4,50E-07	4,07E-07	9,12E-07	3,27E-07	4,87E-07	5,66E-07	7,13E-07	8,00E-07	8,43E-07	8,71E-07	8,87E-07
7,44E-07	5,17E-07	5,44E-07	4,56E-07	4,06E-07	7,88E-07	3,29E-07	5,03E-07	5,90E-07	8,00E-07	9,92E-07	9,81E-07	1,04E-06	1,06E-06
6,68E-07	5,13E-07	5,48E-07	4,60E-07	4,06E-07	6,90E-07	3,30E-07	5,13E-07	6,06E-07	7,96E-07	7,89E-07	7,75E-07	7,66E-07	7,61E-07
7,55E-07	5,23E-07	5,45E-07	4,53E-07	4,07E-07	7,83E-07	3,28E-07	4,92E-07	5,74E-07	7,21E-07	7,88E-07	8,22E-07	8,22E-07	8,19E-07
3,54E-07	3,51E-07	3,72E-07	3,86E-07	3,35E-07	3,57E-07	3,43E-07	4,10E-07	3,86E-07	3,74E-07	3,69E-07	3,67E-07	3,66E-07	3,65E-07
6,56E-07	5,51E-07	5,49E-07	4,48E-07	4,12E-07	6,52E-07	3,26E-07	4,65E-07	5,32E-07	5,97E-07	6,19E-07	6,28E-07	6,31E-07	6,32E-07
7,58E-07	5,32E-07	5,39E-07	4,46E-07	4,08E-07	7,55E-07	3,26E-07	4,73E-07	5,46E-07	6,45E-07	6,87E-07	7,07E-07	7,13E-07	7,16E-07
7,88E-07	5,27E-07	5,41E-07	4,49E-07	4,08E-07	8,04E-07	3,27E-07	4,81E-07	5,58E-07	6,81E-07	7,39E-07	7,68E-07	7,76E-07	7,79E-07
8,44E-07	5,26E-07	5,39E-07	4,49E-07	4,07E-07	8,67E-07	3,27E-07	4,82E-07	5,59E-07	6,88E-07	7,55E-07	7,88E-07	8,03E-07	8,11E-07
5,83E-07	5,90E-07	5,20E-07	4,33E-07	4,16E-07	5,77E-07	3,23E-07	4,36E-07	4,90E-07	5,31E-07	5,46E-07	5,53E-07	5,55E-07	5,56E-07
7,01E-07	5,41E-07	5,44E-07	4,47E-07	4,10E-07	6,94E-07	3,26E-07	4,68E-07	5,37E-07	6,16E-07	6,43E-07	6,55E-07	6,59E-07	6,61E-07
8,09E-07	5,29E-07	5,25E-07	4,37E-07	4,07E-07	7,77E-07	3,23E-07	4,58E-07	5,24E-07	6,12E-07	6,52E-07	6,71E-07	6,80E-07	6,85E-07
8,52E-07	5,22E-07	5,40E-07	4,51E-07	4,07E-07	9,34E-07	3,27E-07	4,88E-07	5,68E-07	7,20E-07	8,17E-07	8,64E-07	9,03E-07	9,29E-07
8,48E-07	5,22E-07	5,40E-07	4,51E-07	4,07E-07	9,33E-07	3,27E-07	4,89E-07	5,69E-07	7,26E-07	8,30E-07	8,78E-07	9,26E-07	9,68E-07
9,20E-07	5,24E-07	5,37E-07	4,48E-07	4,07E-07	1,06E-06	3,26E-07	4,82E-07	5,60E-07	6,99E-07	7,83E-07	8,24E-07	8,55E-07	8,79E-07
9,06E-07	5,24E-07	5,38E-07	4,49E-07	4,07E-07	1,04E-06	3,27E-07	4,83E-07	5,61E-07	7,03E-07	7,91E-07	8,33E-07	8,67E-07	8,93E-07
5,84E-07	5,17E-07	4,77E-07	4,08E-07	4,01E-07	5,72E-07	3,14E-07	4,10E-07	4,59E-07	5,04E-07	5,23E-07	5,31E-07	5,35E-07	5,37E-07
8,31E-07	5,21E-07	5,41E-07	4,52E-07	4,07E-07	9,09E-07	3,28E-07	4,91E-07	5,72E-07	7,35E-07	8,49E-07	9,00E-07	9,57E-07	1,02E-06
8,28E-07	5,21E-07	5,41E-07	4,52E-07	4,07E-07	9,04E-07	3,28E-07	4,91E-07	5,72E-07	7,36E-07	8,49E-07	9,01E-07	9,58E-07	1,01E-06
8,11E-07	5,21E-07	5,42E-07	4,53E-07	4,07E-07	8,78E-07	3,28E-07	4,93E-07	5,75E-07	7,44E-07	8,63E-07	9,19E-07	9,83E-07	1,04E-06
8,04E-07	5,20E-07	5,42E-07	4,53E-07	4,07E-07	8,69E-07	3,28E-07	4,94E-07	5,77E-07	7,51E-07	8,80E-07	9,33E-07	1,01E-06	1,12E-06
8,52E-07	5,22E-07	5,40E-07	4,51E-07	4,07E-07	9,41E-07	3,27E-07	4,88E-07	5,69E-07	7,25E-07	8,29E-07	8,77E-07	9,26E-07	9,72E-07
8,56E-07	5,22E-07	5,40E-07	4,51E-07	4,07E-07	9,48E-07	3,27E-07	4,88E-07	5,68E-07	7,23E-07	8,24E-07	8,72E-07	9,18E-07	9,59E-07
8,59E-07	5,22E-07	5,40E-07	4,50E-07	4,07E-07	9,53E-07	3,27E-07	4,88E-07	5,68E-07	7,22E-07	8,23E-07	8,70E-07	9,15E-07	9,56E-07
8,70E-07	5,23E-07	5,39E-07	4,50E-07	4,07E-07	9,70E-07	3,27E-07	4,87E-07	5,66E-07	7,17E-07	8,14E-07	8,60E-07	9,02E-07	9,38E-07
8,71E-07	5,23E-07	5,39E-07	4,50E-07	4,07E-07	9,72E-07	3,27E-07	4,86E-07	5,66E-07	7,16E-07	8,13E-07	8,58E-07	9,00E-07	9,35E-07
8,79E-07	5,23E-07	5,39E-07	4,50E-07	4,07E-07	9,86E-07	3,27E-07	4,86E-07	5,65E-07	7,13E-07	8,08E-07	8,52E-07	8,92E-07	9,25E-07
8,90E-07	5,23E-07	5,39E-07	4,49E-07	4,07E-07	1,01E-06	3,27E-07	4,85E-07	5,63E-07	7,09E-07	8,00E-07	8,43E-07	8,80E-07	9,09E-07



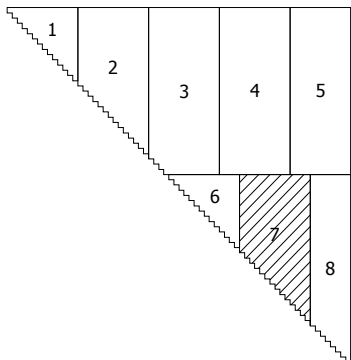
2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,44E-07	2,45E-07	2,46E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,45E-07	2,44E-07
3,52E-07	3,51E-07	3,54E-07	3,49E-07	3,49E-07	3,42E-07	3,50E-07	3,56E-07	3,50E-07	3,52E-07	3,51E-07	3,47E-07
5,12E-07	5,15E-07	5,08E-07	5,19E-07	5,20E-07	5,41E-07	5,02E-07	4,95E-07	5,13E-07	5,12E-07	5,17E-07	5,26E-07
8,61E-07	8,31E-07	8,96E-07	7,28E-07	7,80E-07	6,44E-07	6,19E-07	6,98E-07	6,77E-07	8,40E-07	8,24E-07	7,46E-07
9,74E-07	9,24E-07	1,06E-06	7,61E-07	8,43E-07	6,66E-07	6,21E-07	6,92E-07	6,89E-07	9,41E-07	9,09E-07	7,99E-07
8,95E-07	9,02E-07	8,35E-07	7,59E-07	8,93E-07	6,93E-07	6,13E-07	6,64E-07	6,84E-07	8,44E-07	9,65E-07	8,88E-07
7,40E-07	7,51E-07	7,23E-07	7,63E-07	7,75E-07	7,42E-07	6,12E-07	6,48E-07	6,92E-07	7,39E-07	7,55E-07	8,08E-07
8,38E-07	8,50E-07	8,45E-07	8,24E-07	8,51E-07	6,83E-07	6,28E-07	6,93E-07	7,10E-07	8,86E-07	8,34E-07	8,04E-07
3,63E-07	3,64E-07	3,61E-07	3,66E-07	3,66E-07	3,74E-07	3,64E-07	3,58E-07	3,65E-07	3,63E-07	3,64E-07	3,68E-07
6,42E-07	6,39E-07	6,49E-07	6,43E-07	6,33E-07	6,03E-07	6,67E-07	7,19E-07	6,63E-07	6,45E-07	6,36E-07	6,24E-07
7,38E-07	7,32E-07	7,57E-07	7,07E-07	7,16E-07	6,36E-07	6,34E-07	7,51E-07	6,90E-07	7,46E-07	7,25E-07	6,94E-07
8,09E-07	8,03E-07	8,40E-07	7,55E-07	7,82E-07	6,56E-07	6,29E-07	7,19E-07	6,95E-07	8,27E-07	7,92E-07	7,48E-07
8,58E-07	8,38E-07	9,20E-07	7,51E-07	7,97E-07	6,56E-07	6,25E-07	7,08E-07	6,89E-07	8,63E-07	8,26E-07	7,60E-07
5,64E-07	5,61E-07	5,69E-07	5,59E-07	5,55E-07	5,33E-07	5,69E-07	5,96E-07	5,66E-07	5,65E-07	5,59E-07	5,49E-07
6,75E-07	6,70E-07	6,84E-07	6,68E-07	6,61E-07	6,19E-07	6,51E-07	7,63E-07	6,84E-07	6,78E-07	6,66E-07	6,48E-07
7,09E-07	6,97E-07	7,24E-07	6,61E-07	6,75E-07	6,02E-07	6,08E-07	6,95E-07	6,47E-07	7,05E-07	6,92E-07	6,56E-07
1,03E-06	9,49E-07	9,74E-07	7,57E-07	8,55E-07	6,67E-07	6,19E-07	6,88E-07	6,87E-07	9,15E-07	9,46E-07	8,10E-07
1,01E-06	9,47E-07	9,48E-07	7,56E-07	8,59E-07	6,69E-07	6,19E-07	6,86E-07	6,86E-07	9,04E-07	9,69E-07	8,16E-07
9,40E-07	8,89E-07	9,34E-07	7,40E-07	8,17E-07	6,55E-07	6,18E-07	6,92E-07	6,80E-07	8,75E-07	8,90E-07	7,78E-07
9,54E-07	9,00E-07	9,40E-07	7,44E-07	8,25E-07	6,58E-07	6,18E-07	6,91E-07	6,81E-07	8,82E-07	9,03E-07	7,85E-07
5,47E-07	5,43E-07	5,54E-07	5,32E-07	5,34E-07	5,02E-07	5,24E-07	5,61E-07	5,33E-07	5,46E-07	5,40E-07	5,25E-07
1,01E-06	9,56E-07	9,32E-07	7,58E-07	8,70E-07	6,73E-07	6,18E-07	6,83E-07	6,86E-07	9,01E-07	9,95E-07	8,28E-07
1,02E-06	9,63E-07	9,34E-07	7,60E-07	8,73E-07	6,73E-07	6,18E-07	6,83E-07	6,87E-07	9,04E-07	1,00E-06	8,30E-07
1,04E-06	9,80E-07	9,24E-07	7,63E-07	8,85E-07	6,77E-07	6,18E-07	6,81E-07	6,88E-07	9,06E-07	1,04E-06	8,41E-07
1,01E-06	9,63E-07	9,11E-07	7,62E-07	8,86E-07	6,79E-07	6,18E-07	6,79E-07	6,87E-07	8,96E-07	1,02E-06	8,47E-07
1,00E-06	9,42E-07	9,43E-07	7,55E-07	8,57E-07	6,68E-07	6,19E-07	6,86E-07	6,85E-07	9,00E-07	9,65E-07	8,15E-07
1,00E-06	9,39E-07	9,47E-07	7,54E-07	8,54E-07	6,67E-07	6,19E-07	6,87E-07	6,85E-07	9,00E-07	9,58E-07	8,12E-07
9,96E-07	9,37E-07	9,46E-07	7,54E-07	8,52E-07	6,67E-07	6,19E-07	6,87E-07	6,85E-07	8,99E-07	9,55E-07	8,10E-07
9,87E-07	9,28E-07	9,48E-07	7,52E-07	8,46E-07	6,64E-07	6,19E-07	6,88E-07	6,84E-07	8,96E-07	9,41E-07	8,04E-07
9,87E-07	9,27E-07	9,50E-07	7,51E-07	8,45E-07	6,64E-07	6,19E-07	6,88E-07	6,84E-07	8,97E-07	9,39E-07	8,03E-07
9,79E-07	9,21E-07	9,48E-07	7,50E-07	8,40E-07	6,63E-07	6,19E-07	6,89E-07	6,84E-07	8,94E-07	9,30E-07	7,99E-07
9,69E-07	9,12E-07	9,48E-07	7,47E-07	8,34E-07	6,61E-07	6,19E-07	6,90E-07	6,83E-07	8,90E-07	9,17E-07	7,93E-07



1,20E-06	1,06E-06	1,09E-06	9,95E-07	1,02E-06	1,04E-06	1,03E-06	9,98E-07	1,02E-06	1,03E-06	8,82E-07	5,23E-07	5,39E-07	4,50E-07
	1,23E-06	1,02E-06	1,04E-06	1,00E-06	1,00E-06	9,95E-07	1,02E-06	1,12E-06	1,14E-06	8,84E-07	5,24E-07	5,39E-07	4,49E-07
		1,34E-06	1,02E-06	1,10E-06	1,14E-06	1,16E-06	9,60E-07	9,90E-07	1,01E-06	9,25E-07	5,24E-07	5,37E-07	4,48E-07
			1,19E-06	1,06E-06	1,05E-06	1,03E-06	9,54E-07	1,02E-06	1,07E-06	9,32E-07	5,25E-07	5,37E-07	4,47E-07
				1,22E-06	1,18E-06	1,15E-06	9,37E-07	9,81E-07	1,01E-06	9,54E-07	5,25E-07	5,36E-07	4,47E-07
					1,23E-06	1,18E-06	9,42E-07	9,81E-07	1,01E-06	9,49E-07	5,25E-07	5,36E-07	4,47E-07
						1,27E-06	9,35E-07	9,72E-07	9,96E-07	9,57E-07	5,25E-07	5,36E-07	4,47E-07
							1,15E-06	1,04E-06	1,01E-06	8,45E-07	5,23E-07	5,40E-07	4,51E-07
								1,18E-06	1,12E-06	8,74E-07	5,24E-07	5,39E-07	4,49E-07
									1,20E-06	8,92E-07	5,24E-07	5,38E-07	4,49E-07
										1,07E-06	5,27E-07	5,32E-07	4,43E-07
											6,93E-07	5,42E-07	4,47E-07
												6,54E-07	4,83E-07
													5,49E-07



4,07E-07	9,87E-07	3,27E-07	4,85E-07	5,64E-07	7,10E-07	8,02E-07	8,46E-07	8,82E-07	9,09E-07	9,78E-07	9,18E-07	9,58E-07	7,50E-07
4,07E-07	9,68E-07	3,27E-07	4,84E-07	5,63E-07	7,05E-07	7,91E-07	8,32E-07	8,62E-07	8,82E-07	9,55E-07	9,05E-07	9,89E-07	7,50E-07
4,07E-07	1,07E-06	3,26E-07	4,82E-07	5,59E-07	6,97E-07	7,81E-07	8,21E-07	8,53E-07	8,76E-07	9,36E-07	8,86E-07	9,30E-07	7,39E-07
4,07E-07	1,02E-06	3,26E-07	4,80E-07	5,57E-07	6,90E-07	7,67E-07	8,04E-07	8,29E-07	8,46E-07	9,07E-07	8,67E-07	9,38E-07	7,38E-07
4,07E-07	1,12E-06	3,26E-07	4,79E-07	5,55E-07	6,87E-07	7,64E-07	8,01E-07	8,28E-07	8,47E-07	9,05E-07	8,62E-07	9,16E-07	7,32E-07
4,07E-07	1,12E-06	3,26E-07	4,80E-07	5,56E-07	6,89E-07	7,68E-07	8,06E-07	8,34E-07	8,54E-07	9,12E-07	8,67E-07	9,19E-07	7,34E-07
4,07E-07	1,14E-06	3,26E-07	4,79E-07	5,55E-07	6,88E-07	7,65E-07	8,02E-07	8,30E-07	8,50E-07	9,07E-07	8,63E-07	9,13E-07	7,32E-07
4,07E-07	9,11E-07	3,27E-07	4,87E-07	5,67E-07	7,16E-07	8,07E-07	8,52E-07	8,83E-07	9,01E-07	1,00E-06	9,38E-07	1,03E-06	7,61E-07
4,07E-07	9,48E-07	3,27E-07	4,85E-07	5,63E-07	7,07E-07	7,92E-07	8,34E-07	8,62E-07	8,80E-07	9,58E-07	9,09E-07	1,01E-06	7,53E-07
4,07E-07	9,72E-07	3,27E-07	4,83E-07	5,61E-07	7,02E-07	7,85E-07	8,26E-07	8,54E-07	8,72E-07	9,44E-07	8,97E-07	9,85E-07	7,48E-07
4,07E-07	9,87E-07	3,25E-07	4,71E-07	5,43E-07	6,56E-07	7,16E-07	7,45E-07	7,63E-07	7,75E-07	8,17E-07	7,90E-07	8,38E-07	7,05E-07
4,36E-07	5,25E-07	3,31E-07	4,40E-07	4,89E-07	5,08E-07	5,15E-07	5,17E-07	5,18E-07	5,19E-07	5,21E-07	5,21E-07	5,23E-07	5,22E-07
4,18E-07	5,35E-07	3,34E-07	4,82E-07	5,45E-07	5,46E-07	5,45E-07	5,44E-07	5,43E-07	5,43E-07	5,41E-07	5,43E-07	5,40E-07	5,49E-07
4,20E-07	4,46E-07	3,39E-07	4,54E-07	4,72E-07	4,62E-07	4,58E-07	4,56E-07	4,55E-07	4,55E-07	4,52E-07	4,53E-07	4,50E-07	4,56E-07
5,00E-07	4,07E-07	3,42E-07	3,83E-07	4,03E-07	4,05E-07	4,06E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,08E-07
	1,22E-06	3,26E-07	4,77E-07	5,52E-07	6,79E-07	7,51E-07	7,86E-07	8,11E-07	8,29E-07	8,82E-07	8,43E-07	8,94E-07	7,25E-07
		4,52E-07	3,38E-07	3,35E-07	3,31E-07	3,30E-07	3,29E-07	3,29E-07	3,28E-07	3,28E-07	3,28E-07	3,27E-07	3,29E-07
			6,81E-07	5,57E-07	5,21E-07	5,08E-07	5,02E-07	4,99E-07	4,98E-07	4,91E-07	4,94E-07	4,87E-07	4,97E-07
				6,73E-07	6,17E-07	5,97E-07	5,88E-07	5,85E-07	5,83E-07	5,73E-07	5,77E-07	5,66E-07	5,81E-07
					9,38E-07	8,29E-07	7,88E-07	7,78E-07	7,73E-07	7,34E-07	7,44E-07	7,12E-07	7,22E-07
						1,06E-06	9,51E-07	9,35E-07	9,27E-07	8,40E-07	8,53E-07	7,96E-07	7,54E-07
							1,17E-06	1,03E-06	9,78E-07	8,92E-07	9,11E-07	8,38E-07	7,67E-07
								1,18E-06	1,08E-06	9,34E-07	9,45E-07	8,63E-07	7,65E-07
									1,32E-06	9,53E-07	9,41E-07	8,75E-07	7,62E-07
										1,15E-06	1,01E-06	9,52E-07	7,66E-07
											1,09E-06	9,17E-07	7,74E-07
												1,10E-06	7,65E-07
													9,27E-07





8,37E-07	6,62E-07	6,19E-07	6,90E-07	6,84E-07	8,96E-07	9,20E-07	7,95E-07
8,29E-07	6,60E-07	6,20E-07	6,92E-07	6,84E-07	9,05E-07	8,98E-07	7,88E-07
8,15E-07	6,54E-07	6,18E-07	6,92E-07	6,80E-07	8,72E-07	8,87E-07	7,76E-07
8,03E-07	6,51E-07	6,19E-07	6,95E-07	6,80E-07	8,69E-07	8,60E-07	7,65E-07
7,99E-07	6,49E-07	6,18E-07	6,94E-07	6,77E-07	8,57E-07	8,59E-07	7,62E-07
8,02E-07	6,50E-07	6,18E-07	6,93E-07	6,78E-07	8,60E-07	8,65E-07	7,65E-07
7,99E-07	6,49E-07	6,17E-07	6,93E-07	6,77E-07	8,56E-07	8,61E-07	7,62E-07
8,50E-07	6,67E-07	6,21E-07	6,91E-07	6,88E-07	9,35E-07	9,24E-07	8,05E-07
8,33E-07	6,62E-07	6,20E-07	6,93E-07	6,86E-07	9,17E-07	8,98E-07	7,90E-07
8,24E-07	6,58E-07	6,20E-07	6,93E-07	6,84E-07	9,00E-07	8,89E-07	7,83E-07
7,47E-07	6,30E-07	6,14E-07	6,96E-07	6,66E-07	7,95E-07	7,85E-07	7,17E-07
5,19E-07	5,10E-07	5,41E-07	5,38E-07	5,28E-07	5,22E-07	5,20E-07	5,16E-07
5,44E-07	5,50E-07	5,89E-07	5,47E-07	5,56E-07	5,43E-07	5,43E-07	5,46E-07
4,55E-07	4,63E-07	4,63E-07	4,49E-07	4,57E-07	4,52E-07	4,54E-07	4,57E-07
4,07E-07	4,06E-07	4,13E-07	4,10E-07	4,09E-07	4,07E-07	4,07E-07	4,06E-07
7,85E-07	6,44E-07	6,17E-07	6,94E-07	6,74E-07	8,40E-07	8,40E-07	7,50E-07
3,29E-07	3,31E-07	3,30E-07	3,27E-07	3,29E-07	3,28E-07	3,28E-07	3,29E-07
4,99E-07	5,20E-07	4,79E-07	4,74E-07	4,92E-07	4,91E-07	4,96E-07	5,05E-07
5,85E-07	6,16E-07	5,48E-07	5,46E-07	5,72E-07	5,72E-07	5,79E-07	5,94E-07
7,65E-07	7,03E-07	5,98E-07	6,29E-07	6,63E-07	7,24E-07	7,57E-07	7,91E-07
8,79E-07	6,99E-07	6,10E-07	6,56E-07	6,81E-07	8,10E-07	8,87E-07	9,04E-07
9,42E-07	6,93E-07	6,15E-07	6,68E-07	6,88E-07	8,53E-07	9,57E-07	8,99E-07
9,13E-07	6,88E-07	6,16E-07	6,71E-07	6,87E-07	8,72E-07	1,04E-06	8,79E-07
8,97E-07	6,85E-07	6,16E-07	6,73E-07	6,86E-07	8,74E-07	1,02E-06	8,68E-07
8,85E-07	6,75E-07	6,20E-07	6,85E-07	6,89E-07	9,28E-07	9,88E-07	8,33E-07
9,17E-07	6,81E-07	6,20E-07	6,82E-07	6,92E-07	9,44E-07	1,01E-06	8,54E-07
8,42E-07	6,66E-07	6,22E-07	6,94E-07	6,90E-07	9,58E-07	8,99E-07	7,97E-07
7,81E-07	7,01E-07	6,37E-07	6,87E-07	7,39E-07	7,88E-07	7,68E-07	7,69E-07
1,03E-06	6,94E-07	6,19E-07	6,74E-07	6,94E-07	8,66E-07	9,07E-07	9,20E-07
	8,27E-07	6,10E-07	6,36E-07	6,93E-07	6,76E-07	6,83E-07	7,08E-07
		8,03E-07	6,55E-07	6,68E-07	6,24E-07	6,18E-07	6,15E-07
			8,15E-07	7,10E-07	6,90E-07	6,78E-07	6,62E-07
				8,16E-07	6,98E-07	6,89E-07	6,90E-07
					1,09E-06	9,07E-07	8,16E-07
						1,20E-06	8,60E-07
							1,04E-06

