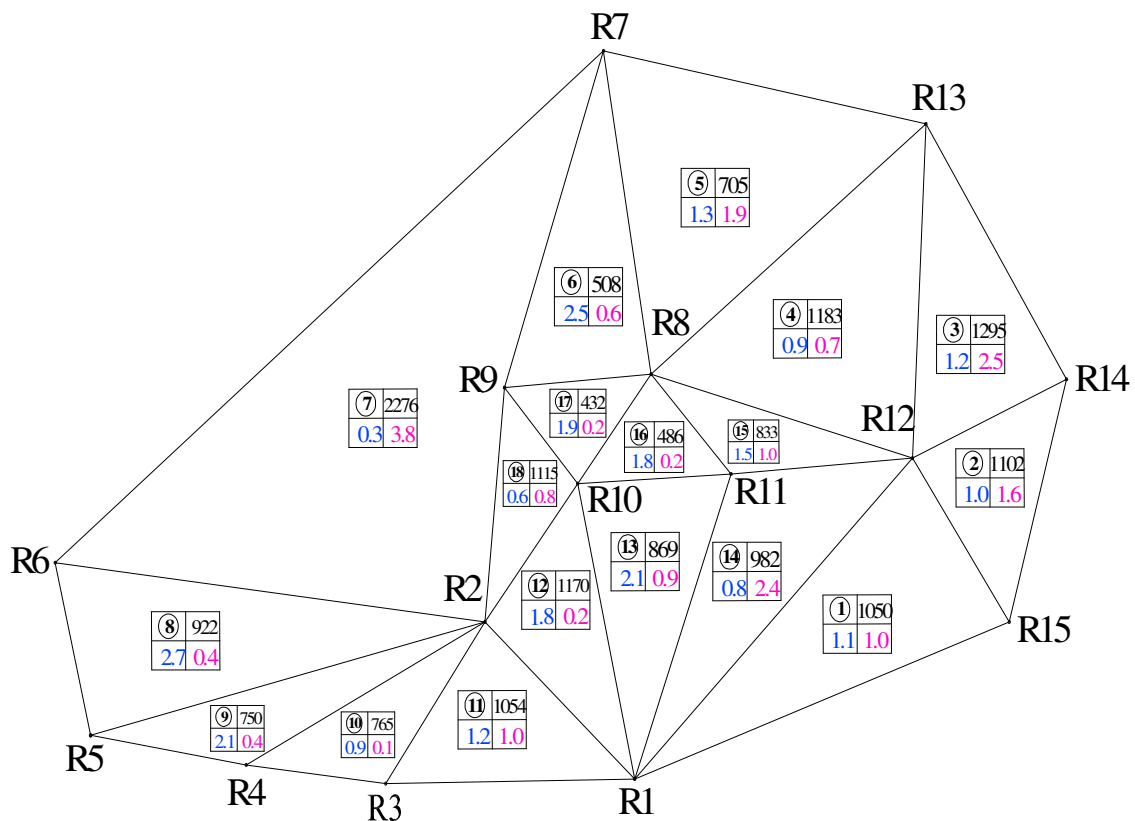




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ
ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α.)



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΖΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ :
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΛΑΜΠΡΟΥ
Λέκτορας Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Ευαγγελία Λάμπρου, Λέκτορα Ε.Μ.Π., Δρ Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχ. Ε.Μ.Π. για την ανάθεση της Διπλωματικής Εργασίας, την εποπτεία που είχε στην εξέλιξη των βημάτων της εργασίας, για τις εύστοχες συμβουλές και παρατηρήσεις της και για την άριστη και φιλική συνεργασία που αναπτύξαμε.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Γεώργιο Πανταζή, Λέκτορα Ε.Μ.Π., Δρ Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχ. Ε.Μ.Π. για την καθοδήγηση και παρακολούθηση όλων των βημάτων της εργασίας, για τις εύστοχες παρατηρήσεις του και τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης τον ευχαριστώ για την άποψη και φιλική συνεργασία που αναπτύξαμε και για την πρόθυμη βοήθεια που παρείχε για την επίλυση των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα, τους συμφοιτητές μου και φίλους Ναπολέον Αναγνωστόπουλο, Άγγελο Γιάγκα, Φώτη Παπουτσή και τον αδερφό μου Ιάσονα Ζάννη για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφεραν για την ολοκλήρωση των μετρήσεων ακόμη και κάτω από αντίξοες συνθήκες και την ιδιαίτερη υπομονή και τις πολλές ώρες που αφιέρωσαν. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου Μιχάλη Βασιλείου και Αλέξανδρο Κιουλέπογλου για την βοήθεια που προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη φίλη μου Χρυσούλα Καρατζιά για την γλωσσική επιμέλεια του κειμένου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση, περιγραφή και ανάλυση της **Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας (ΤΡ.Υ.Α)**. Πρόκειται για μία νέα μέθοδο προσδιορισμού ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών που χαρακτηρίζεται από την επίτευξη υψηλών ακριβειών, την ταχύτητα και την ευελιξία.

Για να γίνει τεκμηριωμένη ανάλυση της μεθόδου αλλά και για να γίνουν πλήρως κατανοητές οι δυνατότητές της κρίθηκε απαραίτητο να γίνει σύγκριση με μία μέθοδο που να έχει εφαρμοστεί ευρέως και να είναι γνωστές οι δυνατότητές της και τα χαρακτηριστικά της.

Έτσι, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μετρήθηκε με την ΤΡ.Υ.Α. το υπάρχον υψομετρικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, που είχε μετρηθεί πρόσφατα (το 2003) με την μέθοδο της Ψηφιακής Γεωμετρικής Χωροστάθμησης. Με τον τρόπο αυτό, τα αποτελέσματα των μετρήσεων και με τις δύο μεθόδους είναι άμεσα συγκρίσιμα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από το συνεργείο των μετρήσεων, προέκυψαν ορισμένα αναπάντεχα προβλήματα για διάφορους λόγους με συνέπεια να μην επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά στον απαιτούμενο χρόνο μέτρησης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	I
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	II
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	III
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	V
ΣΧΗΜΑΤΑ.....	V
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	VI
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	VIII
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	2
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ..	2
1.1 Γενικά.....	2
1.2 Γεωμετρική Χωροστάθμηση.....	2
1.2.1 Κατηγορίες Χωροβατών.....	3
1.3 Τριγωνομετρική Ύψομετρία (Τ.Υ.).....	4
1.4 Ειδική Τριγωνομετρική Ύψομετρία (Ε.Τ.Υ).....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	8
Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ.....	8
ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....	8
2.1 Γενικά.....	8
2.2 Περιγραφή της μεθόδου.....	8
2.3 Εφαρμογές της Τριγωνομετρικής Ύψομετρίας Ακριβείας.....	15
2.4 Ανάλυση ακρίβειας της Τριγωνομετρικής Ύψομετρίας Ακριβείας...15	
2.4.1 Επίδραση της αβεβαιότητας μέτρησης του κεκλιμένου μήκους D.....	20
2.4.2 Επίδραση της αβεβαιότητας μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας z.....	21
2.4.3 Επίδραση της μεταβολής του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης κ.....	23
2.4.4 Επίδραση της καμπυλότητας της γης.....	24
2.5 Συνολική ακρίβεια.....	24
2.6 Η επίδραση της διαφοράς του κατασκευαστικού ύψους μεταξύ του γεωδαιτικού σταθμού και του στόχου.....	29

2.7 Σκόπευση σε υψομετρική αφετηρία.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	33
ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	33
3.1 Περιγραφή και αναγνώριση περιοχής μελέτης.....	33
3.2 Επιλογή εξοπλισμού.....	35
3.3 Σχεδιασμός δικτύου-βελτιστοποίηση.....	36
3.4 Μετρήσεις υπαίθρου.....	43
3.5 Επισημάνσεις-προβλήματα.....	47
3.6 Αποτελέσματα μετρήσεων.....	48
3.7 Σφάλματα κλεισίματος βρόχων.....	50
3.8 Συνόρθωση Δικτύου.....	52
3.9 Έλεγχος αρχικής υπόθεσης με το test X^2	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	57
ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ.....	57
4.1 Γενικά.....	57
4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά τη διαδικασία της Βελτιστοποίησης.....	57
4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων πριν την συνόρθωση.....	58
4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων μετά τη συνόρθωση.....	61
4.5 Συγκρίσεις χρόνου.....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	66
5.1 Συμπεράσματα.....	66
5.2 Προτάσεις.....	68
5.3 Χρόνος εργασίας.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
ABSTRACT.....	72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	75
Πίνακες Βελτιστοποίησης.....	76
Πίνακες Συνόρθωσης.....	81

Μετρήσεις.....	87
----------------	----

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1 : Κορυφές υψομετρικού δικτύου Πολυτεχνειούπολης.....	33
Πίνακας 3.2 : Τα βάρη των παρατηρήσεων.....	39
Πίνακας 3.3 : Σενάρια βελτιστοποίησης.....	40
Πίνακας 3.4 : Αποτελέσματα μετρήσεων.....	49
Πίνακας 3.5 : Τα τελικά υψόμετρα των κορυφών και οι αβεβαιότητές τους.....	54
Πίνακας 3.6 : Αβεβαιότητες των υψομετρικών διαφορών μετά τη συνόρθωση.....	55
Πίνακας 4.1 : Σύγκριση αποτελεσμάτων πριν τη συνόρθωση.....	59
Πίνακας 4.2 : Σύγκριση αποτελεσμάτων μετά τη συνόρθωση.....	62
Πίνακας 4.3 : Έλεγχος μετακινήσεων.....	63
Πίνακας 4.4 : Σύγκριση χρόνων.....	65

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.1 : Η Τριγωνομετρική υψομετρία.....	5
Σχήμα 2.1 : Σχηματική παράσταση της μοναδιαίας διαδικασίας της TP.Y.A.....	10
Σχήμα 2.2 : Σχηματική παράσταση της TP.Y.A. με δύο ενδιάμεσες στάσεις.....	11
Σχήμα 2.3 : Σχηματική παράσταση της TP.Y.A. με περισσότερες από δύο στάσεις.....	14
Σχήμα 2.4 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3^{\text{cc}}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$	17
Σχήμα 2.5 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 6^{\text{cc}}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$	17
Σχήμα 2.6 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 9^{\text{cc}}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$	18

Σχήμα 2.7: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 15''$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$	18
Σχήμα 2.8 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης του μήκους και την τιμή της κατακόρυφης γωνίας.....	20
Σχήμα 2.9 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας ($\sigma_z = \pm 3''$) και το μήκος.....	21
Σχήμα 2.10 : Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας ($\sigma_z = \pm 15''$) και το μήκος.....	22
Σχήμα 2.11 : Διόρθωση στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τη μεταβολή του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης ($\delta k = \pm 0.05$) κατά τη διάρκεια της μέτρησης σε μετάβαση και επιστροφή.....	24
Σχήμα 2.12 : Σφάλμα υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τον αριθμό των στάσεων με σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3''$ και $\pm 15''$, σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$ και τιμή κατακόρυφης γωνίας $z = 90\text{grad}$	27
Σχήμα 2.13 : Σφάλμα υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τον αριθμό των στάσεων με σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3''$ και $\pm 15''$, σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 5\text{mm}$ και τιμή κατακόρυφης γωνίας $z = 90\text{grad}$	28
Σχήμα 2.14 : Η επίδραση του διαφορετικού κατασκευαστικού ύψους μεταξύ γεωδαιτικού σταθμού και γωνιομετρικού στόχου στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς.....	30
Σχήμα 2.15 : Σκόπευση προς την υψομετρική αφετηρία (Rèpère).....	32
Σχήμα 3.1 : Το υψομετρικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.....	34
Σχήμα 3.2 : Η μορφή του δικτύου που προκύπτει αν μετρηθούν 21 υψομετρικές διαφορές.....	40
Σχήμα 3.3 : Η μορφή του δικτύου που προέκυψε από τη βελτιστοποίηση...41	
Σχήμα 3.4 : Διάγραμμα βελτιστοποίησης.....	40
Σχήμα 3.5 : Έντυπο καταγραφής μετρήσεων ΤΡ.Υ.Α.....	46
Σχήμα 3.6 : Τα σφάλματα κλεισίματος των βρόχων.....	50
Σχήμα 3.7 : Σφάλμα κλεισίματος γειτονικών βρόχων.....	52
Σχήμα 4.1 : Σύγκριση σφαλμάτων κλεισίματος βρόχων.....	61

Σχήμα 5.1 :Απεικόνιση των διαδικασιών εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.....	70
--	----

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφία 2.1 :Το σύστημα γωνιομετρικού στόχου με ανακλαστήρα.....	9
Φωτογραφία 3.1 : Ο Γεωδαιτικός Σταθμός TOPCON GPT 3003.....	36

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις υπάρχουσες μεθόδους μέτρησης ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών. Περιγράφονται οι μέθοδοι της Γεωμετρικής Χωροστάθμησης, της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας και της Ειδικής Τριγωνομετρίας Υψομετρίας και αναφέρονται τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματά τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση και αναλυτική περιγραφή της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας (ΤΡ.Υ.Α.) και των εφαρμογών της. Επίσης, γίνεται ανάλυση των ακριβειών που μπορούν να επιτευχθούν με την ΤΡ.Υ.Α. καθώς και ανάλυση της επίδρασης των αβεβαιοτήτων των μεγεθών που υπεισέρχονται στον υπολογισμό των υψομετρικών διαφορών.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της διαδικασίας μέτρησης του υψομετρικού δικτύου. Περιγράφεται με τη σειρά η αναγνώριση της περιοχής μελέτης, η επιλογή του εξοπλισμού, ο σχεδιασμός του δικτύου, οι μετρήσεις υπαίθρου και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκειά τους. Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και στο τέλος παρουσιάζεται η συνόρθωση του δικτύου

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται σύγκριση της ΤΡ.Υ.Α με την Ψηφιακή Γεωμετρική Χωροστάθμηση. Η σύγκριση αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέτρηση του ίδιου υψομετρικού δικτύου και με τις δύο μεθόδους. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τη διαδικασία της βελτιστοποίησης, πριν τη συνόρθωση, μετά τη συνόρθωση ενώ τέλος έγινε σύγκριση χρόνων.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, συγκεντρώθηκαν όλα τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εφαρμογή της μεθόδου και την σύγκρισή της με την Ψηφιακή Γεωμετρική Χωροστάθμηση. Παρουσιάζονται και κάποιες προτάσεις που ίσως φανούν χρήσιμες στο μέλλον. Τέλος γίνεται αναφορά στον χρόνο που χρειάστηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προσδιορισμός ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών μεταξύ σημείων της φυσικής γήινης επιφάνειας (Φ.Γ.Ε.) οδηγεί στον προσδιορισμό της τρίτης διάστασης (H). Η πιο διαδεδομένη μέθοδος προσδιορισμού ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών μεταξύ υψομετρικών αφετηριών είναι η γεωμετρική χωροστάθμηση. Με την εμφάνιση των ψηφιακών χωροβατών και των αντίστοιχων κωδικοποιημένων σταδίων η ταχύτητα και η ακρίβεια που επιτυγχάνεται με την γεωμετρική χωροστάθμηση έχουν βελτιωθεί σημαντικά. Αδυναμία της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα μεταξύ σημείων που βρίσκονται σε περιοχές με ανώμαλο έδαφος και έντονες κλίσεις ενώ δεν μπορεί καθόλου να εφαρμοστεί όταν παρεμβάλλονται φυσικά εμπόδια καθώς και μεταξύ σημείων που δεν είναι προσιτά και δεν μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε αυτά σταδία.

Σε περιπτώσεις που είναι αδύνατη ή ασύμφορη η εφαρμογή της γεωμετρικής χωροστάθμησης εφαρμόζονται οι μέθοδοι της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας (Τ.Υ.) και της Ειδικής Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας (Ε.Τ.Υ.) αλλά και αυτές πάντοτε μεταξύ προσιτών σημείων.

Η Τ.Υ. εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών μεταξύ τριγωνομετρικών ή πολυγωνομετρικών σημείων σε συνήθεις τοπογραφικές εργασίες που δεν απαιτείται επίτευξη υψηλών ακριβειών. Για εργασίες υψηλής ακρίβειας χρησιμοποιείται η Ε.Τ.Υ. Εφαρμόζεται όμως μόνο μεταξύ προσιτών υψομετρικών αφετηριών (rèpère) στις οποίες μπορεί να τοποθετηθεί σταδία.

Η αδυναμία της γεωμετρικής χωροστάθμησης και της Ε.Τ.Υ. να εφαρμοστούν μεταξύ απρόσιτων σημείων δημιουργεί την ανάγκη χρήσης μιας μεθόδου αντίστοιχης ακρίβειας για το σκοπό αυτό.

Την ανάγκη αυτή έρχεται να καλύψει μία νέα μέθοδος προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών που ονομάζεται **Τριγωνομετρική Υψομετρία Ακριβείας (ΤΡ.Υ.Α.)**.

Η ΤΡ.Υ.Α. με τη χρήση των σύγχρονων ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών που έχουν τη δυνατότητα να μετρούν αποστάσεις και χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα, μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών μεταξύ σημείων της Φ.Γ.Ε. ή τεχνικών έργων που απέχουν μεγάλη ή μικρή απόσταση και είναι προσιτά ή απρόσιτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ

1.1 Γενικά

Η τρίτη συνιστώσα που συμπληρώνει τις συντεταγμένες για τον προσδιορισμό ενός σημείου στον τρισδιάτο χώρο είναι το υψόμετρο του σημείου. Ορίζεται σαν την απόσταση του σημείου από κάποια επιφάνεια αναφοράς.

Τέτοιες επιφάνειες αναφοράς στην υψομετρία θεωρούνται :

α. Το γεωειδές, από το οποίο μετρώνται τα ορθομετρικά υψόμετρα (H) και το οποίο συνήθως προσεγγίζει στην πράξη την μέση στάθμη της θάλασσας

β. το ελλειψοειδές αναφοράς, από το οποίο μετρώνται τα γεωμετρικά υψόμετρα (h) που προσδιορίζονται είτε απευθείας με δορυφορικές μεθόδους είτε από την σχέση :

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

όπου : N το υψόμετρο του γεωειδούς

γ. Το σχεδόν γεωειδές από το οποίο προσδιορίζονται τα κανονικά υψόμετρα (\hat{H}).

Οι βασικές επίγειες μέθοδοι προσδιορισμού ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών είναι

- η γεωμετρική χωροστάθμηση
- η τριγωνομετρική υψομετρία
- η ειδική τριγωνομετρική υψομετρία.

1.2 Γεωμετρική χωροστάθμηση

Είναι η ακριβέστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται επειδή παρέχει άμεσο προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών χωρίς τη μέτρηση άλλων

μεγεθών με ακρίβεια μέχρι και $\pm 0.3\text{mm/km}$. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται είναι ο χωροβάτης και η σταδία. Η σχέση από την οποία υπολογίζεται η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σημείων A και B είναι :

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = O - E \quad (1.2)$$

όπου : ΔH_{AB} = η ζητούμενη υψομετρική διαφορά
O = η ανάγνωση πάνω στη σταδία στο σημείο A
E = η ανάγνωση πάνω στη σταδία στο σημείο B

Η όλη διαδικασία μέτρησης και υπολογισμού των υψομετρικών διαφορών με τη μέθοδο της γεωμετρικής χωροστάθμησης, η οποία τα τελευταία χρόνια με την εμφάνιση των ψηφιακών χωροβατών και των αντίστοιχων κωδικοποιημένων σταδίων έχει βελτιώσει σημαντικά την ταχύτητα αλλά και την ακρίβεια, είναι ιδιαίτερα απλή.

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι εφαρμόζεται μόνο σε ομαλά εδάφη χωρίς φυσικά εμπόδια, είναι χρονοβόρα και δεν μπορεί να εφαρμοστεί μεταξύ απρόσιτων σημείων ή σημείων που δεν μπορεί να τοποθετηθεί η σταδία.

1.2.1 Κατηγορίες Χωροβατών

Οι χωροβάτες διακρίνονται σε οπτικομηχανικούς και ψηφιακούς. Με τους οπτικομηχανικούς χωροβάτες οι μετρήσεις λαμβάνονται με απευθείας ανάγνωση πάνω στις σταδίες από τον παρατηρητή με τη βοήθεια ενός κλασικού τηλεσκοπίου. Παλαιότερα κατασκευάζονταν οπτικομηχανικοί χωροβάτες όπου η οριζοντίωση του σκοπευτικού άξονα ΣΣ γίνονταν με τη βοήθεια σωληνωτής αεροστάθμης. Σήμερα κατασκευάζονται μόνο χωροβάτες αυτόματης οριζοντίωσης όπου η οριζοντίωση του ΣΣ γίνεται με τη βοήθεια ενός ισοσταθμητή. Η απόσταση μεταξύ σταδίας και χωροβάτη μπορεί να φθάσει μέχρι και τα 25m ενώ η καταγραφή των μετρήσεων γίνεται χειροκίνητα πάνω σε ειδικά έντυπα γεωμετρικής χωροστάθμησης. Το κόστος των οπτικομηχανικών χωροβατών είναι γενικά χαμηλό. Οι σταδίες που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αυτό τον τύπο χωροβατών έχουν μήκος 3-4 m και είναι διηρημένες κάθε 10mm ή 5mm. Παλαιότερα κατασκευάζονταν από ξύλο ενώ σήμερα είναι από αλουμίνιο για ευκολία μεταφοράς, αναδιπλώνονται σε 2 – 4 μέρη ή είναι τηλεσκοπικές. Συνήθως έχουν ενσωματωμένη μια σφαιρική αεροστάθμη , για την τοποθέτησή τους από τον στοχοφόρο σε κατακόρυφη θέση κατά τη διάρκεια της

μέτρησης. Για χωροσταθμίσεις ακριβείας χρησιμοποιούνται ξύλινες μονοκόμματες σταδίες μήκους 3m με ενσωματωμένη ταινία από invar.

Οι ψηφιακοί χωροβάτες είναι η εξέλιξη των παλαιότερων οπτικομηχανικών. Η εξέλιξή τους αφορά στη διαδικασία μέτρησης, η οποία γίνεται ψηφιακά, με τη χρήση ειδικών κωδικοποιημένων σταδίων.

Η χρήση των ψηφιακών χωροβατών μειώνει σημαντικά το χρόνο παραμονής στο ύπαιθρο, εξαλείφει το χονδροειδές σφάλμα ανάγνωσης του παρατηρητή και της καταγραφής των μετρήσεων, αφού αυτή γίνεται αυτόματα σε ειδική ενσωματωμένη καταγραφική μονάδα στο χωροβάτη. Χρησιμοποιώντας ψηφιακές σταδίες INVAR, είναι δυνατός ο προσδιορισμός υψομετρικών διαφορών, με ακρίβειες που φθάνουν τα $\pm 0.3\text{mm/km}$. Η απόσταση μεταξύ χωροβάτη σταδίας κατά τη μέτρηση μπορεί να φθάσει τα 100m. Βελτιώνεται κατά πολύ η ταχύτητα (απόδοση) ενός συνεργείου που εκτελεί μετρήσεις γεωμετρικής χωροστάθμησης για τον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών υψηλής ακριβείας (2.5 – 3 φορές συντομότερα, σε σχέση με την παλαιότερη κλασική διαδικασία).

Στα μειονεκτήματα των χωροβατών αυτών καταγράφονται κυρίως:

- Η αδυναμία μέτρησης σε περιβάλλον με περιορισμένο ή ανομοιόμορφο φωτισμό
- Το υψηλό κόστος αγοράς τους σε σχέση με τους αντίστοιχους οπτικομηχανικούς.

Οι σύγχρονοι ψηφιακοί χωροβάτες είναι αυτόματοι και έχουν τη δυνατότητα ηλεκτρονικού ελέγχου της κατάστασης λειτουργίας του ισοσταθμητή που διαθέτουν. Ακόμη έχουν τη δυνατότητα μέσω ειδικού λογισμικού, ελέγχου της ορθής θέσης του σκοπευτικού τους άξονα (έλεγχος μέσου – άκρου), αποθήκευσης της τιμής της απόκλισης από την ορθή θέση και απευθείας διόρθωσης των μετρήσεων που παρέχουν, λόγω αυτού του σφάλματος.[Δ.-Δ. Μπαλοδήμος, 2004]

1.3 Τριγωνομετρική υψομετρία (T.Y.)

Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως σε τρέχουσες τοπογραφικές εργασίες που δεν απαιτείται υψηλή ακρίβεια. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ένας ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός (total station) και ένα κατάφωτο, μία μετροταινία καθώς και ένας τρίποδας. Πρόκειται για μέθοδο έμμεσου προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών και η βασική σχέση που δίνει την υψομετρική διαφορά ΔH_{AB} μεταξύ του σημείου A και του σημείου B (σχήμα 1.1) για αποστάσεις έως 100m είναι:

$$\Delta H_{AB} = D \cos z + Y_0 - Y_S \quad (1.3)$$

όπου:

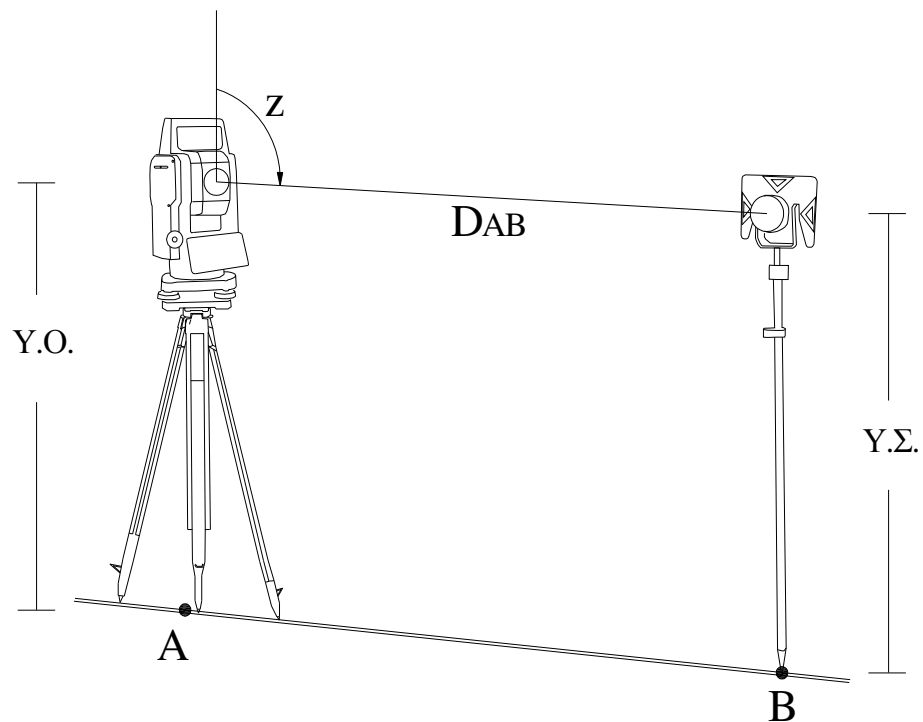
ΔH_{AB} = η ζητούμενη υψομετρική διαφορά

D = το κεκλιμένο μήκος μεταξύ των A και B

z = η κατακόρυφη γωνία

Y_0 = το ύψος οργάνου

Y_S = το ύψος στόχου



Σχήμα 1.1: Η Τριγωνομετρική υψομετρία

Όπως φαίνεται από τη σχέση (1.3) η ακρίβεια της μετρούμενης υψομετρικής διαφοράς με τη μέθοδο της Τ.Υ. είναι συνάρτηση της ακρίβειας με την οποία μπορούν να μετρηθούν τα μεγέθη που υπεισέρχονται στη βασική σχέση, δηλαδή το κεκλιμένο μήκος, η κατακόρυφη γωνία, το ύψος οργάνου και το ύψος στόχου.

Όταν όμως η απόσταση μεταξύ των δύο σημείων μεγαλώνει, αρχίζουν να επιδρούν εξωτερικές συνθήκες που έχουν σχέση με το σχήμα της γης (καμπυλότητα, απόκλιση της κατακορύφου) και με την ατμόσφαιρα (διάθλαση). Έτσι, αν στη σχέση (1.3) συμπεριληφθεί και η διόρθωση

λόγω καμπυλότητας και διάθλασης οι υψομετρικές διαφορές προκύπτουν από τη σχέση :

$$\Delta H_{AB} = D \cos z + (1-\kappa) \frac{D^2}{2R} \sin^2 z + YO - Y\Sigma \quad (1.4)$$

όπου:

- ΔH_{AB} = η ζητούμενη υψομετρική διαφορά
- D = το κεκλιμένο μήκος μεταξύ των A και B
- z = η κατακόρυφη γωνία
- YO = το ύψος οργάνου
- $Y\Sigma$ = το ύψος στόχου
- κ = συντελεστής γεωδαιτικής διάθλασης
- R = ακτίνα της γης = 6371 Km

Η ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί με αυτή τη μέθοδο είναι της τάξεως των ± 10 cm.

Σημαντικό μειονέκτημα της T.Y. είναι ότι απαιτείται η μέτρηση του ύψους οργάνου και στόχου. Το ύψος οργάνου συνήθως μετριέται με τη χρήση μετροταινίας από το σημείο που έχει κεντρωθεί το όργανο μέχρι το κέντρο του γεωδαιτικού σταθμού (σημείο τομής των αξόνων ΠΠ, ΔΔ, ΣΣ). Αυτός ο τρόπος μέτρησης του ύψους οργάνου έχει αβεβαιότητα μέχρι και ± 1 cm επηρεάζοντας σημαντικά την τελική ακρίβεια υπολογισμού της υψομετρικής διαφοράς. Η αβεβαιότητα μέτρησης του ύψους στόχου είναι επίσης της ίδιας τάξης ακρίβειας. Οι αβεβαιότητες αυτές μπορεί να μειωθούν και να γίνουν της τάξης του ± 1 mm αν χρησιμοποιηθεί ειδική μεθοδολογία για την μέτρησή τους η οποία όμως είναι αρκετά χρονοβόρα.

Άλλο ένα σημαντικό μειονέκτημα της T.Y. είναι η αδυναμία προσδιορισμού του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης κ τη στιγμή της μέτρησης. Η αδυναμία αυτή επηρεάζει την ακρίβεια της υψομετρικής διαφοράς ανάλογα με την απόσταση. Αν η απόσταση είναι μικρότερη από 100m η επίδραση της μεταβολή της τιμής του συντελεστή κ είναι αμελητέα ενώ αν η απόσταση είναι μεγαλύτερη των 100m η επίδραση αυτή αυξάνεται γεωμετρικά.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η υψηλή ταχύτητά της, η ικανότητα εφαρμογής της σε οποιοδήποτε έδαφος, η ευκολία πραγματοποίησης της καθώς και ότι απαιτεί ελάχιστο εξοπλισμό.

1.4 Ειδική τριγωνομετρική υψομετρία (E.T.Y.)

Η (E.T.Y.) είναι μέθοδος έμμεσου προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών που βασίζεται στο συνδυασμό της τριγωνομετρικής υψομετρίας

με τη γεωμετρική χωροστάθμηση. Χρησιμοποιώντας το γεωδαιτικό σταθμό ως χωροβάτη μετράται η ανάγνωση σε σταδία στο αρχικό και τελικό σημείο, μεταξύ των οποίων θα υπολογιστεί η υψομετρική διαφορά (αναγνώσεις όπισθεν (O) και έμπροσθεν (E)). Οι ενδιάμεσες υψομετρικές διαφορές ΔH_{ij} προσδιορίζονται με τη μέθοδο της τριγωνομετρικής υψομετρίας αλλάζοντας αμοιβαία θέση πάνω στα τρικόγλια, ο γεωδαιτικός σταθμός και οι ανακλαστήρες. Πραγματοποιούνται δε ταυτόχρονα δύο μετρήσεις για κάθε ενδιάμεση υψομετρική διαφορά (Aller – Retour) χωρίς να απαιτείται η πραγματική μετάβαση και επιστροφή του συνεργείου.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ένας ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός, δύο κατάφωτα, δύο τρικόγλια, δύο αντάπτορες τρικοχλίου, 1 σταδία και τρεις τρίποδες. Η βασική σχέση που δίνει την υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο υψομετρικών αφετηριών R_1 και R_2 είναι :

$$\Delta H_{R_1 R_2} = (A_1 - A_2) + \frac{\Delta H_{T_1 T_2} - \Delta H_{T_2 T_1}}{2} \quad (1.5)$$

όπου: $\Delta H_{R_1 R_2}$ = η υψομετρική διαφορά μεταξύ των R_1 και R_2

A_1 = η ανάγνωση στην σταδία στην υψομετρική αφετηρία R_1

A_2 = η ανάγνωση στην σταδία στην υψομετρική αφετηρία R_2

$\Delta H_{T_1 T_2}$ = η υψομετρική διαφορά μεταξύ των τρικοχλίων στις θέσεις T_1 και T_2

$\Delta H_{T_2 T_1}$ = η υψομετρική διαφορά μεταξύ των τρικοχλίων στις θέσεις T_2 και T_1

Η μέθοδος αυτή μπορεί να καλύψει ικανοποιητικά τις ανάγκες στις μετρήσεις υψομετρικών διαφορών υψηλής ακριβείας. Συνδυάζει ταχύτητα και ακρίβεια χρησιμοποιώντας τους σύγχρονους γεωδαιτικούς σταθμούς ενώ οι μετρήσεις είναι απαλλαγμένες από τη μέτρηση και συνεπώς το αντίστοιχο σφάλμα του ύψους οργάνου και του ύψους στόχου.

Έτσι βελτιώνεται κατά πολύ η ακρίβεια της μεθόδου φθάνοντας τα $\pm 2\text{mm}$ σε αποστάσεις μεγαλύτερες του 1Km, με την προϋπόθεση ότι οι μετρήσεις μεταξύ των σημείων γίνονται αμοιβαία και ταυτόχρονα, έτσι ώστε η τελική υψομετρική διαφορά να είναι απαλλαγμένη από το σφάλμα λόγω της μη καλής γνώσης της τιμής του συντελεστή διάθλασης k τη στιγμή της μέτρησης και της διόρθωσης λόγω της καμπυλότητας της γης.[Δ.-Δ. Μπαλοδήμος κ.α., 2004].

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι εφαρμόζεται μόνο μεταξύ προσιτών υψομετρικών αφετηριών (Rèpères) πάνω στις οποίες μπορεί να τοποθετηθεί σταδία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α.)

2.1 Γενικά

Στη σημερινή εποχή οι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί (total stations) έχουν τη δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα. Το γεγονός αυτό από μόνο του δίνει στα total stations νέες δυνατότητες.

Από την άλλη, υπάρχει αυξανόμενη τάση χρήσης των δορυφορικών σταθμών (GPS) καθώς και συνεχή αύξηση των δυνατοτήτων τους. Τα GPS δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τα total stations και ειδικά για τη μέτρηση υψομετρικών διαφορών με μεγάλη ακρίβεια δεδομένου ότι μετρούν γεωμετρικές υψομετρικές διαφορές.

Στις γνωστές λοιπόν μεθόδους μέτρησης ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών έρχεται να προστεθεί μια νέα μέθοδος, που εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα των σύγχρονων γεωδαιτικών σταθμών να μετρούν αποστάσεις χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα, που χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα επίτευξης υψηλών ακριβειών, τη ταχύτητα και την οικονομία.

2.2 Περιγραφή της μεθόδου

Η Τριγωνομετρική Υψομετρία Ακριβείας είναι μια μέθοδος προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών που βασίζεται σε άμεσες μετρήσεις μηκών και κατακόρυφων γωνιών. Αποτελεί παραλλαγή της Ειδικής Τριγωνομετρικής Υψομετρίας. Η ΤΡ.Υ.Α. διαφοροποιείται από την Ε.Τ.Υ. κυρίως γιατί :

- Εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα των σύγχρονων γεωδαιτικών σταθμών να μετρούν αποστάσεις χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα.
- Μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο μεταξύ προσιτών υψομετρικών αφετηριών (Rèpères) αλλά και μεταξύ οποιονδήποτε σημείων προσιτών ή απρόσιτων.

- Οι σκοπεύσεις στο αρχικό και τελικό σημείο γίνονται χωρίς τη χρήση σταδίων με απευθείας μέτρηση του μήκους και της κατακόρυφης γωνίας στο επιθυμητό σημείο.
- Αν τα σημεία δεν είναι και τα δύο ορατά από το γεωδαιτικό σταθμό απαιτούνται ενδιάμεσες στάσεις.
- Για τη μέτρηση του μήκους μεταξύ των ενδιάμεσων στάσεων δεν είναι απαραίτητη η χρήση ανακλαστήρων αλλά αρκούν και απλοί γωνιομετρικοί στόχοι.

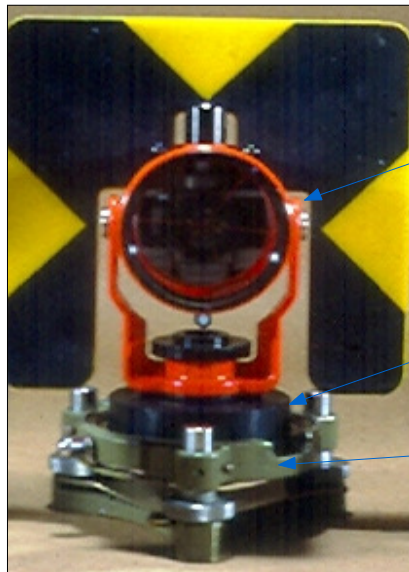
Στην ΤΡ.Υ.Α. οι μετρήσεις στις ενδιάμεσες στάσεις γίνονται αμοιβαία και ταυτόχρονα σε μετάβαση και επιστροφή και η τιμή κάθε επιμέρους υψομετρικής διαφοράς προκύπτει ως μέσος όρος των δύο τιμών. Έτσι η μέθοδος είναι ανεξάρτητη από :

- την επίδραση της μεταβολής του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης
- την επίδραση της καμπυλότητας της γης
- της μέτρησης του ύψους οργάνου (Υ.Ο.)
- της μέτρησης του ύψους στόχου (Υ.Σ.)

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την εφαρμογή της ΤΡ.Υ.Α. με περισσότερες από δύο στασεις είναι :

- Ένας ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός με δυνατότητα μέτρησης μήκους και χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (Reflectorless).
- Δύο συστήματα γωνιομετρικού στόχου (στόχος, αντάπτορας τριχογλίου, τρικόγλιο), ή ανακλαστήρα (ανακλαστήρας, αντάπτορας τριχογλίου, τρικόγλιο) (φωτ. 2.1).
- Τρεις τρίποδες.

Για την εφαρμογή της ΤΡ.Υ.Α. με μία μόνο στάση απαιτείται μόνο ο γεωδαιτικός σταθμός και ένας τρίποδας.



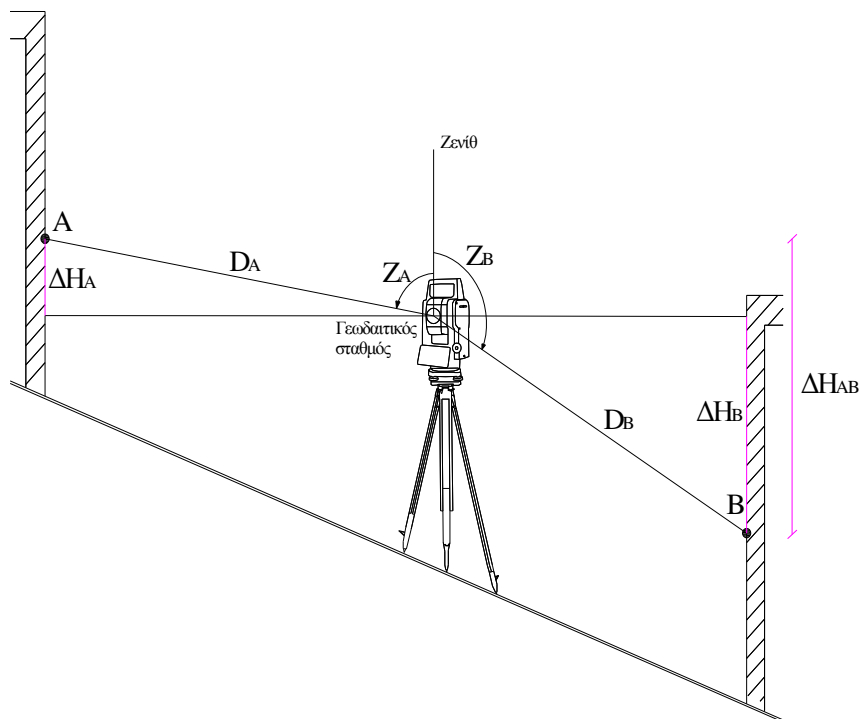
ανακλαστήρας

αντάπτορας τρικοχλίου

τρικόχλιο

Φωτογραφία 2.1 Το σύστημα γωνιομετρικού στόχου με ανακλαστήρα

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η διαδικασία μετρήσεων που ακολουθείται. Στο σχήμα 2.1 φαίνεται η μοναδιαία διαδικασία της μεθόδου μεταξύ δύο σημείων A και B.



Σχήμα 2.1: Σχηματική παράσταση της μοναδιαίας διαδικασίας της ΤΡ.Υ.Α.

Τα σημεία A και B βρίσκονται σε κοντινή απόσταση τέτοια ώστε να είναι δυνατή η σκόπευσή τους από μία στάση οργάνου όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο σημείων δίνεται από τη σχέση :

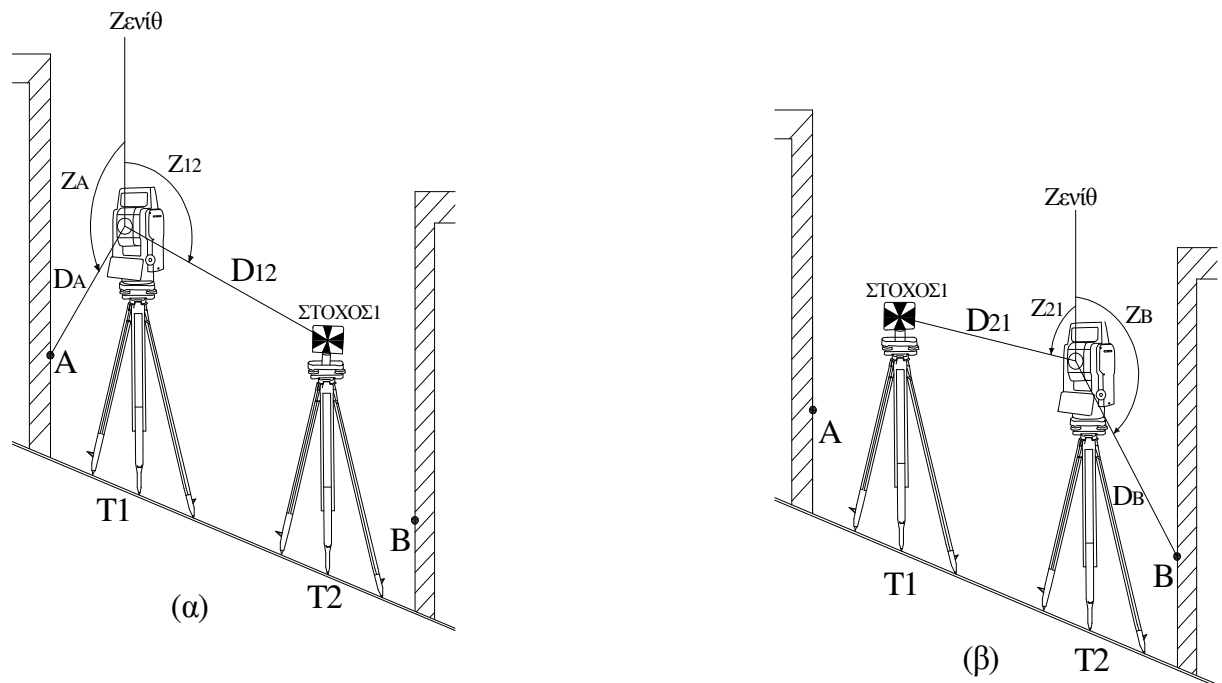
$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A \quad (2.1)$$

όπου:

$$\Delta H_A = \cos z_A D_A + (1 - \kappa) \frac{D_A^2}{2R} \sin^2 z_A \quad (2.2)$$

$$\Delta H_B = \cos z_B D_B + (1 - \kappa) \frac{D_B^2}{2R} \sin^2 z_B \quad (2.3)$$

Στη περίπτωση που απαιτούνται δύο στάσεις οργάνου για να υπολογιστεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο σημείων η διαδικασία που ακολουθείται φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 2.2 Σχηματική παράσταση της TP.Y.A. με δύο ενδιάμεσες στάσεις

- Κοντά στο σημείο A και συνήθως σε απόσταση μέχρι 30m τοποθετείται ο τρίποδας \$T_1\$ με τρικόχλιο και το όργανο. Στη συνέχεια γίνεται απευθείας σκόπευση πάνω στο σημείο A και γίνονται μετρήσεις

κεκλιμένης απόστασης και κατακόρυφης γωνίας σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου.

- Κοντά στο σημείο B και πάλι σε απόσταση μέχρι 30m τοποθετείται ο τρίποδας T_2 με τρικόχλιο και στόχο και γίνονται μετρήσεις της κεκλιμένης απόστασης και κατακόρυφης γωνίας από τον τρίποδα T_1 στον τρίποδα T_2 σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου.

- Στη συνέχεια, το όργανο αλλάζει αμοιβαία θέση με το στόχο (χωρίς να μετακινηθούν τα τρικόχλια και οι τρίποδες) και γίνονται μετρήσεις της κεκλιμένης απόστασης και της κατακόρυφης γωνίας από T_2 προς το T_1 σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου.

- Τέλος, από το T_2 γίνονται μετρήσεις της κατακόρυφης γωνίας και της κεκλιμένης απόστασης απευθείας πάνω στο σημείο B σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου.

Έτσι, έχει ολοκληρωθεί μια πλήρης σειρά μετρήσεων σε μετάβαση και επιστροφή και η υψομετρική διαφορά ΔH_{AB} υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A + \frac{\Delta H_{12} - \Delta H_{21}}{2} \quad (2.4)$$

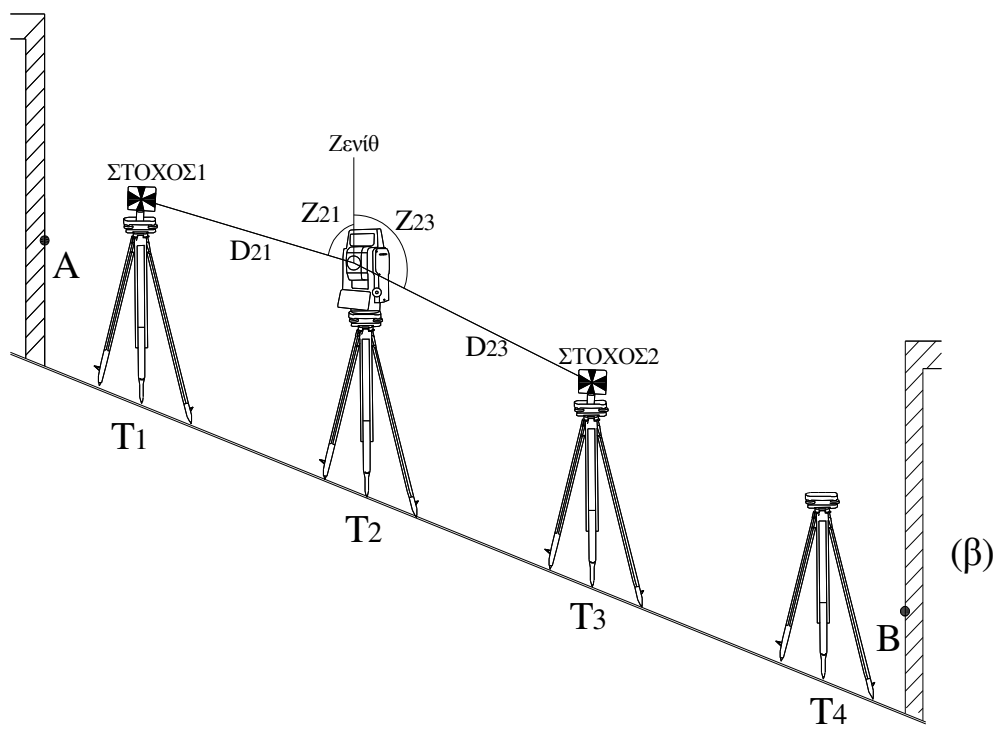
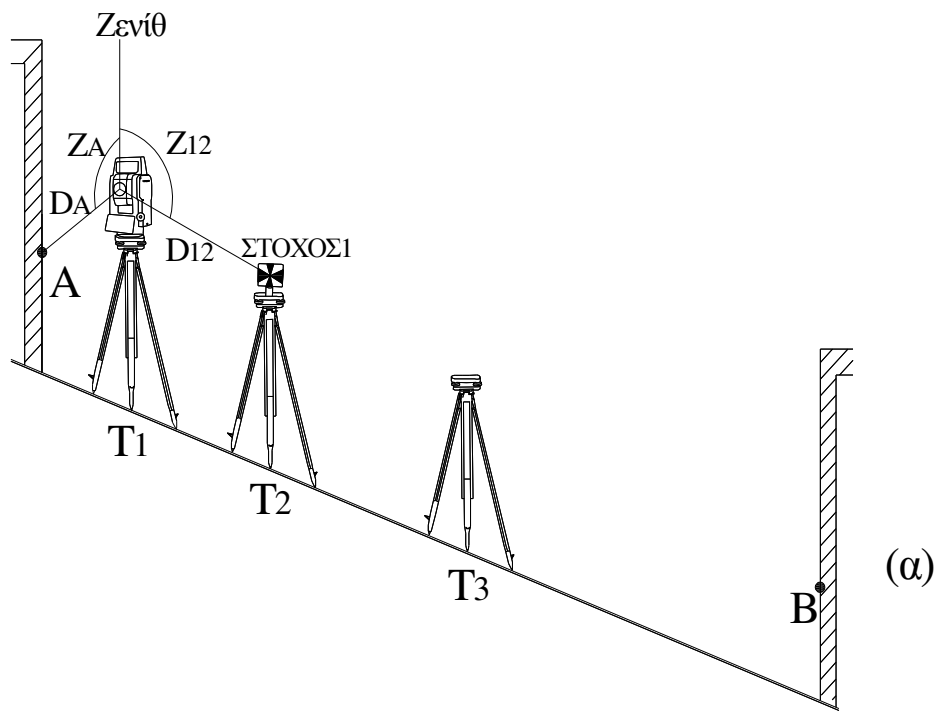
όπου :

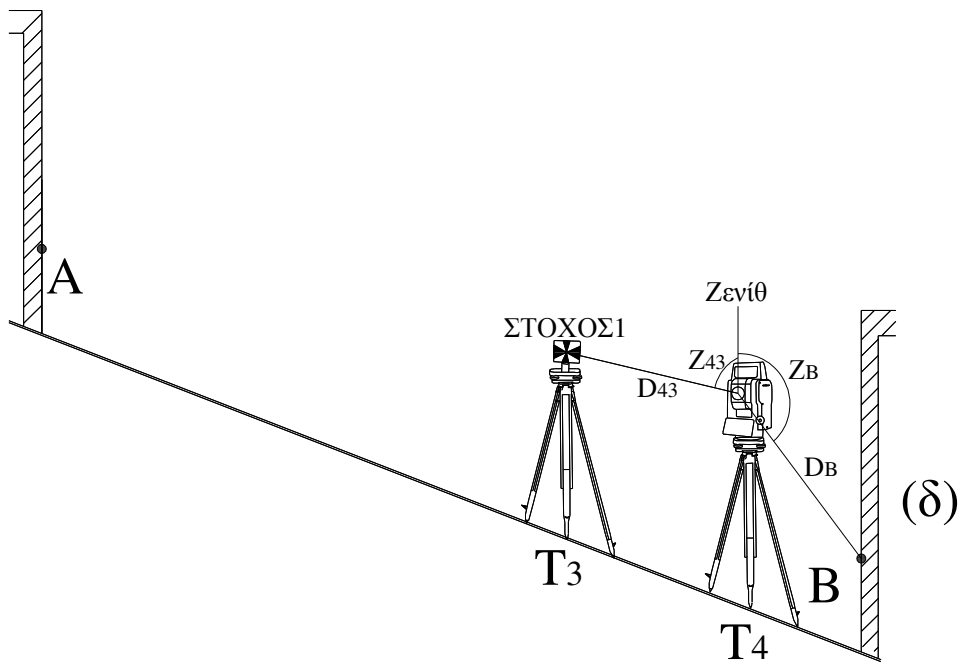
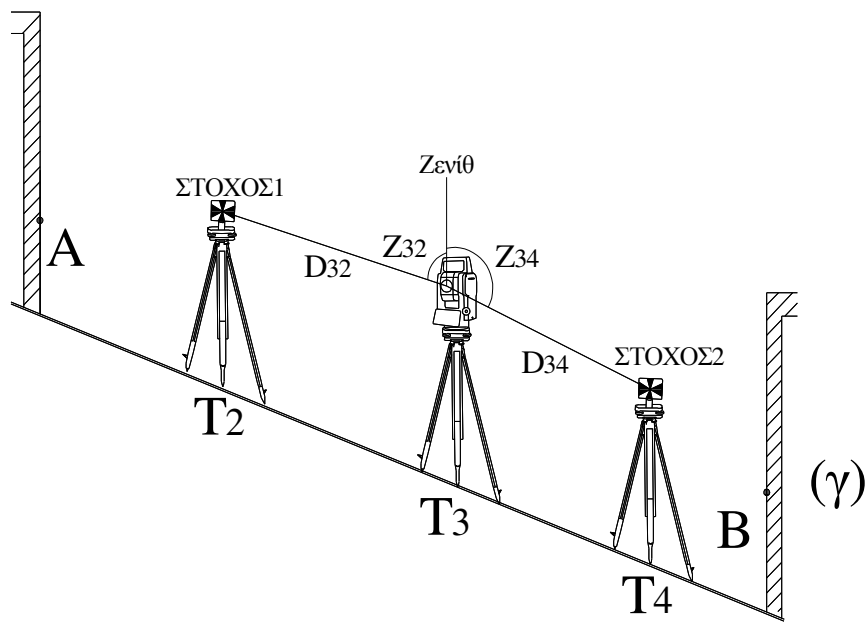
$$\Delta H_{12} = \cos z_{12} D_{12} + (1 - \kappa) \frac{D_{12}^2}{2R} \sin^2 z_{12} \quad (2.5)$$

$$\Delta H_{21} = \cos z_{21} D_{21} + (1 - \kappa) \frac{D_{21}^2}{2R} \sin^2 z_{21} \quad (2.6)$$

ενώ οι υψομετρικές διαφορές ΔH_A και ΔH_B είναι ίσες με $\Delta H_A = D_A \cdot \cos z_A$ και $\Delta H_B = D_B \cdot \cos z_B$

Στην περίπτωση που η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σημείων δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί μόνο με δύο στάσεις κοντά στις υψομετρικές αφετηρίες εφαρμόζεται η μέθοδος των τριών τριπόδων όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3 που ακολουθεί :





Σχήμα 2.3 : Σχηματική παράσταση της ΤΡ.Υ.Α. με περισσότερες από δύο στάσεις

Η τελική υψομετρική διαφορά υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\Delta H_{AB} = \Delta H_B - \Delta H_A + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} \quad (2.7)$$

2.3 Εφαρμογές

Η ΤΡ.Υ.Α. μπορεί να εφαρμοσθεί για τον προσδιορισμό ορθομετρικών υψομετρικών διαφορών με ακρίβεια αντίστοιχη της γεωμετρικής χωροστάθμησης. Μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις όπου είναι δύσκολο ή αδύνατο να εφαρμοσθεί η γεωμετρική χωροστάθμηση όπως :

- όταν υπάρχει μεγάλη υψομετρική διαφορά μεταξύ των σημείων και έντονες κλίσεις
- σε κεκλιμένες στοές
- όταν υπάρχει δυσκολία προσπέλασης μεταξύ των δύο σημείων Α και Β σε μαλακά εδάφη κ.λ.π.
- μεταξύ απρόσιτων ή προσιτών σημείων
- σε μεγάλες ή μικρές αποστάσεις
- μεταξύ σημείων που τα χωρίζει κάποιο φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο (π.χ. θάλασσα, ποτάμι, δρόμοι, κατασκευές)
- μεταξύ σημείων ενός τριγωνομετρικού δικτύου
- μεταξύ προσημασμένων σημείων σε τεχνικά έργα ή φυσικές κατασκευές.

2.4 Ανάλυση ακρίβειας

- Αρχικά θα πρέπει να γίνει ανάλυση της ακρίβειας των σκοπεύσεων στο αρχικό και τελικό σημείο. Αν το αρχικό σημείο είναι το Α και το σημείο που βρίσκεται ο τρίποδας με το όργανο είναι το 1 τότε η υψομετρική διαφορά δίνεται από τον τύπο :

$$\Delta H_{A,1} = D_{1A} \cos z_{1A} \quad (2.8)$$

όπου:

$\Delta H_{A,1}$ = η ζητούμενη υψομετρική διαφορά

D_{1A} = το κεκλιμένο μήκος ανάμεσα στο σημείο 1 και το σημείο A

z_{1A} = η κατακόρυφη γωνία μεταξύ του σημείου 1 και A

Όπως φαίνεται από την σχέση 2.8 η ακρίβεια προσδιορισμού της συγκεκριμένης υψομετρικής διαφοράς εξαρτάται από την ακρίβεια μέτρησης :

- της κεκλιμένης απόστασης
- της κατακόρυφης γωνίας.

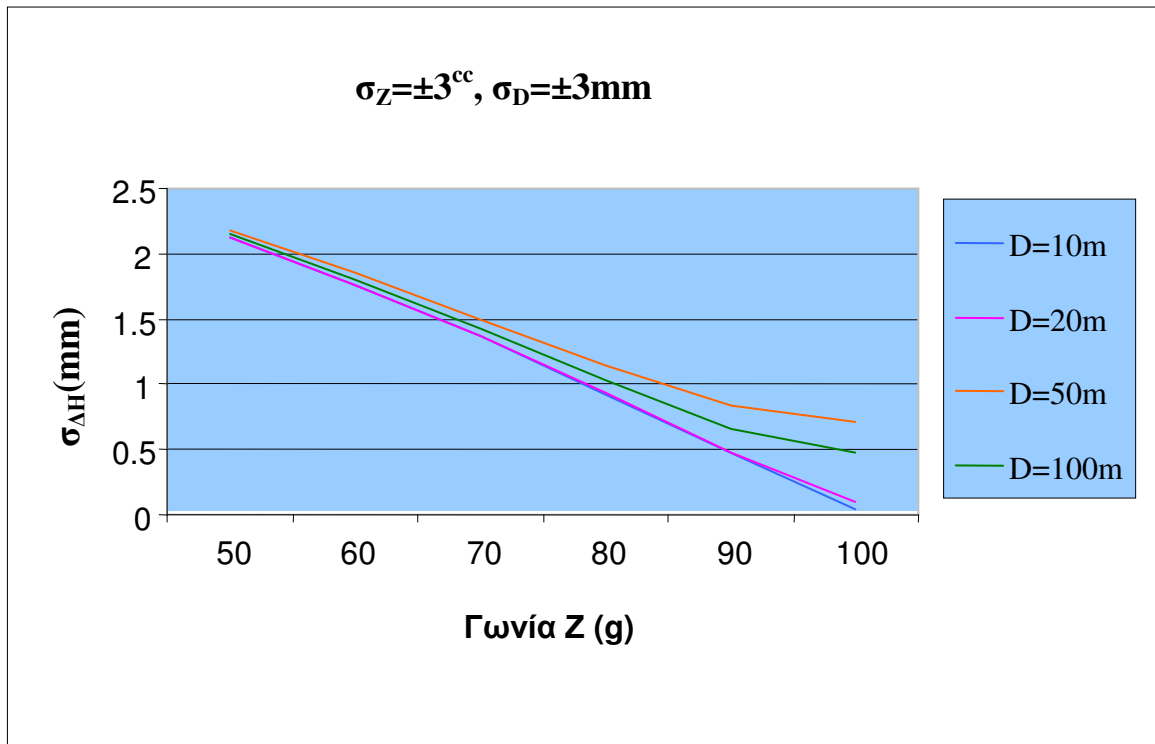
Σήμερα, η μέτρηση του μήκους με Reflectorless όργανα για τέτοιες αποστάσεις είναι της τάξης των $\pm 3\text{mm}$.

Η επίδραση της καμπυλότητας της γης και της ατμοσφαιρικής διάθλασης θεωρείται μηδενική διότι η σκόπευση στο αρχικό σημείο συνήθως γίνεται από κοντινή απόσταση (στα 20 με 30 μέτρα).

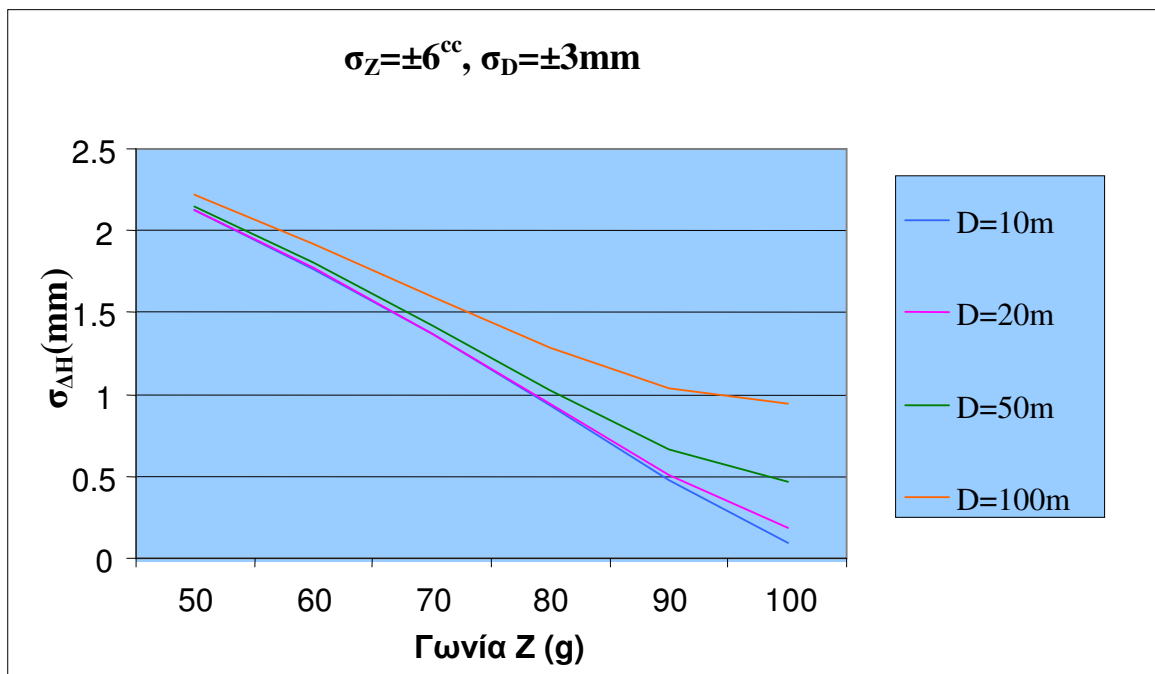
Για να γίνει μια α priori ανάλυση των ακριβειών εφαρμόζουμε το νόμο μετάδοσης μεταβλητοτήτων στη σχέση 2.8 θεωρώντας στατιστικώς ανεξάρτητα τα μεγέθη που εμφανίζονται στη σχέση αυτή. Έτσι προκύπτει η παρακάτω σχέση που μας δίνει το $\sigma_{\Delta H_{A,1}}$:

$$\sigma_{\Delta H_{A,1}} = \pm \sqrt{\sigma_D^2 \cos^2 z_{1A} + \sigma_z^2 D_{1A}^2 \sin^2 z} \quad (2.9)$$

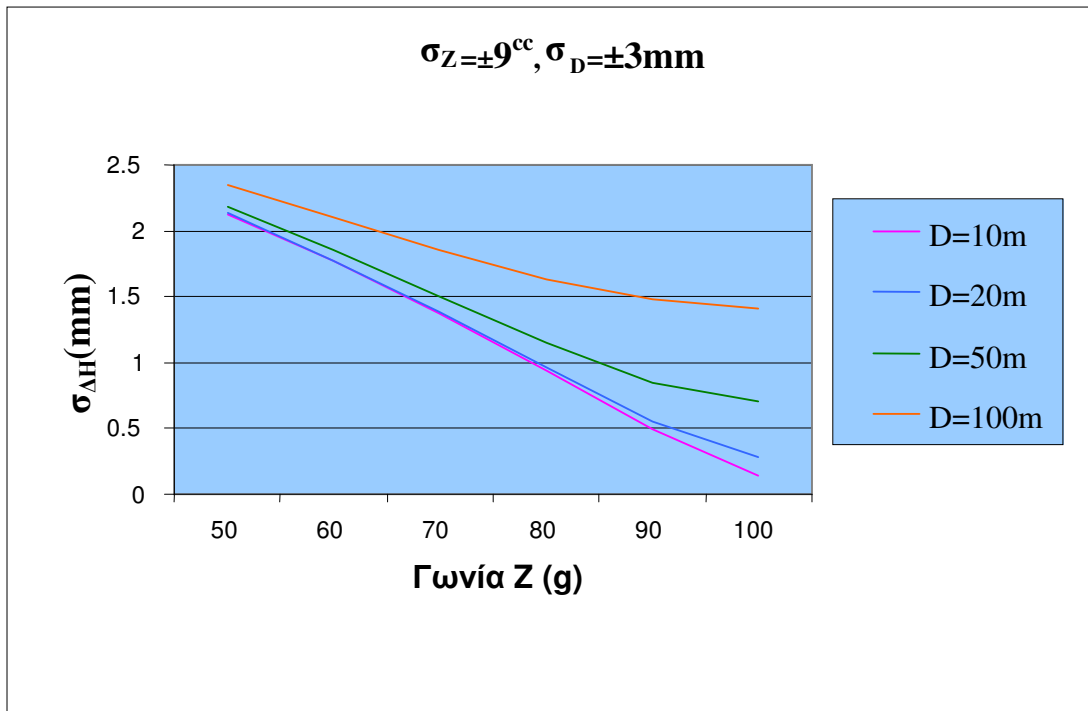
Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται πως επηρεάζεται η υψομετρική διαφορά συναρτήσεως των σφαλμάτων της κατακόρυφης γωνίας και του κεκλιμένου μήκους και των διαφόρων τιμών που μπορούν να πάρουν τα μετρούμενα μεγέθη.



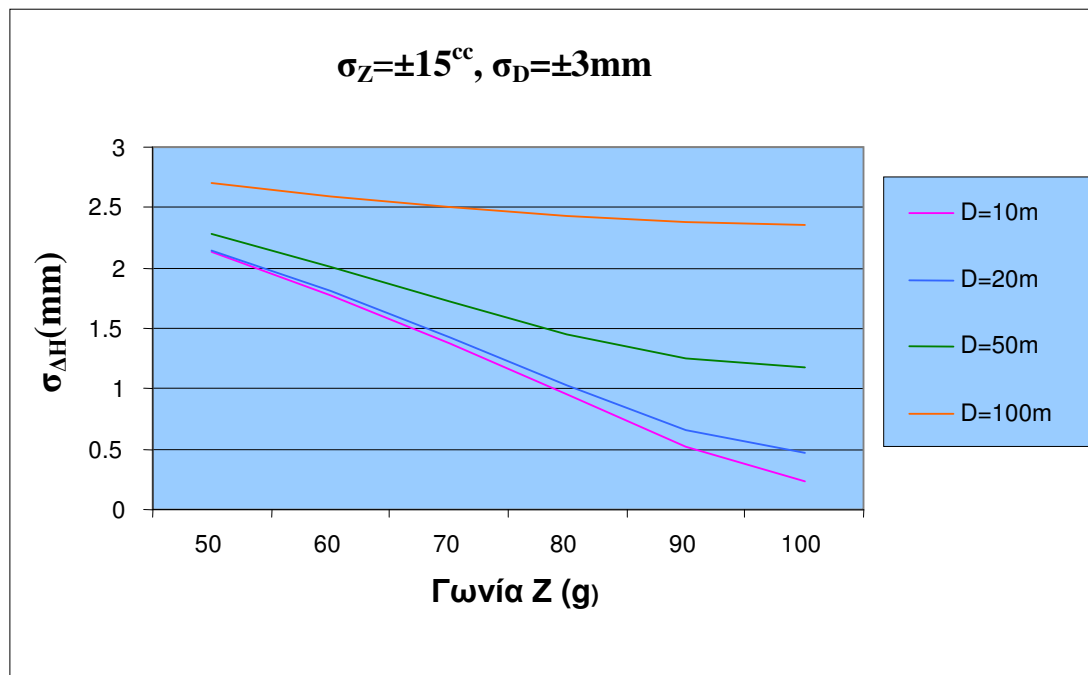
Σχήμα 2.4: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3^{\text{cc}}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$



Σχήμα 2.5: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 6^{\text{cc}}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$



Σχήμα 2.6: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 9^{cc}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3mm$



Σχήμα 2.7: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με την απόσταση για σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 15^{cc}$ και σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3mm$

Για να είναι η αβεβαιότητα σκόπευσης στο αρχικό σημείο μικρή (κάτω από $\pm 1\text{mm}$) θα πρέπει το όργανο να απέχει από το αρχικό σημείο περί τα 20m όπως φαίνεται από τα παραπάνω σχήματα.

Αν οι απαιτήσεις σε ακρίβεια δεν είναι μεγάλες η απόσταση αυτή μπορεί να μεγαλώσει και να φτάσει και τα 100m. Για μεγαλύτερες αποστάσεις θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η επίδραση της ατμοσφαιρικής διάθλασης και η καμπυλότητα της γης. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι και για την υψομετρική διαφορά στο τελικό σημείο ΔH_B (σχέση 2.1) ισχύουν τα ίδια όπως και για την ΔH_A .

- Όσον αφορά τις ενδιάμεσες υψομετρικές διαφορές, αν υποθετεί ότι το όργανο θα τοποθετηθεί αρχικά στο σημείο 1 και μετά στο σημείο 2, οι τιμές τους θα προκύπτουν από τη σχέση :

$$\Delta H_{12} = \frac{\Delta H_{12} - \Delta H_{21}}{2} \quad (2.10)$$

Αν στη σχέση 2.10 εφαρμοστεί ο νόμος μετάδοσης σφαλμάτων και θεωρώντας ότι $\sigma_{\Delta H_{12}} = \sigma_{\Delta H_{21}} = \sigma_{\Delta H}$ θα προκύψει το a priori σφάλμα $\sigma_{\Delta H_{12}}$:

$$\sigma_{\Delta H_{12}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sigma_{\Delta H} = \frac{\sigma_{\Delta H}}{\sqrt{2}} \quad (2.11)$$

Στις ενδιάμεσες υψομετρικές διαφορές οι σκοπεύσεις ανάμεσα στα σημεία δεν γίνονται σε μικρές αποστάσεις όπως στην αρχική και τελική υψομετρική διαφορά αλλά σε αποστάσεις που εξαρτώνται από το βεληνεκές του οργάνου που μπορεί να είναι μέχρι και τα 1500m χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να μελετηθεί η επίδραση της καμπυλότητας της γης και τη ατμοσφαιρικής διάθλασης. Η πλήρης σχέση από την οποία υπολογίζονται οι ενδιάμεσες υψομετρικές διαφορές, θεωρώντας ότι $D_{12}=D_{21}=D$ είναι :

$$\Delta H_{12} = \frac{1}{2} \left[D (\cos z_{12} - \cos z_{21}) + (\kappa_{21} - \kappa_{12}) \frac{D^2 (\sin^2 z_{21} - \sin^2 z_{12})}{2R} \right] \quad (2$$

.12)

Από την σχέση 2.12 προκύπτει ότι επειδή η κάθε επιμέρους υψομετρική διαφορά ΔH_{ij} υπολογίζεται ως μέσος όρος μεταξύ μετάβασης και επιστροφής, η υψομετρική αυτή διαφορά είναι απαλλαγμένη από την επίδραση της καμπυλότητας της γης και εξαρτάται όχι από την απόλυτη τιμή των συντελεστών διάθλασης αλλά από την διαφορά των τιμών τους

$\delta\kappa = (\kappa_{ij} - \kappa_{ji})$, που εφόσον η εναλλαγή οργάνου και στόχου γίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα, μπορεί να θεωρηθεί μηδενική.

2.4.1 Επίδραση της αβεβαιότητας μέτρησης του κεκλιμένου μήκους D

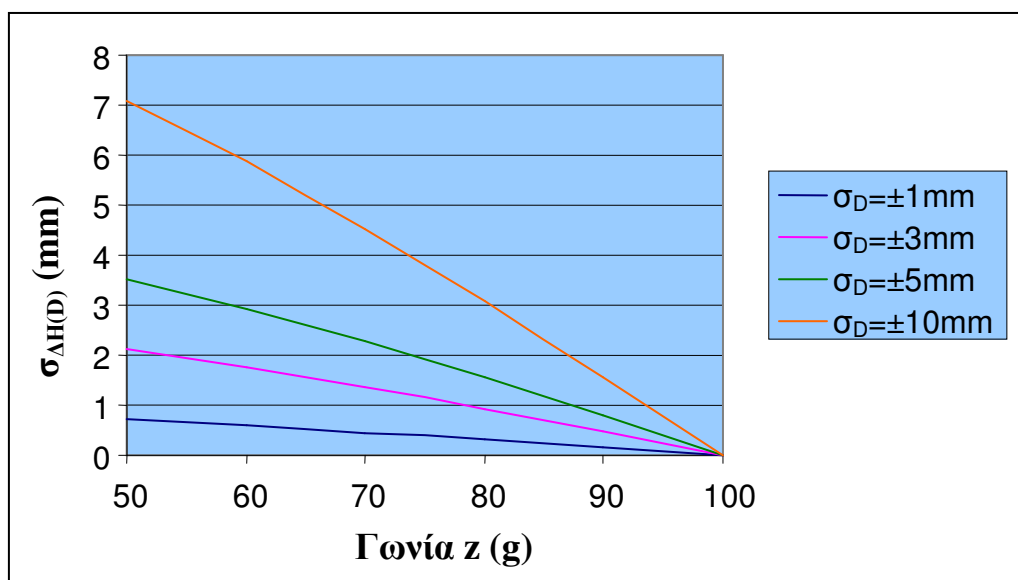
Το σφάλμα προσδιορισμού της υψομετρικής διαφοράς, λόγω της αβεβαιότητας του μετρούμενου μήκους D, προκύπτει από την εφαρμογή του νόμου μετάδοσης σφαλμάτων σε κάποια από τις σχέσεις 2.2 ή 2.3, δηλαδή :

$$\sigma_{\Delta H(D)} = \pm \sqrt{\cos^2 z \cdot \sigma_D^2 + \left((1-\kappa) \cdot \frac{D}{R} \cdot \sin^2 z \right)^2 \cdot \sigma_D^2} \Rightarrow$$

$$\sigma_{\Delta H(D)} = \pm \sqrt{\cos^2 z + \left((1-\kappa) \cdot \frac{D}{R} \cdot \sin^2 z \right)^2} \cdot \sigma_D \quad (2.13)$$

αλλά επειδή ο παράγοντας $\left((1-\kappa) \cdot \frac{D}{R} \cdot \sin^2 z \right)^2$ είναι πολύ μικρός (της τάξης του 10^{-10} m) προκύπτει :

$$\sigma_{\Delta H(D)} = \cos z \cdot \sigma_D \quad (2.14)$$



Σχήμα 2.8: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης του μήκους και την τιμή της κατακόρυφης γωνίας.

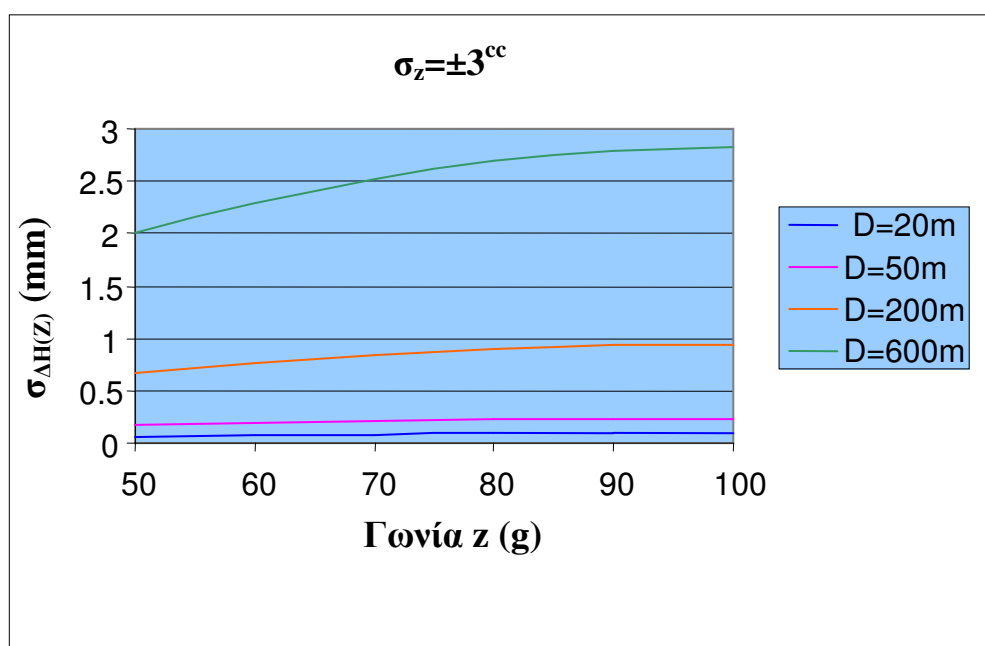
Στο σχήμα 2.8 παρουσιάζεται το σφάλμα στον προσδιορισμό μιας υψομετρικής διαφοράς ως συνάρτηση της αβεβαιότητας μέτρησης του μήκους D για διάφορες τιμές κατακόρυφης γωνίας.

2.4.2 Επίδραση της αβεβαιότητας μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας z

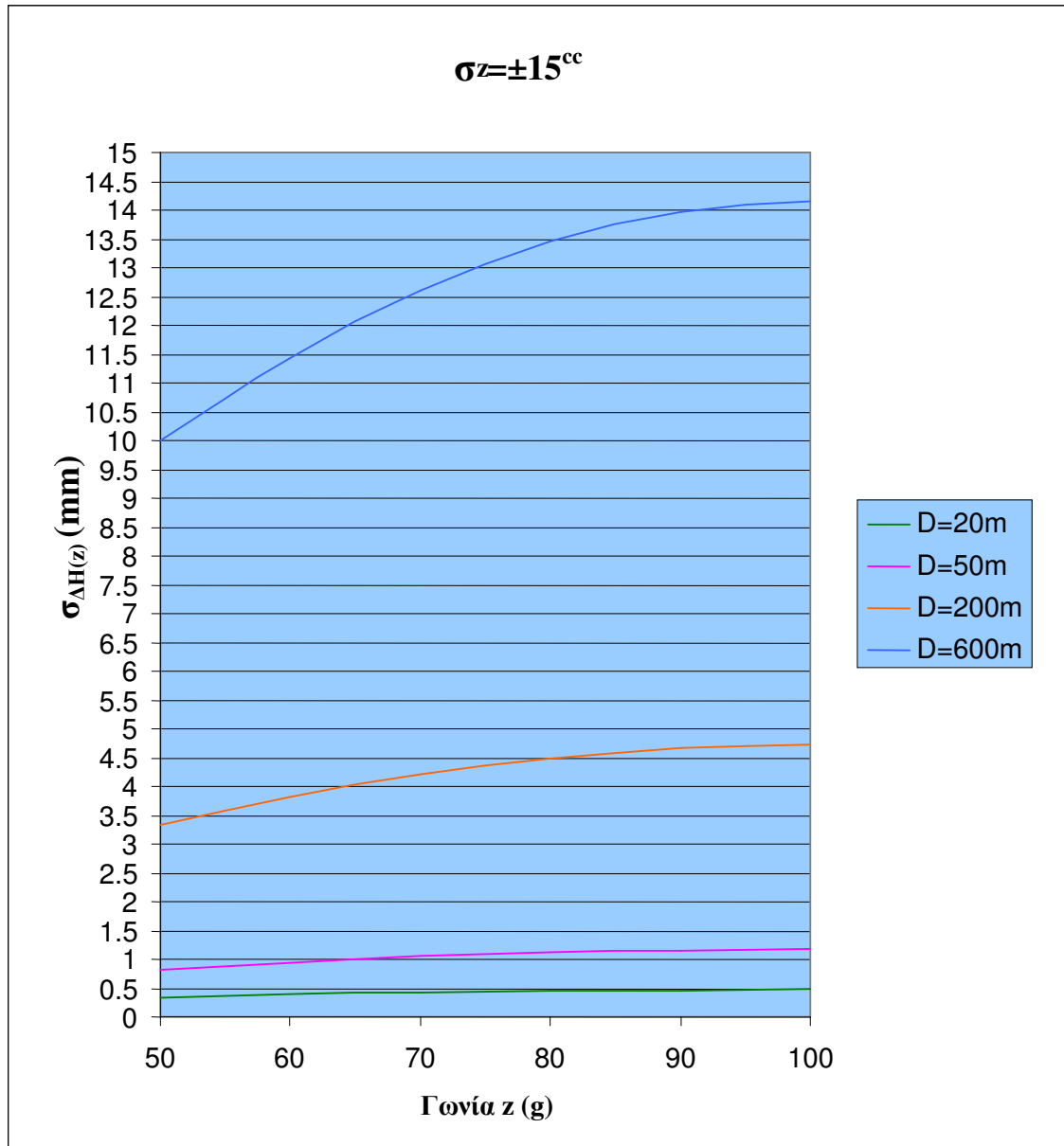
Από την σχέση 2.2 για την επίδραση της κατακόρυφης γωνίας προκύπτει:

$$\begin{aligned} \sigma_{\Delta H(z)} &= \pm \sqrt{(D \cdot \sin z)^2 \cdot \sigma_z^2 + \left((1-\kappa) \cdot \frac{D^2}{2R} \cdot \sin 2z \right)^2 \cdot \sigma_z^2} \\ &= \pm \sqrt{(D \cdot \sin z)^2 + \left((1-\kappa) \frac{D^2}{2R} \cdot \sin 2z \right)^2} \cdot \sigma_z \approx \sigma_{\Delta H(z)} = \pm D \cdot \sin z \cdot \sigma_z \end{aligned} \quad (2.15)$$

Για αποστάσεις ως τα 600m και συνήθης κατακόρυφες γωνίες $95^\circ - 100^\circ$ ο όρος $\left((1-\kappa) \cdot \frac{D^2}{2R} \cdot \sin 2z \right)^2$ είναι της τάξης του $10^{-6}m$ άρα σχεδόν αμελητέος.



Σχήμα 2.9: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας ($\sigma_z = \pm 3''$) και το μήκος.



Σχήμα 2.10: Σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με το σφάλμα μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας ($\sigma_z = \pm 15^{cc}$) και το μήκος.

Το σφάλμα αυτό εξαρτάται από το σφάλμα μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας z (σ_z), από την τιμή της κατακόρυφης γωνίας (z) αλλά και από το μήκος (D) όπως φαίνεται στα σχήματα 2.9 και 2.10

2.4.3 Επίδραση της μεταβολής του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης κ

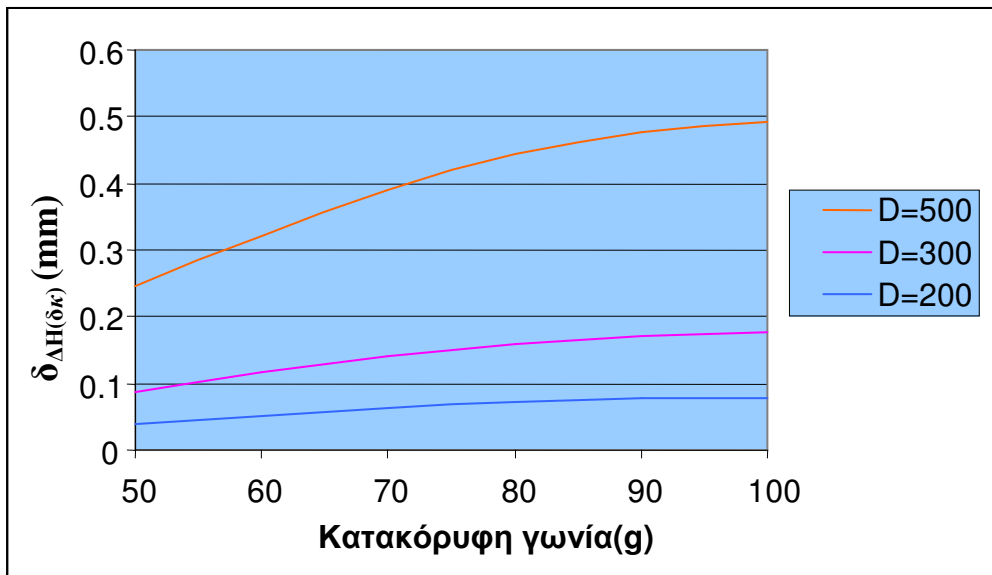
Στις ενδιάμεσες στάσεις η επιμέρους υψομετρική διαφορά προσδιορίζεται ως μέσος όρος μεταξύ μετάβασης και επιστροφής. Οι μετρήσεις σε μετάβαση και επιστροφή είναι ταυτόχρονες οπότε ο συντελεστής κ παραμένει σταθερός με συνέπεια η τελική τιμή της υψομετρικής διαφοράς να είναι απαλλαγμένη από τη διόρθωση λόγω διάθλασης. Αυτό συμβαίνει γιατί ο όρος $-\kappa \cdot \frac{D^2}{2R} \cdot \sin^2 z$ περιλαμβάνεται στον υπολογισμό και των δύο υψομετρικών διαφορών με αντίθετο πρόσημο οπότε εξαιρείται.

Στην περίπτωση όμως που οι μετρήσεις σε μετάβαση και επιστροφή δεν είναι ταυτόχρονες αλλά μεσολαβεί κάποιο χρονικό διάστημα μεταξύ αυτών η προσδιοριζόμενη τιμή της υψομετρικής διαφοράς πρέπει να διορθωθεί με μια ποσότητα που εξαρτάται από τη μεταβολή $\delta\kappa$ του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης.

Στο σχήμα 2.11 που ακολουθεί παρουσιάζεται η διόρθωση στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς ως συνάρτηση της μεταβολής $\delta\kappa$ του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης, του μήκους D και της κατακόρυφης γωνίας z .

$$\delta_{\Delta H(\delta\kappa)} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D^2}{2R} \cdot \sin^2 z \cdot \delta\kappa \right) \quad (2.16)$$

Η διόρθωση αυτή θα μπορούσε να γίνει αν ήταν γνωστό το $\delta\kappa$ κατά την διάρκεια των μετρήσεων μιας στάσης, γεγονός που δεν μπορεί να συμβεί.



Σχήμα 2.11: Διόρθωση στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς λόγω της μεταβολής του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης ($\delta\kappa = \pm 0.05$) κατά τη διάρκεια της μέτρησης σε μετάβαση και επιστροφή.

2.4.4 Επίδραση της καμπυλότητας της γης

Όταν πραγματοποιούνται ενδιάμεσες στάσεις οι επιμέρους υψομετρικές διαφορές προκύπτουν ως μέσος όρος μεταξύ μετάβασης και επιστροφής. Ο όρος της διόρθωσης λόγω καμπυλότητας της γης $\frac{D^2}{2R} \cdot \sin^2 z$ περιλαμβάνεται και στις δύο επιμέρους προσδιοριζόμενες υψομετρικές διαφορές με αντίθετο πρόσημο και εξαιρείται κατά τον υπολογισμό του μέσου όρου. Η τελική υψομετρική διαφορά είναι απαλλαγμένη από την επίδραση της καμπυλότητας της γης.

Τέλος, στις προσδιοριζόμενες υψομετρικές διαφορές το σφάλμα λόγω μεταβολής της διεύθυνσης της κατακόρυφου είναι αμελητέο. Για αποστάσεις έως και 1000m η διόρθωση της κατακόρυφης γωνίας λόγω μεταβολής της απόκλισης της κατακόρυφου είναι περίπου 3^{cc}.

2.5 Συνολική ακρίβεια

Η τελική ακρίβεια με την οποία μπορεί να προσδιοριστεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σημείων A και B με την μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. όταν εφαρμόζεται η μοναδιαία διαδικασία προκύπτει

εφαρμόζοντας το νόμο μετάδοσης των σφαλμάτων στη σχέση 2.1. Η σχέση 2.1 γίνεται :

$$\sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm \sqrt{\sigma_{\Delta H_A}^2 + \sigma_{\Delta H_B}^2} \quad (2.17)$$

Θεωρώντας ότι $\sigma_{\Delta H_A} = \sigma_{\Delta H_B} = \sigma_{\Delta H} \Rightarrow \sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm \sqrt{2\sigma_{\Delta H}^2}$

αν $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$, $\sigma_z = \pm 3^{\text{cc}}$ και για μήκη $D=100\text{m}$ και κατακόρυφες γωνίες 90 grad , τότε $\sigma_{\Delta H} = \pm 0.7\text{mm}$ και επομένως $\sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm 1\text{mm}$.

Για ένα όργανο μικρότερης ακρίβειας, δηλαδή για $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$ και $\sigma_z = \pm 15^{\text{cc}}$ προκύπτει για ίδιο μήκος και κατακόρυφες γωνίες $\sigma_{\Delta H} = \pm 2.4\text{mm}$ και επομένως $\sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm 3.4\text{mm}$.

Για δύο ενδιάμεσες στάσεις οργάνου και θεωρώντας ότι $\sigma_{\Delta H_1} = \sigma_{\Delta H_2}$,

$\sigma_{\Delta H_A} = \sigma_{\Delta H_B} = \sigma_{\Delta H}$ και εφαρμόζοντας το νόμο μετάδοσης σφαλμάτων στη σχέση 2.4 προκύπτει :

$$\sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm \sqrt{2\sigma_{\Delta H}^2 + \frac{1}{2}\sigma_{\Delta H_2}^2} \quad (2.18)$$

Και για n ενδιάμεσες στάσεις προκύπτει η σχέση :

$$\sigma_{\Delta H_{AB}} = \pm \sqrt{2\sigma_{\Delta H}^2 + \frac{n-1}{2}\sigma_{\Delta H_2}^2} \quad (2.19)$$

Αν θεωρηθεί ότι οι αρχικές και τελικές σκοπεύσεις στα δύο σημεία γίνονται από απόσταση 20 m και οι κατακόρυφες γωνίες είναι 90 grad τότε για όργανο ακρίβειας $\pm 3^{\text{cc}}$ στις γωνίες και $\pm 3\text{mm}$ στα μήκη προκύπτει :

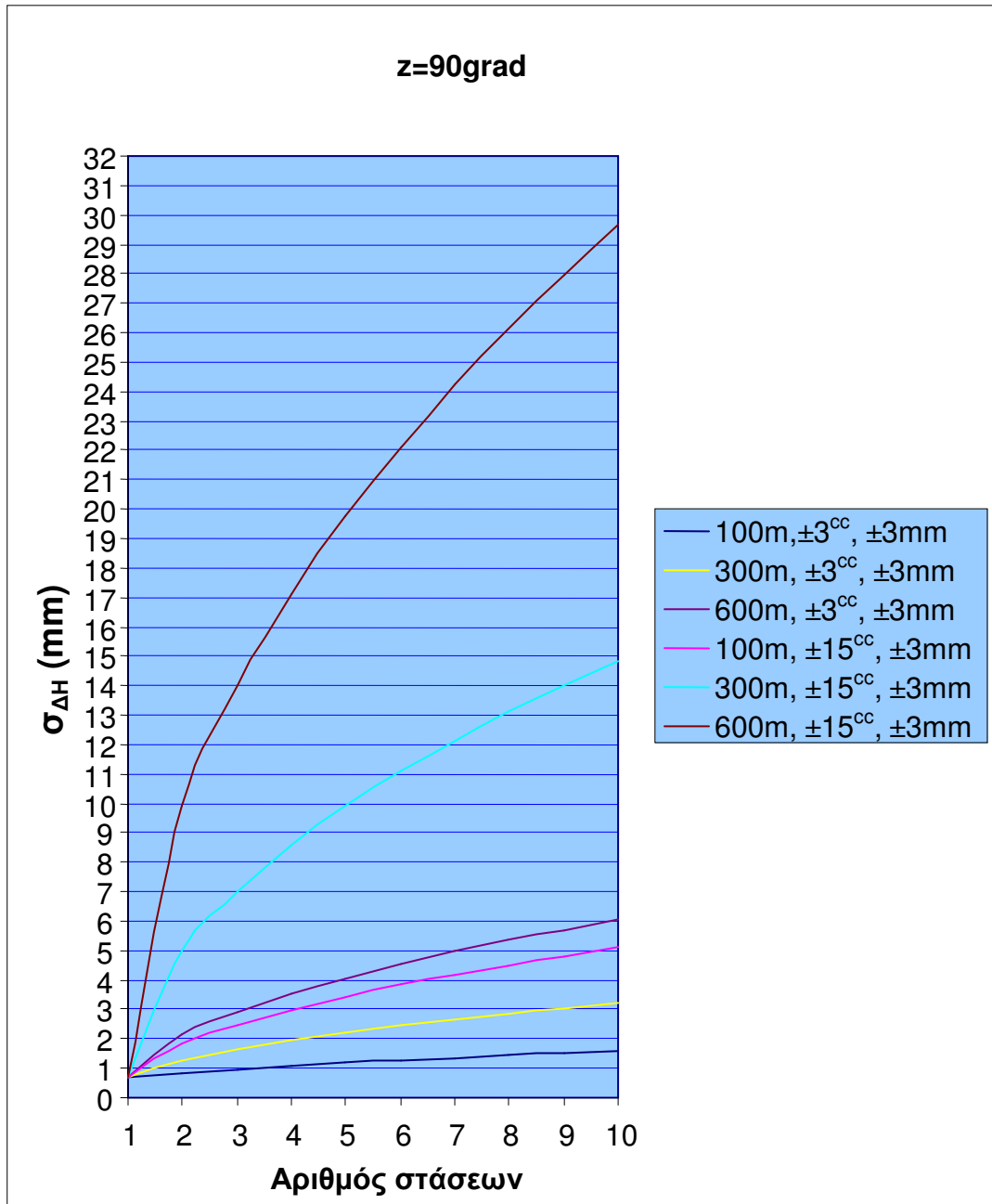
- για $n = 2$ και απόσταση μεταξύ των ενδιάμεσων στάσεων $D = 150\text{m}$ η ακρίβεια της υψομετρικής διαφοράς $\pm 0.9\text{mm}$ ενώ για $n = 4$, $\pm 1.25\text{mm}$
- για $n = 2$ και απόσταση $D = 300\text{m}$ η ακρίβεια της υψομετρικής διαφοράς προκύπτει $\pm 1.3\text{mm}$ ενώ για $n = 4$, $\pm 2\text{mm}$

Για όργανο ακρίβειας $\pm 15^{\text{cc}}$ στις γωνίες και $\pm 3\text{mm}$ στα μήκη προκύπτει :

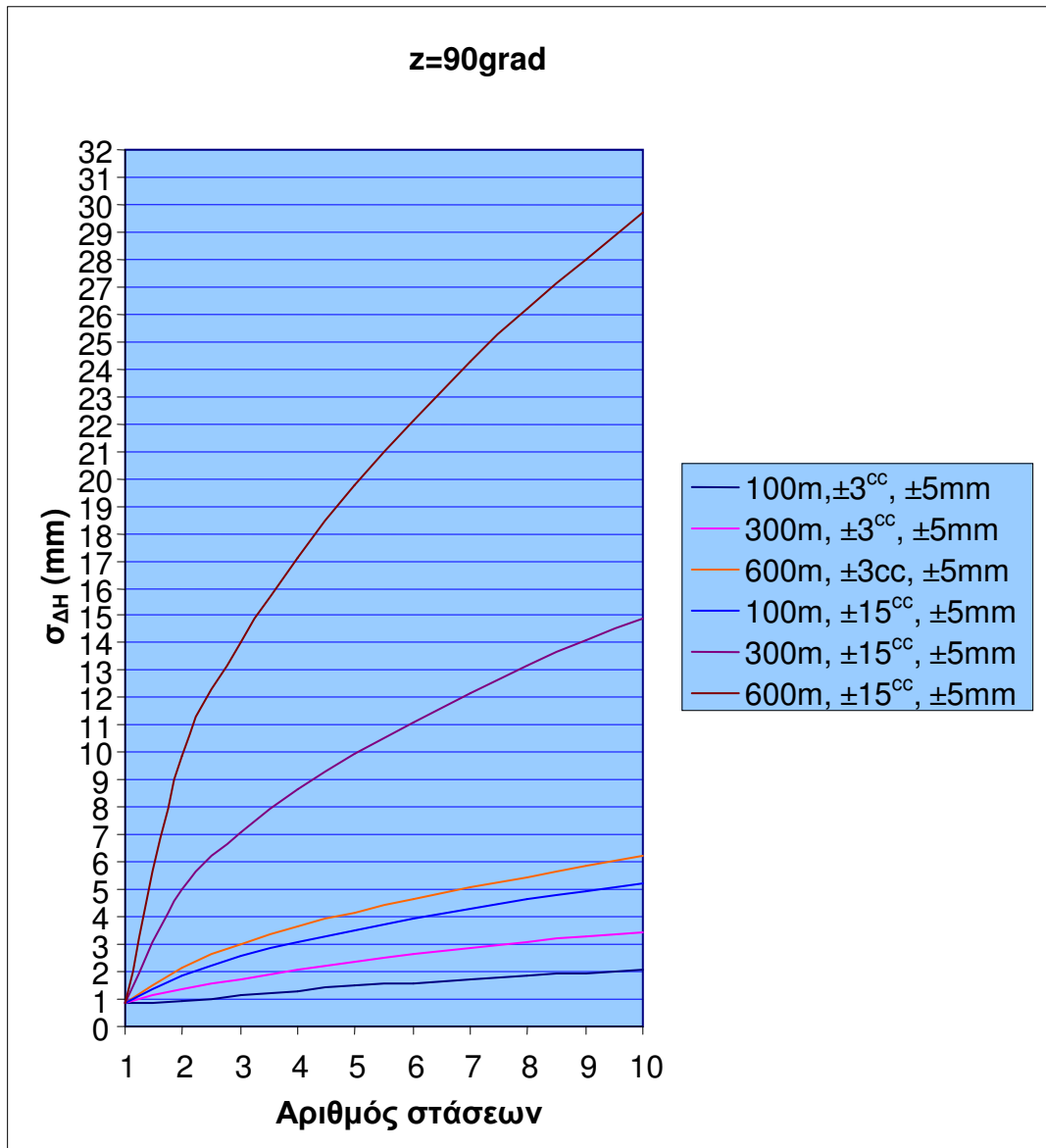
- για $n = 2$ και απόσταση μεταξύ των ενδιάμεσων στάσεων $D = 150\text{m}$ η ακρίβεια της υψομετρικής διαφοράς $\pm 2.6\text{mm}$ ενώ για $n = 4$, $\pm 4.5\text{mm}$
- για $n = 2$ και απόσταση $D = 300\text{m}$ η ακρίβεια της υψομετρικής διαφοράς προκύπτει $\pm 5\text{mm}$ ενώ για $n = 4$, $\pm 9\text{mm}$.

Στα σχήματα 2.12 και 2.13 που ακολουθούν παρουσιάζεται το σφάλμα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τον αριθμό των στάσεων και για διάφορες αποστάσεις μέτρησης από 100 έως 600 μέτρα. Τα όργανα που εξετάζονται είναι ακρίβειας $\pm 3^{\text{cc}}$ και $\pm 15^{\text{cc}}$ για τις γωνίες και $\pm 3\text{mm}$, $\pm 5\text{mm}$ για τα μήκη.

Όπως φαίνεται και στα διαγράμματα, σημαντικό ρόλο παίζει η ακρίβεια μέτρησης της κατακόρυφης γωνίας αλλά και το μέγεθος της απόστασης μεταξύ των ενδιάμεσων στάσεων του οργάνου και όχι η ακρίβεια μέτρησης της απόστασης.



Σχήμα 2.12 : Σφάλμα υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τον αριθμό των στάσεων με σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3^{cc}$ και $\pm 15^{cc}$, σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 3mm$ και τιμή κατακόρυφης γωνίας $z = 90grad$



Σχήμα 2.13 : Σφάλμα υψομετρικής διαφοράς σε συνάρτηση με τον αριθμό των στάσεων με σφάλμα κατακόρυφης γωνίας $\sigma_z = \pm 3^{cc}$ και $\pm 15^{cc}$, σφάλμα μήκους $\sigma_D = \pm 5mm$ και τιμή κατακόρυφης γωνίας $z = 90grad$

2.6 Η επίδραση της διαφοράς του κατασκευαστικού ύψους μεταξύ του γεωδαιτικού σταθμού και του στόχου

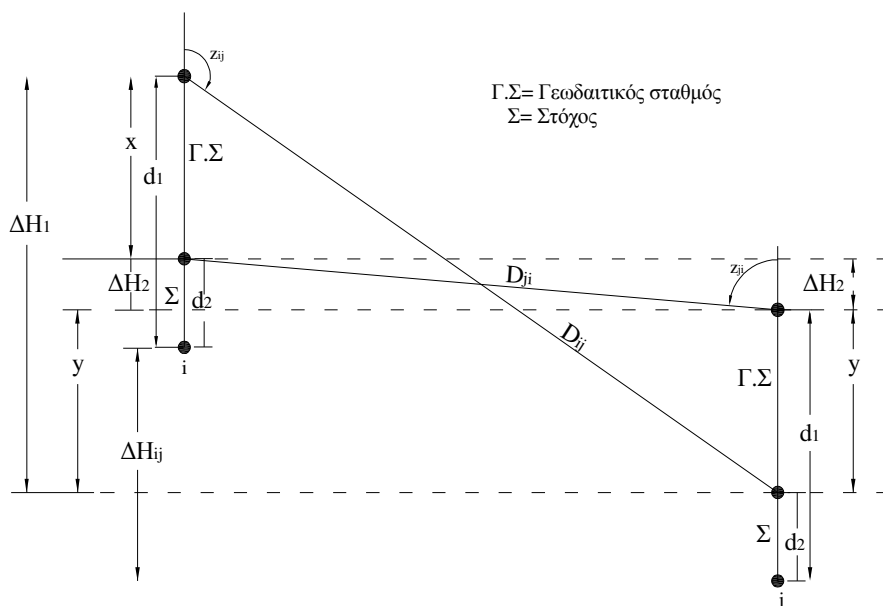
Αναφέρθηκε στα προηγούμενα ότι το ύψος οργάνου και το ύψος στόχου δεν υπεισέρχονται στην τελική σχέση που μας δίνει την υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο σημεία με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. και αυτό επειδή οι επιμέρους υψομετρικές διαφορές ΔH_{ij} που υπολογίζονται, αναφέρονται μεταξύ του κέντρου του γεωδαιτικού σταθμού (σημείο τομής των αξόνων ΠΠ, ΔΔ, ΣΣ) και του κέντρου του γωνιομετρικού στόχου αντίστοιχα. Είναι δε ίσες με τις αντίστοιχες μεταξύ των επιφανειών έδρασης των οργάνων στα τρικόχλια εφ' όσον όργανο και στόχοι ανήκουν στην ίδια κατασκευάστρια εταιρεία.

Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο οι τρίποδες να παραμένουν αυστηρά ακίνητοι κατά τη διαδικασία εναλλαγής οργάνου-στόχου.

Αν όμως σε κάποια περίπτωση δεν χρησιμοποιηθούν στόχοι που να έχουν το ίδιο κατασκευαστικό ύψος με το όργανο αυτό πώς επηρεάζει την υψομετρική διαφορά που υπολογίζεται;

Αν θεωρηθεί ότι υπολογίζεται μια ενδιάμεση υψομετρική διαφορά από το σημείο i στο σημείο j και το κατασκευαστικό ύψος d_1 του γεωδαιτικού σταθμού και d_2 του γωνιομετρικού στόχου, δηλαδή η απόσταση του κέντρου τους από την επιφάνεια έδρασής τους στο τρικόχλιο, είναι ίσα ($d_1 = d_2$), τότε το άθροισμα της κατακόρυφης γωνίας από το i στο j (z_{ij}) και της κατακόρυφης γωνίας από το j στο i (z_{ji}) θα είναι 200 grad (θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν σφάλματα λόγω καμπυλότητας και διάθλασης). Άρα οι τιμές των συνημιτόνων των γωνιών z_{ij} και z_{ji} θα είναι ίσες κατά απόλυτη τιμή και αφού και οι κεκλιμένες αποστάσεις D_{ij} και D_{ji} είναι ίσες οι υψομετρικές διαφορές που υπολογίζονται σε μετάβαση (ΔH_{ij}) και επιστροφή (ΔH_{ji}) θα είναι ίδιες κατά απόλυτη τιμή ($\Delta H_{ij} = \Delta H_{ji} = D_{ij} \cos z_{ij}$). Όταν όμως τα κατασκευαστικά ύψη διαφέρουν δηλαδή $d_1 \neq d_2$ οι κατακόρυφες γωνίες z_{ij} και z_{ji} δεν είναι παραπλήρωματικές και οι τιμές των συνημιτόνων τους θα διαφέρουν με αποτέλεσμα να διαφέρουν και οι τιμές των υψομετρικών διαφορών σε μετάβαση και επιστροφή. Η διαφορά τους προκύπτει από τη σχέση 2.20 (σχήμα 2.14):

$$|\Delta H_1| - |\Delta H_2| = x + y = (d_1 - d_2) + (d_1 - d_2) = 2 \cdot (d_1 - d_2) \quad (2.20)$$



Σχήμα 2.14: Η επίδραση του διαφορετικού κατασκευαστικού ύψους μεταξύ γεωδαιτικού σταθμού και γωνιομετρικού στόχου στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς

Η διαφορά των δύο απόλυτων τιμών των επιμέρους υψομετρικών διαφορών είναι ίση με το διπλάσιο της διαφοράς μεταξύ του κατασκευαστικού ύψους του γεωδαιτικού σταθμού d_1 και του στόχου d_2 . Κατά τον υπολογισμό της τελικής υψομετρικής διαφοράς, η οποία προκύπτει ως μέσος όρος των δύο τιμών μετάβασης και επιστροφής, η διαφορά αυτή εξαλείφεται (σχέση 2.21).

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{ij} &= \frac{\Delta H_1 - \Delta H_2}{2} = \frac{\Delta H_{ij(\text{μετάβαση})} - \Delta H_{ji(\text{επιστροφή})}}{2} = \\
 &= \frac{(\cos z_{ij} \cdot D_{ij} + d_1 - d_2) - (\cos z_{ji} \cdot D_{ji} + d_1 - d_2)}{2} \quad (2.21) \\
 &= \frac{\cos z_{ij} \cdot D_{ij} - \cos z_{ji} \cdot D_{ji}}{2}
 \end{aligned}$$

Επομένως, αν το κατασκευαστικό ύψος οργάνου είναι ίσο με το κατασκευαστικό ύψος του στόχου οι επιμέρους υψομετρικές διαφορές σε μετάβαση και επιστροφή θα πρέπει να είναι ίσες κατά απόλυτη τιμή. Επίσης, σε αυτή τη περίπτωση, το άθροισμα των κατακόρυφων γωνιών σε μετάβαση και επιστροφή πρέπει να είναι περίπου ίσο με 200 grad. Αν τα κατασκευαστικά ύψη οργάνου και στόχου διαφέρουν, η διαφορά των δύο επιμέρους υψομετρικών διαφορών σε μετάβαση και επιστροφή θα είναι

ίση με το διπλάσιο της διαφοράς μεταξύ του κατασκευαστικού ύψους του οργάνου και του στόχου.

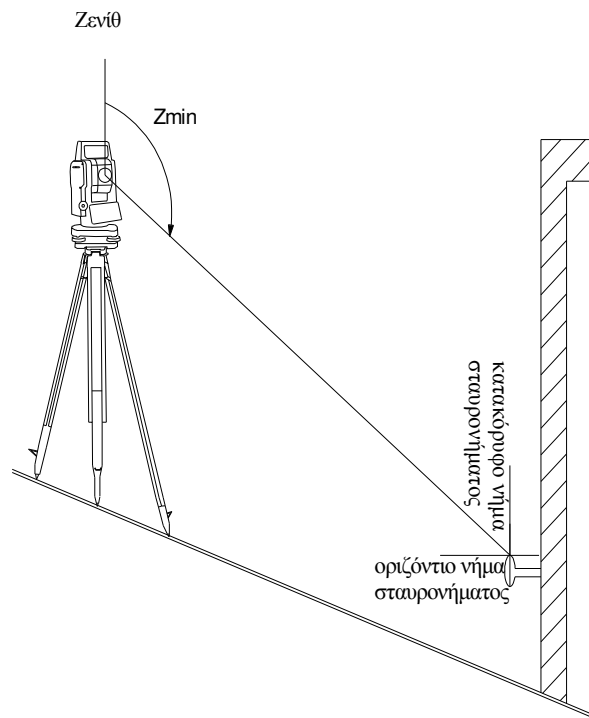
Η σύγκριση των επιμέρους υψομετρικών διαφορών σε μετάβαση και επιστροφή κατά την εφαρμογή της μεθόδου κρίνεται απαραίτητη επειδή αποτελεί έναν έλεγχο της ορθότητας των μετρήσεων [Ε.Λάμπρου, 2007].

2.7 Σκόπευση σε υψομετρική αφετηρία (Rèpère)

Αν το αρχικό ή τελικό σημείο μεταξύ των οποίων θα υπολογιστεί η υψομετρική διαφορά είναι υψομετρική αφετηρία (Rèpère) τότε απαιτείται ειδική μεθοδολογία για να επιτύχθει σωστή μέτρηση.

Η υλοποίηση των υψομετρικών αφετηριών γίνεται με τη χρήση ορειχάλκινων κατασκευών (μπουλόνια) οι οποίες έχουν κυλινδρικό ή σφαιρικό σχήμα εξασφαλίζοντας έτσι την τοποθέτηση της σταδίας πάντα στο ίδιο και μοναδικό σημείο. Το υψόμετρο κάθε αφετηρίας αναφέρεται πάντα σε αυτό το σημείο στο πάνω μέρος του μπουλονιού. Επομένως, για να γίνει σωστή μέτρηση θα πρέπει η σκόπευση για την κατακόρυφη γωνία και την κεκλιμένη απόσταση να γίνεται στο μοναδικό αυτό σημείο.

Για να οριστεί η ακριβής θέση του σημείου αυτού μέσα από το τηλεσκόπιο του γεωδαιτικού σταθμού μετακινείται το σταυρόνημα προς το πάνω μέρος της επιφάνειας. Χρησιμοποιώντας τον κοχλία της κατακόρυφης μικροκίνησης του οργάνου γίνεται προσπάθεια να τοποθετηθεί το οριζόντιο νήμα του σταυρονήματος έτσι ώστε να εφάπτεται της επιφάνειας του μπουλονιού. Για να επιτύχθει αυτό, κάθε φορά που κινείται ο κοχλίας προσπαθώντας να εκτιμηθεί η θέση του μοναδικού σημείου ελέγχεται η τιμή της κατακόρυφης γωνίας. Από τις εκτιμήσεις που γίνονται αυτή με την μικρότερη τιμή της κατακόρυφης γωνίας αντιπροσωπεύει την ακριβή θέση του μοναδικού σημείου. Στο σχήμα 2.15 που ακολουθεί φαίνεται η διαδικασία σκόπευσης σε Rèpère.



Σχήμα 2.15: Σκόπευση προς την υψομετρική αφετηρία (Rèpère)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

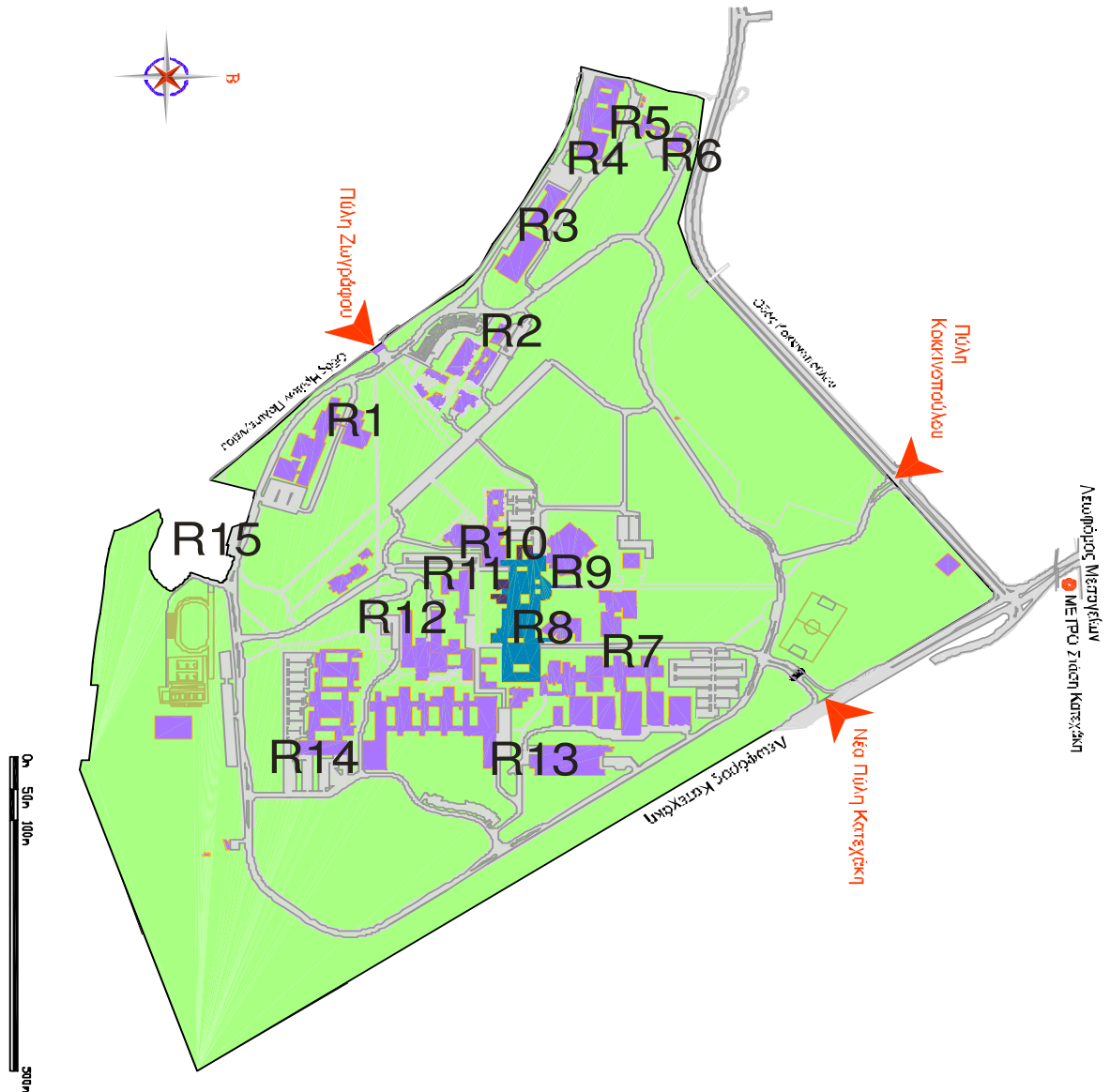
3.1 Περιγραφή και αναγνώριση περιοχής μελέτης

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας κρίθηκε σκόπιμο να μετρηθεί το υπάρχον υψομετρικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 15 υψομετρικές αφετηρίες (rèpères) που υλοποιούνται με ειδικά ορειχάλκινα μπουλόνια. Πιο συγκεκριμένα, τα 10 μπουλόνια τοποθετήθηκαν το 2003 [Χρόνης Γ., 2003] ενώ τα υπόλοιπα 5 είχαν τοποθετηθεί παλαιότερα.

Οι 15 κορυφές του δικτύου και τα ονόματά τους δίνονται στον πίνακα 3.1 (με πορτοκαλί χρώμα εμφανίζονται οι υψομετρικές αφετηρίες που είχαν τοποθετηθεί πριν το 2003) ενώ οι θέσεις τους φαίνονται στο σχήμα 3.1.

ΣΗΜΕΙΟ	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΦΕΤΗΡΙΑ
R1	ΛΑΜΠΑΔΑΡΙΟ
R2	ΠΟΛΙΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
R3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ
R4	ΑΝΤΟΧΗ
R5	ΗΧΟΤΕΧΝΙΑ
R6	ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ
R7	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ
R8	Η/Υ
R9	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
R10	ΚΤ. ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
R11	ΦΥΣΙΚΗ
R12	ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ
R13	ΝΑΥΠΗΓΟΙ
R14	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΙ
R15	ΦΟΙΤΗΤΙΚΗ ΕΣΤΙΑ

Πίνακας 3.1 : Κορυφές Υψομετρικού Δικτύου Πολυτεχνειούπολης



Σχήμα 3.1: Το υψομετρικό Δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

Με οδηγό το σχήμα 3.1 έγινε ο εντοπισμός των υψομετρικών αφετηριών στο ύπαιθρο. Κατά την αναγνώριση διαπιστώθηκε ότι η υψομετρική αφετηρία R6 στο κτήριο της αντισεισμικής τεχνολογίας είχε μετακινηθεί από τη θέση της. Είχε καταστραφεί η εποξειδική ρητίνη που είχε χρησιμοποιηθεί για τη στερέωση του μπουλονιού με αποτέλεσμα να μπορεί να βγει τελείως το μπουλόνι από τη θέση του. Το μπουλόνι επανατοποθετήθηκε στην ίδια περίπου θέση και στερεώθηκε ξανά με μεγαλύτερη προσοχή.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι οι περισσότερες υψομετρικές αφετηρίες επειδή βρίσκονται σε τοίχους κτηρίων έχουν βαφτεί στο χρώμα του τοίχου πράγμα που δυσκολεύει τον εντοπισμό τους.

Η γενική εικόνα που απορρέει από την επιτόπου αναγνώριση της περιοχής μελέτης είναι ότι πρόκειται για μια περιοχή με έντονο ανάγλυφο και κλίσεις. Οι υψομετρικές αφετηρίες είναι πιο πυκνά τοποθετημένες εκεί που υπάρχουν περισσότερα κτήρια και φυσικά πιο έντονη ανθρωπογενή δραστηριότητα, γεγονός που δυσχεραίνει τις μετρήσεις. Επίσης, σε πολλές υψομετρικές αφετηρίες υπάρχει η δυνατότητα να παρκάρει κάποιος ακριβώς μπροστά το αυτοκίνητό του με αποτέλεσμα πολλές φορές να είναι ακόμα και αδύνατη η σκόπευσή της.

3.2 Επιλογή εξοπλισμού

Ο γεωδαιτικός σταθμός που επιλέχθηκε για την μέτρηση του δικτύου είναι της εταιρείας TOPCON GPT 3003 (φωτογραφία 3.1). Τα βασικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου σταθμού είναι :

- ακρίβεια μέτρησης γωνιών $\pm 3'' = \pm 9^{\circ}$
- ακρίβεια μέτρησης μηκών $\pm 3\text{mm} \pm 2\text{ppm}$ με τη χρήση ανακλαστήρα, $\pm 5\text{mm}$ χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα
- βεληνεκές μέτρησης αποστάσεων 5Km με τη χρήση ανακλαστήρα, 400m χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα
- έλεγχος οριζοντίωσης με διπλό αντισταθμιστήρα



Φωτογραφία 3.1: Ο Γεωδαιτικός σταθμός TOPCON GPT 3003

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης δύο συστήματα ανακλαστήρα (φωτογραφία 2.1) και τρεις τρίποδες αλουμινίου.

Πριν την έναρξη των μετρήσεων, ο συγκεκριμένος γεωδαιτικός σταθμός στάλθηκε στην επίσημη αντιπροσωπεία της εταιρείας για πλήρη μετρολογικό έλεγχο.

Επίσης ελέγχθηκαν τα τρικόγλια ώστε η αεροστάθμη τους να βρίσκεται στο κανονικό της σημείο όταν είναι οριζόντια. Έτσι μόνο εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του γεωδαιτικού σταθμού όταν τοποθετείται σε αυτά.

3.3 Σχεδιασμός Δικτύου – Βελτιστοποίηση

Σκοπός του σχεδιασμού του δικτύου είναι :

- Ο καθορισμός των απαραίτητων μετρήσεων στο ύπαιθρο, δηλαδή ο καθορισμός των εξισώσεων παρατήρησης (Πίνακας Σχεδιασμού).
- Ο καθορισμός των αβεβαιοτήτων των παρατηρήσεων, που συνδέεται με τη μέθοδο μέτρησης και τα όργανα που θα επιλεγούν για τις μετρήσεις. Από τις αβεβαιότητες προκύπτει ο καθορισμός των βαρών κατά τη συνόρθωση.

Η βελτιστοποίηση είναι η διαδικασία επίτευξης του βέλτιστου σχεδιασμού δικτύου ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί όσον αφορά την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, την ελαχιστοποίηση του χρόνου των εργασιών και του κόστους.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε τόσο για την βελτιστοποίηση όσο και για τη συνόρθωση του δικτύου είναι η μέθοδος των έμμεσων παρατηρήσεων. Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι :

1. Σχηματίζονται εξισώσεις παρατήρησης που συνδέουν το αποτέλεσμα κάθε μέτρησης γραμμικά με τις άγνωστες καθοριστικές παραμέτρους.
2. Ο αριθμός c των εξισώσεων παρατήρησης είναι ίσος με τον αριθμό n των μετρήσεων ενώ κάθε εξίσωση περιέχει το αποτέλεσμα μιας μόνο μέτρησης με μοναδιαίο συντελεστή.

3. Το σύστημα των κανονικών εξισώσεων έχει m εξισώσεις με m αγνώστους όπου m ο αριθμός των ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων. [Αγατζά - Μπαλοδήμου Α.Μ., Αθήνα 2000].

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των έμμεσων παρατηρήσεων είναι ότι :

α) Προσδιορίζονται άμεσα τα υψόμετρα των κορυφών του δικτύου

β) Σαν υποπροϊόν της λύσης υπολογίζεται και ο πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομέτρων των κορυφών από τον οποίο με κατάλληλους μετασχηματισμούς υπολογίζονται οι αβεβαιότητες άλλων στοιχείων του δικτύου

γ) Είναι εύκολος ο προγραμματισμός σε ηλεκτρονικό υπολογιστή [Α.Μ. Αγατζά Μπαλοδήμου,2003].

Η μέθοδος των έμμεσων παρατηρήσεων απαιτεί το υψόμετρο μιας κορυφής του δικτύου να θεωρηθεί σταθερό.

Ως σταθερή κορυφή επιλέχθηκε η υψομετρική αφετηρία R1 που βρίσκεται στο Λαμπαδάριο κτήριο της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Η συγκεκριμένη κορυφή είχε επιλεγεί ως σταθερή και σε όλες τις προηγούμενες επιλύσεις του υψομετρικού δικτύου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Η τιμή του ορθομετρικού υψομέτρου της R1 είναι 192.419m.

Για να γίνει βελτιστοποίηση ενός δικτύου απαιτείται ο σχηματισμός του πίνακα A ή αλλιώς πίνακα σχεδιασμού που περιέχει τους συντελεστές των αγνώστων των εξισώσεων παρατήρησης. Απαιτείται επίσης ο σχεδιασμός του πίνακα P των βαρών των παρατηρήσεων.

Ο πίνακας σχεδιασμού A συνδέεται άμεσα με το σενάριο βελτιστοποίησης του δικτύου. Οι γραμμές του είναι τόσες όσες και οι υψομετρικές διαφορές που πρόκειται να μετρηθούν και οι στήλες του είναι όσες και οι άγνωστες κορυφές του δικτύου (στην περίπτωσή μας οι άγνωστες κορυφές είναι 14). Οι εξισώσεις παρατήρησης είναι της μορφής $\Delta H_{ij}=H_j - H_i$

Για τον σχεδιασμό του πίνακα βαρών θα πρέπει να υπολογιστούν τα βάρη των παρατηρήσεων από τη σχέση :

$$P_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{\Delta H_i}^2} \quad (3.1)$$

Το σ_0 (a priori αβεβαιότητα της μονάδας βάρους) θεωρείται αυθαίρετα ίσο με τη μονάδα οπότε η σχέση 3.1 γίνεται :

$$P_i = \frac{1}{\sigma_{\Delta H_i}^2} \quad (3.2)$$

Για τον υπολογισμό του σφάλματος της κάθε υψομετρικής διαφοράς ($\sigma_{\Delta H}$) χρησιμοποιήθηκε η σχέση 2.19.

Για τις σκοπεύσεις στα αρχικά σημεία A και B, θεωρήθηκε ότι $D = 20\text{m}$ ενώ για τις ενδιάμεσες σκοπεύσεις θεωρήθηκε $D = 100\text{m}$. Επίσης θεωρήθηκε ότι $\sigma_z = \pm 9^{cc}$, $\sigma_D = \pm 3\text{mm}$ και $z = 90^\circ$ ή 110° . Τα βάρη που προκύπτουν, ανάλογα με τον αριθμό των στάσεων, δίνονται στο πίνακα 3.2 που ακολουθεί :

ΣΤΑΣΕΙΣ	$\sigma_{\Delta H}(\text{mm})$	$P = \frac{1}{\sigma_{\Delta H}^2}$
1	0.77	1.69
2	1.3	0.59
3	1.66	0.36
4	1.96	0.26
5	2.22	0.20
6	2.45	0.17
7	2.67	0.14
8	2.86	0.12
9	3.05	0.11
10	3.22	0.10

Πίνακας 3.2: Τα βάρη των παρατηρήσεων

Ο αριθμός των στάσεων για κάθε υψομετρική διαφορά εκτιμήθηκε με τη βοήθεια των διαγραμμάτων καθώς και με αναγνώριση των βέλτιστων διαδρομών στο ύπαιθρο.

Από τους πίνακες A και P υπολογίζεται ο a priori πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας V_x των κορυφών του δικτύου που περιέχει την απαραίτητη πληροφορία για την βελτιστοποίηση του δικτύου. Το συνηθέστερο κριτήριο με βάση το οποίο επιτυγχάνεται ο

βέλτιστος σχεδιασμός του δικτύου είναι η ελαχιστοποίηση του ίχνους του πίνακα V_x που μπορεί να υπολογισθεί πριν γίνουν οι μετρήσεις.

Η μέση αβεβαιότητα των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{tr(V_x)}{v}} \quad (3.3)$$

όπου

v : ο αριθμός των κορυφών του δικτύου

$tr(V_x)$: ίχνος πίνακα V_x

V_x : ο πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των κορυφών του δικτύου που υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V_x = \sigma_0^2 (A^T P A)^{-1} \quad (3.4)$$

Για την επιλογή του σεναρίου των παρατηρήσεων που παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα προσδιορισμού των υψομέτρων με τον μικρότερο αριθμό μετρημένων υψομετρικών διαφορών έγιναν έξι σενάρια (πίνακας 3.3).

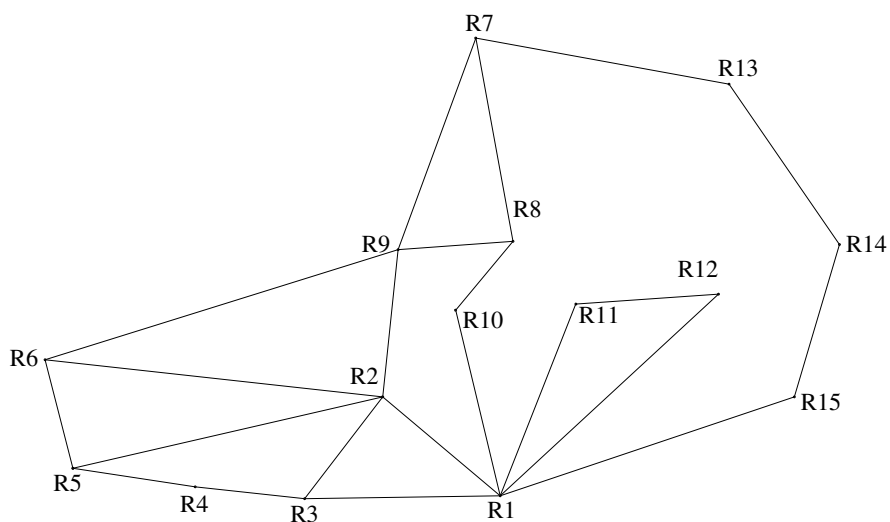
Αριθμός υψομετρικών διαφορών	$\sigma_{H\mu}$ (mm)
105	±0.8
47	±1.2
41	±1.3
33	±1.4
27	±1.5
21	±1.9

Πίνακας 3.3: Σενάρια βελτιστοποίησης

Το πρώτο σενάριο ήταν να μετρηθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί των 15 ανά 2 υψομετρικές διαφορές. Δηλαδή θα έπρεπε να μετρηθούν 105 υψομετρικές διαφορές που είναι πρακτικά αδύνατο.

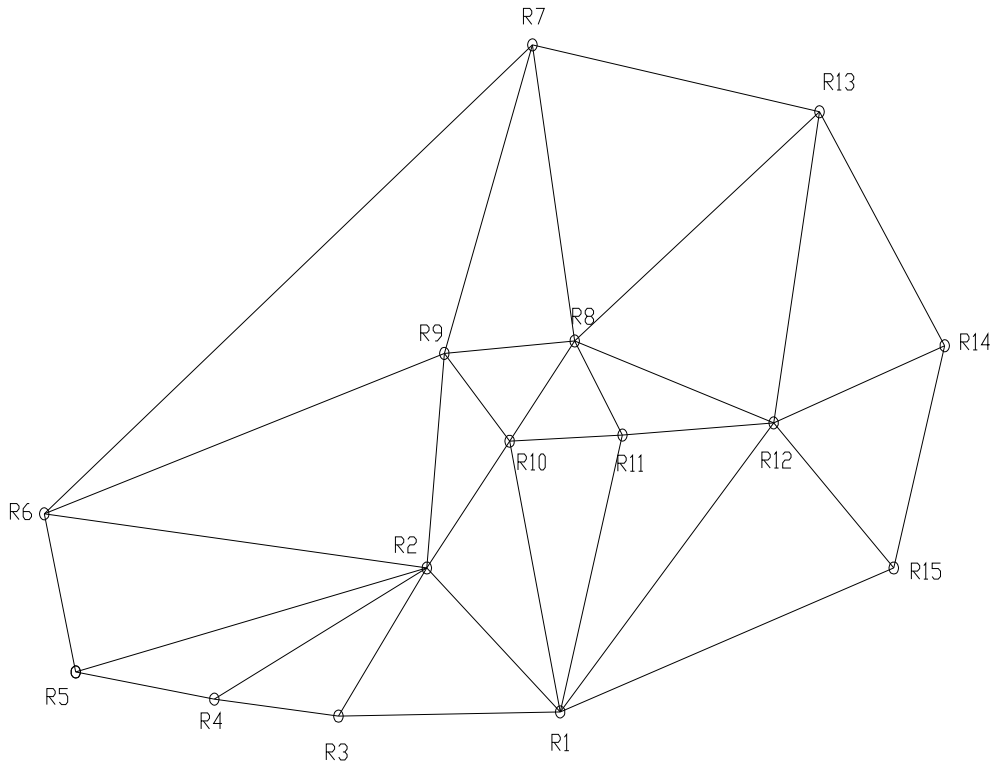
Στη συνέχεια δοκιμάστηκε να μετρηθούν 21 υψομετρικές διαφορές ώστε κάθε κορυφή να συνδέεται τουλάχιστον με δύο άλλες. Η μορφή του

δικτύου που προέκυψε με αυτό τον τρόπο δεν κρίθηκε ικανοποιητική (σχήμα 3.2).

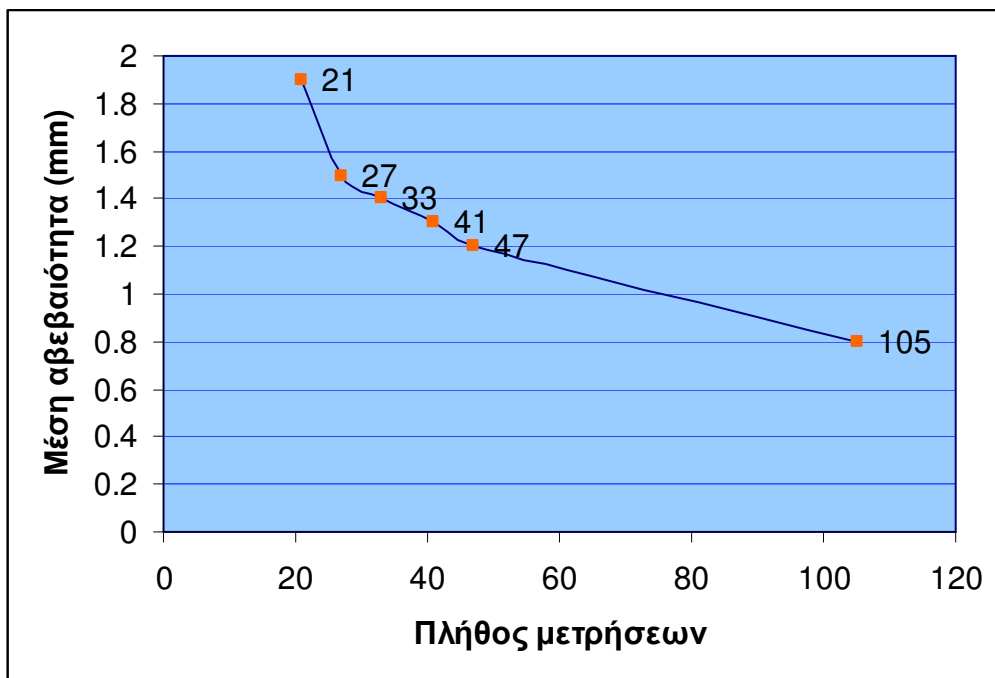


Σχήμα 3.2 : Η μορφή του δικτύου που προκύπτει αν μετρηθούν 21 υψομετρικές διαφορές

Στη συνέχεια δοκιμάστηκε να αυξηθούν οι συνδέσεις των κορυφών προκύπτοντας τα υπόλοιπα σενάρια. Τελικά επιλέχθηκε να μετρηθούν **33** υψομετρικές διαφορές μεταξύ των κορυφών του δικτύου με μέση αβεβαιότητα κορυφής $\sigma_{H\mu} = \pm 1.42 \text{ mm}$. Η μορφή του δικτύου φαίνεται στο σχήμα 3.3



Σχήμα 3.3: Η μορφή του δικτύου που προέκυψε από τη βελτιστοποίηση



Σχήμα 3.4: Διάγραμμα Βελτιστοποίησης δικτύου

Ο λόγος που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο σενάριο είναι ότι οι κλειστοί βρόγχοι που προκύπτουν είναι όλοι τρίγωνα και οι συγκεκριμένες υψομετρικές διαφορές είναι εύκολο να μετρηθούν. Κάθε κορυφή του δικτύου συνδέεται τουλάχιστον με άλλες τρεις κορυφές.

Επίσης, όπως φαίνεται από το σχήμα 3.4, αν επιλεγόταν το σενάριο με τις 41 μετρήσεις, η επιτυγχανόμενη μέση αβεβαιότητα $\sigma_{\text{H}\mu}$ μειώνεται μόλις κατά ένα δέκατο του χιλιοστού ενώ πρέπει να πραγματοποιηθούν 8 επιπλέον μετρήσεις.

Αν επιλεγόταν το σενάριο με τις 27 μετρήσεις η μορφή του δικτύου που προέκυπτε δεν αποτελούταν μόνο από κλειστά τρίγωνα. Θεωρήθηκε καλό να μετρηθούν 6 παραπάνω υψομετρικές διαφορές έτσι ώστε όλοι οι βρόγχοι να είναι τρίγωνα.

Η μέση αβεβαιότητα στον προσδιορισμό των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου μπορεί να βελτιωθεί αν προστεθούν παρατηρήσεις (υψομετρικές διαφορές) στα σενάρια είτε προσθέτοντας παρατηρήσεις (υψομετρικές διαφορές) που συνδέονται με την σταθερή κορυφή του δικτύου.

Ο προσδιορισμός της μέσης αβεβαιότητας των υψομετρικών διαφορών που πρόκειται να μετρηθούν υπολογίζεται από τον πίνακα V_1 που προκύπτει από τη σχέση :

$$V_1 = AV_x A' \quad (3.5)$$

Από τα στοιχεία της κύριας διαγωνίου του πίνακα V_1 μπορεί να υπολογιστεί η μέση αβεβαιότητα των υψομετρικών διαφορών που πρόκειται να μετρηθούν από τη παρακάτω σχέση :

$$\bar{\sigma}_{\Delta H} = \sqrt{\frac{trV_1}{v}} \quad (3.6)$$

Για το συγκεκριμένο δίκτυο η μέση αβεβαιότητα μέτρησης των υψομετρικών διαφορών στο επίπεδο του σχεδιασμού βρέθηκε ίση με **$\pm 1.3\text{mm}$** .

3.4 Μετρήσεις υπαίθρου

Μετά τη διαδικασία σχεδιασμού του δικτύου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις υπαίθρου. Το συνεργείο για τις μετρήσεις αποτελούνταν για την πλειοψηφία των μετρήσεων από τρία άτομα (δύο βοηθούς και έναν

παρατηρητή) ενώ έγινε και κάποιο μέρος των μετρήσεων με διμελές συνεργείο.

Όταν το συνεργείο ήταν διμελές, το ρόλο του δεύτερου βοηθού τον εκτελούσε ο παρατηρητής. Ο προγραμματισμός των μετρήσεων έγινε έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι άσκοπες μετακινήσεις και να μειώνεται ο χρόνος παραμονής στο ύπαιθρο. Σε όλες τις στάσεις που πραγματοποιήθηκαν η οριζοντίωση γινόταν με τοποθέτηση γεωδαιτικού σταθμού και όχι με χρήση μόνο της σφαιρικής αεροστάθμης του τρικοχλίου. Η ακριβής διαδικασία μέτρησης που ακολουθήθηκε περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω :

- Τοποθετείται το όργανο σε απόσταση περίπου 20m από το αρχικό σημείο. Γίνεται η σκόπευση σε αυτό και καταγράφεται η κατακόρυφη γωνία και η κεκλιμένη απόσταση σε ειδικό έντυπο μετρήσεων (σχήμα 3.5). Οι κατακόρυφες γωνίες μετριοούνται σε δύο πλήρεις περιόδους ενώ γίνονται δύο μετρήσεις αποστάσεων. Γίνεται έλεγχος του σφάλματος δείκτη για κάθε περίοδο μετρήσεων. Αν το σφάλμα δείκτη ξεπερνούσε τα 30^{cc} οι μετρήσεις επαναλαμβάνονταν. Επίσης γίνεται έλεγχος αν οι δύο μετρήσεις απόστασης είναι ίδιες. Αν η διαφορά τους ήταν μεγαλύτερη από ±3mm τότε οι μετρήσεις επαναλαμβάνονταν.

Για τις δύο πρώτες σκοπεύσεις σε υψομετρικές αφετηρίες έγινε ακόμη ένας έλεγχος με σκοπό την επιβεβαίωση αλλά και τη εξοικίωση του παρατηρητή για την ορθή σκόπευση σε μπουλόνη. Αφού ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις υπολογίστηκε η υψομετρική διαφορά. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε πάνω στο μπουλόνη, κατακόρυφα με τη βοήθεια σφαιρικής αεροστάθμης, μια σταδία. Το όργανο χρησιμοποιήθηκε σαν χωροβάτης και σκοπεύτηκε οριζόντια η σταδία σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου. Υπολογίστηκε η υψομετρική διαφορά και συγκρίθηκε με την αντίστοιχη που προέκυψε από την απευθείας σκόπευση στο μπουλόνη. Οι διαφορές που προέκυψαν ήταν μικρότερες από μισό χιλιοστό επομένως η διαδικασία της απευθείας σκόπευσης στο μπουλόνη ήταν σωστή.

- Στη συνέχεια γίνεται σκόπευση στην πρώτη ενδιάμεση στάση και καταγράφονται στο έντυπο μετρήσεων η κατακόρυφη γωνία και η κεκλιμένη απόσταση. Οι κατακόρυφες γωνίες μετριοούνται σε δύο πλήρεις περιόδους και γίνονται δύο μετρήσεις αποστάσεων. Την τοποθέτηση και οριζοντίωση του τρίποδα μαζί με το σύστημα στόχου-κατάφωτου καθώς και την εκλογή της κατάλληλης θέσης της στάσης την αναλαμβάνει ένας βοηθός του συνεργείου. Αυτό βέβαια προϋποθέτει ότι υπάρχει και δεύτερο όργανο που το χρησιμοποιεί ο βοηθός για την οριζοντίωση των τριπόδων των ενδιάμεσων στάσεων. Αν δεν υπάρχει δεύτερο όργανο όλοι οι

τρίποδες οριζοντιώνονται από τον παρατηρητή με τη χρήση του οργάνου που γίνονται οι μετρήσεις.

- Αφού ολοκληρωθεί το σετ των μετρήσεων στην πρώτη ενδιάμεση στάση σε μετάβαση, αποσπάται το όργανο από το τρικόχλιο, προσέχοντας να μην κουνηθεί ο τρίποδας, και τοποθετείται με προσοχή το σύστημα στόχου-κατάφωτου στο τρικόχλιο. Ο παρατηρητής πηγαίνει στον δεύτερο τρίποδα και τοποθετεί το όργανο στο τρικόχλιο πολύ προσεκτικά ώστε να μην κουνηθεί ο τρίποδας.

Εν τω μεταξύ ο δεύτερος βοηθός έχει ήδη αποσπάσει από το τρικόχλιο του δεύτερου τρίποδα το σύστημα στόχου-κατάφωτου και έχει ήδη πάρει τον τρίτο τρίποδα και το δεύτερο όργανο και πηγαίνει να τα τοποθετήσει στην τρίτη ενδιάμεση στάση.

Ο παρατηρητής, αφού τοποθετήσει το όργανο στο τρικόχλιο στον δεύτερο τρίποδα ελέγχει την οριζοντίωση. Ο έλεγχος αυτός γίνεται είτε ελέγχοντας τη σωληνωτή αεροστάθμη του οργάνου είτε ελέγχοντας την ψηφιακή ένδειξη οριζοντίωσης από το μενού του οργάνου (αν διαθέτει φυσικά). Αν ο παρατηρητής κρίνει ότι ο τρίποδας έχει κουνηθεί, επαναλαμβάνεται η προηγούμενη στάση.

Αν ο παρατηρητής κρίνει ότι ο τρίποδας είναι σωστά οριζοντιωμένος στοχεύει τον πρώτο τρίποδα και πραγματοποιεί το σετ μετρήσεων σε επιστροφή. Οι έλεγχοι και η διαδικασία των μετρήσεων είναι η ίδια όπως και στις μετρήσεις σε μετάβαση. Αφού ολοκληρώσει τη διαδικασία των μετρήσεων υπολογίζει την υψομετρική διαφορά.

Ελέγχει αν η διαφορά μεταξύ μετάβασης και επιστροφής είναι ίση σε απόλυτη τιμή με το διπλάσιο της διαφοράς μεταξύ του κατασκευαστικού ύψους του οργάνου και του συστήματος στόχου-κατάφωτου. Αν υπάρχει μεγάλη απόκλιση από την τιμή αυτή οι μετρήσεις πρέπει να επαναληφθούν. Αν όχι, ο παρατηρητής ειδοποιεί τον πρώτο βοηθό να μαζέψει τον πρώτο τρίποδα και το σύστημα στόχου-κατάφωτου και να τα πάει στον τρίτο τρίποδα όπου βρίσκεται ο δεύτερος βοηθός.

Ο παρατηρητής πραγματοποιεί το σετ μετρήσεων σε μετάβαση από τη δεύτερη στη τρίτη ενδιάμεση στάση. Όταν ο πρώτος βοηθός φτάσει στον τρίτο τρίποδα, δίνει στον δεύτερο βοηθό τον τρίποδα και το σύστημα στόχου-κατάφωτου που κουβαλούσε και μαζί με το δεύτερο όργανο πηγαίνει και τα τοποθετεί στην τέταρτη ενδιάμεση στάση. Όταν ο παρατηρητής ολοκληρώσει το σετ μετρήσεων σε μετάβαση, ειδοποιεί τον πρώτο βοηθό να αποσπάσει το σύστημα στόχου-κατάφωτου από το τρικόχλιο στον τρίτο τρίποδα και να έρθει να τα τοποθετήσει στο τρικόχλιο στον δεύτερο τρίποδα.

Παράλληλα, ο παρατηρητής αποσπά το όργανο από το τρικόγλιο από τον δεύτερο τρίποδα και πηγαίνει να το τοποθετήσει στο τρικόγλιο του τρίτου τρίποδα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για όλες τις ενδιάμεσες στάσεις ενώ για το τελικό σημείο ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το αρχικό σημείο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο παρατηρητής, αν το επιθυμεί, αφιερώνει και λίγο χρόνο σε κάθε στάση για να φτιάξει ένα πρόχειρο σκαρίφημα της διαδρομής που ακολουθήθηκε.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΟΡΓΑΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...							
ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...							
ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ Ι	ΘΕΣΗ ΙΙ	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} =$$

Σχήμα 3.5 Έντυπο καταγραφής μετρήσεων ΤΡ.Υ.Α

3.5 Επιστημόνσεις – Προβλήματα

Στην μέθοδο της TP.Y.A. οι μετρήσεις των επιμέρους υψομετρικών διαφορών σε μετάβαση και επιστροφή πρέπει να γίνονται ταυτόχρονα. Αυτό όμως μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση δύο γεωδαιτικών σταθμών και την παραγματοποίηση των μετρήσεων με δύο παρατηρητές. Στην περίπτωση μέτρησης του συγκεκριμένου δικτύου οι μετρήσεις σε μετάβαση και επιστροφή δεν ήταν αυστηρά ταυτόχρονες αλλά σχεδόν ταυτόχρονες λόγω της ύπαρξης ενός μόνο παρατηρητή. Το διάστημα όμως που μεσολαβούσε μεταξύ της ολοκλήρωσης των μετρήσεων σε μετάβαση και επιστροφή δεν ξεπέρασε σε καμία περίπτωση τα 10 λεπτά. Όταν η απόσταση μεταξύ δύο ενδιάμεσων στάσεων ήταν μεγάλη γινόταν χρήση αυτοκινήτου για τις μετακινήσεις έτσι ώστε να μην ξεπερνιέται το χρονικό διάστημα των 10 λεπτών.

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων γίνεται έλεγχος αν η διαφορά των δύο επιμέρους υψομετρικών διαφορών είναι ίση με το διπλάσιο της διαφοράς μεταξύ του κατασκευαστικού ύψους του οργάνου και του στόχου.

Στην πράξη ο έλεγχος αυτός έγινε μόνο κατά τη διάρκεια της μέτρησης της πρώτης υψομετρικής διαφοράς. Κρίθηκε σκόπιμο να γίνεται μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων γιατί καθυστέρουσε ιδιαίτερα την διαδικασία των μετρήσεων.

Ο συγκεκριμένος έλεγχος μπορεί να γίνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων γρήγορα μόνο αν το κατασκευαστικό ύψος του οργάνου είναι ίσο με το κατασκευαστικό ύψος του στόχου. Στην περίπτωση αυτή ο παρατηρητής δεν χρειάζεται να υπολογίζει τις τιμές των επιμέρους υψομετρικών διαφορών αλλά μόνο να ελέγχει αν οι κατακόρυφες γωνίες που μετριούνται σε μετάβαση και επιστροφή είναι παραπληρωματικές.

Κατά τη εφαρμογή της μεθόδου προέκυψαν αρκετά προβλήματα. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο μιας και η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόστηκε για πρώτη φορά. Πολλές υψομετρικές διαφορές χρειάστηκε να μετρηθούν παραπάνω από μία φορά είτε γιατί προέκυψε κάτι απρόοπτο κατά τη μέτρησή της είτε γιατί κρίθηκε σκόπιμο να μετρηθεί ξανά από τον έλεγχο μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων. Στη συνέχεια αναφέρονται τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων:

- Αρχικά αντιμετωπίστηκε πρόβλημα κατά τη διαδικασία απόσπασης του οργάνου από το τρικόχλιο και επανατοποθέτησής του σε αυτό. Στις πρώτες μετρήσεις κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία κουνιόταν οι τρίποδες με αποτέλεσμα να πρέπει να επαναληφθούν οι μετρήσεις. Ορισμένες φορές οι τρίποδες

κουιόντουσαν κατά την τοποθέτηση του συστήματος στόχου - κατάφωτου στο τρικόχλιο. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε μετά τις πρώτες μετρήσεις ύστερα από την επανάληψη της διαδικασίας πολλές φορές και με ιδιαίτερη προσοχή.

- Σε ορισμένα τρικόχλια δεν μπορούσε να τοποθετηθεί το όργανο. Το συγκεκριμένο όργανο δεν είναι συμβατό με όλους τους τύπους τρικοχλίων. Το γεγονός αυτό διαπιστώθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων με αποτέλεσμα να διακοπούν οι μετρήσεις.
- Παρατηρήθηκαν σε κάποιες περιπτώσεις μεγάλες αποκλίσεις στις αποστάσεις μεταξύ μετάβασης και επιστροφής. Οι συνηθισμένες αποκλίσεις στις αποστάσεις μεταξύ μετάβασης και επιστροφής δεν ξεπερνούσαν τα δύο χιλιοστά. Κάποια στιγμή παρατηρήθηκε απόκλιση ενός εκατοστού γεγονός που δεν μπορούσε να δικαιολογηθεί, δεδομένου ότι η ακρίβεια που δίνει ο κατασκευαστής στην μέτρηση απόστασης με χρήση ανακλαστήρα είναι $\pm 3\text{mm} \pm 2\text{rpm}$. Έγιναν αρκετές μετρήσεις για να διαπιστωθεί η αιτία και τελικά βρέθηκε (σχεδόν τυχαία) ότι το πρίσμα του ανακλαστήρα είχε ξεβιδωθεί για κάποιο λόγο από τη θέση του. Με την τοποθέτησή του στο κανονικό σημείο το πρόβλημα εξαλείφθηκε.
- Αντιμετώπιστηκε πρόβλημα στην μέτρηση υψομετρικών διαφορών όπου υπήρχε έντονη ανθρωπογενής δραστηριότητα. Αρκετές φορές οι τρίποδες κουνήθηκαν από τη διέλευση περαστικών ενώ σε πολλές υψομετρικές αφετηρίες υπήρχε σταθμευμένο αυτοκίνητο ακριβώς μπροστά κάνοντας αδύνατη τη σκόπευση σε αυτή. Επίσης παρατηρήθηκε ότι οι τρίποδες κουιόντουσαν όταν περνούσε από κοντά τους κάποιο λεωφορείο ή βαρύ όχημα. Έτσι, πολλές υψομετρικές διαφορές μετρήθηκαν Σάββατο ή μέρες που δεν πραγματοποιούνταν μαθήματα στις σχολές της Πολυτεχνειούπολης.
- Αρκετές φορές έγινε λάθος κατά την καταγραφή των μετρήσεων. Τα λάθη στη καταγραφή αφορούσαν είτε σε λάθος καταγραφή γωνιών ή αποστάσεων είτε σε καταγραφή σε λάθος σημείο στο έντυπο των μετρήσεων. Τα λάθη αυτά εντοπίστηκαν και διορθώθηκαν κατά την επεξεργασία των μετρήσεων.

3.6 Αποτελέσματα μετρήσεων

Στον πίνακα 3.4 που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Για τον υπολογισμό των αβεβαιοτήτων στην τελευταία στήλη χρησιμοποιήθηκε η σχέση 2.19 και θεωρήθηκε ότι οι σκοπεύσεις στο αρχικό και τελικό σημείο έγιναν από τα 20m και το σφάλμα

απόστασης $\pm 3\text{mm}$. Η τιμή της κατακόρυφης γωνίας για τις σκοπεύσεις στο αρχικό και τελικό σημείο θεωρήθηκε ίση με 90 grad ενώ για τις σκοπεύσεις στις ενδιάμεσες στάσεις 95 grad . Το σφάλμα της κατακόρυφης γωνίας θεωρήθηκε ίσο με $\pm 15^{\circ}$. Η τιμή αυτή προέκυψε από το σφάλμα δείκτη των μετρημένων κατακόρυφων γωνιών. Για κάθε υψομετρική διαφορά υπολογίστηκε ο μέσος όρος των αποστάσεων που απείχαν οι ενδιάμεσες στάσεις και η τιμή που προέκυψε χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της αβεβαιότητάς της από τη σχέση 2.19.

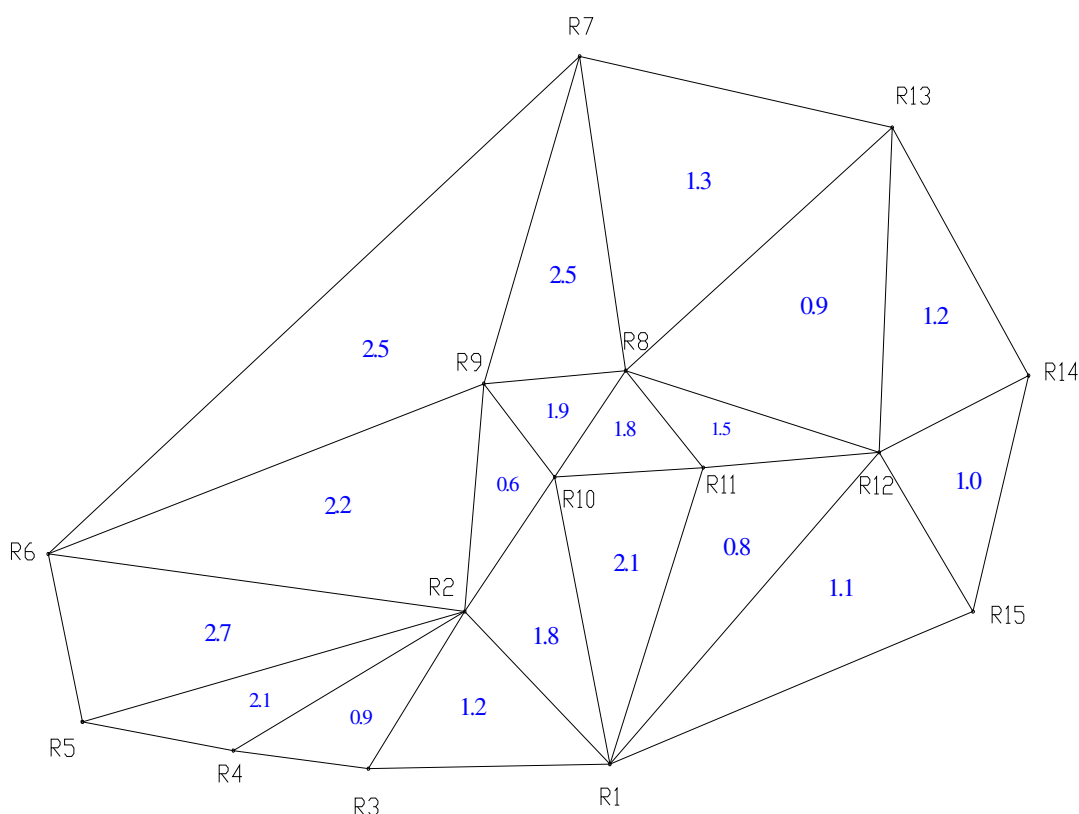
Αποτελέσματα μετρήσεων

Από-προς		Στάσεις	$\Delta\text{H (m)}$	Εκτίμηση αβεβαιότητας(mm)
1	2	4	-12.175	± 3.0
1	3	5	-16.695	± 3.4
1	10	5	-9.222	± 4.1
1	11	4	-5.727	± 3.5
1	12	4	3.478	± 3.5
1	15	5	2.580	± 2.5
2	3	5	-4.521	± 2.5
2	4	5	-9.834	± 2.8
2	5	6	-12.377	± 3.1
2	6	4	-22.427	± 4.4
2	9	9	0.125	± 3.0
2	10	5	2.950	± 4.1
3	4	3	-5.311	± 1.8
4	5	2	-2.541	± 1.4
5	6	3	-10.052	± 1.0
6	7	10	29.885	± 6.0
7	8	3	-4.547	± 2.0
7	9	4	-7.333	± 1.6
7	13	5	6.599	± 1.8
8	9	3	-2.786	± 1.4
8	10	3	0.041	± 1.4
8	11	4	3.532	± 2.2
8	12	5	12.739	± 2.8
8	13	5	11.147	± 1.8
9	10	3	2.825	± 1.6
10	11	4	3.493	± 1.4
11	12	5	9.206	± 1.8
12	13	8	-1.591	± 3.2
12	14	4	8.205	± 3.1
12	15	5	-0.897	± 2.8
13	14	7	9.795	± 2.6
14	15	4	-9.103	± 2.2
6	9	7	22.541	± 5.0

Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα μετρήσεων

3.7 Σφάλμα κλεισίματος βρόγχων

Το δίκτυο που ιδρύθηκε, αποτελείται από 19 κλειστούς βρόγχους (σχήμα 3.6). Κάθε βρόγχος αποτελείται από τρεις υψομετρικές διαφορές. Το άθροισμα των υψομετρικών διαφορών (κλείσιμο βρόγχου) μεταξύ των κορυφών που αποτελούν το βρόγχο πρέπει να είναι ίσο με το μηδέν. Επειδή αυτό δεν ισχύει στην πράξη, τίθεται ένα διάστημα μέσα στο οποίο θα πρέπει να βρίσκεται το κλείσιμο του βρόγχου ώστε να γίνει αποδεκτό θεωρώντας ότι προέκυψε από τυχαίο σφάλμα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.



Σχήμα 3.6 : Τα σφάλματα κλεισίματος των βρόγχων

Το όριο για το σφάλμα του βρόγχου που αποτελείται από n υψομετρικές διαφορές υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\sigma_{\beta\rho\acute{o}\chi\omicron\upsilon}^2 = \sigma_{\Delta H1}^2 + \sigma_{\Delta H2}^2 + \dots + \sigma_{\Delta Hn}^2 = \pm n\sigma_{\Delta H\tau}^2 \quad (3.7)$$

όπου

$\sigma_{\Delta HT}$: η μέση αβεβαιότητα στον προσδιορισμό της υψομετρικής διαφοράς όπως υπολογίστηκε στον πίνακα 3.2.

Από τη σχέση 3.7 προκύπτει ότι :

$$\sigma_{\beta\rho\gamma\chi\omicron\upsilon} = \pm\sigma_{\Delta HT} \sqrt{n} \quad (3.8)$$

Για να γίνει αποδεκτό το κλείσιμο ενός βρόγχου W για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % θα πρέπει να ισχύει :

$$-z_{0.95}\sigma_{\beta\rho} \leq W \leq z_{0.95}\sigma_{\beta\rho} \quad (3.9)$$

όπου

$W = \sum \Delta H_i$: το κλείσιμο του βρόγχου.

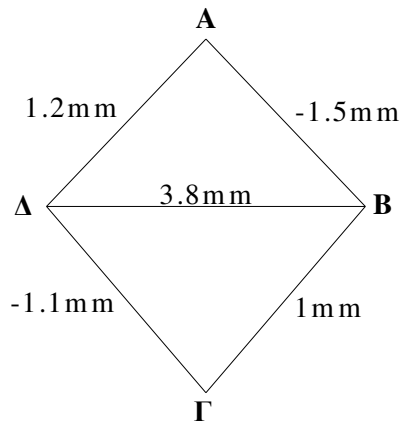
Όπως φαίνεται από το σχήμα 3.6 το μεγαλύτερο κλείσιμο βρόγχου είναι του βρόγχου που απαρτίζεται από τις υψομετρικές διαφορές R6 – R2, R2 – R5, R5 – R6, στα $\pm 2.7\text{mm}$.

Βέβαια το κλείσιμο ενός βρόγχου εξαρτάται και από τον αριθμό των στάσεων που χρειάστηκαν για να πραγματοποιηθούν οι υψομετρικές διαφορές που τον αποτελούν. Όσο λιγότερες είναι οι στάσεις τόσο μικρότερο είναι και το σφάλμα των υψομετρικών διαφορών άρα και το κλείσιμο του βρόγχου πρέπει να είναι μικρότερο. Θεωρώντας μια μέση περίπτωση, δηλαδή έναν βρόγχο που αποτελείται από τρεις υψομετρικές διαφορές που χρειάστηκαν από δύο στάσεις η κάθε μία, προκύπτει από τον πίνακα 3.2 ότι $\sigma_{\Delta HT} = 1.3\text{mm}$. Άρα από την σχέση 3.8 και για $n=3$ προκύπτει $\sigma_{\beta\rho\gamma\chi\omicron\upsilon} = 2.25\text{mm}$. Θέτοντας τις παραπάνω τιμές στη σχέση 3.9 προκύπτει ότι

$$|W| \leq 4.41\text{mm} \text{ με } z_{0.95}=1.96.$$

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι τα κλεισίματα των βρόγχων του δικτύου που μετρήθηκε είναι πολύ μικρότερα από το επιτρεπτό όριο για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Εξετάζοντας τα κλεισίματα γειτονικών βρόγχων μπορεί να ελεγχθεί εάν θα πρέπει να επαναληφθεί κάποια μέτρηση. Στο σχήμα 3.7 που ακολουθεί φαίνεται ότι πρέπει να επαναληφθεί η κοινή υψομετρική διαφορά ΒΔ και να μειωθεί η τιμή της κατά τουλάχιστον 2mm ώστε να κλείσουν και οι δύο βρόγχοι.



Σχήμα 3.7 : Σφάλμα κλεισίματος γειτονικών βρόγχων

3.8 Συνόρθωση Δικτύου

Η συνόρθωση του δικτύου έγινε με τη μέθοδο των έμμεσων παρατηρήσεων. Ως άγνωστοι θεωρήθηκαν τα υψόμετρα των κόρυφων του δικτύου εκτός από το υψόμετρο της κορυφής R1 που θεωρήθηκε σταθερό και χωρίς σφάλμα με τιμή +192.419m.

Οι 33 υψομετρικές διαφορές που μετρήθηκαν αποτελούν τις παρατηρήσεις και για κάθε μία σχηματίστηκε μια εξίσωση παρατήρησης της μορφής :

$$\hat{H}_j - \hat{H}_i = l_{ij} + v_{ij} \quad (3.10)$$

όπου

H: τα υψόμετρα των κορυφών του δικτύου

l_{ij} : η μετρημένη υψομετρική διαφορά μεταξύ των σημείων j και i

v_{ij} : τα υπόλοιπα

Η εκτίμηση των βαρών έγινε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που έγινε και στη διαδικασία της βελτιστοποίησης και υπολογίστηκαν από τη σχέση :

$$P_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{\Delta H_i}} \quad (3.11)$$

Ως μονάδα βάρους θεωρήθηκε ότι $\sigma_0=1$. Τα σφάλματα των υψομετρικών διαφορών για τον υπολογισμό των βαρών είναι αυτά που υπολογίστηκαν στον πίνακα 3.4.

Από τη λύση του συστήματος των κανονικών εξισώσεων υπολογίστηκαν οι τιμές των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου από τη σχέση :

$$\hat{x} = (A^T P A)^{-1} A^T L \quad (3.12)$$

όπου

\hat{x} : το διάνυσμα των αγνώστων

A : ο πίνακας σχεδιασμού και A^T ο ανάστροφός του

L : το διάνυσμα των μετρήσεων

P : ο πίνακας βαρών

Το a posteriori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους υπολογίστηκε από τη σχέση :

$$\hat{\sigma}_0 = \pm \sqrt{\frac{[v^T P v]}{n - m}} \quad (3.13)$$

όπου

$v = A \hat{x} - L$: το διάνυσμα των υπολοίπων σφαλμάτων

n : ο αριθμός των μετρήσεων (33)

m : το πλήθος των ανεξάρτητων καθοριστικών παραμέτρων(14)

Από σχέση 3.13 βρέθηκε ότι $\hat{\sigma}_0 = \pm 0.4 \text{mm}$.

Ο πίνακας $\hat{V}_{\hat{x}}$ μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των αγνώστων υπολογίστηκε από τη σχέση :

$$\hat{V}_{\hat{x}} = \hat{\sigma}_0^2 (A^T P A)^{-1} \quad (3.14)$$

Τα στοιχεία της διαγωνίου του πίνακα $\hat{V}_{\hat{x}}$ αποτελούν τις αβεβαιότητες των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου υπομένες στο τετράγωνο.

Ο πίνακας $\hat{V}_{\hat{l}}$ μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των καλύτερων τιμών των υψομετρικών διαφορών που μετρήθηκαν προκύπτει από τη σχέση :

$$\hat{V}_i = \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{A} \mathbf{N}^{-1} \mathbf{A}^T \quad (3.15)$$

όπου
 $\mathbf{N}^{-1} = (\mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A})^{-1}$

Τα στοιχεία της διαγωνίου του αποτελούν τις αβεβαιότητες των υψομετρικών διαφορών υπομένες στο τετράγωνο όπως προέκυψαν μετά τη συνόρθωση (πίνακας 3.6).

Τα υψόμετρα των κορυφών του δικτύου καθώς και οι αβεβαιότητές τους που προέκυψαν μετά τη συνόρθωση φαίνονται στον πίνακα 3.5 που ακολουθεί :

ΣΗΜΕΙΟ	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΦΕΤΗΡΙΑ	H(m)	$\sigma_H(\text{mm})$
R2	ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ	180.246	±0.7
R3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	175.724	±0.9
R4	ΑΝΤΟΧΗ	170.412	±0.9
R5	ΗΧΟΤΕΧΝΙΑ	167.871	±0.9
R6	ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ	157.820	±0.9
R7	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ	187.705	±0.8
R8	ΚΤΗΡΙΟ Η/Υ	183.157	±0.7
R9	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	180.371	±0.7
R10	ΔΙΟΙΚΗΣΗ	183.197	±0.7
R11	ΦΥΣΙΚΗ	186.690	±0.7
R12	ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ	195.896	±0.7
R13	ΝΑΥΠΗΓΟΙ	194.305	±0.8
R14	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΙ	204.100	±1.0
R15	ΦΟΙΤΗΤΙΚΗ ΕΣΤΙΑ	194.999	±0.8

Πίνακας 3.5 Τα τελικά υψόμετρα των κορυφών και οι αβεβαιότητές τους

Από-προς		$\sigma_{\Delta H}$ (mm)
1	2	± 0.7
1	3	± 0.8
1	10	± 0.7
1	11	± 0.7
1	12	± 0.7
1	15	± 0.8
2	3	± 0.7
2	4	± 0.6
2	5	± 0.7
2	6	± 0.7
2	9	± 0.7
2	10	± 0.7
3	4	± 0.6
4	5	± 0.5
5	6	± 0.4
6	7	± 1.0
7	8	± 0.9
7	9	± 0.5
7	13	± 0.5
8	9	± 0.5
8	10	± 0.4
8	11	± 0.4
8	12	± 0.5
8	13	± 0.6
9	10	± 0.5
10	11	± 0.4
11	12	± 0.4
12	13	± 0.5
12	14	± 0.6
12	15	± 0.8
13	14	± 0.8
14	15	± 0.8
6	9	± 1.0

Πίνακας 3.6 : Αβεβαιότητες των υψομετρικών διαφορών μετά τη συνόρθωση

3.10 Έλεγχος αρχικής υπόθεσης με το test X^2

Αφού ολοκληρωθεί η συνόρθωση του δικτύου θα πρέπει να ελεγχθεί αν η μηδενική υπόθεση ήταν σωστή. Η μηδενική υπόθεση που ελέγχεται είναι αν το στατιστικό και μαθηματικό μοντέλο που επιλέχθηκε συμφωνεί με την πραγματικότητα.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να ελεγχθούν με τη βοήθεια του test X^2 . Η σχέση που πρέπει να ισχύει για να θεωρηθεί η μηδενική υπόθεση σωστή είναι η εξής :

$$\frac{r\hat{\sigma}_{0,aposteriori}^2}{\sigma_{0,apriori}^2} < X_{(1-a),r}^2 \quad (3.16)$$

Ορίζοντας το επίπεδο σημαντικότητας του στατιστικού ελέγχου $\alpha=0.05$ και για $r=19$ που είναι οι βαθμοί ελευθερίας του δικτύου υπολογίστηκε

$$X_{(1-a),r}^2 = 30.1$$

Άρα η μηδενική υπόθεση θεωρείται σωστή αν ισχύει :

$$\frac{r\hat{\sigma}_{0,aposteriori}^2}{\sigma_{0,apriori}^2} < 30.1 \quad (3.17)$$

και αφού $\sigma_{0,apriori}^2 = 1$ η σχέση 3.16 γίνεται :

$$\hat{\sigma}_{0,aposteriori}^2 < 1.58 \quad (3.18)$$

Το a posteriori σφάλμα της μοναδας βάρους υπολογίστηκε ίσο με $\pm 0.4\text{mm}$, άρα η σχέση 3.18 ισχύει. Επομένως η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% του στατιστικού ελέγχου.

Το a posteriori σ_0 υπολογίστηκε $\pm 0.4\text{mm}$. Αυτό οφείλεται στην απαισιόδοξη μάλλον εκτίμηση των σφαλμάτων των μετρήσεων όπου θεωρήθηκε $\sigma_z = \pm 15^{\text{cc}}$ ενώ το όργανο παρείχε καλύτερη ακρίβεια μέτρησης.

Τελικά αποδείχθηκε ότι οι μετρήσεις είχαν μικρότερο σφάλμα από αυτό που εκτιμήθηκε αρχικά. Επίσης, το μοντέλο που θεωρήθηκε ταιριάζει πολύ καλά με τις μετρήσεις όπως φάνηκε από το κλείσιμο των βρόγχων του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ

4.1 Γενικά

Η ΤΡ.Υ.Α. είναι μια καινούρια μέθοδος προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών. Ως εκτούτου γεννιέται άμεσα το ζήτημα σύγκρισης της ΤΡ.Υ.Α. με υπάρχουσες μεθόδους προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών. Η πιο ακριβής μέθοδος προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών είναι η ψηφιακή γεωμετρική χωροστάθμηση (Ψ.Γ.Χ.). Όπως έχει αναφερθεί το υψομετρικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου έχει μετρηθεί το 2003 με τη μέθοδο της Ψ.Γ.Χ.

Πρόκειται για το ίδιο σχεδόν δίκτυο που μετρήθηκε και με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. Η μόνη διαφορά είναι ότι το 2003 δεν είχε μετρηθεί η υψομετρική διαφορά R6-R9. Για να είναι άμεσα συγκρίσιμα τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων θα πρέπει να έχει μετρηθεί και συνορθωθεί το ίδιο ακριβώς δίκτυο. Για το λόγο αυτό έγινε μία δεύτερη συνόρθωση του δικτύου που μετρήθηκε με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. χωρίς να συμπεριληφθεί αυτή τη φορά η υψομετρική διαφορά R6-R9. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είχαν αμελητέες διαφορές με τα αποτελέσματα του δικτύου που επεξεργάστηκε και παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Επομένως τα αποτελέσματα των μετρήσεων του 2003 είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. το 2007.

4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά τη διαδικασία βελτιστοποίησης

Κατά τη διαδικασία της βελτιστοποίησης υπολογίστηκε και με τις δύο μεθόδους ο πίνακας V_x μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των κορυφών του δικτύου και ο πίνακας V_l μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομετρικών διαφορών που πρόκειται να μετρηθούν.

Το ίχνος του πίνακα V_x που προέκυψε από την βελτιστοποίηση με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. είναι 1.42mm ενώ με τη Ψ.Γ.Χ. το αντίστοιχο ίχνος είναι 0.37mm. Η διαφορά είναι μεγάλη αλλά και με τις δύο μεθόδους η ακρίβεια που θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί είναι πολύ υψηλή. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τους πίνακες V_l . Με την ΤΡ.Υ.Α. το ίχνος του πίνακα V_l είναι 1.3mm ενώ με την Ψ.Γ.Χ. είναι 0.6mm. Μένει να φανεί από τις μετρήσεις αν τα παραπάνω νούμερα επαληθευθούν.

4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων πριν την συνόρθωση

Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των βελτιστοποιήσεων η επόμενη σύγκριση που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι η σύγκριση των τιμών των υψομετρικών διαφορών που προέκυψαν από τις μετρήσεις και με τις δύο μεθόδους. Πρόκειται για άμεση σύγκριση αποτελεσμάτων χωρίς να εμπλέκεται η διαδικασία της συνόρθωσης. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης φαίνονται στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί.

Μελετώντας τις τιμές των υψομετρικών διαφορών στον πίνακα 4.1 παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων. Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις παρατηρούνται όταν μία από τις δύο κορυφές είναι η R6 ή η R5.

Για την κορυφή R6 έχει ήδη αναφερθεί ότι είχε φύγει από τη θέση της και ξανατοποθετήθηκε περίπου στο ίδιο σημείο. Είναι λογικό λοιπόν να υπάρχουν αποκλίσεις στις υψομετρικές διαφορές στις οποίες συμμετέχει. Για την κορυφή R5 είχε παρατηρηθεί μετακίνηση και στην προηγούμενη φάση μέτρησης του δικτύου [Χρόνης Γ., 2003]. Επομένως οι αποκλίσεις στις υψομετρικές διαφορές στις οποίες συμμετέχει σε σχέση με το 2003 είναι αναμενόμενες. Η μεγαλύτερη απόκλιση που υπάρχει εντοπίζεται στην υψομετρική διαφορά R5-R6 γεγονός που εξηγείται από τα παραπάνω.

Έπειτα θα πρέπει να γίνει κάποια σύγκριση μεταξύ των αβεβαιοτήτων των υψομετρικών διαφορών που προκύπτουν από τις δύο μεθόδους. Οι διαφορές είναι μεγάλες αλλά οφείλονται στο ότι έχουν υπολογιστεί με διαφορετικό τρόπο. Οι αβεβαιότητες του 2003 προέκυψαν βάσει του κλεισίματος και το μήκος των βρόγχων. Οι αβεβαιότητες με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. προέκυψαν από το νόμο μετάδοσης των σφαλμάτων από τη σχέση 2.19 και χωρίς να ληφθούν υπόψη τα κλεισίματα των βρόγχων. Επομένως δεν μπορεί να γίνει σύγκριση στις εκτιμώμενες αβεβαιότητες.

Όμως μπορεί να γίνει σύγκριση του κλεισίματος των βρόγχων. Στο σχήμα 4.1 που ακολουθεί, με μπλε χρώμα είναι οι απόλυτες τιμές των σφαλμάτων κλεισίματος που προέκυψαν με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α ενώ με κόκκινο χρώμα τα αντίστοιχα που προέκυψαν με τη μέθοδο της Ψ.Γ.Χ. Οι μονάδες για τα σφάλματα είναι τα χιλιοστά. Το νούμερο μέσα στον κύκλο είναι ο αριθμός του βρόγχου και δίπλα είναι το μήκος του βρόγχου σε μέτρα.

Αποτελέσματα Γεωμετρικής
Χωροστάθμησης 2003

Αποτελέσματα Τριγωνομετρικής
Υψομετρίας Ακριβείας 2007

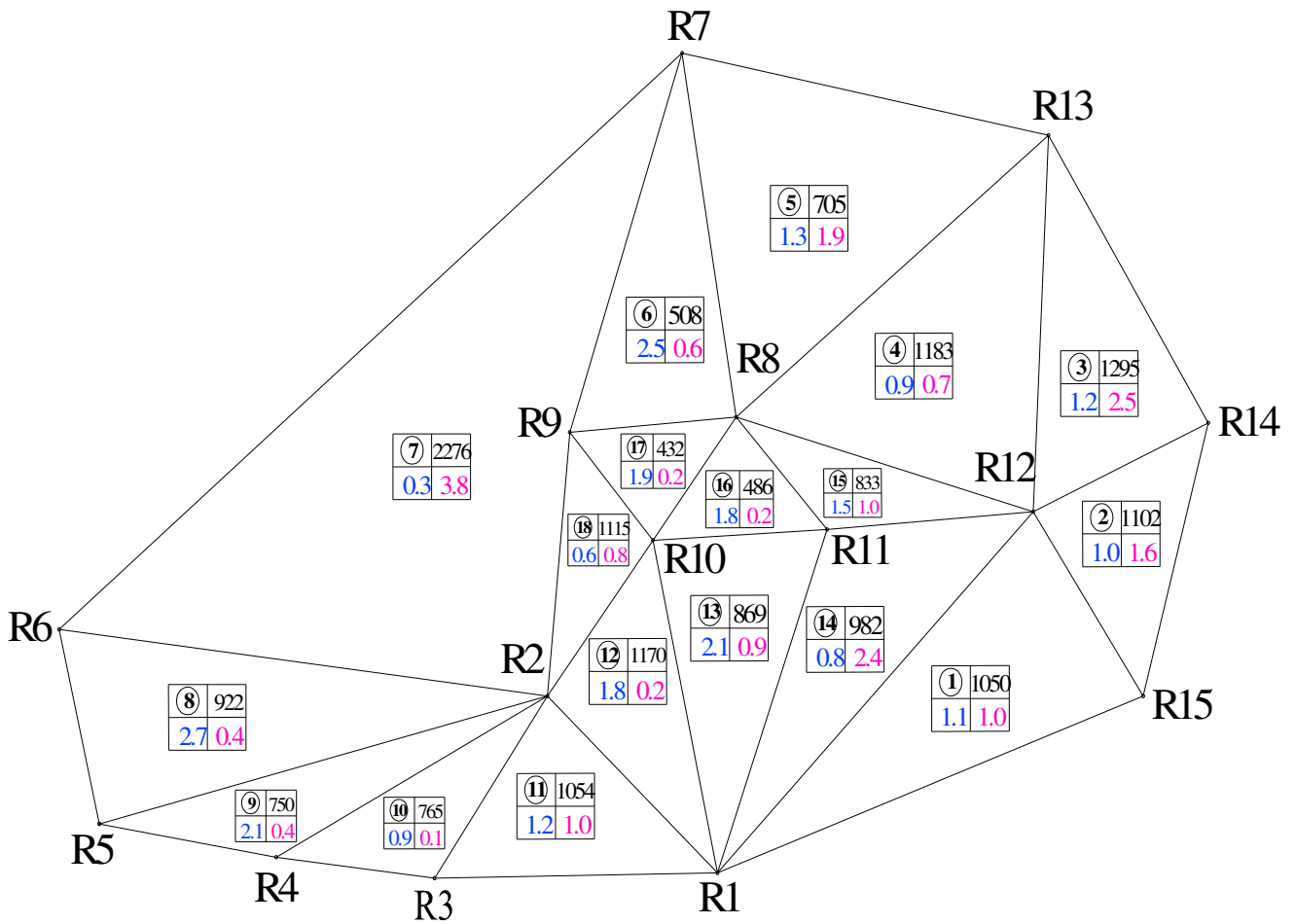
Από-προς	Στάσεις	ΔΗ (m)	Εκτίμηση αβεβαιότητας (mm)	Στάσεις	ΔΗ (m)	Εκτίμηση αβεβαιότητας (mm)	δΔΗ (mm)	
1	2	9\9	-12.1737	±0.4	4	-12.1745	±3.0	0.8
1	3	10\10	-16.6938	±0.5	5	-16.6953	±3.4	1.5
1	10	15\15	-9.2200	±0.6	5	-9.2221	±4.1	2.1
1	11	14\14	-5.7270	±0.6	4	-5.7270	±3.5	0.0
1	12	13\14	3.4778	±0.5	4	3.4778	±3.5	0.0
1	15	6\7	2.5819	±0.4	5	2.5802	±2.5	1.7
2	3	5\5	-4.5211	±0.3	5	-4.5211	±2.5	0.0
2	4	7\8	-9.8329	±0.4	5	-9.8340	±2.8	1.1
2	5	8\8	-12.3769	±0.4	6	-12.3770	±3.1	0.1
2	6	13\12	-22.423	±0.4	4	-22.4266	±4.4	3.6
2	9	15\15	0.1256	±0.5	9	0.1251	±3.0	0.5
2	10	15\16	2.9528	±0.5	5	2.9506	±4.1	2.2
3	4	4\5	-5.3117	±0.3	3	-5.3111	±1.8	-0.6
4	5	2\2	-2.5444	±0.2	2	-2.5409	±1.4	-3.5
5	6	4\4	-10.0457	±0.2	3	-10.0523	±1.0	6.6
6	7	16\17	29.8794	±0.6	10	29.8853	±6.0	-5.9
7	8	4\4	-4.5464	±0.3	3	-4.5468	±2.0	0.4
7	9	4\4	-7.3346	±0.3	4	-7.3333	±1.6	-1.3
7	13	8\9	6.6004	±0.3	5	6.5993	±1.8	1.1
8	9	3\3	-2.7876	±0.2	3	-2.7858	±1.4	-1.8
8	10	3\3	0.0402	±0.2	3	0.0410	±1.4	-0.8
8	11	6\6	3.5325	±0.3	4	3.5322	±2.2	0.3
8	12	11\11	12.7387	±0.4	5	12.7393	±2.8	-0.6
8	13	10\10	11.145	±0.3	5	11.1474	±1.8	-2.4
9	10	3\3	2.8280	±0.2	3	2.8249	±1.6	3.1
10	11	5\4	3.4921	±0.2	4	3.4930	±1.4	-0.9
11	12	8\8	9.2072	±0.3	5	9.2056	±1.8	1.6
12	13	10\10	-1.5944	±0.4	8	-1.5910	±3.2	-3.4
12	14	9\10	8.2021	±0.4	4	8.2052	±3.1	-3.1
12	15	10\10	-0.8969	±0.4	5	-0.8965	±2.8	-0.4
13	14	11\11	9.7940	±0.5	7	9.7950	±2.6	-1.0
14	15	11\11	-9.1006	±0.4	4	-9.1027	±2.2	2.1

Πίνακας 4.1: Σύγκριση αποτελεσμάτων πριν τη συνόρθωση

Μελετώντας το σχήμα 4.1 γίνονται αντιληπτές οι ιδιαιτερότητες των δύο μεθόδων.

Όπου το ανάγλυφο είναι ομαλό και τα μήκη των βρόγχων μικρά, η Ψ.Γ.Χ. τα κατεφέρει καλύτερα από την ΤΡ.Υ.Α. Το γεγονός αυτό φαίνεται καθαρά στους βρόγχους 16, 17 και 9. Είναι οι τρεις μικρότεροι βρόγχοι του δικτύου με το ομαλότερο ανάγλυφο. Όταν όμως το ανάγλυφο δεν είναι ομαλό και υπάρχουν έντονες κλίσεις και μεγάλες υψομετρικές διαφορές τότε φαίνεται πως η ΤΡ.Υ.Α. υπερέχει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο βρόγχος 5. Πρόκειται για ένα σχετικά μικρό βρόγχο (705m μήκος) αλλά με έντονο ανάγλυφο και κλίσεις στις υψομετρικές διαφορές R7-R13 και R13-R12.

Στον βρόγχο 7 επίσης έχουμε συνδυασμό έντονων κλίσεων και μεγάλων αποστάσεων. Είναι χαρακτηριστικό ότι με τη μέθοδο της Ψ.Γ.Χ. για την πραγματοποίηση της υψομετρικής διαφοράς R6-R7 χρειάστηκαν 33 στάσεις ενώ μόλις 10 στάσεις με την μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α. Είναι επόμενο λοιπόν να παρατηρείται αυτό το μεγάλο σφάλμα στο κλείσιμο του βρόγχου 7 με τη μέθοδο της Ψ.Γ.Χ. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η μέθοδος της ΤΡ.Υ.Α. προσαρμόζεται εύκολα σε εδάφη με έντονο ανάγλυφο σε αντίθεση με την Ψ.Γ.Χ. που βρίσκει άριστη εφαρμογή μόνο σε ομαλά εδάφη.



Σχήμα 4.1 : Σφάλματα κλεισίματος βρόγχων

4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων μετά τη συνόρθωση

Με το πέρας της διαδικασίας της συνόρθωσης προέκυψαν τα τελικά υψόμετρα των κορυφών του δικτύου καθώς και οι αβεβαιότητές τους. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν και από τις δύο μεθόδους φαίνονται στον πίνακα 4.2

ΣΗΜΕΙΟ	ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΦΕΤΗΡΙΑ	H(m) 2003	σ _H (mm) 2003	H(m) 2007	σ _H (mm) 2007	δH (mm)
R2	ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ	180.2460	±0.5	180.2462	±0.7	-0.2
R3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	175.7251	±0.6	175.7237	±0.9	1.4
R4	ΑΝΤΟΧΗ	170.4134	±0.6	170.4123	±0.9	1.1
R5	ΗΧΟΤΕΧΝΙΑ	167.8691	±0.6	167.8713	±0.9	-2.2
R6	ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ	157.8236	±0.7	157.8192	±0.9	4.4
R7	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ	187.7050	±0.6	187.7048	±0.8	0.2
R8	ΚΤΗΡΙΟ Η/Υ	183.1588	±0.5	183.1572	±0.7	1.6
R9	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	180.3709	±0.6	180.3716	±0.7	-0.7
R10	ΔΙΟΙΚΗΣΗ	183.1990	±0.5	183.1974	±0.7	1.6
R11	ΦΥΣΙΚΗ	186.6911	±0.5	186.6903	±0.7	0.8
R12	ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ	195.8979	±0.5	195.8959	±0.7	2.0
R13	ΝΑΥΠΗΓΟΙ	194.3046	±0.6	194.3046	±0.8	0.0
R14	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΙ	204.1000	±0.7	204.1004	±1.0	-0.4
R15	ΦΟΙΤΗΤΙΚΗ ΕΣΤΙΑ	195.0005	±0.6	194.9991	±0.8	1.4

Πίνακας 4.2: Σύγκριση αποτελεσμάτων μετά τη συνόρθωση

Η μεγαλύτερη διαφορά όπως ήταν αναμενόμενο παρατηρείται στην κορυφή 6 που βρίσκεται στο κτήριο της αντισεισμικής τεχνολογίας. Για να διαπιστωθεί αν οι διαφορές στις τιμές των υψομέτρων των κορυφών είναι στατιστικά σημαντικές έγινε ο παρακάτω έλεγχος :

- από τον πίνακα 4.2 υπολογίστηκε η διαφορά δH στο υψόμετρο των κορυφών το 2003 και το 2007.
- υπολογίστηκε το σφάλμα της διαφοράς σύμφωνα με τη σχέση $\sigma_{\Delta H} = \pm \sqrt{\sigma_{H2007}^2 + \sigma_{H2003}^2}$
- για να είναι η διαφορά δH στατιστικά μη σημαντική για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% θα πρέπει να ισχύει η σχέση $-z_{0.95}\sigma_{\Delta H} \leq \delta H \leq z_{0.95}\sigma_{\Delta H}$. Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή $z_{0.95}$ είναι ίση με 1.96. Άρα θα πρέπει να ισχύει η σχέση $|\delta H| \leq 1.96 \cdot \sigma_{\Delta H}$.

Ο έλεγχος αυτός έγινε για όλες τις κορυφές του δικτύου και τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 4.3 που ακολουθεί.

Κορυφές	δH	$\sigma_{\Delta H}$	$\sigma_{\Delta H} \cdot Z_{95\%}$	Μετακίνηση
R2	-0.2	± 0.9	± 1.7	όχι
R3	1.4	± 1.1	± 2.2	όχι
R4	1.1	± 1.1	± 2.2	όχι
R5	-2.2	± 1.1	± 2.2	όχι
R6	4.4	± 1.1	± 2.2	ναι
R7	0.2	± 1.0	± 2.0	όχι
R8	1.6	± 0.9	± 1.7	όχι
R9	-0.7	± 0.9	± 1.7	όχι
R10	1.6	± 0.9	± 1.7	όχι
R11	0.8	± 0.9	± 1.7	όχι
R12	2	± 0.9	± 1.7	ναι
R13	0	± 1.0	± 2.0	όχι
R14	-0.4	± 1.2	± 2.4	όχι
R15	1.4	± 1.0	± 2.0	όχι

Πίνακας 4.3 : Έλεγχος μετακινήσεων

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.3, εκτός από την κορυφή R6 έχει μετακινηθεί και η κορυφή R12 στο κτήριο των Γενικών Εδρών.

Η μετακίνηση της κορυφής R12 μπορεί να οφείλεται σε τοπικές καθιζήσεις του εδάφους θεμελίωσης του κτηρίου πάνω στο οποίο βρίσκεται.

Οι διαφορές στις αβεβαιότητες των κορυφών είναι πολύ μικρές. Η μεγαλύτερη διαφορά που παρατηρείται είναι 0.3mm όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.2. Επίσης αποδεικνύεται ότι και με τη μέθοδο της TP.Y.A. μπορεί να επιτευχθεί ακρίβεια της τάξης του χιλιοστού.

Δεν θα πρέπει να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι η TP.Y.A. είναι ακριβέστερη μέθοδος από την Ψ.Γ.Χ. Όμως στο συγκεκριμένο δίκτυο και στην συγκεκριμένη περιοχή με την έντονη μορφολογία η TP.Y.A. αποδίδει καλύτερα σε σχέση με την Ψ.Γ.Χ. Ακόμη το κλείσιμο των βρόγχων του δικτύου είναι πολύ καλό, δηλαδή οι μετρήσεις είναι συμβατές με το μοντέλο.

4.5 Συγκρίσεις χρόνου

Εκτός από τη σύγκριση των ακριβειών που μπορούν να επιτευχθούν με τις δύο μεθόδους είναι σημαντικό να γίνει και σύγκριση χρόνων. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ο πίνακας 4.4.

Για τον υπολογισμό των χρόνων με την μέθοδο της Ψ.Γ.Χ. θεωρήθηκε ότι για κάθε στάση απαιτούνται 5 λεπτά και ότι οι μετρήσεις έγιναν από τριμελές συνεργείο.

Για την ΤΡ.Υ.Α. θεωρήθηκε ότι όλες οι μετρήσεις έγιναν με τριμελές συνεργείο και τη χρήση δύο γεωδαιτικών σταθμών (έναν για τις μετρήσεις και έναν για την οριζοντίωση των τριπόδων στις ενδιάμεσες στάσεις). Από τα στοιχεία χρόνου που συγκεντρώθηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων με τη μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α υπολογίστηκε ότι ο μέσος απαιτούμενος χρόνος για κάθε στάση είναι 10 λεπτά.

Και για τις δύο μεθόδους παρουσιάζονται οι απαιτούμενοι χρόνοι υποθέτοντας ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων όλα έγιναν ομαλά χωρίς να προκύψει κάτι απρόοπτο.

Μελετώντας τον πίνακα 4.4 παρατηρείται η μεγάλη διαφορά που υπάρχει στον αριθμό των στάσεων που χρειάστηκαν για να μετρηθούν οι υψομετρικές διαφορές στη κάθε μέθοδο.

Με τη γεωμετρική χωροστάθμηση χρειάστηκαν 272 στάσεις για την μετάβαση και 278 στάσεις για την επιστροφή. Σύνολο 550 στάσεις.

Με την ΤΡ.Υ.Α. χρειάστηκαν συνολικά 151 στάσεις. Δηλαδή με την ΤΡ.Υ.Α. χρειάστηκαν 399 λιγότερες στάσεις ή περίπου το $\frac{1}{4}$ των στάσεων σε σχέση με την Ψ.Γ.Χ.

Υπενθυμίζεται στο σημείο αυτό ότι στην ΤΡ.Υ.Α. η μετάβαση και η επιστροφή γίνονται ταυτόχρονα σε αντίθεση με την Ψ.Γ.Χ. που γίνονται ξεχωριστά. Παρόλα αυτά η διαφορά στον αριθμό των στάσεων και στο χρόνο είναι πολύ μεγάλη και φανερώνει ξεκάθαρα πόσο πιο ταχεία μέθοδος είναι η ΤΡ.Υ.Α. σε σχέση με τη Ψ.Γ.Χ.

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για τη μέτρηση του ίδιου δικτύου είναι $45^h 50^m$ με την με την Ψ.Γ.Χ. ενώ $25^h 10^m$ με την ΤΡ.Υ.Α. δηλαδή περίπου ο μισός.

Αποτελέσματα Γεωμετρικής
Χωροστάθμησης 2003

Αποτελέσματα
Τριγωνομετρικής
Υψομετρίας Ακριβείας 2007

Από-προς		Στάσεις	Χρόνος	Στάσεις	Χρόνος
1	2	9\9	1 ^h 30 ^m	4	0 ^h 40 ^m
1	3	10\10	1 ^h 40 ^m	5	0 ^h 50 ^m
1	10	15\15	2 ^h 30 ^m	5	0 ^h 50 ^m
1	11	14\14	2 ^h 20 ^m	4	0 ^h 40 ^m
1	12	13\14	2 ^h 15 ^m	4	0 ^h 40 ^m
1	15	6\7	1 ^h 05 ^m	5	0 ^h 50 ^m
2	3	5\5	0 ^h 50 ^m	5	0 ^h 50 ^m
2	4	7\8	1 ^h 15 ^m	5	0 ^h 50 ^m
2	5	8\8	1 ^h 20 ^m	6	1 ^h 00 ^m
2	6	13\12	2 ^h 05 ^m	4	0 ^h 40 ^m
2	9	15\15	2 ^h 30 ^m	9	1 ^h 30 ^m
2	10	15\16	2 ^h 35 ^m	5	0 ^h 50 ^m
3	4	4\5	0 ^h 45 ^m	3	0 ^h 30 ^m
4	5	2\2	0 ^h 20 ^m	2	0 ^h 20 ^m
5	6	4\4	0 ^h 40 ^m	3	0 ^h 30 ^m
6	7	16\17	2 ^h 45 ^m	10	1 ^h 40 ^m
7	8	4\4	0 ^h 40 ^m	3	0 ^h 30 ^m
7	9	4\4	0 ^h 40 ^m	4	0 ^h 40 ^m
7	13	8\9	1 ^h 25 ^m	5	0 ^h 50 ^m
8	9	3\3	0 ^h 30 ^m	3	0 ^h 30 ^m
8	10	3\3	0 ^h 30 ^m	3	0 ^h 30 ^m
8	11	6\6	1 ^h 00 ^m	4	0 ^h 40 ^m
8	12	11\11	1 ^h 50 ^m	5	0 ^h 50 ^m
8	13	10\10	1 ^h 40 ^m	5	0 ^h 50 ^m
9	10	3\3	0 ^h 30 ^m	3	0 ^h 30 ^m
10	11	5\4	0 ^h 45 ^m	4	0 ^h 40 ^m
11	12	8\8	1 ^h 20 ^m	5	0 ^h 50 ^m
12	13	10\10	1 ^h 40 ^m	8	1 ^h 20 ^m
12	14	9\10	1 ^h 35 ^m	4	0 ^h 40 ^m
12	15	10\10	1 ^h 40 ^m	5	0 ^h 50 ^m
13	14	11\11	1 ^h 50 ^m	7	1 ^h 10 ^m
14	15	11\11	1 ^h 50 ^m	4	0 ^h 40 ^m
ΣΥΝΟΛΟ		550	45^h50^m	151	25^h10^m

Πίνακας 4.4 Σύγκριση χρόνων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα

Από την εφαρμογή της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας (ΤΡ.Υ.Α.) και την σύγκρισή της με την ψηφιακή γεωμετρική χωροστάθμιση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα :

- Η εξέλιξη των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών ώστε να μετρούν μήκη και χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (Reflectorless) δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού υψομετρικών διαφορών μεταξύ προσιτών ή απρόσιτων σημείων με ικανοποιητική ακρίβεια.
- Με την εφαρμογή της μεθόδου της ΤΡ.Υ.Α. μπορεί να υπολογιστεί με ικανοποιητική ακρίβεια η υψομετρική διαφορά μεταξύ των κορυφών ενός τριγωνομετρικού ή πολυγωνομετρικού δικτύου, μεταξύ σημείων τεχνικών έργων, ή σημείων που βρίσκονται σε ιδιαίτερες θέσεις (ανοίγματα, έντονες κλίσεις, κατασκευές), σημείων που απέχουν μεταξύ τους μεγάλες ή μικρές αποστάσεις και βρίσκονται σε περιοχές με έντονο ή ομαλό ανάγλυφο.
- Η τοποθέτηση των τριπόδων γίνεται σε τυχαίες θέσεις (δεν χρειάζεται κέντρωση) ενώ οι ενδιάμεσες θέσεις των τριπόδων είναι ανεξάρτητες της φυσικής διαδρομής (δρόμοι) και μπορούν να επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιστοποιείται η ακολουθούμενη διαδρομή.
- Οι απαιτήσεις σε εξοπλισμό είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Σε σχέση με την Ε.Τ.Υ. δεν απαιτούνται διηρημένοι πήχεις (σταδίες) ενώ δεν είναι απαραίτητη η χρήση ανακλαστήρων.
- Πριν την εκτέλεση των μετρήσεων είναι απαραίτητος ο μετρολογικός έλεγχος του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (γεωδαιτικός σταθμός, τρικόχλια).
- Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί ο προσδιορισμός των επιμέρους υψομετρικών διαφορών ταυτόχρονα σε μετάβαση και επιστροφή. Έτσι, δεν χρειάζεται να επαναληφθεί η ίδια διαδρομή με αποτέλεσμα να μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος παραμονής στο ύπαιθρο.

- Η τελική υψομετρική διαφορά είναι απαλλαγμένη από τα σφάλματα μέτρησης του ύψους οργάνου και του ύψους στόχου, αφού δεν συμμετέχουν στους υπολογισμούς.
- Αν το κατασκευαστικό ύψος του γεωδαιτικού σταθμού και του γωνιομετρικού στόχου είναι διαφορετικό δεν επηρεάζεται η τελικά εξαγόμενη υψομετρική διαφορά.
- Όταν εφαρμόζεται η μέθοδος της ΤΡ.Υ.Α. καλό θα είναι τα κατασκευαστικά ύψη οργάνου και στόχου να είναι ίσα. Σε αυτή την περίπτωση, οι κατακόρυφες γωνίες που μετρούνται σε μετάβαση και επιστροφή είναι παραπληρωματικές με αποτέλεσμα να γίνεται εύκολα ένας πρώτος έλεγχος στο ύπαιθρο για την ορθότητα της σκόπευσης. Με αυτόν τον τρόπο είναι εύκολο και γρήγορο να γίνεται η σύγκριση των επιμέρους υψομετρικών διαφορών σε μετάβαση και επιστροφή κατά την εφαρμογή της μεθόδου. Αν τα κατασκευαστικά ύψη διαφέρουν, ο παραπάνω έλεγχος είναι ασύμφορο να γίνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.
- Επειδή πρακτικά οι μετρήσεις σε μετάβαση και επιστροφή γίνονται σε μικρό χρονικό διάστημα, λίγων λεπτών της ώρας, μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ταυτόχρονες και επομένως η τιμή του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης k παραμένει σταθερή. Έτσι, η προσδιοριζόμενη υψομετρική διαφορά που προκύπτει ως μέσος όρος των δύο τιμών, είναι ανεξάρτητη της τιμής του συντελεστή γεωδαιτικής διάθλασης k . Προκειμένου να μειωθεί ακόμη περισσότερο ο χρόνος μέτρησης κάθε υψομετρικής διαφοράς μπορούν να γίνουν παρατηρήσεις από δύο όργανα (μετάβαση-επιστροφή) που τοποθετούνται εναλλάξ με τους στόχους στους τρίποδες.
- Οι μετρήσεις γίνονται αμοιβαία σε μετάβαση και επιστροφή, συνεπώς η προσδιοριζόμενη υψομετρική διαφορά που προκύπτει ως μέσος όρος, είναι ανεξάρτητη της καμπυλότητας της γης.
- Η ακρίβεια μέτρησης των κατακόρυφων γωνιών που παρέχει ο γεωδαιτικός σταθμός είναι καθοριστικής σημασίας και βελτιώνει αισθητά την ακρίβεια υπολογισμού της τελικής υψομετρικής διαφοράς.
- Η μέτρηση των κατακόρυφων γωνιών πρέπει να γίνεται σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου γιατί με τον τρόπο αυτό γίνεται έλεγχος αν οι σκοπεύσεις είναι σωστές, αν έχει γίνει σωστή οριζοντίωση ή αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον γεωδαιτικό σταθμό.

- Όταν το έδαφος δεν είναι ομαλό και οι αποστάσεις είναι μεγάλες είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται η TP.Y.A. αντί της Ψ.Γ.Χ. Οι ακρίβειες που επιτυγχάνονται είναι ίδιες σε πολύ συντομότερο χρόνο.
- Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα γρήγορη και ευέλικτη. Για τριμελές συνεργείο και με χρήση δύο γεωδαιτικών σταθμών, (έναν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων και έναν για την οριζοντίωση των τριπόδων στις ενδιάμεσες θέσεις) ο χρόνος που απαιτείται για κάθε στάση είναι περίπου 10 λεπτά.
- Για την μέτρηση του ίδιου υψομετρικού δικτύου με την μέθοδο της TP.Y.A. και την μέθοδο της Ψ.Γ.Χ. ο αριθμός των στάσεων που πραγματοποιήθηκαν με την TP.Y.A. είναι περίπου το ένα τέταρτο των στάσεων που πραγματοποιήθηκαν με την Ψ.Γ.Χ.
- Η εφαρμογή της TP.Y.A. είναι καλό να γίνεται από τριμελές συνεργείο αντί για διμελές γιατί μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος των μετρήσεων. Επίσης αυξάνονται κατά πολύ οι διαδρομές που πρέπει να κάνει ο παρατηρητής με αποτέλεσμα να κουράζεται γρήγορα.
- Οι στόχοι δεν πρέπει να οριζοντιώνονται μόνο με τη χρήση της σφαιρικής αεροστάθμης του τρικοχλίου. Θα πρέπει οπωσδήποτε να οριζοντιώνονται με τη χρήση γεωδαιτικού σταθμού έτσι ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα στην οριζοντίωση του σταθμού όταν τοποθετείται επάνω τους.
- Τα σφάλματα κλεισίματος των βρόγχων ενός δικτύου είναι καθοριστικής σημασίας ως προς τον τελικό προσδιορισμό των αβεβαιοτήτων των υψομέτρων των κορυφών και των υψομετρικών διαφορών του δικτύου.
- Η συνόρθωση του δικτύου έδειξε ότι με την TP.Y.A. μπορεί να επιτευχθεί αντίστοιχη ακρίβεια με την Ψ.Γ.Χ.
- Ο έλεγχος μετακινήσεων έδειξε μεταβολή της θέσης της αφετηρίας R6 που ήταν αναμενόμενο εφ' όσον επανατοποθετήθηκε. Επίσης παρατηρήθηκε μεταβολή (οριακά για 95%) στην υψομετρική αφετηρία R12.

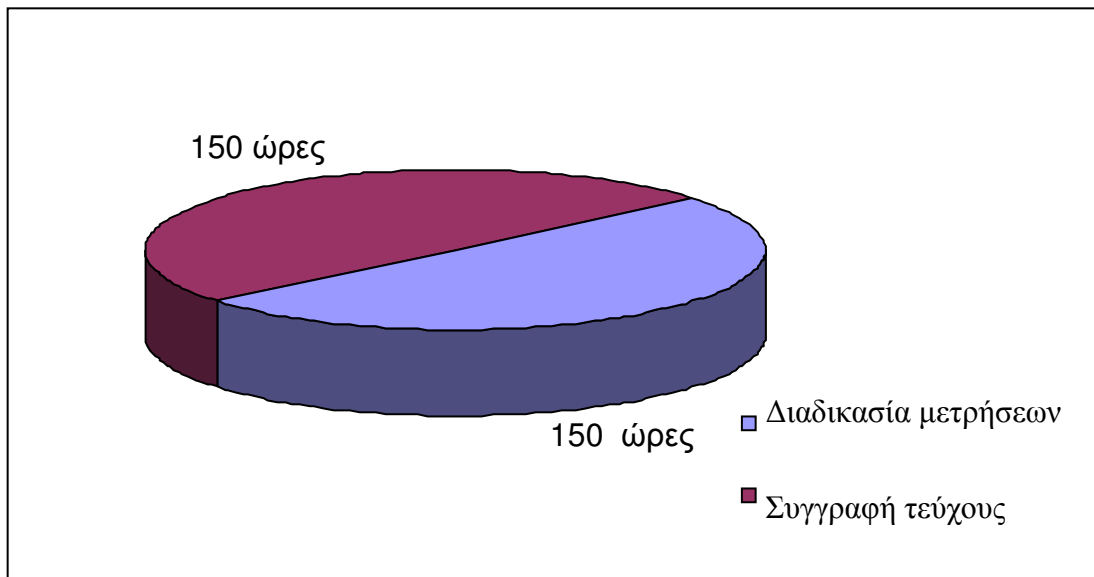
5.2 Προτάσεις

Ανάλογα με τα συμπεράσματα, προέκυψαν και κάποιες προτάσεις που θα είναι χρήσιμες αν εφαρμοστούν στο μέλλον.

- Κρίνεται σκόπιμο να ξαναμετρηθεί το συγκεκριμένο δίκτυο με την μέθοδο της ΤΡ.Υ.Α., αυτή τη φορά με τη χρήση γεωδαιτικού σταθμού ακριβείας ($\pm 1''$ στις μετρήσεις γωνιών), έτσι ώστε να διαπιστωθεί η μέγιστη ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί με τη συγκεκριμένη μέθοδο. Ταυτόχρονα θα μπορεί να ελεγχθεί και η μετακίνηση κάποιας κορυφής.
- Κατά τη διαδικασία των μετρήσεων παρατηρήθηκε ασταθής συμπεριφορά στις μετρήσεις μηκών χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα. Επειδή το ζήτημα αυτό δεν αφορούσε τη παρούσα διπλωματική εργασία, κρίνεται σκόπιμο να αποτελέσει αντικείμενο μελέτης μιας άλλης διπλωματικής εργασίας.

5.3 Χρόνος εργασίας

Ο χρόνος για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι δύσκολο να υπολογιστεί και αυτό γιατί διακόπηκε η διαδικασία των μετρήσεων από τις καταλήψεις που έγιναν το 2007. Πάντως, για την ολοκλήρωση των μετρήσεων χρειάστηκε να μετρήσει το συνεργείο περίπου 30 φορές για περίπου 5 ώρες τη φορά. Χρειάστηκαν δηλαδή περίπου 150 ώρες μετρήσεων. Λόγω διάφορων τυχαίων προβλημάτων που παρουσιάζονταν η όλη διαδικασία των μετρήσεων καθυστερούσε και αναγκαστικά επαναλαμβάνονταν πολλές μετρήσεις. Για την συγγραφή του τεύχους, προσεγγιστικά μπορεί να υπολογιστεί το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε. Αρχικά συντάχθηκαν τα δύο πρώτα κεφάλαια ενώ τα υπόλοιπα συντάχθηκαν μετά τα πέρας των μετρήσεων. Υπολογίζεται ότι χρειάστηκαν περίπου 150 ώρες για την ολοκλήρωση της συγγραφής του τεύχους.



Σχήμα 5.1: Απεικόνιση των διαδικασιών εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ., *Θεωρία σφαλμάτων και συνορθώσεις I*, Αθήνα 2000, Διδακτικές σημειώσεις.
2. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ., *Θεωρία σφαλμάτων και συνορθώσεις II*, Αθήνα 2000, Διδακτικές σημειώσεις.
3. Βέης Γ. , Μπιλλήρης Χ., Παπαζήση Κ., «*Ανώτερη γεωδαισία*», Αθήνα 1995, Διδακτικές σημειώσεις.
4. Μπαλοδήμος Δ.- Δ., Ο. Αραμπατζή, *Υψομετρία*, Αθήνα 2004, Διδακτικές σημειώσεις.
5. Λάμπρου Ε., *Μέθοδος Ακριβούς Προσδιορισμού Υψομετρικής Διαφοράς μεταξύ προσιτών ή απρόσιτων σημείων*, Τεχνικά Χρονικά, Επιστ. Έκδοση ΤΕΕ, I, τεύχος 1-2, 2007
6. *Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας*, Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Σ.Α.Τ.Μ. – Ε.Μ.Π., Αθήνα 2004, Διδακτικές σημειώσεις.
7. Χρόνης Γ., *Επέκταση Χωροσταθμικού Δικτύου Πολυτεχνειούπολης*, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Σ.Α.Τ.Μ., Αθήνα 2003.

ABSTRACT

In this diploma thesis the method of the **Accurate Trigonometric Heighting (A.T.H)** is used for the accurate height difference determination between accessible or inaccessible points. The orthometric height difference is measured traditionally with the spirit leveling method. Recently, the use of digital levels provides significant improvements in the quickness and accuracy. Also, this determination may be done by the trigonometric heighting method for low accuracy works or by the special trigonometric heighting method between benchmarks for high accuracy applications.

The manufacture of the reflectorless total stations gives the opportunity of direct distance measurements to inaccessible points. The measurements are carried out simultaneously and reciprocally between the instrument and the target positions in two directions (aller -retour).

The application of the method is feasible by the use of modern reflectorless total stations. Initially, becomes description of the methods that are used in the current season for the determination of orthometric height differences. Then the methodology is described. The instrumentation needed and the theoretical analysis of the achieved precision is referred. The influence of the error of the measured values (distances and angles), of the change of the refraction coefficient κ and of the curvature of the earth in the final determined height difference value are analyzed. Useful remarks for the proper application of the methodology are stated. The planning, the measurement and the adjustment of the height network that exists in the campus of the National and Technical University of Athens are presented and analyzed. The results are compared with the results that had been extracted from the measurement of the same network with the digital leveling method in 2003. The conclusions deal with the advantages of the proposed method. Also, the best instrumentation combinations are mentioned in order to achieve the desired precision in any case.

The single station of the method is presented in figure 2.1. It may be applied between accessible or inaccessible points in case that they are both visible from the total station position.

The orthometric height difference between points A and B is calculated by the equations (2.1), (2.2) and (2.3).

In the case that points A and B are not visible from the total station position or the distance between them is long, the procedure that is described in figure 2.2 is applied.

A tripod bearing the total station is put close to point A. Another tripod bearing the target is put close to point B.

(2.2a). The total station measures the distance D_A and the zenith angle Z_A to point A. Continually sights to the target and measures the distance D_{12} and the zenith angle Z_{12} .

Then the total station and the target change their positions reciprocally above the tribraches. Special care is needed to avoid moving the tripod - tribrach system during the change. The total station is put on the tripod T_2 , as the target is put on the tripod T_1 (fig. 2.2b). The corresponding elements (D_{21} , z_{21} , D_B , z_B) are measured.

The height difference ΔH_{AB} between the points A and B is determined by the equation (2.4) where the height differences ΔH_A , ΔH_B , ΔH_{12} and ΔH_{21} are calculated according to the equations (2.2), (2.3), (2.5) and (2.6).

If more stations are needed between points A and B, the three tripod method is applied (fig.2.3). In this case, the final height difference is calculated by the equation (2.7).

The precision achieved by the proposed method is independent of:

- The value of the geodetic refraction coefficient κ .
- The curvature of the surface of the earth.
- The measurement of the height of the instrument and target.

Although it depends on:

- The distance measurement precision. (Figure 2.8 illustrates the error of the height difference determination relative to the error in the distance measurement and the vertical angle value).
- The zenith angle measurement precision. (Figures 2.9 and 2.10 illustrate the error of the height difference determination relative to the error in the vertical angle measurement ($\sigma_z = \pm 3''$ and $\sigma_z = \pm 10''$) and the distance).
- The change of the refraction coefficient κ during the measurements. (Figure 2.11 illustrates the error of the height difference determination relative to the change of the refraction coefficient κ ($\delta\kappa = \pm 0.05$) during the measurements).

Under the presupposition that the measurements at each station in both directions were carried out simultaneously, (last short time), then there is not change in the refraction coefficient value. in this case, the final height difference is free of this error.

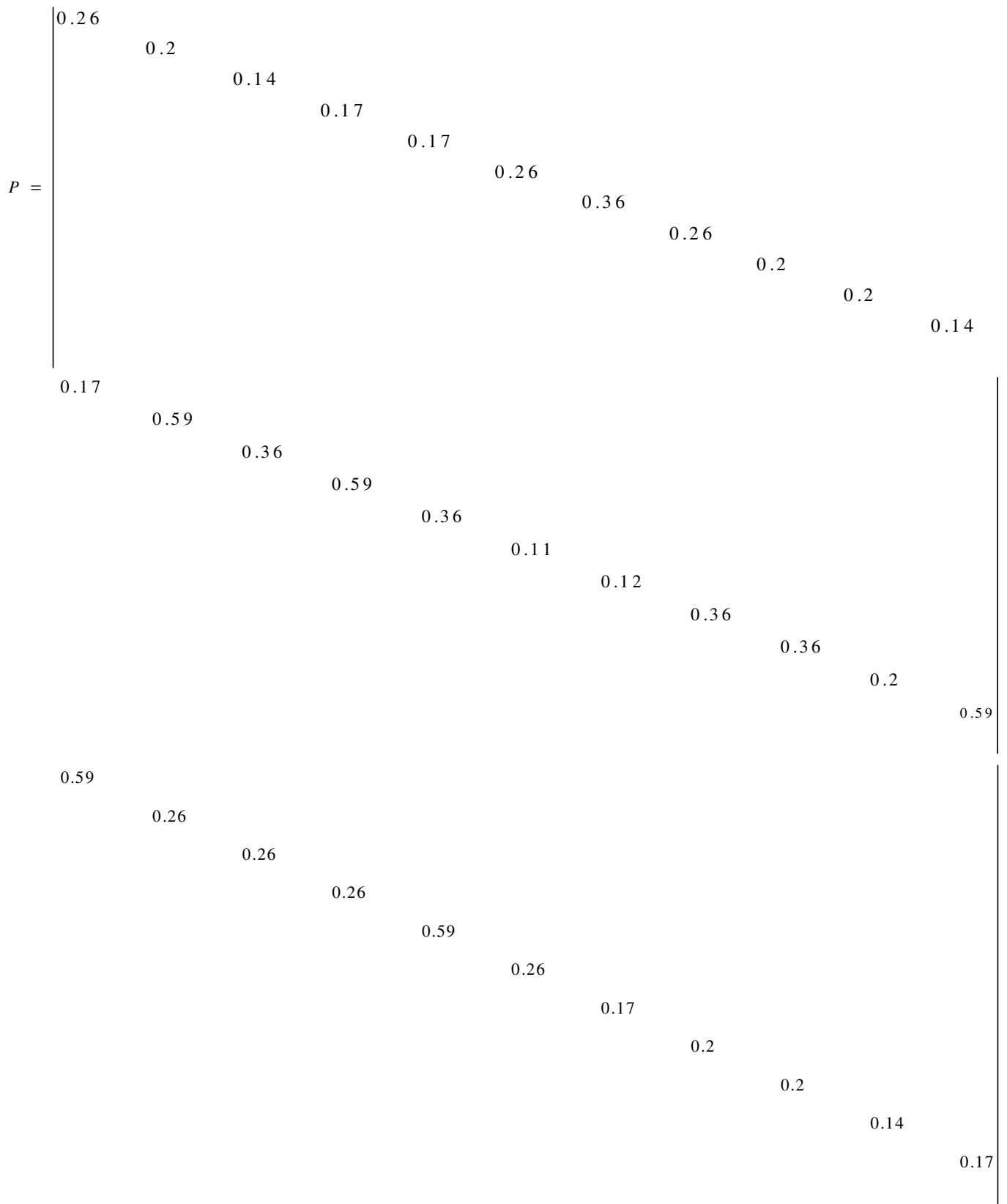
Via the application of the variance-covariance law for one, two or more stations of the instruments the equations (2.17),(2.18),(2.19) calculate the final precision $\sigma_{\Delta H_{AB}}$ of the height difference determination between two points A and B by the A.T.H.

CONCLUSIONS

- The reflectorless total stations provide us with the capability of the direct determination of height differences between accessible or inaccessible points with adequate precision.
- By the suggested method of the accurate trigonometric heighting (A.T.H), the height difference between any points situated at special positions as gaps on the earth, high inclination surfaces, rough surfaces, structures, trigonometric network points, can be determined.
- The method is quick, easy and convenient for application as the measurements are carried out simultaneously and reciprocally in both directions. Also, the tripods are put on casual positions without the need of centering. This improves the followed way.
- The calculated height difference is free of:
 - The measurement of the height of the instrument and target.
 - The different manufactured height of the instrument and the target.
 - The geodetic refraction coefficient κ .
 - The curvature of the earth.
- The provided by the total station precision for the zenith angle measurement is significant as it improves the final precision of the determined height difference.
- For the measurement of the network using the method of digital leveling the number of stations needed are about four times more than by using the A.T.H.
- The adjustment of the network has shown that the A.T.H. can achieve equal precision to the digital leveling method.
- The errors of the closed polygons of a network are of high importance for the final determination of the uncertainties of the height of the network points and the measured height differences of the network.
- In many application the use of the A.T.H. method provides the same precision to the digital leveling saving time.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

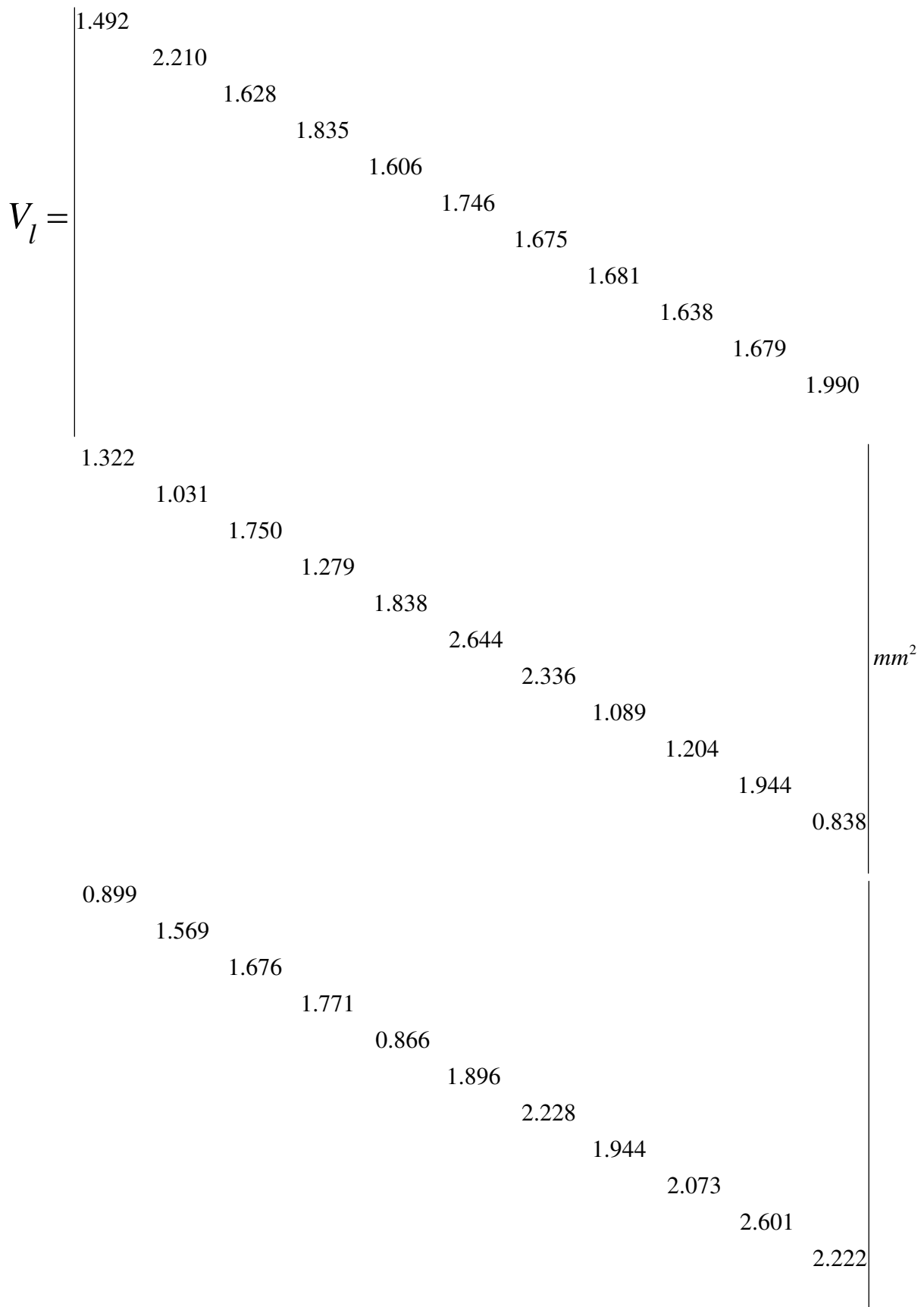
ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ



Πίνακας 2. Πίνακας βαρών των υψομετρικών διαφορών

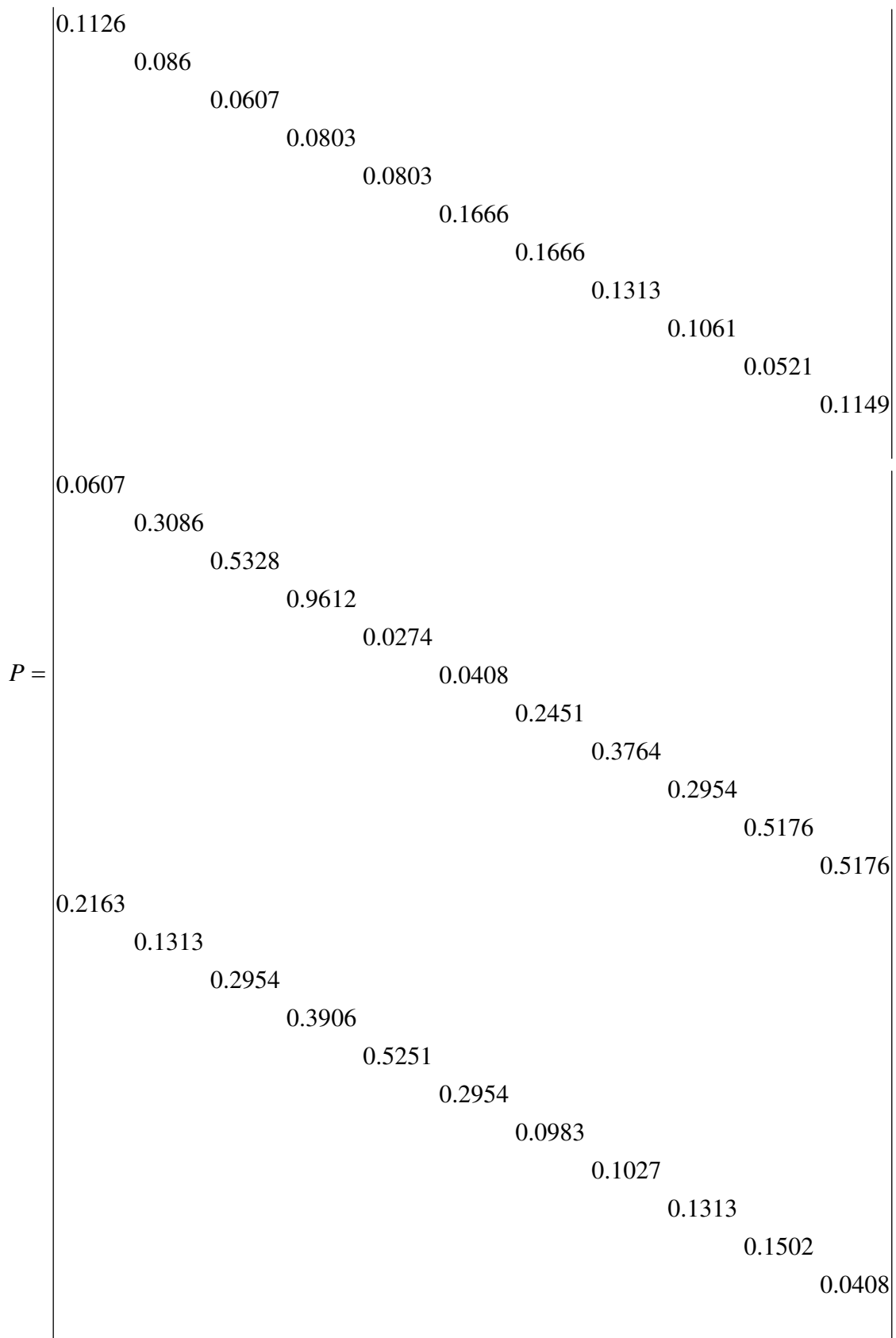
$V_x =$	1.492	1.010	1.224	1.263	1.201	0.841	0.885	1.005	1.045	0.562	0.329	0.632	0.232	0.144
	1.010	2.210	1.527	1.285	1.041	0.624	0.637	0.727	0.733	0.411	0.240	0.461	0.169	0.105
	1.224	1.527	2.594	2.014	1.503	0.813	0.812	0.930	0.916	0.530	0.309	0.594	0.218	0.136
	1.263	1.285	2.014	2.714	1.888	0.919	0.895	1.028	0.984	0.591	0.345	0.661	0.243	0.151
	1.201	1.041	1.503	1.888	2.900	1.137	1.036	1.202	1.062	0.707	0.412	0.789	0.290	0.181
	0.841	0.624	0.813	0.919	1.137	2.017	1.330	1.327	1.080	1.088	0.629	1.192	0.441	0.275
	0.885	0.637	0.812	0.895	1.036	1.330	1.731	1.366	1.230	0.998	0.587	1.135	0.416	0.258
	1.005	0.727	0.930	1.028	1.202	1.327	1.366	1.839	1.301	0.877	0.513	0.985	0.362	0.225
	1.045	0.733	0.916	0.984	1.062	1.080	1.230	1.301	1.628	0.753	0.441	0.850	0.312	0.194
	0.562	0.411	0.530	0.591	0.707	1.088	0.998	0.877	0.753	1.835	0.772	0.868	0.427	0.311
	0.329	0.240	0.309	0.345	0.412	0.629	0.587	0.513	0.441	0.772	1.606	0.844	0.704	0.604
	0.632	0.461	0.594	0.661	0.789	1.192	1.135	0.985	0.850	0.868	0.844	2.310	0.728	0.401
	0.232	0.169	0.218	0.243	0.290	0.441	0.416	0.362	0.312	0.427	0.704	0.728	1.746	0.599
	0.144	0.105	0.136	0.151	0.181	0.275	0.258	0.225	0.194	0.311	0.604	0.401	0.599	1.675

Πίνακας 3. Πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομέτρων των κορυφών



Πίνακας 4: Πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομετρικών διαφορών

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΝΟΡΘΩΣΗΣ

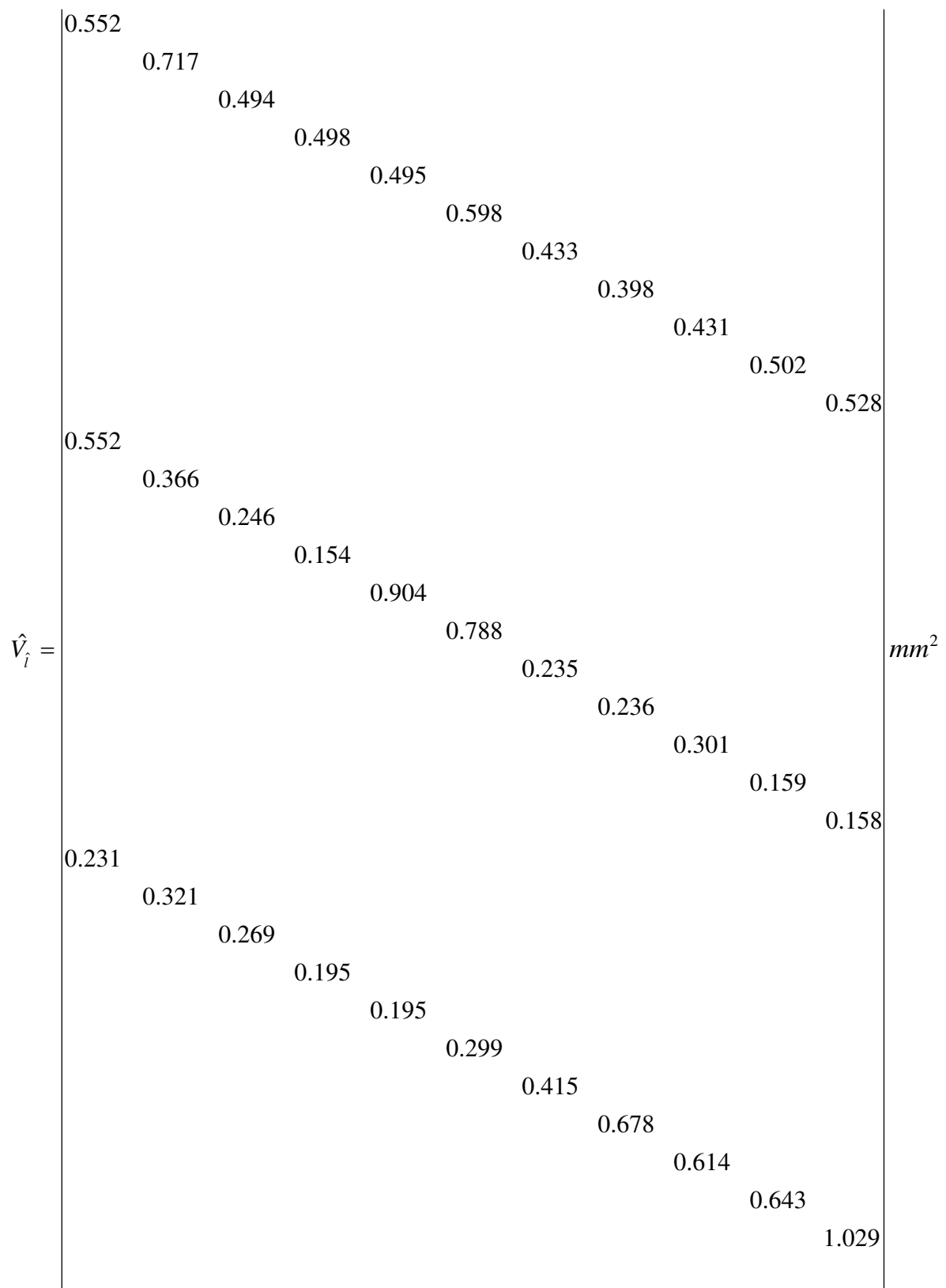


Πίνακας 2: Πίνακας βαρών

$\hat{V}_{\hat{x}} =$	0.552	0.418	0.462	0.465	0.457	0.264	0.248	0.282	0.247	0.212	0.180	0.237	0.197	0.093
	0.418	0.717	0.560	0.504	0.483	0.223	0.206	0.235	0.203	0.175	0.149	0.198	0.164	0.078
	0.462	0.560	0.769	0.666	0.631	0.263	0.241	0.274	0.236	0.204	0.175	0.232	0.193	0.091
	0.465	0.504	0.666	0.809	0.760	0.286	0.260	0.295	0.253	0.219	0.188	0.251	0.208	0.098
	0.457	0.483	0.631	0.760	0.864	0.301	0.271	0.308	0.263	0.228	0.196	0.263	0.217	0.102
	0.264	0.223	0.263	0.286	0.301	0.642	0.459	0.473	0.407	0.369	0.337	0.498	0.397	0.178
	0.248	0.206	0.241	0.260	0.271	0.459	0.512	0.447	0.424	0.389	0.343	0.449	0.375	0.178
	0.282	0.235	0.274	0.295	0.308	0.473	0.447	0.540	0.420	0.368	0.318	0.423	0.351	0.165
	0.247	0.203	0.236	0.253	0.263	0.407	0.424	0.420	0.494	0.398	0.318	0.389	0.333	0.164
	0.212	0.175	0.204	0.219	0.228	0.369	0.389	0.368	0.398	0.498	0.347	0.367	0.334	0.175
	0.180	0.149	0.175	0.188	0.196	0.337	0.343	0.318	0.318	0.347	0.495	0.368	0.395	0.240
	0.237	0.198	0.232	0.251	0.263	0.498	0.449	0.423	0.389	0.367	0.368	0.655	0.492	0.202
	0.197	0.164	0.193	0.208	0.217	0.397	0.375	0.351	0.333	0.334	0.395	0.492	0.972	0.270
	0.093	0.078	0.091	0.098	0.102	0.178	0.178	0.165	0.164	0.175	0.240	0.202	0.270	0.598

mm^2

Πίνακας 3: Πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομέτρων των κορυφών του δικτύου



Πίνακας 4 : : Πίνακας μεταβλητότητας-συμμεταβλητότητας των υψομετρικών διαφορών

1.73
0.02
0.47
-1.72
-0.89
-0.09
-0.51
0.12
2.09
-0.45
0.30
0.54
-0.27
-0.13
0.16
0.32
2.95
-0.79
0.14
0.51
0.23
-0.83
0.88
-0.59
0.01
0.84
-0.08
0.03
-0.30
-0.67
-0.31
0.83
1.37

$U =$ mm

Πίνακας 5: Πίνακας υπολοίπων

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...08/05/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ R_(ΑΡΧΗΣ) ...R1...

ΠΡΟΣ R_(ΤΕΛΟΥΣ)...R2...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ R_(ΑΡΧΗΣ) ...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	R _(ΑΡΧΗΣ)	102.8370	297.1620	102.8375	102.8373	24.587	1.0954
		102.8370	297.1630	102.8370		24.586	

$$(\Delta H = \cos z \cdot D)$$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	102.1575	297.8400	102.1588	102.1588	81.488	-2.7628	-2.7659
		102.1580	297.8405	102.1588		81.489		
2	1	97.8370	302.1640	97.8365	97.8363	81.488	2.7690	
		97.8355	302.1635	97.8360		81.488		

2	3	108.1105	291.8905	108.1100	108.1102	110.372	-14.0228	-14.0164
		108.1115	291.8910	108.1103		110.372		
3	2	91.8975	308.1030	91.8973	91.8973	110.372	14.0099	
		91.8980	308.1035	91.8973		110.372		

3	4	97.6365	302.3645	97.6360	97.6354	128.152	4.7589	4.7694
		97.6355	302.3660	97.6348		128.152		
4	3	102.3775	297.6265	102.3755	102.3750	128.153	-4.7798	
		102.3750	297.6260	102.3745		128.153		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ R_(ΤΕΛΟΥΣ)...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
4	R _(ΤΕΛΟΥΣ)	112.2940	287.7040	112.2950	112.2962	6.548	-1.2570
		112.2970	287.7025	112.2973		6.549	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -12.1745$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...04/12/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R1**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R3**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	102.7180	297.2825	102.7178	102.7181	25.388	1.0836
		102.7185	297.2820	102.7183		25.387	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	101.7760	298.2275	101.7743	101.7744	94.651	-2.6378	-2.6378
		101.7770	298.2280	101.7745		94.651		
2	1	98.2285	301.7770	98.2258	98.2256	94.651	2.6378	
		98.2275	301.7770	98.2253		94.651		

2	3	101.0215	298.9780	101.0218	101.0226	101.765	-1.6346	-1.6202
		101.0230	298.9765	101.0233		101.764		
3	2	98.9975	301.0060	98.9958	98.9954	101.764	1.6058	
		98.9985	301.0085	98.9950		101.763		

3	4	103.9920	296.0090	103.9915	103.9926	154.118	-9.6593	-9.6619
		103.9950	296.0075	103.9938		154.118		
4	3	96.0075	303.9965	96.0050	96.0052	154.117	9.6645	
		96.0075	303.9970	96.0053		154.117		

4	5	102.6725	297.3320	102.6703	102.6699	72.980	-3.0598	-3.0508
		102.6725	297.3335	102.6695		72.980		
5	4	97.3485	302.6560	97.3463	97.3459	72.980	3.0417	
		97.3485	302.6575	97.3455		72.980		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	105.4005	294.5985	105.4010	105.4033	9.534	-0.8082
		105.4050	294.5940	105.4055		9.534	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -16.6953$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...21/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R1**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R10**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.0580	295.9420	104.0580	104.0575	13.767	0.8769
		104.0570	295.9430	104.0570		13.768	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	99.2640	300.7360	99.2640	99.2645	57.829	0.6681	0.7428
		99.2650	300.7350	99.2650		57.828		
2	1	100.9000	299.1010	100.8995	100.9000	57.829	-0.8175	
		100.9000	299.0990	100.9005		57.829		
2	3	102.7280	297.2720	102.7280	102.7285	179.067	-7.6223	
		102.7290	297.2710	102.7290		179.067		
3	2	97.3350	302.6650	97.3350	97.3355	179.061	7.4922	-7.5573
		97.3360	302.6640	97.3360		179.061		

3	4	99.4890	300.5110	99.4890	99.4880	76.608	0.6161	0.6898
		99.4870	300.5130	99.4870		76.608		
4	3	100.6350	299.3650	100.6350	100.6345	76.609	-0.7635	
		100.6340	299.3660	100.6340		76.609		

4	5	106.1140	293.8860	106.1140	106.1135	30.930	-2.9657	-2.8956
		106.1130	293.8870	106.1130		30.930		
5	4	94.1750	305.8250	94.1750	94.1740	30.918	2.8255	
		94.1730	305.8270	94.1730		30.918		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	111.073	288.9270	111.0730	111.0740	6.233	-1.0787
		111.0750	288.9250	111.0750		6.232	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -9.2221$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...18/10/07... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003...ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ...Ζάβνης,

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**1**.... ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$**12**.....

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	103.3980	296.6030	103.3975	103.3980	14.084	0.7514
		103.3980	296.6010	103.3985		14.083	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$	
1	2	99.1130	300.8880	99.1125	99.1135	60.818	0.8469	0.9226	
		99.1140	300.8850	99.1145		60.819			
2	1	101.0450	298.9560	101.0445	101.0450	60.820	-0.9983		
		101.0450	298.9540	101.0455		60.821			
2	3	99.4590	300.5420	99.4585	99.4590	245.949	2.0900		
		99.4590	300.5400	99.4595		245.944			
3	2	100.5950	299.4060	100.5945	100.5940	245.944	-2.2931		2.1924
		100.5930	299.4060	100.5935		245.943			
3	4	99.2510	300.7500	99.2505	99.2505	44.435	0.5213		
		99.2500	300.7490	99.2505		44.435			
4	3	100.9560	299.0450	100.9555	100.9570	44.438	-0.6680	0.5956	
		100.9580	299.0410	100.9585		44.438			

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	110.0580	289.9430	110.0575	110.0575	6.256	-0.9842
		110.0570	289.9420	110.0575		6.256	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 3.4778$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...13/03/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R1**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R15**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	102.1355	297.8700	102.1328	102.1329	33.361	1.1175
		102.1355	297.8695	102.1330		33.362	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	98.5945	301.4130	98.5908	98.5913	52.898	1.1703	1.1807
		98.5955	301.4120	98.5918		52.889		
2	1	101.4355	298.5695	101.4330	101.4338	52.889	-1.1911	
		104.4355	298.5675	104.4345		52.893		

2	3	99.5700	300.4325	99.5688	99.5689	61.797	0.4185	0.4296
		99.5705	300.4325	99.5690		61.797		
3	2	100.4570	299.5485	100.4543	100.4540	61.798	-0.4407	
		100.4560	299.5485	100.4538		61.797		

3	4	98.1815	301.8280	98.1768	98.1771	68.360	1.9572	1.9695
		98.1520	301.8275	98.1773		68.360		
4	3	101.8490	298.1580	101.8455	101.8459	68.358	-1.9818	
		101.8505	298.1580	101.8463		68.360		

4	5	101.0860	298.9195	101.0833	101.0837	81.413	-1.3858	-1.3740
		101.0865	298.9185	101.0840		81.410		
5	4	98.9385	301.0675	98.9355	98.9349	81.417	1.3621	
		98.9390	301.0685	98.9343		81.418		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	101.7200	298.2880	101.7160	101.7152	27.590	-0.7432
		101.7185	298.2900	101.7143		27.585	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 2.5802$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...06/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R2**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R3**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	108.4660	291.5320	108.4670	108.4667	9.156	1.2142
		108.4655	291.5315	108.4663		9.157	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	99.9615	300.0340	99.9638	99.9639	42.168	0.0239	0.0334
		99.9630	300.0350	99.9640		42.168		
2	1	99.9340	300.0630	99.9355	99.9354	42.164	0.0428	
		99.9340	300.0635	99.9353		42.164		

2	3	104.6130	295.3850	104.6150	104.6147	102.540	-7.4264	-7.4589
		104.6125	295.3840	104.6143		102.540		
3	2	95.3430	304.6535	95.3448	95.3449	102.541	7.4913	
		95.3445	304.6545	95.3450		102.541		

3	4	100.2980	299.7010	100.2985	100.2988	49.622	-0.2329	-0.2735
		100.2980	299.7000	100.2990		49.622		
4	3	99.5945	300.4005	99.5970	99.5970	49.625	0.3141	
		99.5950	300.4010	99.5970		49.625		

4	5	92.9010	307.0950	92.9030	92.9028	29.190	3.2474	3.2083
		92.9015	307.0945	92.9025		29.190		
5	4	106.9240	293.0700	106.9270	109.9282	29.179	-3.1692	
		106.9265	293.0680	106.9293		29.178		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	106.6610	293.3340	106.6635	106.6638	11.920	-1.2455
		106.6615	293.3335	106.6640		11.921	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -4.5220$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...27/03/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R4**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R2**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	103.5530	296.4500	103.5515	103.5514	42.587	2.3745
		103.5535	296.4510	103.5513		42.587	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	99.2840	300.7200	99.2820	99.2824	91.257	1.0286	1.0307
		99.2850	300.7195	99.2828		91.256		
2	1	100.7195	299.2805	100.7195	100.7205	91.252	-1.0327	
		100.7230	299.2800	100.7215		91.257		

2	3	97.5470	302.4500	97.5485	97.550	89.581	3.4467	3.4468
		97.5530	302.4500	97.5515		89.583		
3	2	102.4465	297.5585	102.4440	102.4429	89.585	-3.4468	
		102.4435	297.5600	102.4418		89.587		

3	4	96.6215	303.3820	96.6198	96.6201	80.965	4.2965	4.3225
		96.6225	303.3820	96.6203		80.964		
4	3	103.4185	296.5785	103.4200	103.4208	80.964	-4.3484	
		103.4220	296.5790	103.4215		80.965		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	102.2525	297.7450	102.2513	102.2543	37.864	-1.3405
		102.2585	297.7440	102.2573		37.864	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 9.8340$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...08/05/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R2**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R5**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	112.2940	287.7040	112.2950	112.2962	6.527	1.2530
		112.2970	287.7025	112.2973		6.528	

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	98.9825	301.0180	98.9823	98.9818	78.290	1.2521	1.2633
		98.9830	301.0205	98.9813		78.290		
2	1	101.0375	298.9645	101.0365	101.0364	78.290	-1.2745	
		101.0375	298.9650	101.0362		78.290		
2	3	103.7385	296.2630	103.7378	103.7388	61.439	-3.6062	-3.6099
		103.7400	296.2605	103.7398		61.439		
3	2	96.2550	303.7475	96.2537	96.2536	61.439	3.6135	
		96.2560	303.7490	96.2535		61.439		

3	4	101.9265	298.0750	101.9258	101.9258	67.460	-2.0404	-2.0260
		101.9260	298.0755	101.9258		67.460		
4	3	101.9265	298.0750	101.9258	101.9258	67.460	2.0116	
		101.9260	298.0755	101.9258		67.460		

4	5	104.6030	295.3995	104.6018	104.6019	47.280	-3.4147	-3.4115
		104.6025	295.3985	104.6020		47.280		
5	4	95.4075	304.5935	95.4070	95.4068	47.280	3.4083	
		95.4080	304.5950	95.4065		47.280		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...08/05/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R2**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R5**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
5	6	100.7380	299.2645	100.7368	100.7361	117.130	-1.3543	-1.3371
		100.7365	299.2655	100.7355		117.130		
6	5	99.2830	300.7170	99.2830	99.2826	117.131	1.3199	
		99.2825	300.7180	99.2822		117.130		
6	7	103.3690	296.6305	103.3698	103.3698	73.661	-3.8973	-3.8857
		103.3710	296.6305	103.3703		73.661		
7	6	96.6490	303.3500	96.6495	96.6503	73.661	3.8740	
		96.6520	303.3500	96.6510		73.661		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
7	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	103.7090	296.2905	103.7093	103.7091	10.709	-0.6236
		103.7090	296.2915	103.7088		10.709	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -12.3770$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...06/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R2**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R6**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.6114	295.3890	104.6112	104.6108	23.686	1.7140
		104.6092	295.3890	104.6101		23.686	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	98.4910	301.5104	98.4912	98.4904	96.457	2.2871	2.3592
		98.4900	301.5110	98.4895		96.458		
2	1	101.6044	298.3952	101.6046	101.6047	96.461	-2.4312	
		101.6038	298.3942	101.6048		96.461		

2	3	95.3902	304.6094	95.3904	95.3908	263.815	19.0839	19.1532
		95.3920	304.6096	95.3912		263.816		
3	2	104.6424	295.3574	104.6425	104.6425	263.827	-19.2224	
		104.6424	295.3576	104.6425		263.826		

3	4	99.9126	300.0896	99.9115	99.9111	48.381	0.0676	0.1369
		99.9122	300.0910	99.9106		48.381		
4	3	100.2698	299.7276	100.2711	100.2712	48.381	-0.2061	
		100.2696	299.7270	100.2713		48.381		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	109.0420	290.9570	109.0425	109.0427	6.616	-0.9367
		109.0424	290.9570	109.0428		6.617	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -22.4266$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...10/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R9**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R2**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	114.5595	285.4405	114.5595	114.5592	20.551	4.6594
		114.5595	285.4420	114.5588		20.554	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	99.9485	300.0510	99.9488	99.9492	70.733	0.0564	0.0765
		99.9485	300.0505	99.9495		70.734		
2	1	100.0860	299.9135	100.0863	100.0869	70.733	-0.0966	
		100.0875	299.9125	100.0875		70.733		

2	3	102.0630	297.9385	102.0623	102.0618	58.066	-1.8802	-1.8691
		102.0620	297.9395	102.0613		58.064		
3	2	97.9635	302.0385	97.9625	97.9625	58.065	1.8580	
		97.9640	302.0390	97.9625		58.063		

3	4	104.2200	295.7790	104.2205	104.2205	78.833	-5.2225	-5.2123
		104.2205	295.7795	104.2205		78.835		
4	3	95.7975	304.2060	95.7958	95.7958	78.830	5.2020	
		95.7970	304.2055	95.7958		78.835		

4	5	103.3875	296.6160	103.3858	103.3857	53.646	-2.8516	-2.8424
		103.3865	296.6155	103.3855		53.643		
5	4	96.6355	303.3635	96.6360	96.6360	53.641	2.8332	
		96.6360	303.3640	96.6360		53.642		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...10/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R9**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R2**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
5	6	103.8180	296.1810	103.8185	103.8189	58.014	-3.4780	
		103.8180	296.1795	103.8193		58.015		
6	5	96.2130	303.7850	96.2140	96.2145	58.012	3.4476	-3.4628
		96.2145	303.7845	96.2150		58.014		

6	7	99.2670	300.7345	99.2663	99.2667	72.568	0.8359	
		99.2680	300.7340	99.2670		72.569		
7	6	100.7500	299.2505	100.7498	100.7502	72.569	-0.8551	0.8455
		100.7515	299.2505	100.7505		72.568		

7	8	95.9945	304.0080	95.9933	95.9946	66.279	4.1673	
		95.9965	304.0050	95.9958		66.278		
8	7	104.0290	295.9695	104.0298	104.0299	66.280	-4.1929	4.1801
		104.0300	295.9700	104.0300		66.281		

8	9	91.1115	308.8885	91.1115	91.1119	34.380	4.7843	
		91.1130	308.8885	91.1123		34.380		
9	8	108.9225	291.0770	108.9228	108.9234	34.384	-4.8037	4.7940
		108.9250	291.0770	108.9240		34.382		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
9	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	110.2810	289.7205	110.2803	110.2804	8.049	-1.2940
		110.2825	289.7215	110.2805		8.047	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -0.1251$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...21/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R10**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R2**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	111.0730	288.9280	111.0725	111.0740	6.063	1.0494
		111.0750	288.9240	111.0755		6.064	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	94.1750	305.8250	94.1750	94.1740	30.918	2.8255	2.8955
		94.1730	305.8270	94.1730		30.918		
2	1	106.1140	2933.8870	106.1135	106.1130	30.930	-2.9654	
		106.1130	293.8880	106.1125		30.930		

2	3	100.5560	299.4450	100.5555	100.5560	69.699	-0.6087	-0.5321
		100.5560	299.4430	100.5565		69.698		
3	2	99.5840	300.4170	99.5835	99.5840	69.697	0.4554	
		99.5840	300.4150	99.5845		69.697		

3	4	102.3660	297.6440	102.3655	102.3665	245.041	-9.1068	-9.0077
		102.3670	297.6320	102.3675		245.042		
4	3	97.6850	302.3140	97.6855	97.6850	245.036	8.9085	
		97.6850	302.3160	97.6845		245.037		

4	5	97.3180	302.6830	97.3175	97.3180	84.161	3.5446	3.6193
		97.3180	302.6810	97.3185		84.161		
5	4	102.7950	297.2040	102.7955	102.7950	84.167	-3.6940	
		102.7950	297.2060	102.7945		84.166		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	103.3690	296.6300	103.3695	103.3695	18.430	-0.9750
		103.3700	296.6310	103.3695		18.430	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -2.9506$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...04/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R3**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R4**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	107.1595	292.8385	107.1605	107.1605	10.792	1.2114
		107.1600	292.8390	107.1605		10.793	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	107.3540	292.6445	107.3548	107.3546	26.938	-3.1051	-3.1419
		107.3530	292.6445	107.3543		26.938		
2	1	92.4705	307.5255	92.4725	92.4722	26.944	3.1786	
		92.4695	307.5260	92.4718		26.944		
2	3	100.7635	299.2320	100.7658	100.7658	121.329	-1.4595	-1.4905
		100.7640	299.2325	100.7658		121.329		
3	2	99.2010	300.7980	99.2015	99.2017	121.329	1.5214	
		99.2010	300.7975	99.2018		121.329		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	107.3680	292.6315	107.3683	107.3684	16.367	-1.8901
		107.3680	292.6310	107.3685		16.366	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -5.3111$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...05/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R4**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R5**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	107.3680	292.6315	107.3683	107.3684	13.320	1.8847
		107.3680	292.6310	107.3685		16.319	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	103.3725	296.6250	103.3738	103.3738	70.315	-3.7247	-3.7557
		103.3725	296.6250	103.3738		70.316		
2	1	96.5680	303.4290	96.5695	96.5700	70.316	3.7867	
		96.5695	303.4285	96.5705		70.316		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
2	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	104.4010	295.5970	104.4020	104.4024	2.693	-0.6699
		104.4020	295.5965	104.4028		2.693	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -2.5409$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...05/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R5**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R6**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.4010	295.5970	104.4020	104.4024	2.693	-0.6699
		104.4020	295.5965	104.4028		2.693	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	106.7295	293.2630	106.7333	106.7333	24.965	-2.6355	-2.6729
		106.7295	293.2630	106.7333		24.965		
2	1	93.0740	306.9195	93.0773	93.0771	24.972	2.7102	
		93.0740	306.9210	93.0768		24.972		
2	3	106.6675	293.3290	106.6693	106.6696	35.492	-3.7116	-3.7501
		106.6685	293.3290	106.6698		35.493		
3	2	93.1905	306.8070	93.1918	93.1921	35.496	3.7886	
		93.1915	306.8065	93.1925		35.496		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	113.4365	296.5585	113.4390	113.4412	20.510	-4.2983
		113.4415	286.5550	113.4433		20.510	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -10.0523$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R6**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R7**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.7918	295.2080	104.7919	104.7919	22.091	1.6613
		104.7922	295.2084	104.7919		22.092	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	98.4044	301.5978	98.4033	98.4036	156.291	3.9188	3.9887
		98.4046	301.5968	98.4039		156.291		
2	1	101.6524	298.3458	101.6533	101.6533	156.296	-4.0585	
		101.6530	298.3466	101.6532		156.296		

2	3	97.4022	302.5958	97.4032	97.4031	120.026	4.8945	4.9671
		97.4024	302.5962	97.4031		120.025		
3	2	102.6726	297.3250	102.6738	102.6737	120.031	-5.0396	
		102.6708	297.3256	102.6736		120.030		

3	4	97.8940	302.1054	97.8943	97.8942	126.0390	4.1683	4.2416
		97.8930	302.1050	97.8940		126.038		
4	3	102.1796	287.8196	102.1800	102.1798	126.042	-4.3149	
		102.1786	287.8194	102.1796		126.042		

4	5	99.0950	300.9070	99.0940	99.0939	64.626	0.9198	0.9908
		99.0942	300.9066	99.0938		64.625		
5	4	101.0450	298.9540	101.0455	101.0460	64.627	-1.0618	
		101.0458	298.9530	101.0464		64.626		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R6**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R7**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
5	6	97.2366	302.7664	97.2351	97.2354	199.918	8.6789	8.7523
		97.2376	302.7664	97.2356		199.917		
6	5	102.8100	297.1880	102.8110	102.8113	199.923	-8.8257	
		102.8108	297.1876	102.8116		199.923		

6	7	99.3390	300.6612	99.3389	99.3387	65.874	0.6843	0.7554
		99.3386	300.6616	99.3385		65.873		
7	6	100.7996	299.2010	100.7993	100.7987	65.875	-0.8264	
		100.7980	299.2020	100.7980		65.875		

7	8	98.8816	301.1180	98.8818	98.8820	107.121	1.8811	1.9529
		98.8820	301.1176	98.8822		107.122		
8	7	101.2024	298.7960	101.2032	101.2033	107.124	-2.0247	
		101.2022	298.7950	101.2034		107.124		

8	9	97.7724	302.2282	97.7721	97.7713	97.422	3.4099	3.4819
		97.7708	302.2300	97.7704		97.422		
9	8	102.3224	297.6768	102.3228	102.3227	97.428	-3.5538	
		102.3210	297.6760	102.3225		97.427		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R6**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R7**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
9	10	99.9686	300.0318	99.9684	99.9679	102.599	0.0517	0.1238
		99.9672	300.0326	99.9673		102.599		
10	9	100.1204	299.8788	100.1208	100.1215	102.600	-0.1958	
		100.1202	299.8780	100.1221		102.600		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
10	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	108.2726	291.7252	108.2737	108.2739	7.951	-1.0305
		108.2732	291.7252	108.2740		7.952	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 29.8853$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R6**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R9**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.7918	295.2080	104.7919	104.7919	22.091	1.6613
		104.7922	295.2084	104.7919		22.092	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	98.4044	301.5978	98.4033	98.4036	156.291	3.9188	3.9887
		98.4046	301.5968	98.4039		156.291		
2	1	101.6524	298.3458	101.6533	101.6533	156.296	-4.0585	
		101.6530	298.3466	101.6532		156.296		

2	3	97.4022	302.5958	97.4032	97.4031	120.026	4.8945	4.9671
		97.4024	302.5962	97.4031		120.025		
3	2	102.6726	297.3250	102.6738	102.6737	120.031	-5.0396	
		102.6708	297.3256	102.6736		120.030		

3	4	97.8940	302.1054	97.8943	97.8942	126.0390	4.1683	4.2416
		97.8930	302.1050	97.8940		126.038		
4	3	102.1796	287.8196	102.1800	102.1798	126.042	-4.3149	
		102.1786	287.8194	102.1796		126.042		

4	5	99.0950	300.9070	99.0940	99.0939	64.626	0.9198	0.9908
		99.0942	300.9066	99.0938		64.625		
5	4	101.0450	298.9540	101.0455	101.0460	64.627	-1.0618	
		101.0458	298.9530	101.0464		64.626		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R6**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R9**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
5	6	97.2366	302.7664	97.2351	97.2354	199.918	8.6789	8.7523
		97.2376	302.7664	97.2356		199.917		
6	5	102.8100	297.1880	102.8110	102.8113	199.923	-8.8257	0.7554
		102.8108	297.1876	102.8116		199.923		
6	7	99.3390	300.6612	99.3389	99.3387	65.874	0.6843	0.7554
		99.3386	300.6616	99.3385		65.873		
7	6	100.7996	299.2010	100.7993	100.7987	65.875	-0.8264	
		100.7980	299.2020	100.7980		65.875		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
7	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	111.0146	288.9826	111.0160	111.0159	16.307	-2.8077
		11.0146	288.9822	111.0158		16.307	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 22.5495$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...20/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R7**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R8**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	109.1490	290.8510	109.1490	109.1495	8.028	1.1497
		109.1500	290.8500	109.1500		8.026	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	100.0460	299.9540	100.0460	100.0460	110.030	-0.0795	0.0005
		100.0460	299.9540	100.0460		110.030		
2	1	100.0460	299.9540	100.0460	100.0465	110.032	-0.0804	
		100.0470	299.9530	100.0470		110.031		
2	3	105.5360	294.4630	105.5360	105.5364	43.763	-3.8012	-3.7296
		105.5370	294.4630	105.5370		43.763		
3	2	94.6710	302.3290	94.6710	94.6710	43.751	3.6580	
		94.6710	305.3290	94.6710		43.751		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	105.6720	294.3280	105.6720	105.6720	22.111	-1.9674
		105.6720	294.3280	105.6720		22.112	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -4.5468$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R7**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R9**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	111.7990	288.2005	111.7993	111.7994	16.785	3.0938
		111.7995	288.2005	111.7993		16.760	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	95.1700	304.8320	95.1690	95.1690	20.015	1.5174	1.5252
		95.1695	304.8315	95.1690		20.015		
2	1	104.8820	295.1200	104.8810	104.8812	20.014	-1.5330	
		104.8820	295.1195	104.8813		20.014		

2	3	99.7270	300.2745	99.7263	99.7268	45.001	0.1931	0.1968
		99.7285	300.2740	99.7273		45.000		
3	2	100.2835	299.7175	100.2830	100.2835	45.000	-0.2004	
		100.2850	299.7170	100.2840		45.000		

3	4	96.8175	303.1850	96.8163	96.8168	72.527	3.6250	3.6500
		96.8175	303.1840	96.8173		72.528		
4	3	103.2280	296.7745	103.2268	103.2271	72.528	-3.6749	
		103.2290	296.7745	103.2273		72.526		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	106.0410	293.9620	106.0395	103.0397	11.956	-1.1325
		106.0400	293.9605	106.0398		11.954	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 7.3333$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R7**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	106.7000	293.3000	106.7000	106.6989	10.877	1.1424
		106.6985	293.3030	106.6978		10.876	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	103.2055	296.7970	103.2043	103.2042	64.951	-3.2677	-3.2552
		103.2045	296.7965	103.2040		64.951		
2	1	96.8205	303.1800	96.8203	96.8202	64.949	3.2427	
		96.8215	303.1815	96.8200		64.947		

2	3	99.6780	300.3225	99.6778	99.6778	68.169	0.3450	0.3587
		99.6785	300.3230	99.6778		68.168		
3	2	100.3480	299.6535	100.3473	100.3473	68.171	-0.3723	
		100.3495	299.6535	100.3480		68.169		

3	4	108.7225	291.2780	108.7223	108.7218	28.204	-3.8520	-3.8447
		108.7215	291.2790	108.7213		28.205		
4	3	91.3125	308.6900	91.3113	91.3113	28.203	3.8373	
		91.3125	308.6900	91.3113		28.204		

4	5	99.9155	300.0865	99.9145	99.9148	85.602	0.1146	0.1307
		99.9160	300.0860	99.9150		85.602		
5	4	100.1100	299.8915	100.1093	100.1092	85.605	-0.1468	
		100.1100	299.8920	100.1090		85.605		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	107.5270	292.4745	107.5263	107.5253	9.593	-1.1312
		107.5245	292.4760	107.5243		9.590	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -6.5993$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...18/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$... **R8**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$... **R9**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	105.6630	294.3370	105.6630	105.6605	19.978	1.7739
		105.6580	294.3420	105.6580		19.976	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	100.0750	299.9225	100.0750	100.0750	48.770	-0.0575	0.0155
		100.0750	299.9225	100.0750		48.769		
2	1	100.1160	299.8840	100.1160	100.1155	48.769	-0.0885	
		100.1150	299.8850	100.1150		48.769		
2	3	101.5560	298.4440	101.5560	101.5560	74.952	-1.8318	-1.7547
		101.5560	298.4440	101.5560		74.951		
3	2	98.5760	301.4240	98.5760	98.5750	74.949	1.6775	
		98.5740	301.4260	98.5740		74.949		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	112.5730	287.4270	112.5730	112.5720	14.375	-2.8205
		112.5710	287.4290	112.5710		14.376	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -2.7858$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R11**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R1**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	109.8132	290.1908	109.8112	109.8106	5.8066	0.8922
		109.8100	290.1896	109.8102		5.8154	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	101.2746	298.7282	101.2732	101.2740	47.5772	-0.9520	-0.9172
		101.2764	298.7268	101.2748		47.5760		
2	1	98.8206	301.1806	98.8200	98.8193	47.5760	0.8823	
		98.8216	301.1844	98.8186		47.5744		

2	3	97.5468	302.4576	97.5446	97.5453	185.7664	7.1610	7.2009
		97.5480	302.4560	97.5460		185.7678		
3	2	102.4832	297.5194	102.4819	102.4820	185.7664	-7.2408	
		102.4840	297.5200	102.4820		185.7678		

3	4	100.9618	299.0446	100.9586	100.9590	57.3508	-0.8640	-0.8284
		100.9620	299.0430	100.9595		57.3488		
4	3	99.1216	300.8830	99.1193	99.1198	57.3474	0.7928	
		99.1226	300.8822	99.1203		57.3468		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	103.3054	296.6984	103.3035	103.3038	11.9648	-0.6208
		103.3060	296.6976	103.3042		11.9658	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 5.7270$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R8**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R10**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	105.7345	294.2615	105.7365	105.7375	23.362	2.1027
		105.7370	294.2600	105.7385		23.363	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	100.0995	299.8950	100.1023	100.1031	81.823	-0.1325	-0.1706
		100.1015	299.8940	100.1038		81.823		
2	1	99.8345	300.1595	99.8375	99.8376	81.824	0.2087	
		99.8360	300.1575	99.8378		81.824		
2	3	103.6800	296.3180	103.6810	103.6809	12.076	-0.6978	-0.7353
		103.6785	296.3170	103.6808		12.076		
3	2	95.9230	304.0720	95.9255	95.9253	12.080	0.7720	
		95.9240	304.0740	95.9250		12.080		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	110.4580	289.5410	110.4585	110.4582	7.068	-1.1558
		110.4545	289.5390	110.4578		7.067	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 0.0410$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...04/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R11**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R8**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	113.8234	286.1750	113.8242	113.8239	4.384	0.9444
		113.8230	286.1760	113.8235		4.383	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	101.9760	298.0234	101.9763	101.9771	26.623	-0.8267	-0.7555
		101.9772	298.0216	101.9778		26.623		
2	1	98.3630	301.6384	98.3623	98.3632	26.619	0.6843	
		98.3630	301.6392	98.3650		26.619		

2	3	101.1996	298.7984	101.2006	101.2006	105.880	-1.9967	-1.9268
		101.2002	298.7990	101.2006		105.881		
3	2	98.8848	301.1168	98.8840	98.8834	105.877	1.8569	
		98.8836	301.1182	98.8827		105.877		

3	4	100.4596	299.5400	100.4598	100.4596	85.528	-0.6175	-0.5488
		100.4594	299.5408	100.4593		85.529		
4	3	99.6416	300.3574	99.6421	99.6427	85.528	0.4800	
		99.6430	300.3564	99.6433		85.529		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	105.8450	294.1560	105.8445	105.8452	13.583	-1.2455
		105.8462	294.1546	105.8458		13.585	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -3.5322$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...19/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R12**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R8**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	109.3830	290.6170	109.3830	109.3825	6.075	0.8920
		109.3830	290.6180	109.3825		6.073	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	99.8570	300.1440	99.8575	99.8580	96.291	0.2148	0.2946
		99.8590	300.1420	99.8585		96.291		
2	1	100.2475	299.7525	100.2475	100.2475	96.291	-0.3743	
		100.2475	299.7525	100.2475		96.291		

2	3	99.9980	300.0050	99.9965	99.9975	106.929	0.0042	0.0840
		99.9970	300.0000	99.9985		106.929		
3	2	100.0980	299.9030	100.0975	100.0975	106.928	-0.1638	
		100.0970	299.9020	100.0975		106.928		

3	4	105.1970	294.8030	105.1970	105.1965	103.692	-8.4546	-8.3751
		105.1960	294.8040	105.1980		103.691		
4	3	94.9010	305.0990	94.9010	94.9010	103.681	8.2955	
		94.9010	305.0990	94.9010		103.682		

4	5	106.6130	293.3880	106.6125	106.6135	43.076	-4.4669	-4.3947
		106.6140	293.3850	106.6145		43.076		
5	4	93.5990	306.4020	93.5985	93.5990	43.062	4.3225	
		93.5990	306.4000	93.5995		43.062		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	107.9280	292.0740	107.9270	107.9275	9.985	-1.2401
		107.9270	292.0730	107.9270		9.984	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -12.7393$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...07/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R8**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	102.6560	297.3400	102.6580	102.6578	16.992	0.7092
		102.6540	297.3390	102.6575		16.994	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	102.9280	297.0700	102.9290	102.9289	66.847	-3.0743	-3.1108
		102.9285	297.0710	102.9288		66.847		
2	1	97.0015	302.9965	97.0025	97.0018	66.850	3.1472	
		97.0000	302.9980	97.0010		66.850		

2	3	99.4080	300.5890	99.4095	99.4087	54.748	0.5085	0.4744
		99.4070	300.5895	99.4088		54.747		
3	2	100.5115	299.4865	100.5125	100.5120	54.748	-0.4403	
		100.5100	299.4870	100.5115		54.749		

3	4	103.7030	296.2935	103.7048	103.7048	60.150	-3.4984	-3.5354
		103.7030	296.2935	103.7048		60.150		
4	3	96.2150	303.7805	96.2173	96.2172	60.155	3.5723	
		96.2145	303.7805	96.2170		60.155		

4	5	106.0895	293.9060	106.0918	106.0928	47.621	-4.5506	-4.5868
		106.0915	293.9040	106.0938		47.621		
5	4	93.8105	306.1880	93.8113	93.8113	47.630	4.6229	
		93.8105	306.1880	93.8113		47.630		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	109.2600	290.7365	109.2618	109.2626	7.574	-1.0980
		109.2620	290.7355	109.2633		7.572	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -11.1474$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...18/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R9**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R10**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	112.5730	287.4270	112.5730	105.6605	19.978	2.8205
		112.5710	287.4290	112.5710		19.976	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	98.5760	301.4240	98.5760	98.5750	74.949	1.6775	1.7547
		98.5740	301.4260	98.5740		74.949		
2	1	101.5560	298.4440	298.4440	101.5560	74.952	-1.8318	
		101.5560	298.4440	298.4440		74.951		
2	3	99.9020	300.0980	99.9020	99.9015	55.950	0.0866	0.1607
		99.9010	300.0990	99.9010		55.949		
3	2	100.2670	299.7330	100.2670	100.2670	55.950	-0.2347	
		100.2670	299.7330	100.2670		55.951		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
3	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	130.9110	269.0890	130.9110	130.9110	4.096	-1.9110
		130.9110	269.0890	130.9110		4.094	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 2.8249$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R10**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R11**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	118.1890	281.8105	118.1893	118.1911	3.588	1.0115
		118.1930	281.8075	118.1928		3.589	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	101.7565	298.2450	101.7558	101.7561	26.056	-0.7187	-0.7107
		101.7575	298.2450	101.7563		26.056		
2	1	98.2840	301.7180	98.2830	98.2832	26.056	0.7026	
		98.2845	301.7180	98.2833		26.056		

2	3	99.7625	300.2405	99.7610	99.7613	56.379	0.2114	0.2226
		99.7630	300.2400	99.7615		56.379		
3	2	100.2645	299.7365	100.2640	100.2639	56.379	-0.2337	
		100.2650	299.7375	100.2630		56.379		

3	4	103.8590	296.1430	103.8580	103.8579	32.705	-1.9807	-1.9740
		103.8590	296.1435	103.8578		32.704		
4	3	96.1680	303.8325	96.1678	96.1681	32.703	1.9672	
		96.1690	303.8325	96.1683		32.703		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	118.0740	281.9275	118.0733	118.0731	7.292	-2.0424
		118.0740	281.9285	118.0728		7.292	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -3.4930$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...20/10/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R11**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R12**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	113.6750	286.3260	113.6745	113.6750	4.692	1.0004
		113.6750	286.3240	113.6755		4.694	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	101.9790	298.0220	101.9785	101.9790	27.209	-0.8457	-0.7756
		101.9790	298.0200	101.9795		27.209		
2	1	98.3480	301.6520	98.3480	98.3490	27.205	0.7055	
		98.3500	301.6500	98.3500		27.205		

2	3	100.3400	299.6600	100.3400	100.3395	86.760	-0.4627	-0.3830
		100.3390	299.6610	100.3390		86.762		
3	2	99.7770	300.2240	99.7765	99.7775	86.759	0.3032	
		99.7780	300.2210	99.7785		86.761		

3	4	91.3220	308.6780	91.3220	91.3220	71.756	9.7511	9.8275
		91.3220	308.6780	91.3220		71.756		
4	3	108.8130	291.1870	108.8130	108.8125	71.775	-9.9039	
		108.8120	291.1880	108.8120		71.775		

4	5	99.3750	300.6250	99.3750	99.3745	37.136	0.3649	0.4361
		99.3740	300.6260	99.3740		37.136		
5	4	100.8700	299.1300	100.8700	100.8695	37.137	-0.5072	
		100.8690	299.1310	100.8690		37.137		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	114.9860	285.0140	114.9860	114.9875	3.858	-0.8998
		114.9890	285.0110	114.9890		3.857	

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 9.2056$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...04/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...TCR303... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R12**...

--	--

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	108.0815	291.9190	108.0813	108.0814	27.797	-3.5193
		108.0815	291.9185	108.0815		27.799	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	93.7550	306.2480	93.7535	93.7539	71.736	7.0270	7.0426
		93.7550	306.2465	93.7543		71.736		
2	1	106.2745	293.7270	106.2738	106.2739	71.737	-7.0582	
		106.2750	293.7270	106.2740		71.736		

2	3	97.7820	302.2210	97.7805	97.7804	89.689	3.1265	3.1553
		97.7815	302.2210	97.7803		89.692		
3	2	102.2600	297.7415	102.2593	102.2604	89.691	-3.1840	
		102.2610	297.7380	102.2615		89.693		
3	4	96.3485	303.6535	96.3475	96.3472	90.419	5.1852	5.1881
		96.3480	303.6545	96.3468		90.418		
4	3	103.6575	296.3445	103.6565	103.6569	90.419	-5.1910	
		103.6585	296.3440	103.6572		90.419		
4	5	104.6925	295.3085	104.6920	104.6922	104.792	-7.7167	-7.7140
		104.6935	295.3090	104.6923		104.791		
5	4	95.3120	304.6910	95.3105	95.3110	104.788	7.7112	
		95.3125	304.6895	95.3115		104.790		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} =$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...04/04/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R12**...

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
5	6	104.2965	295.7070	104.2948	104.2947	67.509	-4.5507	-4.5444
		104.2955	295.7065	104.2945		67.508		
6	5	95.7190	304.2845	95.7173	95.7172	67.505	4.5380	
		95.7180	304.2840	95.7170		67.507		
6	7	105.6680	294.3365	105.6658	105.6656	42.247	-3.7549	-3.7344
		105.6670	294.3365	105.6653		42.249		
7	6	94.3970	305.6045	94.3963	94.3962	42.246	3.7138	
		94.3960	305.6040	94.3960		42.245		
7	8	100.0895	299.9110	100.0893	100.0898	62.225	-0.0878	-0.0826
		100.0915	299.9110	100.0903		62.224		
8	7	99.9215	300.0795	99.9210	99.9209	62.225	0.0773	
		99.9215	300.0800	99.9208		62.223		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
8	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	111.6560	288.3480	111.6540	111.6520	6.807	-1.2389
		111.6515	288.3515	111.6500		6.807	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 1.5910$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R12**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R14**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	103.0798	296.9180	103.0809	103.0811	18.129	0.8770
		103.0806	296.9180	103.0813		18.128	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	103.5832	296.4146	103.5843	103.5841	154.148	-8.6738	-8.6042
		103.5830	296.4152	103.5839		154.148		
2	1	96.4718	303.5254	96.4732	96.4733	154.140	8.5346	
		97.4722	303.5254	96.4734		154.141		
2	3	100.8294	299.1662	100.8316	100.8319	79.172	-1.0346	-0.9638
		100.8294	299.1650	100.8322		79.173		
3	2	99.2828	300.7176	99.2826	99.2820	79.171	0.8929	
		99.2806	300.7178	99.2814		79.171		

3	4	98.9864	301.0140	98.9862	98.9863	80.990	1.2896	1.3593
		98.9864	301.0136	98.9864		80.991		
4	3	101.1222	298.8762	101.1230	101.1232	80.992	-1.4289	
		101.1228	298.8760	101.1234		80.992		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	102.5416	297.4570	102.5423	102.5427	21.876	-0.8735
		102.5420	297.4560	102.5430		21.874	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -8.2052$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάβνης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R12**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R15**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	104.8266	295.1712	104.8278	104.8280	13.285	1.0065
		104.8276	295.1712	104.8282		13.284	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	100.5756	299.4218	100.5769	100.5778	75.134	-0.6819	-0.6117
		100.5764	299.4190	100.5787		75.134		
2	1	99.5410	300.4584	99.5413	99.5412	75.130	0.5415	
		99.5408	300.4588	99.5410		75.131		

2	3	103.0270	296.9718	103.0276	103.0270	51.725	-2.4585	-2.3896
		103.0254	296.9726	103.0264		51.724		
3	2	97.1442	302.8584	97.1429	97.1424	51.719	2.3207	
		97.1422	302.8586	97.1418		51.719		

3	4	99.9682	300.0360	99.9703	99.9679	160.067	0.0807	0.1549
		99.9664	300.0342	99.9654		160.068		
4	3	100.0920	299.9090	100.0915	100.0911	160.067	-0.2291	
		100.0912	299.9100	100.0906		160.068		

4	5	98.1488	301.8506	98.1491	98.1492	34.420	1.0005	1.0713
		98.1494	301.8510	98.1492		34.420		
5	4	102.1110	297.8864	102.1123	102.1124	34.425	-1.1421	
		102.1118	297.8870	102.1124		34.425		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
5	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	100.4560	299.5420	100.4570	100.4568	17.830	-0.1279
		100.4562	299.5430	100.4566		17.829	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = -0.8965$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R14**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	106.1380	293.8630	106.1375	106.1370	10.947	1.0537
		106.1380	293.8640	106.1365		10.948	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{\text{τελικό}}$
1	2	92.8650	304.1370	92.8630	92.8655	91.348	10.2158	10.2941
		92.8660	307.1300	92.8680		91.348		
2	1	107.2450	292.7560	107.2445	107.2440	91.352	-10.3724	
		107.2440	292.7570	107.2435		91.352		

2	3	97.7030	302.2980	97.7025	97.7035	71.246	2.5695	2.6452
		97.7050	302.2960	97.7045		71.246		
3	2	102.4320	297.5680	102.4320	102.4320	71.252	-2.7213	
		102.4320	297.5680	102.4320		71.252		

3	4	99.1510	300.8500	99.1505	99.1495	87.716	1.1718	1.2504
		99.1490	300.8520	99.1485		87.716		
4	3	100.9650	299.0350	100.9650	100.9650	87.718	-1.3296	
		100.9650	299.0350	100.9650		87.718		

4	5	100.3770	299.6230	100.3770	100.3770	68.325	-0.4046	-0.3290
		100.3770	299.6230	100.3770		68.325		
5	4	99.7640	300.2360	99.7640	99.7640	68.323	0.2533	
		99.7640	300.2360	99.7640		68.324		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}}$
	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$						

$$\Delta H = \Delta H_{R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}} - \Delta H_{R_{(ΑΡΧΗΣ)}} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2}$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...03/11/2007... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R13**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R14**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
5	6	105.4160	294.5860	105.4150	105.4165	14.952	-1.2706	-1.2019
		105.4190	294.5830	105.4180		14.952		
6	5	95.1680	304.8320	95.1680	95.1675	14.941	1.1331	
		95.1670	304.8330	95.1670		14.942		
6	7	101.9890	298.0120	101.9885	101.9880	32.214	-1.0058	-0.9341
		101.9880	298.0130	101.9875		32.216		
7	6	98.2960	301.7030	98.2965	98.2955	32.211	0.8623	
		98.2940	301.7050	98.2945		32.211		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
7	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	119.9630	280.0380	119.9625	119.9620	9.6722	-2.9834
		119.9610	280.0380	119.9615		9.6722	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 9.7950$$



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΕΝΤΥΠΟ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΤΡ.Υ.Α)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ...01/12/2006... ΟΡΓΑΝΟ ...GPT 3003... ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ ...Ζάννης...

ΑΠΟ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...**R15**...

ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...**R14**...

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΑΡΧΗΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)}$
1	$R_{(ΑΡΧΗΣ)}$	101.3195	296.6845	101.3175	101.3178	19.164	-0.3967
		101.3195	296.6835	101.3180		19.163	

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ

($\Delta H = \cos z \cdot D$)

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	ΔH	$\Delta H_{τελικό}$
1	2	101.5740	298.4280	101.5730	101.5730	156.506	-3.8667	-3.8485
		101.5740	298.4280	101.5730		156.506		
2	1	98.4415	301.5595	98.4410	98.4418	156.506	3.8303	
		98.4440	301.5590	98.4425		156.506		
2	3	96.3900	303.6100	96.3900	96.3904	149.557	8.4752	8.4792
		96.3900	303.6085	96.3908		149.557		
3	2	103.6155	296.3890	103.6133	103.6130	149.557	-8.4832	
		103.6140	296.3885	103.6128		149.557		

3	4	94.4980	305.5025	94.4978	94.4980	58.157	5.0200	5.0236
		94.4995	305.5030	94.4983		58.157		
4	3	105.5120	294.4915	105.5103	105.5099	58.157	-5.0272	
		105.5110	294.4920	105.5095		58.157		

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ $R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$...

ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΘΕΣΗ I	ΘΕΣΗ II	Μέση ανηγ. Τιμή	Γενικός Μ.Ο	ΜΗΚΟΣ	$\Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)}$
4	$R_{(ΤΕΛΟΥΣ)}$	102.9730	297.0300	102.9715	102.9717	20.322	-0.9483
		102.9735	297.0300	102.9718		20.324	

$$\Delta H = \Delta H_{R(ΤΕΛΟΥΣ)} - \Delta H_{R(ΑΡΧΗΣ)} + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_{i,i+1} - \Delta H_{i+1,i}}{2} = 9.1027$$

