



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ –
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΠΑΛΑΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ»**



ΜΑΡΙΑΝΝΑ ΣΥΣΚΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΑΡΑΜΠΙΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας υπήρξαν κάποια άτομα των οποίων η βοήθεια ήταν πολύτιμη και χωρίς αυτή δεν θα ήταν εφικτή η πραγματοποίησή της. Θα ήθελα, λοιπόν, να ευχαριστήσω θερμά:

Την κυρία Ορθοδοξία Αραμπατζή, λέκτορα του ΕΜΠ, για την ανάθεση και την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου.

Τον υποψήφιο διδάκτορα της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Δημήτριο Τσίνη, για τη βοήθειά του σε τεχνικά και λειτουργικά ζητήματα, την πολύτιμη συμβολή του στις εργασίες υπαίθρου και γραφείου, καθώς και για την επίβλεψη της παρούσας εργασίας.

Τους υποψήφιους διδάκτορες της ΣΑΤΜ, Γεώργιο Πηνιώτη και Δήμητρα Τσίνη, για τη πολύτιμη βοήθειά τους κατά το στάδιο των εργασιών υπαίθρου και τη συμβουλή τους για την τελική μορφή των διαγραμμάτων που εξήχθησαν.

Την υποψήφια διδάκτορα της ΣΑΤΜ, Σεβαστή Ταπεινάκη, μέλος του εργαστηρίου φωτογραμμετρίας, για την έμπρακτη και καθοριστική συμβουλή της στο στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων.

Τον Πρόεδρο της Κοινότητας Σικίνου, κ. Γιάννη Συρίγο, καθώς και όλους τους κατοίκους του νησιού, για την θερμή φιλοξενία τους και τη βοήθεια που προσέφεραν κατά τη διάρκεια παραμονής μας στο νησί.

Τους φοιτητές του τρίτου έτους της ΣΑΤΜ που βρίσκονταν στη Σίκινο στα πλαίσια του μαθήματος Μεγάλες Γεωδαιτικές Ασκήσεις II, οι οποίοι ήταν πρόθυμοι να βοηθήσουν και βοήθησαν στις εργασίες υπαίθρου, όταν υπήρξε ανάγκη.

Την αδερφή μου και φιλόλογο, Γεωργία Συσκάκη, για τις γραμματικές και συντακτικές τις συμβουλές κατά την διαδικασία συγγραφής του κειμένου της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστίες

Την φίλη μου Τιμόκλεια Ψαλλιδάκη, Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, που με βοήθησε, ώστε να πάρουν το κείμενο και η παρουσίαση την τελική τους μορφή.

Την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου, για την βοήθεια, την στήριξη και την υπομονή που διέθεσε όλα αυτά τα χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ABSTRACT	3
1.ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
1.1 Η Σίκτινος.....	4
1.2 Το Σχολείο.....	5
2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ	8
2.1 Τοπομετρική μέθοδος.....	8
2.2 Φωτογραμμετρική μέθοδος.....	9
2.3 Τοπογραφική μέθοδος.....	11
2.3.1 Γεωδαιτική διαδικασία γεωμετρικής τεκμηρίωσης κατασκευών.....	11
2.3.2 Μέθοδοι αποτύπωσης σημείων λεπτομερειών.....	14
3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	18
3.1 Γενικά.....	18
3.2 Όργανα αποτύπωσης.....	18
3.2.1 LEICA TC303.....	18
3.2.2 TOPCON Imaging Station – IS 203.....	19
3.3 Αναγνώριση της περιοχής.....	21
3.4 Ίδρυση Πολυγωνομετρικού Δικτύου.....	22
3.4.1 Μετρήσεις των στοιχείων της όδευσης.....	25
3.5 Μετρήσεις των Στοιχείων των Κατόψεων και των Κατακόρυφων Τομών Όψεων.....	28
3.6 Μετρήσεις των Στοιχείων των Εξωτερικών Όψεων.....	29
3.6.1 Με τον γεωδαιτικό σταθμό LEICA TC303.....	29
3.6.2 Με τον γεωδαιτικό σταθμό TOPOCON Imaging Station - IS 203.....	29
3.7 Τοπομετρικός έλεγχος.....	31
4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	32
4.1 Επεξεργασία μετρήσεων GPS.....	32
4.2 Επίλυση Όδευσης.....	33

4.3	Επεξεργασία Δεδομένων από Ταχυμετρία.....	35
4.4	Σύνταξη Διαγραμμάτων.....	35
4.4.1	Σύνταξη Τοπογραφικού Σχεδίου.....	35
4.4.2	Σύνταξη Κατόψεων.....	35
4.4.3	Σύνταξη Κατακόρυφων Τομών – Όψεων.....	36
4.4.4	Σύνταξη Όψεων.....	37
4.5	Επεξεργασία Δεδομένων από τον Εικονογεωδαιτικό Σταθμό TOPCON IS.....	37
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	41
5.1	Εικονογεωδαιτικός Σταθμός Topcon Image Station - IS 203.....	41
5.2	Γεωδαιτικός Σταθμός LEICA TC303.....	41
5.3	Γενικά.....	42
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	45
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφει την διαδικασία γεωμετρικής τεκμηρίωσης με σύγχρονες μεθόδους στο παλαιό σχολείο της Σικίνου. Το σχολείο αυτό είναι ένα κτίσμα του 1900, δωρεά του Ανδρέα Συγγρού στο νησί, το οποίο με το πέρασμα του χρόνου έχει υποστεί φθορές. Το κτήριο δεν λειτουργεί πλέον σαν σχολείο, αλλά φιλοξενεί διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις.

Η κοινότητα της Σικίνου αποφάσισε να αποκαταστήσει το κτήριο και να το διαμορφώσει κατάλληλα έτσι, ώστε να αξιοποιηθεί ως πολιτιστικός χώρος. Την εργασία αυτή την ανέθεσε σε ομάδα αρχιτεκτόνων, η οποία χρειαζόταν τεκμηριωτικά σχέδια. Η σύνταξη αυτών των σχεδίων είναι το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, στα πλαίσια της εργασίας εξετάζεται η δυνατότητα παραγωγής αυτών των σχεδίων από ένα μόνο άτομο. Συγκεκριμένα θα συνταχθούν ένα τοπογραφικό σχέδιο της ευρύτερης περιοχής του σχολείου, η κάτοψη του ισογείου, η κάτοψη του υπογείου, μία κατακόρυφη τομή – όψη κατά μήκος του κτηρίου, μία κατακόρυφη τομή – όψη εγκάρσια αυτού και οι τέσσερις όψεις του. Οι μετρήσεις που θα χρειαστούν για τη σύνταξη των παραπάνω διαγραμμάτων θα πραγματοποιηθούν με τον σύγχρονο ολοκληρωμένο reflectorless γεωδαιτικό σταθμό TC303 της LEICA.

Αντικείμενο, επίσης, της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων του σύγχρονου εικονογεωδαιτικού σταθμού Imaging Station - IS 203 της TOPCON για την απόδοση τρισδιάστατων μοντέλων όψεων. Οι όψεις που θα αποδοθούν με αυτόν τον τρόπο είναι η νοτιοδυτική και η βορειοανατολική όψη του σχολείου.

Η δομή της εργασίας είναι η εξής:

Κεφάλαιο 1: Ιστορικά Στοιχεία

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται κάποια ιστορικά στοιχεία για το νησί της Σικίνου και για το παλαιό σχολείο του οποίου θα γίνει η γεωμετρική τεκμηρίωση. Αναφέρονται, επίσης, κάποια στοιχεία για τα κτήρια από τα οποία αποτελείται το σχολείο αυτό.

Κεφάλαιο 2: Γεωμετρική Τεκμηρίωση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία επεξήγηση της έννοιας της γεωμετρικής τεκμηρίωσης. Γίνεται αναφορά στις μεθόδους που εφαρμόζονται για την επίτευξή της, δηλαδή στην τοπομετρική, την φωτογραμμετρική και την τοπογραφική μέθοδο και αναλύεται η γεωδαιτική διαδικασία γεωμετρικής τεκμηρίωσης, καθώς και οι διάφορες μέθοδοι αποτύπωσης σημείων λεπτομερειών.

Κεφάλαιο 3: Διαδικασία Μετρήσεων

Εδώ περιγράφεται η διαδικασία των μετρήσεων για τη γεωμετρική τεκμηρίωση του σχολείου της Σικίνου. Αναφέρονται τα διαγράμματα που θα συνταχθούν, καθώς και τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν για την αποτύπωση. Αναλύονται οι διαδικασίες αναγνώρισης της περιοχής, ίδρυσης του πολυγωνομετρικού δικτύου και μετρήσεων των στοιχείων του. Επίσης, γίνεται περιγραφική αναφορά στις μετρήσεις των στοιχείων των κατόψεων, των κατακόρυφων τομών και των εξωτερικών όψεων, όπως και στον τελικό τοπομετρικό έλεγχο των διαγραμμάτων που συντάσσονται.

Κεφάλαιο 4: Επεξεργασία Μετρήσεων

Η φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων περιλαμβάνει κυρίως τους διάφορους υπολογισμούς, τη σύνταξη των διαγραμμάτων και την παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων των δύο όψεων. Στους υπολογισμούς εμπεριέχεται η επεξεργασία των μετρήσεων με το GPS, η επίλυση της όδευσης και οι διάφοροι μετασχηματισμοί για την παραγωγή των τελικών συντεταγμένων που χρησιμοποιούνται για την σύνταξη των διαγραμμάτων. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό απεικονίζονται και τα τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα προβλήματα που εμφανίσθηκαν στις διάφορες φάσεις της γεωμετρικής τεκμηρίωσης και παρουσιάζονται ορισμένα συμπεράσματα από την εμπειρία της διαδικασίας της συγκεκριμένης γεωμετρικής τεκμηρίωσης.

ABSTRACT

By geometrical documentation of a construction it's meant the identification of the place, the size and form of a construction in a certain moment in three dimensional place. The aim is to present the situation of the construction at the moment of the documentation. That way it is possible to present the details and detect possible manufacturing deviations or provoked damage. The exact metric recording of the construction gives the opportunity to other scientists, such as architects, static engineers, archeologists and historians to estimate the gravity of the deviations or damage, to note the cause and additionally, using the detailed geometric background, to suggest methods and procedures of intervention in order to restore them. Furthermore, the geometrical documentation of a construction can contribute to changing the use of the construction, even if there are no deviations or damage

This thesis describes the procedure of the documentation of the old school of Sikinos using modern methods. This school, built in 1900, has undergone severe damage over time. His function has changed to feasting cultural events. The community of Sikinos has decided to restore the building and to reform it properly in order to transform it into a cultural spot. They assigned the project at a group of architects, who needed supporting documentation projects. The compilation of those projects is the objective of this Thesis. Additionally, is being examined if one person can carry out those projects. The measurements needed for the compilation of the charts mentioned above will be done using the current, complete, reflectorless total station TC303 of LEICA.

Additional objective of this Thesis is to explore the possibilities of the current Imaging Station - IS 203 of TOPCON for the output of three dimensional façade models.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Η Σίκινος

Η Σίκινος βρίσκεται ανάμεσα στη Φολέγανδρο και την Ίο, σε απόσταση 14 και 10 ναυτικά μίλια αντίστοιχα. Από τον Πειραιά απέχει 102 μίλια. Πρωτεύουσα του νησιού είναι η ομώνυμη Σίκινος ή Κάστρο, ένας παλιός οχυρωμένος οικισμός του 15ου αιώνα, χτισμένος στο χείλος του γκρεμού, 280 μέτρα πάνω από τη θάλασσα. Ο δεύτερος οικισμός του νησιού είναι το Χωριό. Και οι δύο οικισμοί μαζί αποτελούν τη Χώρα και απέχουν μεταξύ τους μερικές εκατοντάδες μέτρα. Το νησί έχει έκταση 41.676 τ.μ., μήκος ακτογραμμής 40,047 χλμ και 238 κατοίκους. Ο κυριότερος όρμος, που αποτελεί και λιμένα της νήσου, βρίσκεται δυτικά και είναι ο λεγόμενος Αλοπρόνοια που επίσημα ονομάστηκε "Άνω Πρόνοια", αν και η ονομασία αυτή δεν χρησιμοποιείται πια.

Σύμφωνα με την Ελληνική Μυθολογία η νήσος Σίκινος έλαβε το όνομά της από τον Σίκινο το γιο του Θόαντα, Βασιλιά της Λήμνου και εγγονού του Βάκχου και της Αριάδνης που διέμεναν στη Νάξο. Η Υψιπύλη, προσπαθώντας να σώσει το γιο της Θόαντα από τις Λήμνιες γυναίκες που προκάλεσαν τη σφαγή των συζύγων τους, τον έκρυψε μέσα σε ξύλινη λάρνακα και τον έριξε στη θάλασσα. Παρασυρμένη η λάρνακα αυτή από τα κύματα εκβράστηκε στη Σίκινο, όπου οι αλιείς της περιοχής έσωσαν τον Θόαντα. Εκεί ο Θόας νυμφεύθηκε την εγχώρια νύμφη Νηΐδα, με την οποία και απέκτησε το Σίκινο, ο οποίος και βασίλευσε στη νήσο.

Κατά τον Πλίνιο και το Στέφανο το Βυζάντιο, το αρχαιότερο όνομα της νήσου αυτής ήταν "Οινόη", καθώς το νησί παράγει σταφύλια και βγάζει κρασί από τα αρχαία χρόνια.

Το όνομα Σίκινος διατηρήθηκε αναλλοίωτο από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Μόνο κατά την εποχή της Φραγκοκρατίας, για κάποιο χρονικό διάστημα παρεφθάρει σε Σύκανδρος, όπως σημειώνει ο ιερέας Χριστόφορος Βουεδολμόντης ή Μπουεντολμόντης που επισκέφθηκε τη νήσο το 1422 και αναφέρει πως το όνομά της οφείλεται στα πολλά σύκα που παράγει η νήσος.

Ακολουθώντας την τύχη των γύρω νησιών, πέρασε από διαδοχικούς κατακτητές (Αθηναίους, Ρωμαίους, Ενετούς, Τούρκους) μέχρι που το 1828 με ψήφισμα του Ι. Καποδίστρια, εντάχθηκε στο τμήμα της ελληνικής επικράτειας με το όνομα "Κεντρικές Κυκλάδες".

1.2 Το Σχολείο



Εικόνα 1. 1: Το Παλιό Σχολείου Σικίνου με φόντο τον οικισμό Κάστρο

Το παλιό δημοτικό σχολείο της Σικίνου βρίσκεται στην Χώρα και θεωρείται από τα πιο γνώριμα κτήρια του οικισμού. Είναι ένα πετρόκτιστο κτίσμα, των αρχών του προηγούμενου αιώνα, χτισμένο στα όρια των δύο οικισμών, του Κάστρου και του Χωριού, μετά από δωρεά του Ανδρέα Συγγρού.

Όπως φαίνεται και στις εικόνες, αρχικά αποτελούνταν από δύο μεγάλες αίθουσες και την υποδοχή, καθώς και από έναν υπόγειο χώρο, ο οποίος εκτείνεται κάτω από τη μία αίθουσα του κτηρίου. Αργότερα χτίστηκαν επιπλέον αίθουσες μέσα στο προαύλιο και εφαπτομενικά του κτιρίου, η μία εκ των οποίων χρησίμευσε για μαγειρείο αρχικά και για λεβητοστάσιο στη συνέχεια και η άλλη για γραφείο των δασκάλων (εικόνες 1.2, 1.4, 1.5). Στο προαύλιο, επίσης, χτίστηκε αργότερα και μία αποθήκη (εικόνα 1.3). Η σκεπή του σχολείου ήταν αρχικά από κεραμίδια, όμως αυτά έπεσαν τη δεκαετία του '40 και αντικαταστάθηκαν από τσιμεντένια οροφή, η οποία υπάρχει μέχρι σήμερα. Οι δύο αίθουσες, το λεβητοστάσιο και το γραφείο

είχαν και αυτές κεραμοσκεπή, η οποία επίσης κατέρρευσε και αντικαταστάθηκε από τσιμέντο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το προαύλιο συνορεύει με το νεκροταφείο του νησιού.

Το σχολείο, τα χρόνια που λειτουργούσε, ήταν διθέσιο. Με αυτήν την χρήση σταμάτησε να λειτουργεί πριν μία δεκαετία περίπου, οπότε και χτίστηκε το καινούριο σχολείο λίγα μέτρα πιο πέρα.

Σήμερα στις αίθουσές του φιλοξενούνται διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις. Πρόσφατα χτίστηκε επίσης σε μία γωνία της αυλής ένα μικρό κτήριο, όπου στεγάζονται τουαλέτες για την εξυπηρέτηση των επισκεπτών (εικόνα 1.6).



Εικόνα 1. 2 : Επιπλέον αίθουσες



Εικόνα 1.3: Μέρος της αποθήκης



Εικόνα 1. 4: Επιπλέον αίθουσες



Εικόνα 1. 5: Επιπλέον αίθουσες



Εικόνα 1. 6: Τουαλέτες

2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Με τον όρο "Γεωμετρική Τεκμηρίωση Κατασκευής" ορίζεται η καταγραφή της θέσης, του μεγέθους και της μορφής μιας κατασκευής σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, στο χώρο των τριών διαστάσεων. Σκοπός είναι η παρουσίαση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται τη χρονική στιγμή της τεκμηρίωσης η κατασκευή. Έτσι είναι δυνατή η παρουσίαση των στοιχείων λεπτομερειών που περιλαμβάνονται σε αυτήν και ο εντοπισμός πιθανών κατασκευαστικών αποκλίσεων ή φθορών που έχει υποστεί. Η ακριβής μετρική καταγραφή της κατασκευής, δίνει τη δυνατότητα και σε άλλους ειδικούς επιστήμονες, όπως είναι οι στατικοί, οι αρχιτέκτονες, οι αρχαιολόγοι και οι ιστορικοί, να εκτιμήσουν τη σοβαρότητα των αποκλίσεων ή φθορών, να διαπιστώσουν την αιτία της δημιουργίας τους και ακόμα, αξιοποιώντας το λεπτομερές γεωμετρικό υπόβαθρο, να προτείνουν μεθόδους και διαδικασίες παρέμβασης για την αποκατάστασή τους. Ακόμα, η γεωμετρική τεκμηρίωση μιας κατασκευής μπορεί να συνεισφέρει και στην αλλαγή χρήσης της κατασκευής, χωρίς απαραίτητα να υπάρχει πρόβλημα φθορών ή αποκλίσεων.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση του σχολείου, η γεωμετρική τεκμηρίωσή του είναι απαραίτητη για τη συντήρηση του κτηρίου και τη χρησιμοποίησή του ως πολιτιστικού χώρου.

Η σύγχρονη αντίληψη για τη μεθοδολογία γεωμετρικής τεκμηρίωσης κατασκευών είναι ένας συνδυασμός της Τοπομετρικής, Τοπογραφικής και Φωτογραμμετρικής μεθόδου, που αποτελεί τον καλύτερο τρόπο Υψηλής Ακρίβειας Πλήρως Ελεγχόμενης Αποτύπωσης αντικειμένων. Η Τοπογραφική μέθοδος παρέχει τα εξής δίκτυα εξάρτησης: Γεωδαιτικά (Τριγωνομετρικό, Πολυγωνομετρικό και Χωροσταθμικό), Τοπογραφικά (Τοποσταθερά σημεία) και Φωτογραμμετρικά (Φωτοσταθερά). Η Φωτογραμμετρική μέθοδος αποτυπώνει τις λεπτομέρειες στο χώρο μεταξύ των φωτοσταθερών και η Τοπομετρική συμπληρώνει τις άλλες δύο εκεί που είναι αδύνατο ή ασύμφορο να χρησιμοποιηθούν (Γεωργόπουλος, 1998).

2.1 Τοπομετρική μέθοδος

Η αποτύπωση με απλές τοπομετρικές μεθόδους εφαρμόζεται όπου η φωτογραμμετρική και η

τοπογραφική μέθοδος δεν είναι δυνατόν ή είναι ασύμφορο να εφαρμοστούν. Οι μέθοδοι αυτές είναι άμεσες μετρήσεις μηκών από δύο τουλάχιστον γνωστά σημεία για τον προσδιορισμό τρίτου με την βοήθεια απλών μέσων όπως μετροταινία, νήμα της στάθμης, λάμες κλπ.

2.2 Φωτογραμμετρική μέθοδος

Οι φωτογραμμετρικές μέθοδοι εφαρμόζονται συχνά για αποτυπώσεις κατασκευών κυρίως στις εξωτερικές όψεις. Έχουν τη δυνατότητα αποτύπωσης άπειρων σημείων στο αρνητικό. Η απόδοση των σημείων αυτών στο σύνολό τους μέσα από μια ανηγμένη μετρική φωτογραφία ή μια ορθοφωτογραφία αποτελεί έναν τρόπο αποτύπωσης ειδικών στοιχείων, όπως τοιχογραφημένες επιφάνειες, επίπεδες όψεις, εικόνες κλπ.

Ο απαραίτητος υλικοτεχνικός εξοπλισμός εφαρμογής φωτογραμμετρικών τεχνικών για τη ψηφιοποίηση κατασκευών περιλαμβάνει τόσο φωτογραφικές μηχανές όσο και μετρητικές διατάξεις και εξειδικευμένα υπολογιστικά συστήματα, που ονομάζονται Ψηφιακοί Φωτογραμμετρικοί Σταθμοί, αλλά και εφαρμογές λογισμικού με δυνατότητα επεξεργασίας εικόνας και δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων από συγκλίνουσες φωτογραμμετρικές λήψεις εικόνων ή δημιουργίας ανηγμένων εικόνων από προγράμματα ψηφιακής αναγωγής. Ο συνδυασμός των απαιτούμενων συσκευών και προγραμμάτων που θα οδηγήσει σε βέλτιστη και οικονομικότερη ψηφιοποίηση των κατασκευών εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της κατασκευής (π.χ. τις διαστάσεις, την υφή και το ανάγλυφό του), την τελική κλίμακα και τα απαιτούμενα φωτογραμμετρικά προϊόντα απόδοσης του.

Η φωτογραμμετρία είναι μια επιστήμη έμμεσης μέτρησης μεγεθών ενός πραγματικού αντικειμένου μέσω της παρατήρησης της εικόνας του (ή των εικόνων του για την περίπτωση της στερεοσκοπικής φωτογραμμετρίας). Ωστόσο, για την εφαρμογή της φωτογραμμετρικής εμπροσθοτομίας που οδηγεί σε υπολογισμό των συντεταγμένων πρέπει να προηγηθεί η φωτογραμμετρική οπισθοτομία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η γνώση της θέσης τριών τουλάχιστον σημείων στο χώρο και η παρατήρησή τους σε μία εικόνα δημιουργεί ένα σύστημα με έξι εξισώσεις και έξι αγνώστους που είναι οι παράμετροι του εξωτερικού προσανατολισμού της εικόνας, δηλαδή της θέσης της μηχανής (και συγκεκριμένα του κέντρου του φακού της) και στροφής των αξόνων της ως προς τους άξονες του επίγειου

συστήματος. Τα σημεία που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης και των στροφών της φωτομηχανής και μετρώνται με μεγάλη ακρίβεια σε ένα αυθαίρετο τρισορθογώνιο επίγειο σύστημα συντεταγμένων, λέγονται φωτοσταθερά. Τα φωτοσταθερά μπορεί να είναι είτε ευδιάκριτες λεπτομέρειες (χαρακτηριστικά σημεία του κτηρίου, πχ. γωνία ενός παραθύρου στην όψη ενός κτιρίου) στην επιφάνεια του αντικειμένου ή προσημασμένοι στόχοι υλοποιημένοι σε χαρτί ή άλλο φορέα (πχ αλουμίνιο) και τοποθετημένοι πάνω στο αντικείμενο, ώστε να καλύπτουν το σύνολο της περιοχής του αντικειμένου που εμφανίζεται στις εικόνες. Το επίγειο σύστημα συντεταγμένων μπορεί να είναι αυθαίρετο και υλοποιείται από τη θέση των φωτοσταθερών που είναι δυνατόν να μετρηθούν με χρήση ενός τοπογραφικού οργάνου (γεωδαιτικού σταθμού). Είναι απαραίτητο, λοιπόν, για τη χρήση οποιασδήποτε φωτογραμμετρικής διαδικασίας να υπάρχει ένας ελάχιστος αριθμός μετρημένων σημείων στο χώρο, που παρατηρούνται στις εικόνες.

Η ακρίβεια της φωτογραμμετρικής αποτύπωσης εξαρτάται άμεσα και καθοριστικά από το δίκτυο των φωτοσταθερών ή σημείων προσαρμογής των φωτογραφιών. Τα φωτοσταθερά προσδιορίζονται και υπολογίζονται με τοπογραφικές μεθόδους από πολυγωνομετρικά σημεία. Η ακρίβεια των φωτοσταθερών και άρα έμμεσα της φωτογραμμετρικής απόδοσης, επηρεάζεται από την υλοποίησή τους στο πεδίο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της Φωτογραμμετρικής μεθόδου, τα οποία παράλληλα είναι και τα πλεονεκτήματά της, είναι ότι η αποτύπωση είναι αντικειμενική, η ανακατασκευή των γεωμετριών του αντικειμένου στο χώρο γίνεται μέσω συνεχούς και σημειακής απόδοσης, υπάρχει δυνατότητα επιστημονικού ελέγχου του αποτελέσματος ως προς την ακρίβεια και την αξιοπιστία και δεν υπάρχει ανάγκη αυτοσχεδίων πεδίου. Επίσης, γίνεται άμεση ανακατασκευή της στερεομετρίας του αντικειμένου, αξιοποιούνται γεωμετρικές ιδιότητες οι οποίες διευκολύνουν τις επεξεργασίες και μπορούν να αντιμετωπιστούν άμεσα λεπτομέρειες και δύσκολα προσπελάσιμα στοιχεία. Ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο αυτής της διαδικασίας είναι το γεγονός ότι ενσωματώνεται εύκολα σε αυτήν, η λογική της διαχρονικής παρακολούθησης της δυναμικής συμπεριφοράς του αντικειμένου, εφόσον είναι εύκολη, φθηνή και «πληθωρική» η συλλογή δεδομένων.

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής συγκαταλέγονται η δύσκολη αλγοριθμική επεξεργασία των δεδομένων, η ανάγκη για πρόσθετες τοπογραφικές εργασίες και ο απαραίτητος εξειδικευμένος εξοπλισμός γραφείου.

2.3 Τοπογραφική μέθοδος

Η γεωμετρική τεκμηρίωση μιας κατασκευής με αυτήν την μέθοδο είναι μια ιδιαίτερη τοπογραφική εργασία, γι' αυτό απαιτεί ιδιαίτερη αντιμετώπιση. Γενικές προδιαγραφές γι' αυτήν δεν υπάρχουν, εξαρτώνται όμως από το σκοπό της χρήσης των προϊόντων της τεκμηρίωσης, από το ποιοί και πόσοι θα είναι οι χρήστες των προϊόντων της, από το κόστος του έργου και από το μέγεθος της κατασκευής.

Η ακρίβεια της γεωμετρικής τεκμηρίωσης, που είναι η αβεβαιότητα προσδιορισμού των καρτεσιανών συντεταγμένων X , Y , Z κάθε σημείου της αποτύπωσης, καθορίζει την επιλογή του κατάλληλου γεωδαιτικού εξοπλισμού, την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου μέτρησης, το χρόνο εκτέλεσης των εργασιών πεδίου και γραφείου και τη μέγιστη κλίμακα αποτύπωσης.

Ο εξοπλισμός που συνήθως χρησιμοποιείται σήμερα σε μία τέτοια εργασία είναι:

- ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί που μετρούν μήκη με ή χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα
- ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί που έχουν τη δυνατότητα σάρωσης επιφάνειας με συγκεκριμένο οριζόντιο και κατακόρυφο βήμα
- επίγειοι 3D σαρωτές laser
- τρίποδες, μετροταινίες, αγκωνοειδή πρίσματα, ειδικοί τρίποδες κινούμενης κεφαλής, ειδικοί μικροί ανακλαστήρες
- αυτοκόλλητοι στόχοι, ανεξίτηλοι μαρκαδόροι για σήμανση στάσεων
- συσκευές σημειακής ή γραμμικής εκπομπής λέιζερ.

2.3.1 Γεωδαιτική διαδικασία γεωμετρικής τεκμηρίωσης κατασκευών

- i. Βασική και πρωταρχική φάση σε μια τέτοια εργασία είναι η αναγνώριση της κατασκευής και του περιβάλλοντος χώρου, ούτως ώστε να καταγραφούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής. Αυτό γίνεται είτε περπατώντας την περιοχή που βρίσκεται η κατασκευή προσεκτικά, είτε χρησιμοποιώντας φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες ή ακόμα και χάρτες. Στο στάδιο αυτό εκτιμώνται οι μέθοδοι που θα εφαρμοστούν, ο εξοπλισμός που θα απαιτηθεί, ο χρόνος και το κόστος εκτέλεσης της εργασίας και γενικά οι απαιτήσεις ολοκλήρωσης της εργασίας.

- ii. Έπειτα, απαραίτητη είναι η ίδρυση ενός τρισδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου, το οποίο εξασφαλίζει την οριζοντιογραφική και υψομετρική σύνδεση των επιμέρους χώρων της κατασκευής, διασφαλίζει τη μεταφορά διευθύνσεων και υψομέτρων και αποτελεί το δίκτυο υποδομής για την πραγματοποίηση της αποτύπωσης των σημείων λεπτομερειών. Το δίκτυο είναι μικρό και συνήθως τοπικό και αυθαίρετο. Μόνο όταν υπάρχει ανάγκη συσχετισμού της κατασκευής με άλλα έργα εντάσσεται σε κάποιο σύστημα αναφοράς. Η σήμανση των κορυφών του δικτύου συνήθως είναι διακριτική με ειδικούς τρόπους, όπως οι αυτοκόλλητοι στόχοι ή οι μαρκαδόροι διαρκείας, ή μπορεί να είναι ακόμα και φυσικά σημεία, όπως γωνίες αρμών ή κάποιο άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό σημείο. Η θέση των κορυφών του εξαρτάται από το σχήμα και το μέγεθος της κατασκευής, από την προσβασιμότητα και τις συνθήκες ορατότητας. Σε πολλές περιπτώσεις αρκεί μια όδευση για την διαδικασία της αποτύπωσης, κατά προτίμηση κλειστή για τον γραμμικό και γωνιακό έλεγχο της.
- iii. Πρωταρχικό και καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της γεωμετρικής τεκμηρίωσης κατασκευής κατέχει η σύνταξη των αυτοσχεδίων πεδίου (σκαριφήματα ή κροκί). Η σημασία τους είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ένα καλό κροκί είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση των εργασιών γραφείου, γιατί μας δίνει σε μικρογραφία την πραγματική εικόνα κάποιου χώρου με σημειωμένα πάνω τα σημεία λεπτομερειών και άλλες σημαντικές πληροφορίες όπως αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες, σχετικά ύψη δωματίων κ.α. Τα σκαριφήματα πρέπει να είναι ευκρινή, αναγνώσιμα και να διασφαλίζεται η συνέχειά τους. Βασικός κανόνας στο χώρο της τοπογραφίας εξάλλου είναι ότι ένα καλό κροκί βοηθάει τον τοπογράφο να εξοικονομήσει χρόνο και να απαλλαγεί από επιπλέον εργασία.
- iv. Επόμενο βήμα είναι η αποτύπωση των σημείων λεπτομερειών της κατασκευής, είτε αυτά αφορούν οριζόντιες τομές - κατόψεις, είτε κατακόρυφες τομές - όψεις. Για να μην δημιουργηθεί σύγχυση αργότερα στην σύνταξη των διαγραμμάτων, τα σημεία που μετρούνται πρέπει να διαχωρίζονται, πράγμα το οποίο γίνεται συνήθως με την διαφορετική αρίθμησή τους και την ανάλογη κάθε φορά ταξινόμησή τους σύμφωνα με το σε ποιά τομή - όψη ανήκουν. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση των σημείων λεπτομερειών είναι α) η μέθοδος των πολικών συντεταγμένων, β) η μέθοδος της εμπροσθοτομίας και γ) η χρήση σύγχρονων οργάνων αποτύπωσης επιφανειών με σάρωση, σαρωτή laser ή κατάλληλο ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό. Οι τρεις αυτές περιπτώσεις θα αναλυθούν παρακάτω.

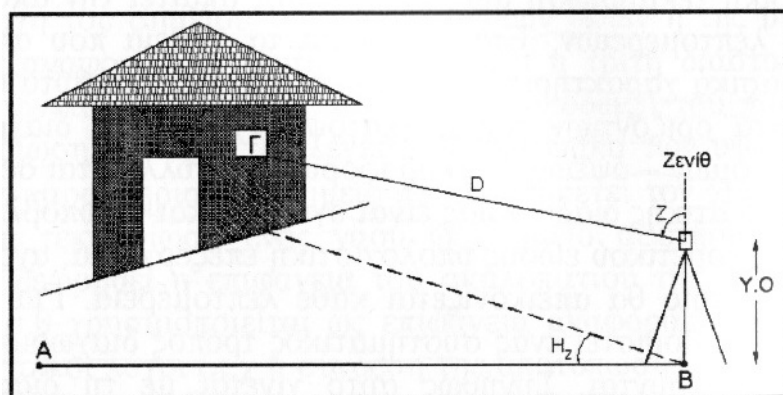
- v. Η επεξεργασία των μετρούμενων σημείων γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού, το οποίο τα μεταφέρει στον υπολογιστή, υπολογίζονται οι συντεταγμένες x, y, z όλων των σημείων στο σύστημα αναφοράς που έχει επιλεγεί και ταξινομούνται ανάλογα με το σε ποιά κατακόρυφη ή οριζόντια τομή - όψη ανήκουν. Τα σημεία που ανήκουν σε κατακόρυφες τομές - όψεις πρέπει πρώτα να υποβληθούν σε κατάλληλους μετασχηματισμούς, γιατί πρέπει να υπολογιστούν νέες συντεταγμένες σε νέο σύστημα αναφοράς, που ο ένας άξονάς του θα είναι παράλληλος με το ίχνος της τομής του κατακόρυφου επιπέδου με το οριζόντιο επίπεδο του συστήματος αναφοράς της αποτύπωσης και ο άλλος κάθετος σε αυτόν και με φορά προς τα πάνω. Αρχή του νέου αυτού συστήματος θα είναι ένα σημείο που βρίσκεται πάνω στο επίπεδο της κατακόρυφης τομής.
- vi. Κύριο και πολύ σημαντικό βήμα στην γεωμετρική τεκμηρίωση μιας κατασκευής είναι η σχεδίαση διαγραμμάτων, μερικά από τα οποία είναι η γενική οριζοντιογραφία, οι κατόψεις και οι κατακόρυφες τομές - όψεις. Η παραγωγή αυτών των σχεδίων γίνεται σήμερα ψηφιακά. με κατάλληλα σχεδιαστικά προγράμματα, τα οποία παρέχουν εύκολη και γρήγορη διαχείριση της μετρητικής πληροφορίας που συλλέγεται στο πεδίο.
- vii. Τελικό στάδιο στην διαδικασία αυτή είναι ο έλεγχος της γεωμετρικής τεκμηρίωσης. Ένα πρώτο βήμα είναι ο έλεγχος στο πεδίο, ώστε να διορθώνονται αστοχίες και να γίνονται συμπληρωματικές μετρήσεις, όπου αυτό είναι απαραίτητο. Ένα άλλο βήμα είναι η πραγματοποίηση κάποιων τοπομετρικών μετρήσεων, όπου αυτό είναι εφικτό, ή εκ νέου μετρήσεις με γεωδαιτικό όργανο, όταν δεν είναι σίγουρο ότι υπάρχει συμφωνία μεταξύ του αντικειμένου και του σχεδίου. Επίσης, πρέπει να ελέγχεται εάν η διάσταση ενός δομικού στοιχείου που εμφανίζεται τεμνόμενο σε σχέδιο οριζόντιας τομής είναι ίδια με την αντίστοιχη διάσταση του ίδιου στοιχείου, όπως εμφανίζεται σε σχέδιο κατακόρυφης τομής - όψης. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την τοποθέτηση σε ψηφιακό περιβάλλον του αντίστοιχου αποσπάσματος της οριζόντιας τομής κάτω από αυτό της κατακόρυφης τομής, κατάλληλα στραμμένο και μετατεθειμένο, ώστε να γίνονται όλες οι γεωμετρικές συγκρίσεις. Το ίδιο γίνεται και μεταξύ των κατακόρυφων τομών - όψεων, στις οποίες παρουσιάζονται ίδια δομικά στοιχεία. Οι τομές - όψεις τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη και ελέγχονται κυρίως οι υψομετρικές θέσεις των ομολόγων σημείων.

2.3.2 Μέθοδοι αποτύπωσης σημείων λεπτομερειών

➤ Μέθοδος πολικών συντεταγμένων

Αυτή η περίπτωση εφαρμόζεται όπου υπάρχει δυνατότητα άμεσης μέτρησης του μήκους προς το σκοπευόμενο αντικείμενο. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται είναι είτε απλοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί και ειδικοί μικροί ανακλαστήρες, είτε ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί που μετρούν το μήκος χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα.

Τα πλεονεκτήματα σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι υπάρχει μείωση στο ανθρώπινο δυναμικό και στον χρόνο παραμονής στο πεδίο, αποτύπωση απρόσιτων σημείων, αρκετά καλή ακρίβεια στον προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων, καθώς και αποτύπωση σημείων ακόμα και σε αποστάσεις 1200m. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της χρήσης των οργάνων αυτών είναι το γεγονός ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι αδύνατος ο διαχωρισμός και η σκόπευση του επιθυμητού σημείου μέσα από το τηλεσκόπιο του οργάνου, είτε γιατί η απόσταση είναι πολύ μικρή και υπάρχουν πολλά παρόμοια γειτονικά στοιχεία, είτε γιατί η σκόπευση γίνεται σε μικρή ζενίθια γωνία. Σε αυτό βοηθάει σημαντικά η εκπομπή ακτίνας ορατού κόκκινου laser από ορισμένους σύγχρονους ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς, ώστε να επιβεβαιώνεται η σκόπευση, καθώς και η χρήση ειδικών προσοφθάλμιων αγκωνοειδών πρισμάτων.



Εικόνα 2.1: Μέθοδος πολικών συντεταγμένων
(Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας, 2005)

Τα μετρούμενα μεγέθη σε αυτήν τη μέθοδο, όπως φαίνεται και στην εικόνα, είναι:

- D , το κεκλιμένο μήκος
- z , η ζενίθια γωνία
- H_z , η οριζόντια γωνία και
- $Υ.Ο.$, το ύψος του οργάνου.

Από αυτά και από τις συντεταγμένες των κορυφών του γεωδαιτικού δικτύου όπου εντάσσεται η κατασκευή, προσδιορίζονται οι συντεταγμένες x_i , y_i , z_i , του σκοπευόμενου κάθε φορά σημείου.

➤ Μέθοδος εμπροσθοτομίας στο χώρο

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σήμερα ελάχιστα. Κύρια εφαρμογή βρίσκει σε ειδικούς τομείς, όπως η βιομηχανική γεωδαισία. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι δύο θεοδόλιχα ή total stations, δύο τρίποδες και μετροταινία για την μέτρηση του ύψους των οργάνων. Απαραίτητη είναι και η υλοποίηση του σημείου αποτύπωσης συνήθως με ορατό laser, ώστε να είναι δυνατή η σκόπευση του ίδιου σημείου και από τα δύο όργανα. Τα μετρούμενα μεγέθη είναι οι οριζόντιες γωνίες και οι ζενίθιες γωνίες από δύο γνωστά σημεία με γνωστές συντεταγμένες και γνωστή τη μεταξύ τους απόσταση. Με κατάλληλους υπολογισμούς υπολογίζονται οι συντεταγμένες του σκοπευόμενου σημείου. Η ακρίβεια της μεθόδου αυτής είναι της τάξης των μερικών cm.

➤ Με χρήση σύγχρονων οργάνων αποτύπωσης επιφανειών με σάρωση

Τα τελευταία χρόνια νέα όργανα μετρήσεων έχουν εισαχθεί στις επιστήμες των αποτυπώσεων χώρων, τα οποία είναι σε θέση να μετρήσουν και να ανακατασκευάσουν τον τρισδιάστατο χώρο και τα αντικείμενα των διάφορων μορφών και μεγεθών με ένα γρήγορο και οικονομικό τρόπο. Αυτά τα όργανα, βασισμένα στην τεχνολογία laser, είναι συνήθως γνωστά ως επίγειοι Τρισδιάστατοι Ανιχνευτές Laser (3D laser scanner). Εκτός από τους τρισδιάστατους ανιχνευτές laser υπάρχουν και συσκευές που σαρώνουν μόνο οριζόντια ή κατακόρυφα ένα χώρο και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών αντικειμένων. Οι συσκευές ονομάζονται laser profilers και χρησιμοποιούνται με σημαντική επιτυχία για τη δημιουργία σχεδιαγραμμάτων

κατόψεων και τομών των εσωτερικών χώρων κατασκευών. Κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου ανίχνευσης laser είναι:

- Η ταχύτατη και αξιόπιστη μέθοδος αποτύπωσης
- Απαιτεί λιγότερη προεπεξεργασία αλλά και μικρότερο χρόνο εργασίας στο γραφείο
- Συνδυάζει την ακρίβεια της τοπογραφικής αποτύπωσης και την πληρότητα και συνέχεια της φωτογραμμετρικής αποτύπωσης
- Παρέχει μεταβλητή ανάλυση στο έδαφος ανάλογα με την απαιτούμενη ακρίβεια του τελικού προϊόντος
- Παρέχει συνολική αποτύπωση των 3D αντικειμένων χωρίς επιπλέον κόπο ή χρόνο εργασίας
- Τα σημεία που θα μετρηθούν δεν προσδιορίζονται από το χειριστή του οργάνου αλλά προκύπτουν τυχαία και το μόνο που καθορίζεται είναι το βήμα της οριζόντιας και κατακόρυφης ανάλυσης μετρήσεων.
- Το κόστος αγοράς εξοπλισμού είναι μεγάλο, ενώ το κόστος της αποτύπωσης μπορεί να είναι ιδιαίτερα χαμηλό λόγω του μειωμένου χρόνου παραμονής των ειδικευμένων επιστημόνων στο τόπο καταγραφής και του περιορισμένου αριθμού ωρών που απαιτούνται για τη δημιουργία του συνολικού 3D μοντέλου.

Οι γωνίες διεύθυνσης της ακτίνας laser που υπολογίζονται, μαζί με τη μετρημένη απόσταση ανάμεσα στον πομπό της ακτίνας και του σημείου που την ανακλά πίσω στο δέκτη του ανιχνευτή μπορεί να οδηγήσει με χρήση του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος της Τοπογραφίας και των σχέσεων της Τριγωνομετρικής Ύψομετρίας σε υπολογισμό των καρτεσιανών συντεταγμένων των σημείων στα οποία προσπίπτει η ακτίνα laser, εφόσον είναι γνωστή η στάση (θέση του οργάνου) στο καρτεσιανό τρισσορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων. Στην ουσία ο ανιχνευτής laser αποτελεί τη φυσική μετεξέλιξη των γεωδαιτικών σταθμών (Total station) με δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων χωρίς ανακλαστήρα. Αντίθετα όμως από τους κοινούς Γεωδαιτικούς Σταθμούς, όπου ο χειριστής επιλέγει άμεσα τα σημεία που μετρώνται, οι ανιχνευτές laser ανακτούν τυχαία ένα πυκνό σύνολο μετρημένων σημείων. Ο χειριστής επιλέγει μόνο το τμήμα του αντικειμένου που επιθυμεί να σαρωθεί και την πυκνότητα των σημείων που επιθυμεί στη σάρωση αυτή. Οι ανιχνευτές laser επιτρέπουν την καταγραφή εκατομμυρίων σημείων του χώρου σε λίγα μόνο λεπτά. Λόγω της πρακτικότητας και της ευκολίας χρήσης τους, αυτά τα είδη των οργάνων χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα σε διάφορους τομείς. Επίσης δίνεται η

δυνατότητα ενσωμάτωσης του λογισμικού επεξεργασίας των νεφών των σημείων σε ψηφιακό περιβάλλον, όπου με χρήση των κοινών σχεδιαστικών εντολών μπορεί να δημιουργηθεί το γραμμικό σχέδιο απόδοσης των όψεων, τομών και κατόψεων της κατασκευής ή το τρισδιάστατο μοντέλο της.

➤ **Με χρήση Εικονογεωδαιτικών Σταθμών (Image Stations)**

Εκτός από τους επίγειους σαρωτές laser, η ανάγκη για πιο γρήγορες και αποτελεσματικές διαδικασίες συλλογής στοιχείων από το πεδίο οδήγησε στην κατασκευή μίας νέας γενιάς οργάνων, των Εικονογεωδαιτικών Σταθμών ή αλλιώς Image Stations . Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν και συλλέγουν τα στοιχεία καθώς επίσης και η επεξεργασία αυτών από κατάλληλα λογισμικά είναι ένας συνδυασμός των τοπογραφικών και φωτογραμμετρικών μεθόδων. Γι' αυτό το λόγο μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο σε γεωδαιτικές αλλά και σε φωτογραμμετρικές εφαρμογές. Με την ενσωμάτωση στο σώμα του οργάνου ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής και διατηρώντας παράλληλα τις κλασικές λειτουργίες ενός ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού, επεκτείνουν το φάσμα των εφαρμογών τους.

3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3.1 Γενικά

Σκοπός της εργασίας αυτής, ήταν η γεωμετρική τεκμηρίωση του παλιού σχολείου της Σικίνου. Πιο συγκεκριμένα, τα διαγράμματα τα οποία έπρεπε να συνταχθούν ήταν:

- το τοπογραφικό διάγραμμα του σχολείου και της ευρύτερης περιοχής,
- η κάτοψη του ισογείου,
- η κάτοψη του υπογείου,
- μία κατακόρυφη τομή - όψη του κτηρίου, κατά μήκος αυτού,
- μία κατακόρυφη τομή - όψη του κτηρίου, εγκάρσια αυτού,
- οι τέσσερις όψεις του κτηρίου.

Επιλέχθηκε, οι μετρήσεις για τη σύνταξη των παραπάνω διαγραμμάτων να γίνουν με δύο όργανα. Για τις μετρήσεις που χρειάστηκαν για τη σύνταξη του τοπογραφικού, των κατόψεων, των τομών - όψεων και των τεσσάρων όψεων χρησιμοποιήθηκε ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός χωρίς ανακλαστήρα LEICA TC303.

Όμως, η επιλογή και δεύτερου οργάνου για τη σύνταξη διαγραμμάτων των δύο μεγάλων όψεων του σχολείου έκανε δυνατή την εναλλακτική γεωμετρική τεκμηρίωσή του και τη σύγκριση των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Το όργανο αυτό ήταν ο ρομποτικός γεωδαιτικός σταθμός TOPCON Imaging Station - IS 203.

3.2 Όργανα αποτύπωσης

3.2.1 LEICA TC303



Εικόνα 3. 1 Leica
TC303

Ο γεωδαιτικός σταθμός TC303 της Leica (εικόνα 3.1) διαθέτει μερικά αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά. Αρχικά, επιτρέπει την ψηφιακή μέτρηση και καταγραφή γωνιών και μηκών σε ειδική ενσωματωμένη καταγραφική μονάδα, ενώ συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη βοήθεια σειριακής εξόδου, επιτυγχάνοντας αμφίδρομη επικοινωνία για

τη μεταφορά δεδομένων, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη δυνατότητα εγκατάστασης λογισμικού από τον υπολογιστή στο όργανο. Οι κοχλίες του οργάνου είναι ατέρμονες χωρίς πάκτωση οριζόντιου και κατακόρυφου δίσκου. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων χωρίς τη χρήση πρίσματος με την υποστήριξη μιας ακτίνας laser. Ο χρόνος καταγραφής κάθε μέτρησης εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται και είναι περίπου της τάξης του 1 sec. Η ακρίβεια του οργάνου στη μέτρηση των γωνιών είναι $\pm 3''$, και στις αποστάσεις, με χρήση κατάφωτου, από $\pm 2\text{mm} + 2 \text{ppm}$, ενώ χωρίς κατάφωτο $\pm 3\text{mm} + 2 \text{ppm}$. Επίσης, έχει τη δυνατότητα εγγραφής 4000 σημείων στη εσωτερική του μνήμη.

Μερικά από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνιομετρική ακρίβεια:	3" (10cc)
Εμβέλεια απόστασης με πρίσμα:	5.000m
Εμβέλεια απόστασης χωρίς πρίσμα:	80m
Ακρίβεια στην απόσταση:	2mm+2ppm
Ακρίβεια στην απόσταση χωρίς πρίσμα:	3mm+2ppm
Χωρητικότητα στην μνήμη του:	4000 σημεία
Μεγέθυνση:	30 x
Βάρος:	4.2 kg

Πίνακας 3. 1: Τεχνικά χαρακτηριστικά γεωδαιτικού σταθμού Leica TC303

3.2.2 TOPCON Imaging Station - IS 203



Εικόνα 3. 2: Topcon IS 203

Ο Γεωδαιτικός Σταθμός IS-203 της TOPCON (εικόνα 3.2) με πλήρες αλφαριθμητικό πληκτρολόγιο, οθόνη αφής 3,5 inch και στις δύο θέσεις τηλεσκοπίου παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης με ένα πρίσμα στα 4000 m, χωρίς πρίσμα στα 2000 m. Πραγματοποιεί μετρήσεις με ακρίβεια γωνίας 10cc και ακρίβεια απόστασης 5 mm. Διαθέτει

Μικροεπεξεργαστή IntelPXA255 στα 400 MHz και λειτουργικό σύστημα Windows CE NET 4.2 και είναι εξοπλισμένο με το λογισμικό TopSurv. Επίσης έχει εσωτερική μνήμη 128 Mb για την αποθήκευση δεδομένων, διαθέτει ασύρματη λειτουργία 1000m και ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή 1.3 Mpixel. Προσφέρει εκτός από τα στάνταρ προγράμματα μετρήσεων τα πρόγραμμα monitoring, scanning και autotopo. Η τεχνολογία iSCAN που διαθέτει παρέχει αποδοτικότερη, λεπτομερέστερη και ταχύτερη αποτύπωση, συνδυασμό συλλογής μετρήσεων στο πεδίο καθώς και σάρωση μέχρι και 20 σημείων το δευτερόλεπτο. Επίσης, η τεχνολογία αφής iDRIVE προσφέρει απόλυτο έλεγχο του οργάνου μέσω της οθόνης αφής και εναλλαγή από συμβατική σε reflectorless λειτουργία εξ' αποστάσεως. Δυνατός είναι και ο τηλεχειρισμός του σταθμού χωρίς καλώδια και ο έλεγχος εξ' αποστάσεως για δύσκολες περιοχές, καθώς μπορεί να συνδεθεί και ασύρματα μέσω τεχνολογίας WiFi ή Bluetooth. Το τηλεχειριστήριο του σταθμού έχει επεξεργαστή 520 MHz Intel XScale.



Εικόνα 3. 3: Οθόνη αφής IS 203

Το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των μετρήσεων του σταθμού αυτού είναι το ImageMaster της Topcon, το οποίο επιτρέπει την δημιουργία και επεξεργασία «φωτογραφιών με διάσταση». Αυτό γίνεται με τη δυνατότητα που έχει ο σταθμός χάρη στη ψηφιακή φωτογραφική μηχανή που είναι ενσωματωμένη πάνω του, να παρέχει σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο, φωτογραφική απεικόνιση της περιοχής εργασίας.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του είναι:

Γωνιομετρική ακρίβεια:	3" (10cc)
Εμβέλεια απόστασης με πρίσμα:	4.000m
Εμβέλεια απόστασης χωρίς πρίσμα:	2.000m
Ακρίβεια στην απόσταση:	2mm+2ppm
Ακρίβεια στην απόσταση χωρίς πρίσμα:	5mm

Εμβέλεια σάρωσης:	150m
Ταχύτητα σάρωσης:	max. 20 σημεία / sec
Ταχύτητα εντοπισμού στόχου:	15°/ sec
Εμβέλεια αυτόματου εντοπισμού:	1000m με κανονικό πρίσμα
Ταχύτητα περιστροφής:	85°/ sec
Λειτουργικό σύστημα:	Microsoft Windows CE.NET 4.2
Βάρος:	6.2 kg χωρίς μπαταρία

Πίνακας 3. 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά εικονογεωδαιτικού σταθμού Topcon IS 203

3.3 Αναγνώριση της περιοχής

Το πρώτο στάδιο στη διαδικασία της γεωμετρικής τεκμηρίωσης του σχολείου ήταν η αναγνώριση της προς αποτύπωση περιοχής. Έγινε, δηλαδή, μία γενική εκτίμηση της εικόνας της περιοχής, εντοπίστηκαν οι δυσκολίες που θα προέκυπταν και οι λεπτομέρειες που χρειάζονταν για την αποτύπωση.

Το κτήριο του σχολείου ήταν προσπελάσιμο από όλες τις πλευρές του, οπότε δεν δημιουργήθηκε πρόβλημα ορατότητας των όψεών του. Το μόνο εμπόδιο, ήταν η πρόσβαση στον υπόγειο χώρο του σχολείου. Ο χώρος αυτός δεν είχε αξιοποιηθεί ποτέ. Η μόνη χρησιμότητά του ήταν στην υψομετρική εξισορρόπηση του δαπέδου του σχολείου, καθώς ήταν χτισμένο σε έδαφος με κλίση. Για το λόγο αυτό δεν υπήρχε σκάλα που να οδηγεί σε αυτόν, παρά μόνο ένα άνοιγμα στο δάπεδο του ισόγειου της αίθουσας. Χρησιμοποιήθηκε, λοιπόν, πτυσσόμενη σκάλα για την πρόσβαση στο υπόγειο.



Εικόνα 3. 4: Άνοιγμα που οδηγεί στο υπόγειο

Επίσης, στη διαδικασία της αναγνώρισης της περιοχής, παρατηρήθηκε ότι πολύ κοντά στο

σχολείο βρισκόταν ένα τριγωνομετρικό σημείο (T3) με γνωστές συντεταγμένες, από όπου θα γινόταν η εξάρτηση της κύριας όδευσης. Ακόμα, πάνω στη μάντρα της αυλής του σχολείου, βρισκόταν μία υψομετρική αφετηρία (refer) με γνωστό υψόμετρο, άρα ήταν εύκολη η απόδοση υψομέτρων από τη μέση στάθμη της θάλασσας στα σημεία του πολυγωνομετρικού δικτύου που θα ιδρύοταν για την αποτύπωση.

3.4 Ίδρυση Πολυγωνομετρικού Δικτύου

Για την εκτέλεση των εργασιών ακολούθησε η ίδρυση πολυγωνομετρικού δικτύου. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από έξι στάσεις περιμετρικά του σχολείου. Οι εξωτερικές στάσεις (Σ1-Σ6) τοποθετήθηκαν έτσι, ώστε να υπάρχει ορατότητα μεταξύ τους ανά δύο και να μπορούν να αποτυπωθούν όλα τα χαρακτηριστικά σημεία που κρίθηκαν αναγκαία. Επίσης, μεταξύ τους δημιούργησαν μία κλειστή εξαρτημένη όδευση από το τριγωνομετρικό T3, από το οποίο και αποδόθηκαν συντεταγμένες με GPS στην στάση Σ3 και στη συνέχεια με την επίλυση της όδευσης και στις υπόλοιπες στάσεις.

Πρόβλημα υπήρξε στον προαύλιο χώρο του σχολείου, όπου το πεύκο που βρισκόταν εκεί εμπόδιζε την ορατότητα ενός μέρους του κτηρίου, και έτσι δεν γινόταν να μετρηθούν από μία στάση όλα τα σημεία τα οποία χρειαζόταν για τη σύνταξη του διαγράμματος της συγκεκριμένης όψης. Για τον λόγο αυτόν, η στάση Σ6 τοποθετήθηκε πάνω στην ταράτσα του λεβητοστασίου, στην οποία υπήρχε πρόσβαση από το εσωτερικό του σχολείου, από το παράθυρο της αίθουσας που βρισκόταν πίσω του.

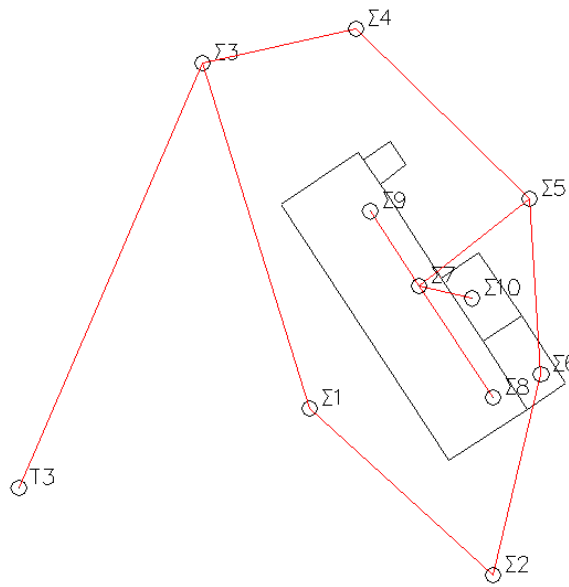


Εικόνα 3. 5: Τρίποδας στη στάση Σ6



Εικόνα 3. 6: Πρόσβαση στην στάση Σ6

Για την αποτύπωση του εσωτερικού του κτηρίου, χρειάστηκε το όργανο να στηθεί σε στάσεις μέσα στο σχολείο. Επειδή δεν ήταν δυνατή η επέκταση της κύριας όδευσης μέσα στο κτήριο λόγω της στενότητας των χώρων, δόθηκαν σε πέντε ακόμα σημεία (Σ7-Σ11) συντεταγμένες με τη μέθοδο της ταχυμετρίας, από τα οποία έγινε η συλλογή των στοιχείων των κατόψεων και των τομών - όψεων.



Σχήμα 3. 1: Πολυγωνομετρικό δίκτυο (Σ1-Σ10)

Τα σημεία αυτά τοποθετήθηκαν κατάλληλα, ώστε να μπορούν να αποτυπωθούν όλες οι λεπτομέρειες που ήταν απαραίτητες για την σύνταξη των διαγραμμάτων των κατόψεων και των τομών - όψεων. Για να μπορεί η εσωτερική και η εξωτερική απόδοση του σχολείου να πραγματοποιηθεί στο ίδιο σύστημα αναφοράς, η στάση Σ7 τοποθετήθηκε στο χώρο υποδοχής, κοντά στο άνοιγμα της πόρτας που οδηγεί στην αυλή του σχολείου, ώστε να έχει αμοιβαία ορατότητα με τη στάση Σ5, και να είναι δυνατή η επέκταση του εξωτερικού δικτύου στο εσωτερικό και αντίστροφα. Η Σ10 τοποθετήθηκε στην αίθουσα του γραφείου των καθηγητών, για να αποτυπωθούν τα σημεία που χρειάζονταν για την κάτοψη αυτής της αίθουσας. Οι Σ8 και Σ9 εξυπηρέτησαν την αποτύπωση σημείων για την κάτοψη του κτηρίου, αλλά και για την κατακόρυφη καταμήκος τομή - όψη. Δηλαδή, η τοποθέτησή τους έγινε έτσι, ώστε να ορισθεί το κατακόρυφο επίπεδο της τομής και να τοποθετηθεί ο γεωδαιτικός σταθμός πάνω στην ευθεία τομής του επιπέδου αυτού με το δάπεδο του κτηρίου. Αυτό έγινε με τον εξής τρόπο: αρχικά υπολογίστηκε η γωνία διεύθυνσης του ενός άξονα του νέου συστήματος αναφοράς, ο οποίος είναι παράλληλος με το επίπεδο της τομής - όψης. Στη

συνέχεια, υπολογίστηκε η γωνία διεύθυνσης της πλευράς Σ5-Σ7, $\alpha_{\Sigma 5 \Sigma 7}$, και τοποθετήθηκε ο γεωδαιτικός σταθμός στη στάση Σ7. Μηδενίστηκαν οι αναγνώσεις του οριζόντιου κύκλου σκοπεύοντας το σημείο Σ5 και στράφηκε κατά οριζόντια γωνία $\beta = 200^{\circ} + \alpha_{\Sigma 9 \Sigma 8} + \alpha_{\Sigma 5 \Sigma 7}$. Με το σταθμό σε αυτή τη θέση έγινε η χάραξη της στάσης Σ8, σε κατάλληλο σημείο της αίθουσας, πάνω στην ευθεία τομής του κατακόρυφου επιπέδου με το δάπεδο του κτηρίου, η οποία υλοποιήθηκε με τον παραπάνω τρόπο. Η στάση Σ9 χαράχτηκε, σκοπεύοντας το σημείο Σ8, στρέφοντας το όργανο κατά οριζόντια γωνία $\gamma = \beta + 200^{\circ}$ και κρατώντας τον οριζόντιο δίσκο σε αυτή τη θέση, σε κατάλληλο σημείο της άλλης αίθουσας, έγινε η τοποθέτησή της.

Για τη σήμανση των στάσεων αυτών βοήθησε το υλικό από το οποίο ήταν φτιαγμένα τα δάπεδα των αιθουσών του σχολείου. Ο χώρος που τοποθετήθηκε η Σ7, ήταν στρωμένος με ασπρόμαυρα τετράγωνα πλακάκια και έτσι ήταν εύκολο να σημειωθεί με ανεξίτηλο μαρκαδόρο η στάση στους αρμούς (εικόνα



Εικόνα 3. 8: Σήμανση στάσης



Εικόνα 3. 7: Σήμανση στάσης

3.7). Οι στάσεις

Σ8 και Σ9

χαράχθηκαν με συγκεκριμένη οριζόντια γωνία στις δύο μεγάλες αίθουσες, όμως το πρόβλημα που υπήρξε το δημιούργησε το ξύλινο δάπεδο, το οποίο δεν ήταν πολύ σταθερό και έπρεπε με μεγάλη προσοχή να γίνονται οι μετακινήσεις γύρω από το γεωδαιτικό σταθμό του ατόμου που εκτελούσε τις μετρήσεις (εικόνα 3.8). Όπως φαίνεται και στις εικόνες, ο χαρακτήρας της σήμανσης ήταν διακριτικός. Κοντά σε άνοιγμα έπρεπε να τοποθετηθεί και η στάση Σ11, που θα χρησίμευε για την αποτύπωση του υπογείου. Σε αυτό βοήθησαν τα μικρά

τετράγωνα παραθυράκια που βρίσκονταν στην μπροστινή όψη του υπογείου (εικόνα 3.9), από τα οποία μπορούσε, με χαμηλό ύψος στο στήσιμο του οργάνου και με μικρό ύψος κατάφωτου, να υπάρχει ορατότητα μεταξύ των στάσεων Σ11 και Σ1 για τη μεταφορά του δικτύου στο υπόγειο (εικόνα 3.10). Η σήμανσή της έγινε με την τοποθέτηση μικρού ξύλινου πασσάλου στο χρωματίνο δάπεδο του υπογείου.



Εικόνα 3. 9: Παράθυρα υπογείου



Εικόνα 3. 10: Αποψη υπογείου

3.4.1 Μετρήσεις των στοιχείων της όδευσης

Οι μετρήσεις για την ίδρυση της όδευσης (Σ1-Σ6), έγιναν με τη Μέθοδο των Τριών Τριπόδων. Η μέθοδος αυτή δίνει πολύ μεγάλη ακρίβεια στον υπολογισμό των συντεταγμένων των κορυφών της όδευσης, αφού εξασφαλίζει την πολύ καλή κέντρωση του οργάνου και των στόχων πάνω στις κορυφές της, διαδικασία, η οποία είναι η κυριότερη πηγή σφαλμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μη μετακίνηση των τριπόδων κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, οι οποίες διεξάγονται ταυτόχρονα σε τρεις διαδοχικές κορυφές. Έτσι, παραμένει σταθερή η κέντρωση και η οριζοντίωσή τους και αυτά που μετακινούνται και εναλλάσσονται είναι μόνο το όργανο και οι στόχοι, χωρίς τους τρίποδες.

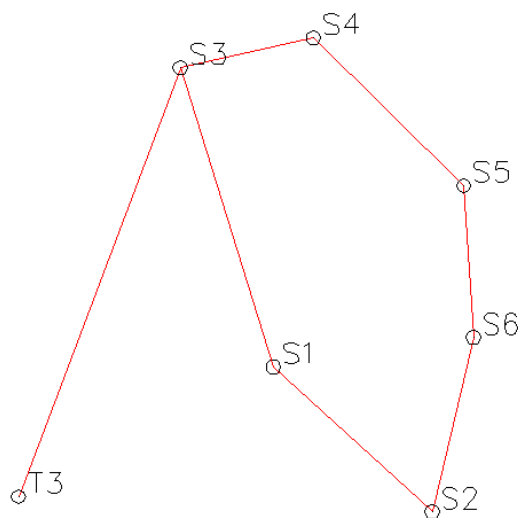
Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για αυτήν τη διαδικασία ήταν ο ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός TC303 της Leica, δύο στόχοι - ανακλαστήρες, τρία τρικόγλια και τρεις τρίποδες. Τα μεγέθη που μετρήθηκαν από κάθε κορυφή ήταν οι οριζόντιες γωνίες, οι ζενίθιες γωνίες και τα κεκλιμένα μήκη σε δύο περιόδους και σε δύο θέσεις τηλεσκοπίου.



Εικόνα 3. 11: Τοποθετημένος στόχος στη Σ6

Αρχικά, το όργανο τοποθετήθηκε στη στάση Σ3, μηδένισε στο τριγωνομετρικό Τ3, σκόπευσε στο Σ4 και ακολούθησαν οι μετρήσεις, όπως περιγράφονται παραπάνω. Στη

συνέχεια, το όργανο τοποθετήθηκε στον τρίποδα που βρισκόταν στο Σ4, ο τρίποδας και ο ένας στόχος από το T3 μετακινήθηκε στο Σ5 και στο Σ3 τοποθετήθηκε ο άλλος στόχος, πάνω στο ήδη κεντρωμένο τρικόγλιο. Το όργανο μηδένισε στο Σ3, σκόπευσε στο Σ5 και έκανε τις μετρήσεις που έπρεπε. Αυτή η διαδικασία ακολουθήθηκε για όλες τις κορυφές, από τη Σ3 έως τη Σ1 κι έπειτα μετά το όργανο τοποθετήθηκε πάλι στη Σ3, αλλά αυτή τη φορά μηδένισε στο Σ1 και σκόπευσε το T3.



Σχήμα 3. 2: Οδευση εξαρτημένη από το T3

Για την απόδοση υψομέτρων στις κορυφές του δικτύου, έγινε γεωμετρική χωροστάθμηση από την υψομετρική αφετηρία R6, που βρισκόταν στη μάντρα του σχολείου, προς την κορυφή Σ3. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για αυτή τη διαδικασία ήταν ο ψηφιακός χωροβάτης της Leica Sprinter και οι αντίστοιχες σταδίες. Οι μετρήσεις παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

ΜΕΤΑΒΑΣΗ				ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ			
Στάση	Ανάγνωση στη σταδία ΟΠΙΣΘΕΝ	Ανάγνωση στη σταδία ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ	Μερικές Υψομετρικές Διαφορές	Στάση	Ανάγνωση στη σταδία ΟΠΙΣΘΕΝ	Ανάγνωση στη σταδία ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ	Μερικές Υψομετρικές Διαφορές
R6	0,817m			Σ3	1,887m		
Σ3		1,846m	-1,029m	R6		0,857m	1,03m
ΤΕΛΙΚΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΗΡ6 – Σ3 = -1,030m							

Πίνακας 3. 3: Μετρήσεις γεωμετρικής χωροστάθμησης

Στην υψομετρική αφετηρία R6 έχει δοθεί υψόμετρο: $H_{R6} = 261,760m$. Άρα το υψόμετρο του

Σ3 θα είναι: $H_{\Sigma 3} = H_{R6} + \Delta H_{R6 - \Sigma 3} = 261,760 - 1,030 = 260,730\text{m} \Rightarrow H_{\Sigma 3} = 260,730\text{m}$

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κοντά στην περιοχή αποτύπωσης βρισκόταν το τριγωνομετρικό σημείο T3, το οποίο ήταν ενταγμένο στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87, με συντεταγμένες:

$$X_{T3} = 599741,236\text{m}$$

$$Y_{T3} = 4061323,979\text{m}$$

$$H_{T3} = 267,120\text{m}$$

Για να αποδοθούν συντεταγμένες στις κορυφές της όδευσης, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική GPS του στατικού εντοπισμού. Ένας δέκτης, ο οποίος είναι ο σταθμός αναφοράς (Base), έμεινε σταθερός στο τριγωνομετρικό σημείο T3, του οποίου οι συντεταγμένες είναι γνωστές. Ο δεύτερος δέκτης (rover) στήθηκε στην κορυφή Σ3 της όδευσης. Οι κεραίες και των δύο δεκτών τοποθετήθηκαν σε τρίποδες, των οποίων μετρήθηκε το ύψος. Το χρονικό διάστημα το οποίο έμειναν σταθεροί οι δέκτες σε αυτά τα σημεία ήταν περίπου μισή ώρα. Από τα στοιχεία που συνελέχθησαν έγινε η επίλυση της βάσης T3-Σ3 και δόθηκαν συντεταγμένες στην κορυφή Σ3.



Εικόνα 3. 12: Δέκτης rover GPS

Οι στάσεις της όδευσης δεν κρίθηκε απαραίτητο να ενταχθούν στο ΕΓΣΑ '87, καθώς το γεωδαιτικό σύστημα στο οποίο θα γινόταν η αποτύπωση θα ήταν τοπικό και αυθαίρετο, γι' αυτό, και με σκοπό να μην υπάρχει παρανόηση, αποφασίστηκε από τις συντεταγμένες του Σ3 που υπολογίστηκαν από την επεξεργασία των μετρήσεων με το GPS να αφαιρεθούν τα πρώτα ψηφία, έτσι ώστε οι X και Y συντεταγμένες να έχουν τρία ακέραια ψηφία. Από αυτές τις νέες τιμές θα αποδοθούν συντεταγμένες σε όλα τα σημεία που θα χρησιμοποιηθούν στην διαδικασία της αποτύπωσης.

Εφόσον η αποτύπωση δεν θα εντασσόταν σε κάποιο εθνικό σύστημα αναφοράς, αλλά το γεωδαιτικό σύστημα θα ήταν αυθαίρετο, θα μπορούσε να μην είχε γίνει εξάρτηση της όδευσης από τριγωνομετρικό σημείο, αλλά να δοθούν αυθαίρετα συντεταγμένες σε μία

κορυφή της (π.χ. $X=100.00m$, $Y=100.00m$) και από αυτές να υπολογιστούν οι συντεταγμένες των υπόλοιπων κορυφών. Όμως, η διαδικασία που ακολουθήθηκε, προσφέρει τη δυνατότητα, αν χρειαστεί στο μέλλον, να χρησιμοποιηθούν οι αρχικές συντεταγμένες του Σ3 χωρίς την αφαίρεση των τριών για τη X και τεσσάρων για την Y πρώτων ψηφίων και με μία εκ νέου επίλυση της όδευσης με τις αναγωγές που είναι απαραίτητες για την ένταξη της αποτύπωσης στο ΕΓΣΑ '87.

3.5 Μετρήσεις των Στοιχείων των Κατόψεων και των Κατακόρυφων Τομών - Όψεων

Για τη γεωμετρική τεκμηρίωση του σχολείου μετρήθηκαν χαρακτηριστικά σημεία, που αναπαριστούν την πλήρη και ακριβή μορφή του αντικειμένου. Ως τέτοια σημεία θεωρούνται εκείνα που ορίζουν τις διαστάσεις των ανοιγμάτων και των κουφωμάτων του, τα επίπεδά του, τα βασικά του δομικά στοιχεία και γενικώς, οποιαδήποτε σημεία ορίζουν στοιχεία της εκάστοτε τομής. Τα μετρημένα στοιχεία είναι η οριζόντια και η κατακόρυφη γωνία που σχηματίζουν τα σημεία αυτά με το γεωδαιτικό σταθμό και η κεκλιμένη απόστασή τους. Η απόσταση μετρήθηκε χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα και με παράλληλη λειτουργία της ακτίνας ορατού κόκκινου laser, ώστε σε σημεία όπου η σκόπευση από το τηλεσκόπιο ήταν δύσκολη ή αδύνατη λόγω πολύ μεγάλης ζενίθιας γωνίας, να καταστεί δυνατή. Επίσης, η σκόπευση μέσω της ακτίνας laser βοήθησε, ώστε οι μετρήσεις να γίνουν ευκολότερα και γρηγορότερα. Σημαντικό ρόλο στη σωστή και γρήγορη διεξαγωγή των εργασιών, διαδραμάτισε και η σωστή οργάνωση στην καταγραφή των σημείων, με διαφορετικό κωδικό αυτών που θα χρειαζόταν για την κατά μήκος τομή - όψη, με διαφορετικό για τα σημεία της κάτοψης και με διαφορετικό για τα σημεία της εγκάρσιας τομής - όψης.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η χάραξη της στάσης Σ8 έγινε μηδενίζοντας στη Σ5 από τη Σ7 και στρέφοντας τον οριζόντιο δίσκο κατά γωνία $\beta = 200^g + \alpha_{\Sigma 9 \Sigma 8} + \alpha_{\Sigma 5 \Sigma 7}$. Κρατώντας τον οριζόντιο δίσκο σε αυτή τη θέση και περιστρέφοντας τον κατακόρυφο μετρήθηκαν τα σημεία της κατά μήκος τομής. Για την ίδια τομή, το όργανο στήθηκε και στις στάσεις Σ8 και Σ9, από όπου μηδένισε στην Σ7, ο οριζόντιος δίσκος κρατήθηκε στη θέση μηδενισμού και περιστρεφόμενος κατακόρυφα, μετρήθηκαν τα σημεία της τομής που δεν ήταν ορατά από τη Σ7. Από τις Σ7, Σ8 και Σ9 μετρήθηκαν και τα προβαλλόμενα σημεία, δηλαδή τα σημεία της

όψης που βρισκόταν αριστερά από την τομή.

Για τη μέτρηση των σημείων της εγκάρσιας τομής, το όργανο στήθηκε στην Σ7, ο οριζόντιος δίσκος του μηδενίστηκε σκοπεύοντας τη Σ8 και στράφηκε κατά 100^g. Κρατώντας τον σε αυτή τη θέση και περιστρέφοντας τον κατακόρυφο δίσκο μετρήθηκαν τα απαραίτητα σημεία. Για τα προβαλλόμενα, δηλαδή τα σημεία της όψης που βρίσκονταν αριστερά από την τομή, πάρθηκαν μετρήσεις από τη στάση Σ7 και όπου δεν υπήρχε ορατότητα χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από μετρήσεις που έγιναν για τη σύνταξη άλλων διαγραμμάτων, όπως των κατόψεων ή των εξωτερικών όψεων του κτηρίου, αλλά και από τοπομετρικές μετρήσεις μερικών στοιχείων με τη χρήση απλής μετροταινίας.

3.6 Μετρήσεις των Στοιχείων των Εξωτερικών Όψεων

3.6.1 Με τον γεωδαιτικό σταθμό LEICA TC303

Οι εξωτερικές όψεις που αποτυπώθηκαν ήταν οι τέσσερις όψεις του σχολείου, καθώς το σχήμα του ήταν παραλληλόγραμμο. Για τις δύο πλαϊνές όψεις, ο γεωδαιτικός σταθμός χρειάστηκε να στηθεί σε δύο μόνο στάσεις (Σ2, Σ4), μία για κάθε όψη, ενώ για την κύρια και την πίσω όψη το όργανο άλλαξε θέση μία φορά για την κάθε μία. Συγκεκριμένα, για την κύρια όψη, επειδή σε κοντινή απόσταση υπήρχε κτίσμα που δεν επέτρεπε την τοποθέτηση της στάσης Σ1 σε κατάλληλη απόσταση, ώστε να αποφευχθούν οι πολύ μικρές ζενίθιες γωνίες σκόπευσης, το όργανο στήθηκε και στο τριγωνομετρικό σημείο T3, για να γίνουν οι μετρήσεις των σημείων που βρίσκονταν στο ύψος της οροφής του κτηρίου.

Επίσης, όπως έχει αναφερθεί, το πεύκο που υπήρχε στην αυλή του σχολείου καθώς και το μικρό πλάτος της αυλής εμπόδιζαν την ορατότητα όλων των σημείων της πίσω όψης από τη στάση Σ5, γι' αυτό και έγιναν συμπληρωματικές μετρήσεις από την στάση Σ6.

3.6.2 Με τον γεωδαιτικό σταθμό TOPCON Imaging Station - IS 203

Ο σταθμός αυτός χρησιμοποιήθηκε το τελευταίο διάστημα των εργασιών υπαίθρου και

αφού είχαν ολοκληρωθεί όλες οι μετρήσεις με τον σταθμό Leica. Για την εκτέλεση των μετρήσεων και την έξοδο των δεδομένων από το όργανο σε υπολογιστή, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Torsurv, με το οποίο είναι εξοπλισμένος ο σταθμός.

Αρχικά, το όργανο τοποθετήθηκε στη Σ1, όπου κεντρώθηκε μέσω οπτικής κέντρωσης και οριζοντιώθηκε με τη βοήθεια της οθόνης που διαθέτει, στη οποία εμφανίζεται η αεροστάθμη οριζοντίωσης (εικόνα 3.13). Μέσω του λογισμικού



Εικόνα 3. 13: Αεροστάθμη

Torsurv, έγινε εισαγωγή των συντεταμένων της στάσης Σ1 και Σ2, τα ύψη οργάνου και στόχου, μηδενίστηκε η οριζόντια γωνία, σκοπεύθηκε και μετρήθηκε το σημείο Σ2, στο οποίο είχε τοποθετηθεί ο στόχος. Στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία της σάρωσης της νοτιοδυτικής όψης του σχολείου. Επιλέχθηκαν τα πάνω αριστερά και κάτω δεξιά όρια του παραλληλόγραμμου πλαισίου μέσα στο οποίο θα γινόταν η σάρωση μέσω της οθόνης αφής, όπου εμφανιζόταν η περιοχή που σκοπευόταν. Επιλέχθηκε το βήμα κανάβου με το οποίο θα γινόταν η σάρωση. Υπήρχαν επιλογές για τη μορφή που θα είχε το βήμα αυτό. Η μία ήταν με τη μορφή γωνίας, η άλλη με τη μορφή απόστασης και η τρίτη με τον ορισμό αριθμού σημείων που θα σκοπευόταν κατά μήκος και κατά πλάτος του πλαισίου σάρωσης. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, ο κανάβος ορίστηκε με την τελευταία επιλογή.

Όπως και στη συλλογή στοιχείων για την σύνταξη διαγράμματος της όψης αυτής με τον γεωδαιτικό σταθμό Leica από τη συγκεκριμένη στάση, οι μικρές ζενίθιες γωνίες σκόπευσης ήταν αναπόφευκτες. Γι' αυτό, η σάρωση χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο έγινε η σάρωση του αριστερού μισού της όψης και στο δεύτερο του δεξιού μισού, με ένα ποσοστό επικάλυψης. Τα σημεία που θα σκοπευόταν θα ήταν 50 κατά μήκος επί 50 κατά πλάτος για κάθε μία σάρωση.

Για τη βορειοανατολική όψη του σχολείου, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Το όργανο τοποθετήθηκε στη στάση Σ5, μηδένισε στην Σ4 και άρχισε τη σάρωση όλης της όψης απευθείας, με βήμα κανάβου 100 επί 50 σημεία.

3.7 Τοπομετρικός έλεγχος

Λόγω περιορισμένου χρόνου παραμονής στο νησί, η σύνταξη των διαγραμμάτων και οι πραγματοποίηση των μετρήσεων εξελίχθηκαν παράλληλα. Γινόταν δηλαδή τοπομετρικός έλεγχος ανά στάδιο, που σημαίνει ότι, κάθε φορά μετά την απόδοση κάποιου τμήματος του σχολείου, γινόταν έλεγχος, ώστε να εντοπιστούν τυχόν λάθη ή παραλήψεις και να προγραμματιστούν οι επόμενες ενέργειες.

Σημαντικό πρόβλημα υπήρξε με τις μετρήσεις που έγιναν με τον γεωδαιτικό σταθμό TOPOCON, καθώς το πρόγραμμα επεξεργασίας τους ήταν διαθέσιμο μόνο στους υπολογιστές της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Πολυτεχνείου. Έτσι δεν ήταν δυνατή η επεξεργασία τους στη Σίκινο, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορούσε να γίνει ούτε η απόδοση των όψεων εκεί, ούτε έλεγχος των μετρημένων στοιχείων, ούτε συμπληρωματικές μετρήσεις σε περίπτωση που είχαν γίνει κάποια λάθη ή παραλήψεις, καθώς η επιστροφή στο νησί για αυτό το λόγο ήταν δύσκολη έως αδύνατη.

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το επόμενο στάδιο από τη συλλογή στοιχείων στο πεδίο, ήταν η επεξεργασία των μετρήσεων που συνελέχθησαν, καθώς και η σύνταξη των απαραίτητων διαγραμμάτων, δηλαδή οι εργασίες γραφείου. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, οι περισσότερες από τις εργασίες γραφείου έγιναν ταυτόχρονα με αυτές του υπαίθρου.

4.1 Επεξεργασία Μετρήσεων GPS

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις με το GPS παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

ΣΗΜΕΙΟ: Τ3				Ημερομηνία: 3/7/2010	
Ύψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
1,392m	center of Bumper	Base	10:50:00	10:55:00	11:25:00
Η βάση που μετράται είναι: ΑΠΟ Τ3 - ΠΡΟΣ Σ3					
ΣΗΜΕΙΟ: Σ3				Ημερομηνία: 3/7/2010	
Ύψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
1,314m	center of Bumper	Rover	10:52:00	10:55:00	11:25:00
Η βάση που μετράται είναι: ΑΠΟ Τ3 - ΠΡΟΣ Σ3					

Πίνακας 4. 1: Μετρήσεις GPS

Η επίλυση της βάσης Τ3-Σ3 έγινε με το πρόγραμμα Trimble Geomatics Office. Οι συνταγμένες του Σ3 στο ΕΓΣΑ '87, από την επίλυση των μετρήσεων είναι οι εξής:

$$X_{\Sigma 3} = 599745,200\text{m}$$

$$Y_{\Sigma 3} = 4061361,371\text{m}$$

$$H_{\Sigma 3} = 260,773\text{m}$$

Εφόσον το σύστημα συντεταγμένων στο οποίο θα αναφέρονται οι μετρήσεις είναι τοπικό και αυθαίρετο, οι συντεταγμένες του Σ3 που τελικά θα χρησιμοποιηθούν και με τις οποίες θα γίνουν όλοι οι υπόλοιποι υπολογισμοί, επιλέχτηκε να είναι οι:

$$X_{\Sigma 3} = 745,200\text{m}$$

$$Y_{\Sigma 3} = 361,371\text{m}$$

$$H_{\Sigma 3} = 260,773\text{m}$$

Το υψόμετρο που προκύπτει από αυτή την επίλυση είναι το γεωμετρικό και αναφέρεται στο ελλειψοειδές αναφοράς. Στην απόδοση συντεταγμένων των σημείων της όδευσης και γενικά της αποτύπωσης, θα χρησιμοποιηθεί το ορθομετρικό υψόμετρο του Σ3 που υπολογίστηκε από τη χωροστάθμηση. Άρα οι τελικές συντεταγμένες του Σ3 που λάβουν μέρος στους υπολογισμούς, θα είναι:

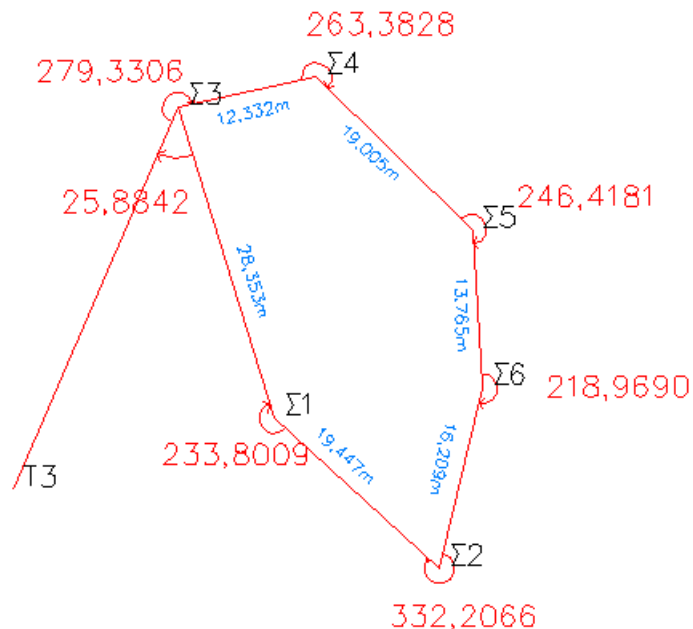
$$X_{\Sigma 3} = 745,200\text{m}$$

$$Y_{\Sigma 3} = 361,371\text{m}$$

$$H_{\Sigma 3} = 260,73\text{m}$$

4.2 Επίλυση Όδευσης

Οι μετρήσεις των στοιχείων της όδευσης και η επίλυσή της, έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα:



Σχήμα 4. 1: Γωνίες και αποστάσεις όδευσης μετά από επίλυση

εξωτερικές γωνίες σε βαθμούς	
T3-Σ3-Σ4	279,3306
Σ3-Σ4-Σ5	263,3828
Σ4-Σ5-Σ6	246,4181
Σ5-Σ6-Σ2	218,969
Σ6-Σ2-Σ1	332,2066
Σ2-Σ1-Σ3	233,8009
Σ1-Σ3-T3	25,8842

πλευρά	οριζόντιο μήκος (m)	ΔΗ (m)
Σ1-Σ3	28,353	0,287
Σ3-Σ4	12,332	0,866
Σ4-Σ5	19,055	-1,235
Σ5-Σ6	13,765	3,069
Σ6-Σ2	16,209	-6,427
Σ2-Σ1	19,447	3,44

Πίνακες 4.2

Τα γωνιακά και γραμμικά σφάλματα ήταν:

$$\text{γωνιακό σφάλμα: } w_{\gamma} = 0^{\text{s}},0078$$

$$\text{γραμμικό σφάλμα: } w_s = 0,007\text{m}$$

$$w_x = -0,002\text{m (κατά } x)$$

$$w_y = 0,007\text{m (κατά } y)$$

Τα σφάλματα αυτά είναι ανεκτά, αφού τα επιτρεπτά για κλίμακα 1:200, ομαλό έδαφος και πρωτεύουσα όδευση είναι: $w_{\gamma \max} = 0^{\text{s}},03$ και $w_{s \max} = 0,102\text{m}$.

Οι συντεταγμένες X και Y, λοιπόν, των κορυφών της όδευσης στο τοπικό σύστημα αναφοράς, στο οποίο θα γίνουν όλες οι εργασίες, καθώς και τα ορθομετρικά υψόμετά τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	X	Y	H
Σ1	753,621	334,295	260,443
Σ2	768,004	321,205	257,003
Σ3	745,2	361,371	260,73
Σ4	757,236	364,058	261,596
Σ5	770,835	350,711	260,361
Σ6	771,737	336,977	263,43

Πίνακας 4. 3: Συντεταγμένες κορυφών όδευσης

4.3 Επεξεργασία Δεδομένων από Ταχυμετρία

Από τις μετρήσεις που έγιναν με τον γεωδαιτικό σταθμό Leica και με τις κατάλληλες σχέσεις μετασχηματισμού, προέκυψαν οι συντεταγμένες των σημείων που θα αποτελούσαν τη βάση για τη σύνταξη των διαγραμμάτων. Οι σχέσεις αυτές είναι:

$$\begin{aligned}x_i &= x_{i-1} + D_{i-1,i} \cdot \sin z \cdot \sin (a_{i-1,i} + Hz) \\y_i &= y_{i-1} + D_{i-1,i} \cdot \sin z \cdot \cos (a_{i-1,i} + Hz) \\z_i &= x_{i-1} + D_{i-1,i} \cdot \cos z + Y.O\end{aligned}$$

4.4 Σύνταξη Διαγραμμάτων

Η σύνταξη των απαραίτητων διαγραμμάτων έγινε στο ψηφιακό σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD. Οι συντεταγμένες των σημείων αφού μετασχηματίστηκαν, εισήχθησαν στο περιβάλλον του AutoCAD με τη βοήθεια του προγράμματος Report. Το Report είναι ένα πακέτο προγραμμάτων για ραπορτάρισμα σημείων και απόδοση σχεδίων, το οποίο λειτουργεί μέσα στο περιβάλλον AutoCAD. Τα σχέδια που παράγονται είναι αναγνώσιμα από οποιοδήποτε σχεδιαστικό πρόγραμμα.

4.4.1 Σύνταξη τοπογραφικού σχεδίου

Για τη σύνταξη του τοπογραφικού σχεδίου του σχολείου και της ευρύτερης περιοχής, εισήχθησαν τα σημεία στο AutoCAD και έγινε η απόδοση σε κλίμακα 1:100. Δεν χρειάστηκε κάποιος επιπλέον μετασχηματισμός των συντεταγμένων, εφόσον αναφέρονταν στο τοπικό σύστημα.

4.4.2 Σύνταξη κατόψεων

Το ίδιο συνέβη και για τα διαγράμματα των κατόψεων, με την εισαγωγή των ανάλογων σημείων. Η απόδοση αυτή τη φορά έγινε σε κλίμακα 1:50. Έγινε ξεχωριστά η απόδοση της κάτοψης του ισογείου και του υπογείου.

Πρόβλημα υπήρξε στα νοτιότερα δωμάτια της αυλής του σχολείου, όπου στεγάζονταν παλιότερα το μαγειρείο και το λεβητοστάσιο. Στο εσωτερικό των δωματίων αυτών δεν

ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις με τον γεωδαιτικό σταθμό και έτσι έγιναν τοπομετρικές μετρήσεις για να συμπληρωθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την απόδοση της κάτοψης του ισογείου.

Στα διαγράμματα των δύο κατόψεων εμφανίζονται και οι θέσεις που έχουν γίνει οι κατακόρυφες τομές.

4.4.3 Σύνταξη κατακόρυφων τομών - όψεων

Έγιναν δύο κατακόρυφες τομές – όψεις, μία κατά μήκος του κτηρίου και μία εγκάρσια. Ο ορισμός των επιπέδων των τομών αυτών έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 3 (3.4). Η κατά μήκος ονομάστηκε τομή A – A' και η εγκάρσια B – B'.

Οι κατακόρυφες τομές και οι όψεις που προβάλλονται πρέπει να σχεδιάζονται στο επίπεδο της τομής – προβολής, το οποίο δεν είναι απαραίτητα παράλληλο με κάποιο από τα βασικά επίπεδα του συστήματος αναφοράς της αποτύπωσης. Ο προσανατολισμός αυτού του επιπέδου είναι τυχαίος, κι έτσι πρέπει να ορίζεται κάθε φορά το κατάλληλο επίπεδο αναφοράς για τη σχεδίαση της κάθε κατακόρυφης τομής – όψης.

Για να γίνει η μετατροπή των συντεταγμένων στα νέα συστήματα, αρχικά υπολογίστηκε η γωνία διεύθυνσης του επιπέδου αναφοράς της κατά μήκος τομής (A-A'). Στη συνέχεια έγινε στροφή του συστήματος αναφοράς σε ένα νέο σύστημα, του οποίου ο ένας άξονας έγινε παράλληλος με το ίχνος της τομής του κατακόρυφου επιπέδου με το οριζόντιο επίπεδο του συστήματος αναφοράς της αποτύπωσης και ο άλλος κάθετος σε αυτόν και με φορά προς τα πάνω. Τελικό στάδιο στη μετατροπή των συντεταγμένων ήταν η εναλλαγή των αξόνων, ώστε το σύστημα να γίνει ομοπαράλληλο με το σύστημα θέασης της τομής.

Οι συντεταγμένες x_i' , y_i' στο νέο σύστημα θα προκύψουν από τις εξής σχέσεις στροφής:

$$x_i' = x_A + \cos\varphi \cdot (x_i - x_A) - \sin\varphi \cdot (y_i - y_A)$$

$y_i' = y_A + \sin\varphi \cdot (x_i - x_A) + \cos\varphi \cdot (y_i - y_A)$, όπου φ είναι η γωνία στροφής του συστήματος και x_A, y_A οι συντεταγμένες της αρχής του νέου συστήματος, στο παλαιό σύστημα συντεταγμένων. Επίσης, αφού έγινε στροφή στον άξονα x, από την εναλλαγή των αξόνων έχουμε:

$$x_{Si} = x_i', y_{Si} = z_i = z_i', z_{Si} = -y_i'$$

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τον υπολογισμό το συστήματος αναφοράς της εγκάρσιας τομής – όψης (B-B'). Σε αυτή την περίπτωση, για να υπολογιστεί η γωνία διεύθυνσης του επιπέδου αναφοράς της τομής προστέθηκαν 100^g στη γωνία διεύθυνσης του επιπέδου αναφοράς της κατά μήκος τομής.

Αυτά τα σημεία με τους επιπλέον μετασχηματισμούς εισήχθησαν στο σχεδιαστικό περιβάλλον, όπου έγινε η απόδοση των στοιχείων των τομών και των προβαλλόμενων στοιχείων.

4.4.4 Σύνταξη όψεων

Σχεδιαστικά αποδόθηκαν και οι τέσσερις όψεις του κτηρίου. Η κύρια όψη, η οποία στα σχέδια αναφέρεται ως νοτιοδυτική, η πίσω όψη η οποία αναφέρεται ως βορειοανατολική και οι πλαϊνές, δηλαδή η νοτιοανατολική και βορειοανατολική.

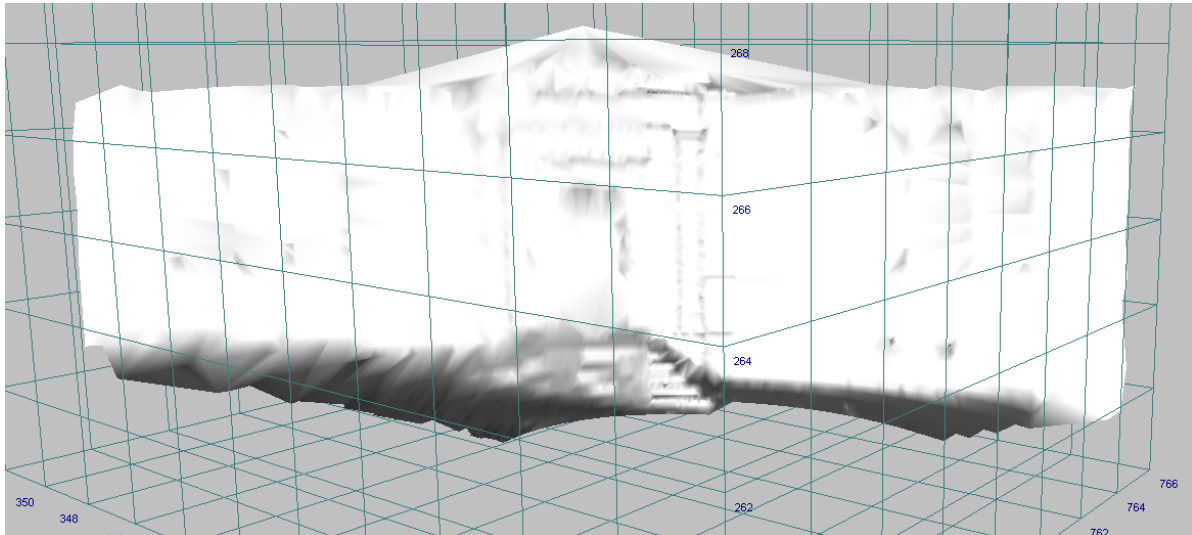
Στα διαγράμματα των όψεων, αλλά και των κατακόρυφων τομών – όψεων, έχει γίνει εισαγωγή υψομετρικών σταθμών χαρακτηριστικών σημείων, για να υπάρχει εμφανώς και η υψομετρική πληροφορία.

4.5 Επεξεργασία Δεδομένων από τον Εικονογεωδαιτικό Σταθμό TOPCON IS

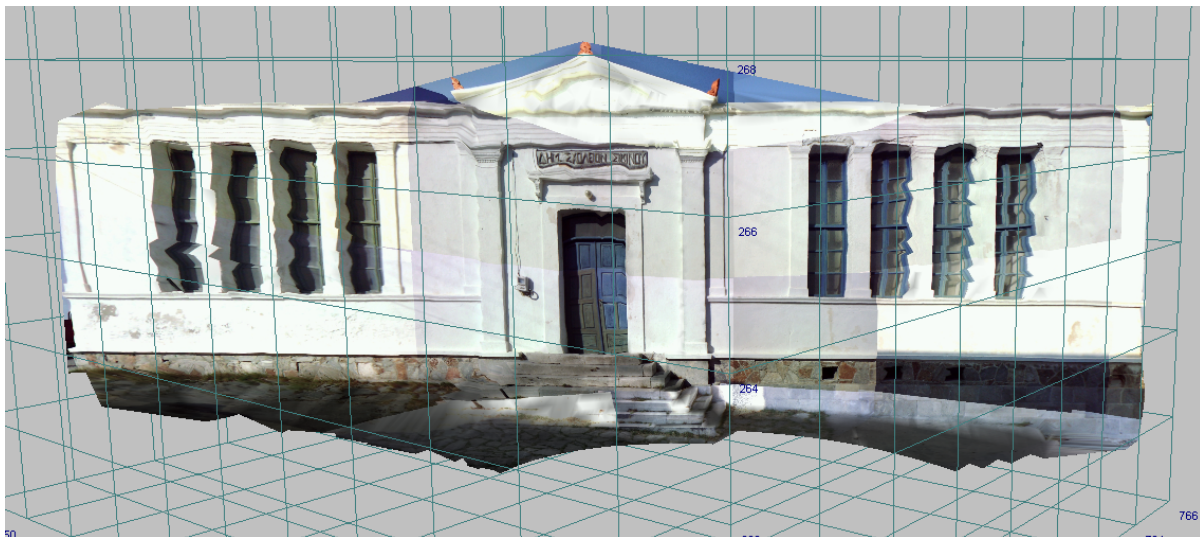
Η επεξεργασία των δεδομένων από τον Εικονογεωδαιτικό Σταθμό TOPCON IS έγινε με το πρόγραμμα Image Master. Το πρόγραμμα αυτό παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής και επεξεργασίας τρισδιάστατων μοντέλων. Αυτό γίνεται με τη δημιουργία ψηφιακού μοντέλου με αυτόματες διαδικασίες, όπου παράγεται δίκτυο ακανόνιστων τριγώνων (TIN -Triangulated Irregular Network). Μπορούν επίσης να δημιουργηθούν τρισδιάστατες ψηφιακές αποδόσεις και στα στοιχεία τους να αντιστοιχηθούν φωτορεαλιστικά πρότυπα επιφανειών. Αυτή η διαδικασία εφαρμόστηκε για την εξαγωγή των τρισδιάστατων σχεδίων των δύο όψεων του σχολείου. Τα αποτελέσματα φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν.

Οι πρώτες δύο αφορούν την νοτιοδυτική όψη του σχολείου, η οποία είναι και η κύρια. Αρχικά

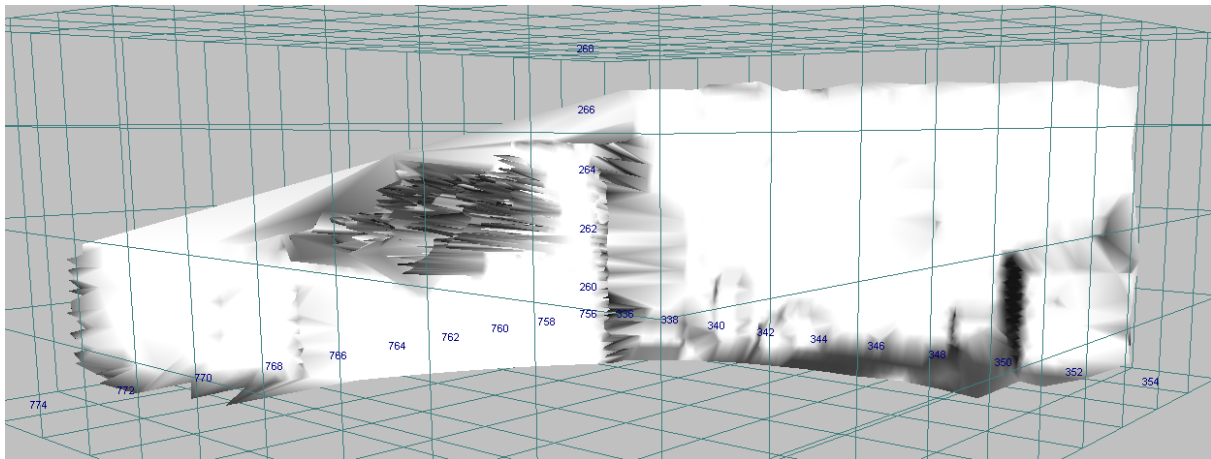
δημιουργήθηκε το δίκτυο ακανόνιστων τριγώνων (TIN) (εικόνα 4.1) και στη συνέχεια έγινε η αντιστοίχιση των φωτογραφιών, που είχαν τραβηχτεί από τον σταθμό, στις επιφάνειες (εικόνα 4.2). Οι εικόνες 4.3 και 4.4 αναφέρονται στην βορειοανατολική όψη του σχολείου.



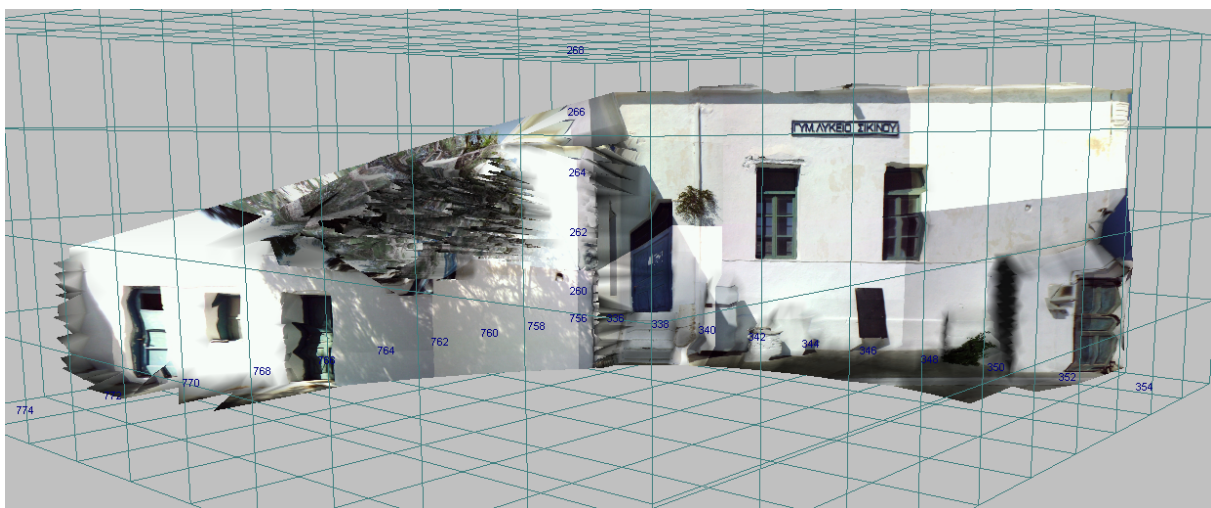
Εικόνα 4. 1: Αποτέλεσμα ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου για τη νοτιοδυτική όψη – δίκτυο ακανόνιστων τριγώνων (TIN)



Εικόνα 4. 2: Αποτέλεσμα ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου για τη νοτιοδυτική όψη



Εικόνα 4. 3: Αποτέλεσμα ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου για τη βορειοανατολική όψη – δίκτυο ακανόνιστων τριγώνων (TIN)



Εικόνα 4. 4: Αποτέλεσμα ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου για τη βορειοανατολική όψη

Είναι εμφανές ότι το αποτέλεσμα δεν είναι ικανοποιητικό. Για τη βελτίωσή του, έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν γραμμές απότομης αλλαγής αναγλύφου (breaklines). Η δημιουργία τους στο περιβάλλον του Image Master είχε απογοητευτικά αποτελέσματα. Επίσης, πρόβλημα δημιουργεί και ο διαφορετικός φωτισμός του κτηρίου κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Οι φωτογραφίες που έχουν τραβηχτεί από τον γεωδαιτικό σταθμό για την ίδια όψη έχουν διαφορετική φωτεινότητα κι έτσι η συνένωσή τους για το «βάψιμο» του ψηφιακού μοντέλου έχει σαν αποτέλεσμα το χρώμα της όψης να είναι ανομοιόμορφο.

Εκτός από την εξαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων, το Image Master έχει και άλλες δυνατότητες, ανάμεσα στις οποίες είναι η παραγωγή ορθοφωτογραφιών. Θα μπορούσε,

δηλαδή, να γίνει παραγωγή των ορθοφωτογραφιών των δύο όψεων και το προϊόν που θα προέκυπτε να εισαχθεί στο περιβάλλον του AutoCAD, όπου υπάρχουν τα διαγράμματα των δύο όψεων. Με αυτό τον τρόπο θα ήταν άμεση η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο διαδικασιών αποτύπωσης.

Μία ακόμα δυνατότητα του λογισμικού Image Master είναι οι στερεοαποδόσεις με μονοεικονικές μετρήσεις. Όμως η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε αντικείμενα απλής γεωμετρίας με σαφείς ακμές.

Θα μπορούσε, επίσης, εάν είχαν αποτυπωθεί και οι άλλες δύο όψεις του κτηρίου με το συγκεκριμένο γεωδαιτικό σταθμό, να γίνει συνένωση όλων των ψηφιακών μοντέλων των όψεων που θα είχαν δημιουργηθεί ξεχωριστά. Το αποτέλεσμα θα ήταν η παραγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου ολόκληρου του κτηρίου.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εικονογεωδαιτικός Σταθμός Topcon Image Station - IS 203

Από τις παραπάνω διαδικασίες και την σύνταξη των τελικών διαγραμμάτων και σχεδίων και από τους δύο γεωδαιτικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν, είναι εύκολο να συμπεράνει κανείς ότι τα αποτελέσματα από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τον εικονογεωδαιτικό σταθμό Topcon IS 203 είναι λιγότερο ακριβή και ευκρινή, με παραμορφώσεις και λιγότερο ολοκληρωμένα. Αυτό κυρίως οφείλεται στο γεγονός, ότι τα δεδομένα από τον σταθμό αυτό ήταν ελλιπή. Το όργανο πραγματοποίησε τις μετρήσεις για την κάθε όψη από μία στάση κάθε φορά, γεγονός που είχε σαν αποτέλεσμα πολλά σημεία, ακόμα και ολόκληρες επιφάνειες οι οποίες δεν ήταν στην οπτική γωνία του τηλεσκοπίου, να μην αποτυπωθούν. Αυτό οδήγησε στην ύπαρξη «κενών» στο τελικό τρισδιάστατο μοντέλο που δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του Image Master. Το παραπάνω πρόβλημα θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με την πραγματοποίηση σκαναρισμάτων με τον σταθμό και από άλλες στάσεις με κάποια επικάλυψη, ώστε να συμπληρωθεί η πληροφορία στις περιοχές που είναι ελλιπής.

Επίσης, η αδυναμία του 3D μοντέλου που δημιουργήθηκε, οφείλεται στο γεγονός, ότι το βήμα κανάβου που επιλέχθηκε για το σκανάρισμα δεν ήταν το κατάλληλο. Έπρεπε τα σημεία να είναι περισσότερο πυκνά για να συμπεριληφθούν όλες οι λεπτομέρειες της όψης του κτηρίου.

Πρόβλημα στην τρισδιάστατη σχεδίαση της βορειοανατολικής όψης του σχολείου δημιούργησε και το πεύκο που βρισκόταν στη αυλή, το οποίο κάλυπτε ένα μεγάλο μέρος της όψης αυτής. Έτσι η πληροφορία που βρισκόταν πίσω από το δέντρο δεν συλλέχθηκε, καθώς ο παλμός αντανακλάται στα φυλλώματα και τα κλαδιά.

5.2 Γεωδαιτικός Σταθμός LEICA TC303

Η εκτέλεση των διαδικασιών της γεωμετρικής τεκμηρίωσης μόνο από ένα άτομο ήταν το κυριότερο πρόβλημα στις εργασίες υπαίθρου με τον συγκεκριμένο σταθμό. Η λειτουργία reflectorless που διαθέτει μπορεί να έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως αποτύπωση απρόσιτων

σημείων και ταχύτερη συλλογή στοιχείων κυρίως για τα διαγράμματα των κατόψεων και των τομών, με τη βοήθεια εκπομπής ακτίνας ορατού κόκκινου laser. Όμως, στην αποτύπωση των όψεων, αντιμετωπίστηκαν τα παρακάτω προβλήματα:

- Το υλικό και το χρώμα του μεγαλύτερου μέρους των όψεων του κτηρίου, καθώς και οι σκιές από το φως του ήλιου έκαναν κάποιες φορές αδύνατο το διαχωρισμό και τη σκόπευση του επιθυμητού σημείου μέσα από το τηλεσκόπιο. Στις περιπτώσεις αυτές δεν μπορούσε να βοηθήσει η εκπομπή ακτίνας ορατού laser, επειδή ο φωτισμός ήταν πολύ έντονος και δεν την έκανε ορατή από τον παρατηρητή. Το αποτέλεσμα ήταν να γίνονται δοκιμαστικές μετρήσεις του μήκους του σημείου χωρίς να καταγράφονται και η τελική μέτρηση να είναι αυτή που κρίνεται η πιο σωστή.
- Επίσης, η ακτίνα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κάποιες φορές δεν προσέπιπτε στις ακμές που δημιουργούσαν οι πλευρές του κτηρίου, τα ανοίγματα και οι λεπτομέρειες των όψεων, αλλά στις πίσω επιφάνειες λόγω της πολύ μικρής επιφάνειας της ακμής. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε με τον ίδιο τρόπο που αντιμετωπίστηκε και το παραπάνω. Οι δοκιμαστικές μετρήσεις ουσιαστικά «έδειχναν» ποιο είναι το σωστό σημείο. Βοήθεια επίσης προσέφερε, όπου ήταν απαραίτητο, και το άτομο που κρατούσε το κατάφωτο στους μηδενισμούς του οριζόντιου δίσκου του οργάνου. Με την τοποθέτηση κάποιας επιφάνειας δίπλα στην ακμή και κολλητά σε αυτήν στο ίδιο επίπεδο, η ακτίνα laser προσέπιπτε στο σωστό σημείο.

Όλα τα παραπάνω προβλήματα συνετέλεσαν στην αύξηση του χρόνου παραμονής στο πεδίο, παρόλο που η μέτρηση με reflectorless λειτουργία είναι μία πολύ οικονομική μέθοδος σε επίπεδο χρόνου. Αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί με τη συμμετοχή παραπάνω ατόμων στις εργασίες υπαίθρου. Όμως ένα από τα αντικείμενα της εργασίας ήταν αυτό ακριβώς. Να αξιολογηθεί, δηλαδή, κατά πόσο είναι δυνατή η πραγματοποίηση της γεωμετρικής τεκμηρίωσης από ένα μόνο άτομο.

5.3 Γενικά

Η διαδικασία της απόδοσης της γεωμετρικής πληροφορίας εμφανίζει δυσκολίες και περιέχει αβεβαιότητες, με όποια μέθοδο και αν πραγματοποιηθεί. Οι δυσκολίες αυτές και οι

αβεβαιότητες εξαρτώνται τόσο από τη φύση του αντικειμένου που πρόκειται να αποδοθεί, όσο και από τα σφάλματα της μεθόδου και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξέτασε τις δυνατότητες δύο γεωδαιτικών σταθμών στη γεωμετρική τεκμηρίωση ενός κτηρίου. Η συμμετοχή ενός μόνο ατόμου στην όλη διαδικασία, αποδεικνύει ότι είναι εφικτή η ύπαρξη μονομελούς συνεργείου σε διαδικασίες γεωμετρικής τεκμηρίωσης, με μόνο μειονέκτημα το αυξημένο χρονικό διάστημα παραμονής στο πεδίο.

Όσον αφορά την επιλογή των γεωδαιτικών σταθμών, τις περισσότερες φορές καθορίζεται από το είδος του αντικειμένου προς αποτύπωση. Όταν το αντικείμενο έχει σχετικά απλό σχήμα και μικρό μέγεθος, είναι ασύμφορη η χρήση της μεθόδου σάρωσης λόγω του υψηλού κόστους του τεχνικού εξοπλισμού και της επεξεργασίας που θα ακολουθήσει τη διαδικασία των μετρήσεων. Επίσης, μπορεί η χρήση του εικονογεωδαιτικού σταθμού στο πεδίο να είναι απλούστερη από τη χρήση ενός total station, καθώς το όργανο λειτουργεί με αυτόματο τρόπο, η περαιτέρω όμως επεξεργασία για τη μορφοποίηση των επιφανειών του αντικειμένου απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και έμπειρο χειρισμό των προγραμμάτων τρισδιάστατης απεικόνισης.

Σημαντικό ρόλο στην ακρίβεια και την πληρότητα των αποτελεσμάτων της γεωμετρικής τεκμηρίωσης, διαδραματίζει και ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει η επεξεργασία των δεδομένων και η σύνταξη των διαγραμμάτων. Δηλαδή, το λογισμικό με το οποίο θα γίνει η απόδοση. Για τη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD, το οποίο είναι ένα εύκολο στη χρήση πρόγραμμα. Αντίθετα, το Image Master που χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση των δεδομένων από τον εικονογεωδαιτικό σταθμό είναι ένα δύσκολο πρόγραμμα, που απαιτεί έμπειρο χειρισμό.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ
- ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
- ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ
- ΤΟΜΗ Α - Α'
- ΤΟΜΗ Β - Β'
- ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ
- ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ
- ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ
- ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφοιτη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

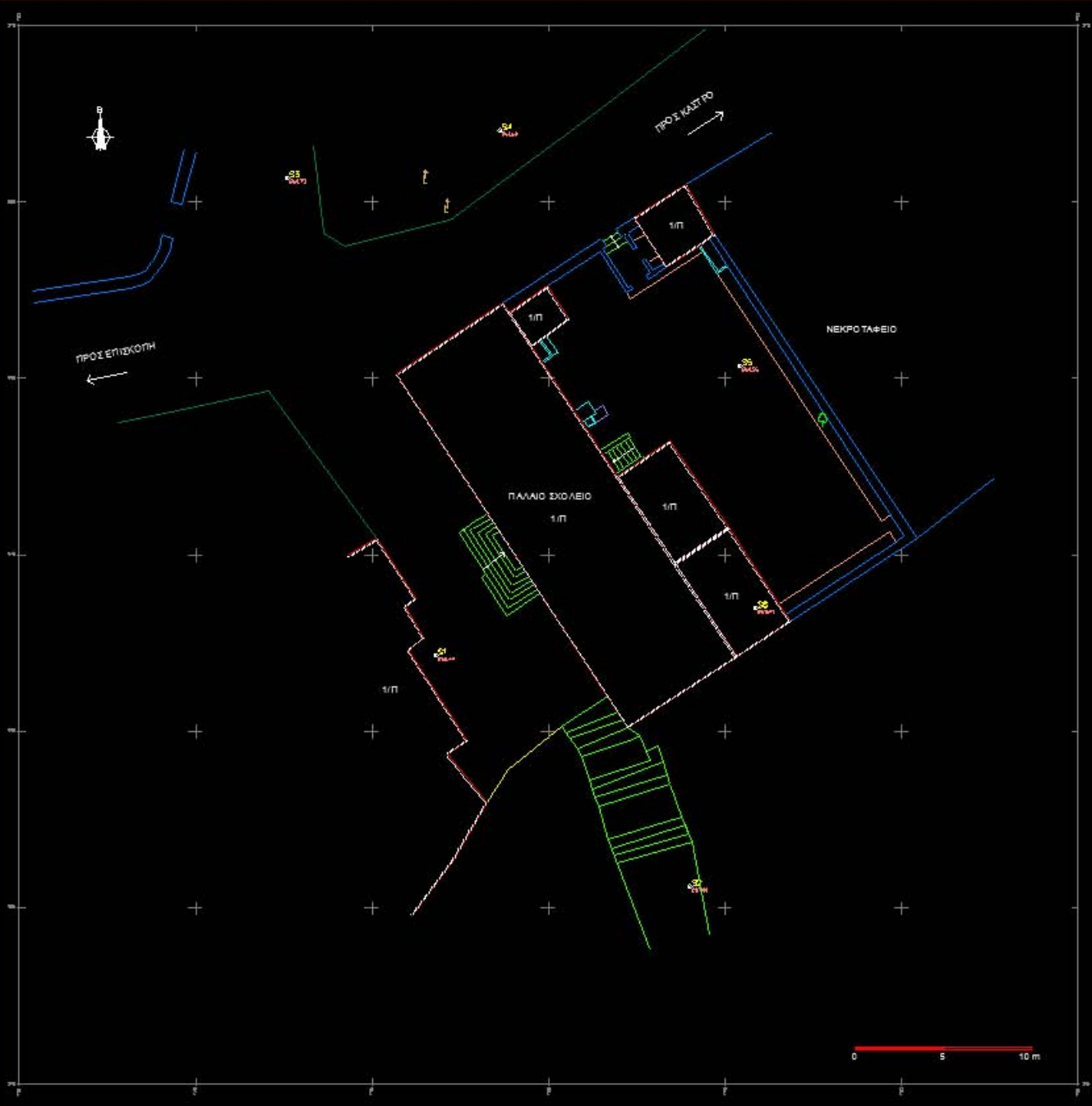
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



	ΠΟΛΥΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ
	ΜΟΝΟΟΡΟΦΟ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΕΣ ΚΤΙΣΜΑ
	ΔΕΝΤΡΟ
	ΚΟΛΩΝΑ Δ.Ε.Η.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΑΣ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
 ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΚΙΝΟΥ

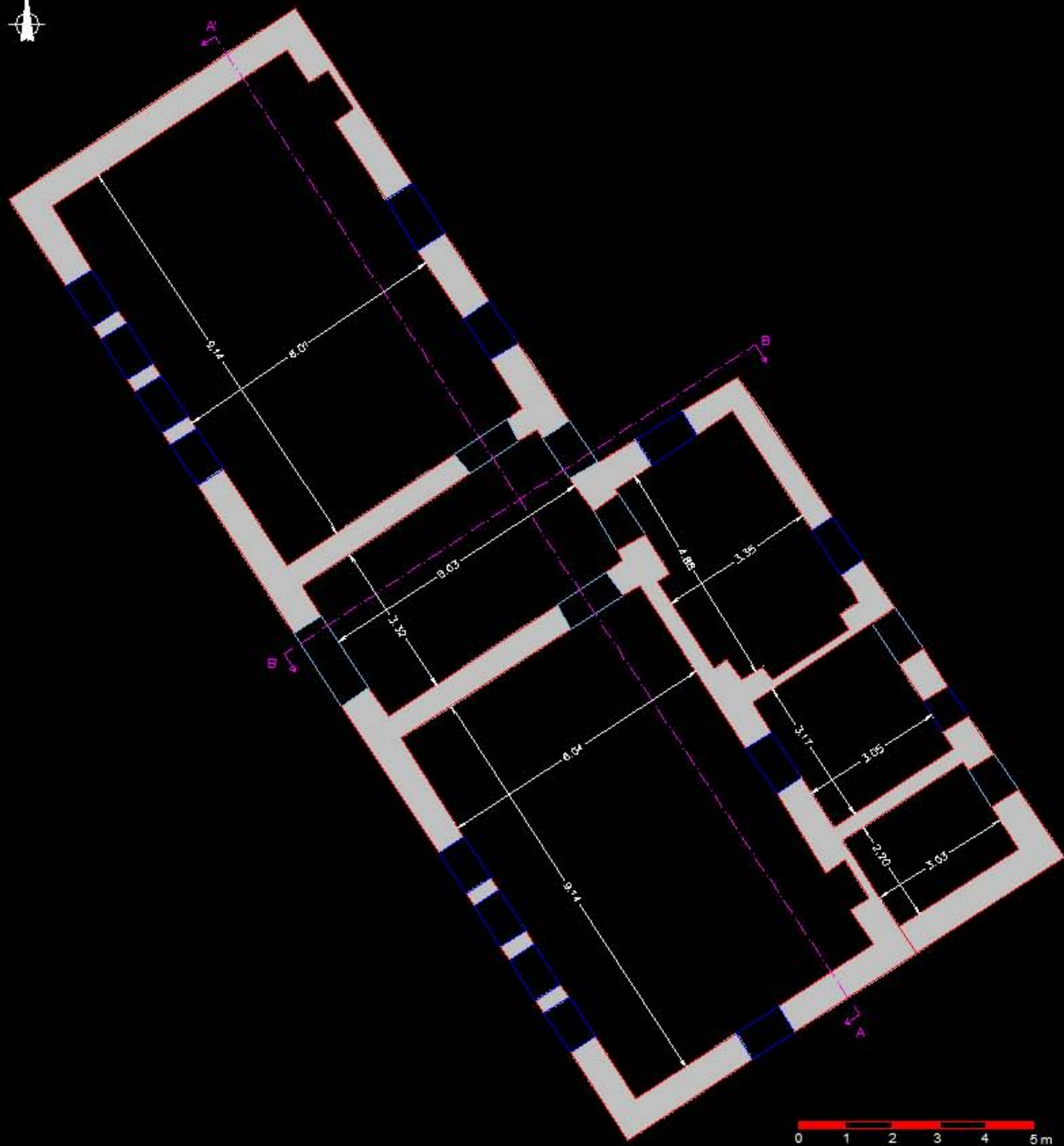
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟΥ & ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ
 ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ
 ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ Τεχνόφοιτη
 Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
 ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
 Λέκτορας ΕΜΠ
 ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΚΑΤΩΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

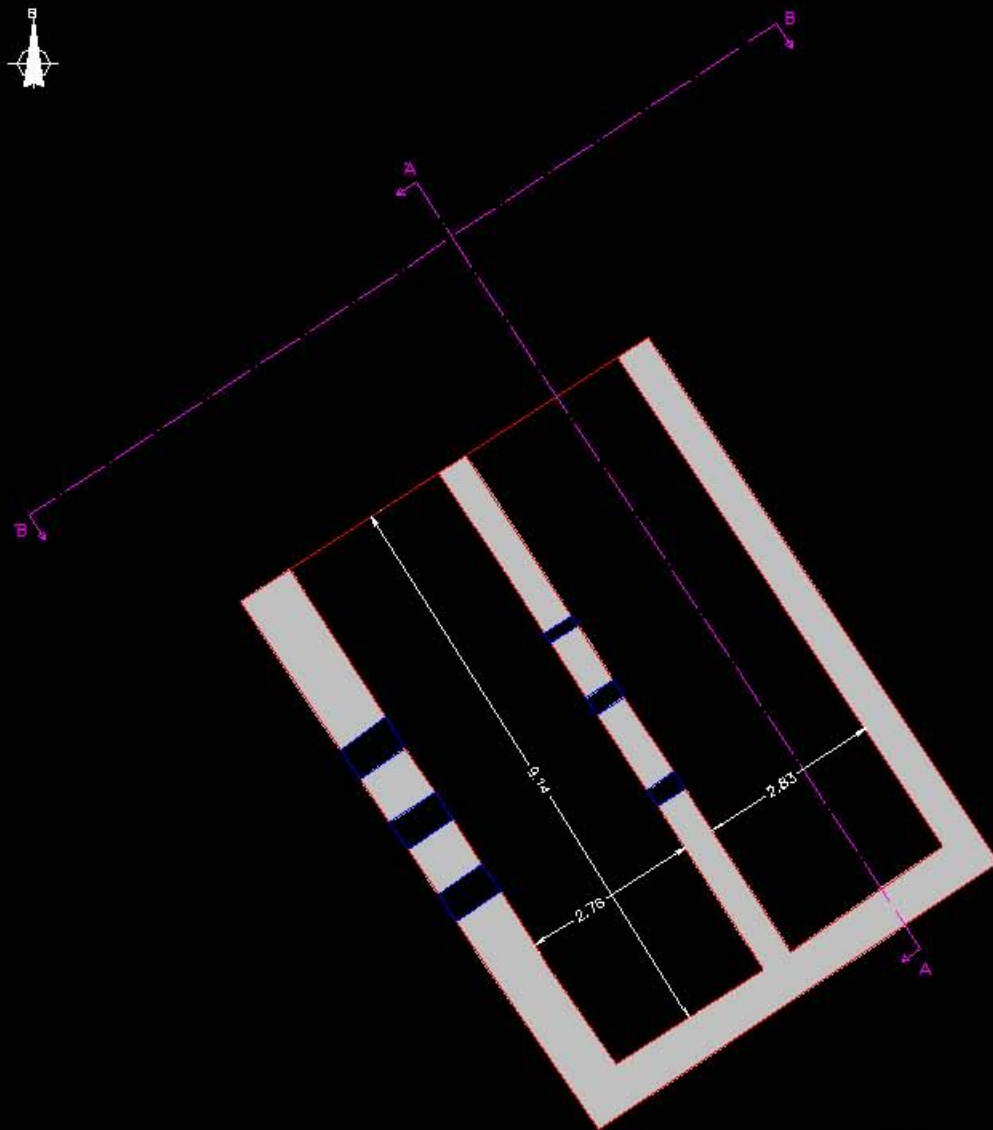
ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ Τελεόφοιτη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφοιτη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΤΟΜΗ Α - Α'

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

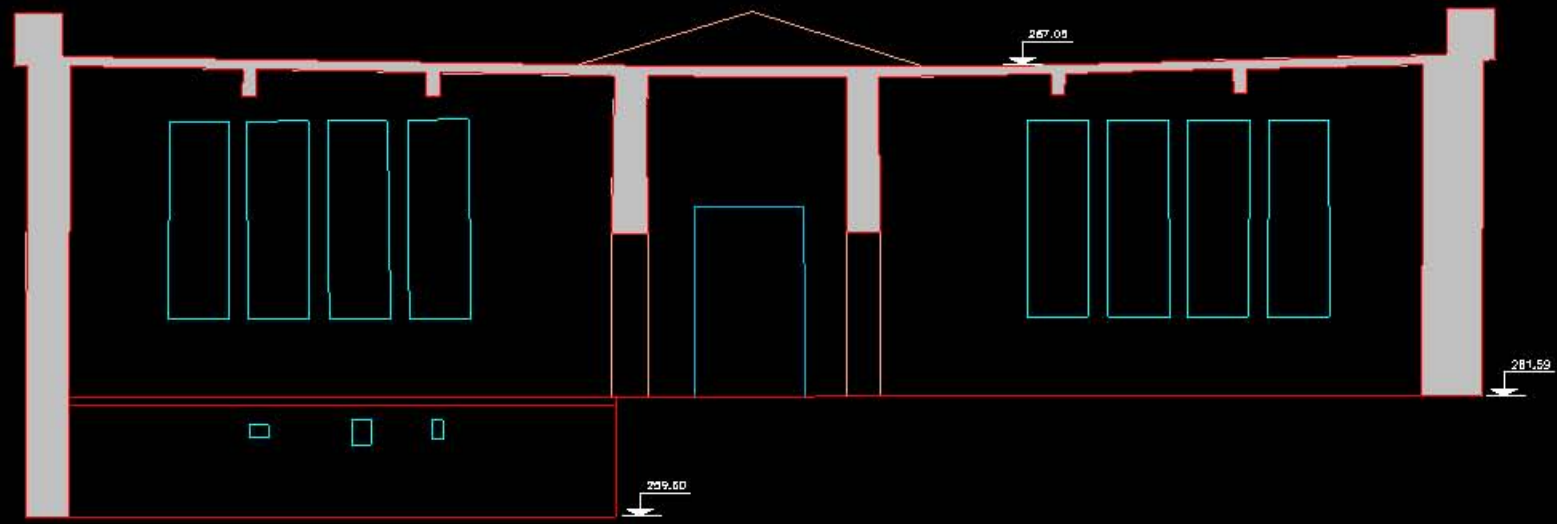
ΣΥΝΤΑΞΕΑΣ

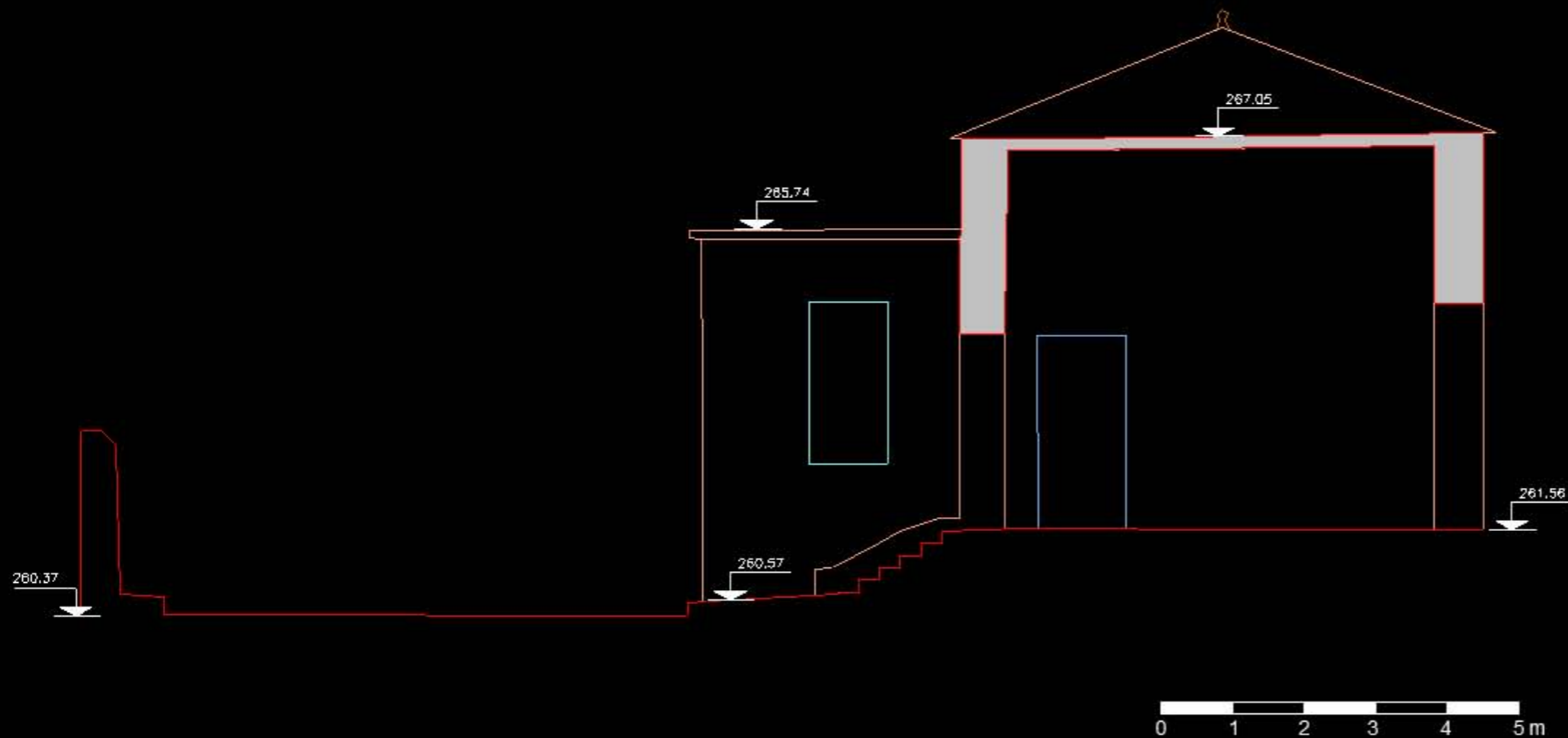
ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ Τελειόφορη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ





ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΤΟΜΗ Β - Β'

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφοιτη

Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

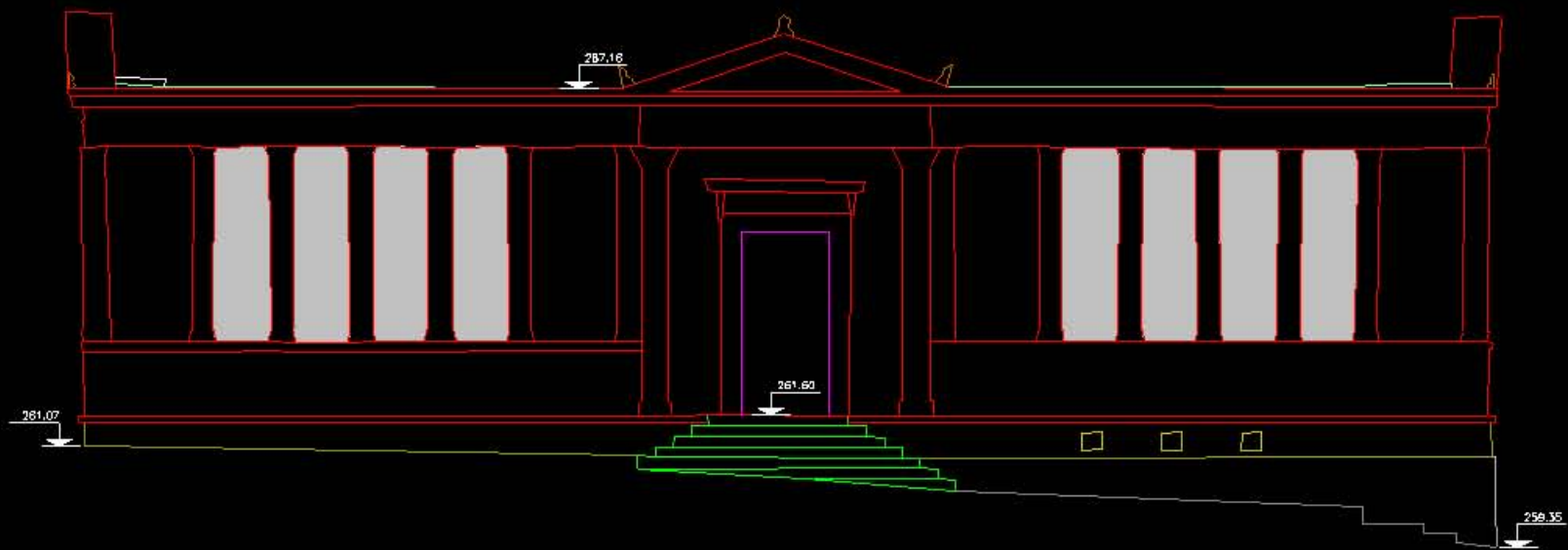
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



299.35

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΚΙΝΟΥ

ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφορη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

Ε ΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΑ

Δπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Δπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

0 1 2 3 4 5 m



ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΩΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
 ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ Τελειόφοιτη
 Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
 Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



259.35



ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφοιτη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ





259.35
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ
ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΣΙΚΙΝΟΥ

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΣΥΣΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ

Τελειόφοιτη
Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗ ΟΡΘΟΔΟΞΙΑ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ
Λέκτορας ΕΜΠ

ΤΣΙΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεωργόπουλος Α., «Στοιχεία Φωτογραμμετρίας για Αρχιτεκτονικές Εφαρμογές». Σημειώσεις μαθήματος «Μεθοδολογία ανάλυσης και τεκμηρίωσης» ΔΠΜΣ Προστασία Μνημείων, Εργαστήριο Φωτογραμμετρίας, Τομέας Τοπογραφίας, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα 1998
- Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας, Κεφάλαιο «Γεωμετρική Τεκμηρίωση Τεχνητών και Φυσικών Κατασκευών σε Μεγάλες Κλίμακες», Πανταζής Γ., Κεφάλαιο «Γεωδαιτικές Μετρήσεις Ακριβείας», Μπαλοδήμος Δ.Δ., Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., ΕΜΠ, Αθήνα 2005
- Τριάντου Ε., Γεωμετρική τεκμηρίωση του Ι. Ν. Γέννησης του Χριστού – Διερεύνηση δυνατοτήτων του εικονογεωδαιτικού σταθμού GPT-7003i της TOPCON, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα 2009 (διπλωματική εργασία)
- Instruction Manual, Imaging station - IS Series IS201, IS 202, IS203, Εγχειρίδιο εικονογεωδαιτικού σταθμού Topcon Imaging Station - IS 203, Topcon Corporation, Tokyo 2009
- TopSURV Reference Manual, Εγχειρίδιο λογισμικού TopSURV, Topcon Positioning Systems, Inc., 2008
- <http://www.ipet.gr>
- <http://www.treecomp.gr/index.asp.htm>
- http://www.geomatika.com.my/product/survey/leicatotal_prod/tc300.htm
- <http://www.haselbachinstruments.com/pdf/Construction/tps300.pdf>