Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας

**Πτυχιακή εργασία**

# Σύγκριση δικτυακών τεχνικών RTK με χρήση των δικτύων μόνιμων σταθμών CYPOS και ATLAS.

**Σοφοκλή Σοφοκλέους**

**Λεμεσός, Μάιος 2021**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

# Σύγκριση δικτυακών τεχνικών RTK, με χρήση των δικτύων μόνιμων σταθμών CYPOS και ATLAS.

του

Σοφοκλή Σοφοκλέους

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Χριστόδουλος Δανέζης

Λεμεσός, Μάιος 2021

## Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Σοφοκλέους Σοφοκλής 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

**Ευχαριστίες**

Αρχικά, θα ήθελα πριν προχωρήσω στη συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας να ευχαριστήσω τα άτομα που κατείχαν σημαντικό ρόλο σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου για την ανάπτυξη της, καθώς με τον τρόπο τους με βοήθησαν, με καθοδήγησαν και με στήριξαν για να φέρω εις πέρας και με επιτυχία την πτυχιακή μου εργασία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κύριο Δρ. Δανέζη Χριστόδουλο, επίκουρο καθηγητή του ΤΕ.ΠΑ.Κ., ο οποίος ήταν υπεύθυνος και κύριος συντονιστής για την πραγματοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Τον ευχαριστώ με μεγάλο δέος για την ευκαιρία και εμπιστοσύνη που μου έδειξε ώστε να συνεργαστώ μαζί του, καθώς και για την ιδιαίτερη και ενδελεχή καθοδήγηση που μου προσέφερε, έτσι ώστε να φέρω εις πέρας την πτυχιακή μου εργασία. Αναγνωρίζω την πολύτιμη βοήθεια του, σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης και συγγραφής της πτυχιακής μου εργασίας, κατά την οποία με συμβούλευε και μου μετέφερε απλόχερα τις γνώσεις του, την εξειδίκευση και εμπειρία του. Με αυτό τον τρόπο μπόρεσα με ζήλο και ευαισθησία να προχωρώ όλο και περισσότερο στις διανοητικές μου αναζητήσεις και στις πρακτικές τους εκφάνσεις, έτσι ώστε να μπορέσω να ολοκληρώσω την ερευνά μου με θέμα αποτύπωση σταθερών σημείων με χρήση δέκτη GPS σε διαφορετικές βάσεις στα δύο συστήματα εντοπισμού CYPOS και ATLAS.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδακτορικούς φοιτητές Δημήτρη Κακουλή, Μαρίνα Πεκκρή και Κυριακή Φωτίου, οι οποίοι σε κάθε ζήτημα που με απασχολούσε, τόσο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στο πεδίο, όσο και στη συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας, ήταν δίπλα μου, προσφέροντάς μου χρήσιμες και εποικοδομητικές συμβουλές και απόψεις.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και ειδικότερα τους γονείς μου, οι οποίοι με στήριξαν με τον δικό τους ξεχωριστό τρόπο, προσφέροντάς μου θετικότητα και σιγουριά σε όλα αυτά τα τέσσερα χρόνια των πτυχιακών μου σπουδών και ιδιαίτερα στο διάστημα της ανάπτυξης της πτυχιακής μου εργασίας.

## Προσφώνηση

Η πιο κάτω τεχνική αναφορά έχει γίνει για την πτυχιακή μου έρευνα την οποία πραγματοποίησα στα πλαίσια του πτυχιακού προγράμματος όπου προσφέρεται από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου (ΤΕ.ΠΑ.Κ.) και συγκεκριμένα στον κλάδο των Τοπογράφων Μηχανικών. Στο πλαίσιο της πτυχιακής μου εργασίας είχα την ευκαιρία να συνεργαστώ και να συμβουλευτώ τον καθηγητή Δ.ρ Δανέζη Χριστόδουλο και με τους βοηθούς του, την Μαρίνα Πεκρή, την Κυριακή Φωτίου και τον Δημήτρη Κακουλλή. Η πιο κάτω μελέτη και τεχνική έκθεση πραγματοποιήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες τις οποίες διανύει η ανθρωπότητα η τεχνολογία αναπτύσσεται πολύ ραγδαία κάνοντας έτσι την ζωή του ανθρώπου πιο εύκολη. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας δεν θα μπορούσε να μην επηρεάσει την επιστήμη της Γεωδαισίας. Η επιστήμη της Γεωδαισίας μπορεί να ασχολείται με διάφορα και αρκετά θέματα όπου ένα εκ των οποίων είναι ο κλάδος της Τοπογραφίας.

Μέχρι πριν από μερικά χρόνια, η διεξαγωγή μιας εργασίας στο πεδίο με την χρήση του οργάνου Total Station δεν ήταν και πολύ εύκολη. Η ενσωμάτωση των δεκτών GNSS στην φαρέτρα ενός Τοπογράφου Μηχανικού και η χρήση της δορυφορικής Γεωδαισίας έχει λύσει αρκετά από τα προβλήματα τα οποία αντιμετώπιζε στο πεδίο. Μερικά από αυτά είναι για παράδειγμα η δυσκολία αποτύπωσης και χάραξης διαφόρων αντικειμένων λόγου εμποδίων, αλλά και η εξοικονόμηση χρόνου όπου είναι μερικά από τα πάγια προβλήματα ενός Τοπογράφου Μηχανικού.

Στην παρούσα πτυχιακή γίνεται αρχικά αναφορά στο θέμα που πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την καθοδήγηση του καθηγητή Δρ. Δανέζη Χριστόδουλο. Έπειτα, γίνεται μια μικρή εστίαση στην επεξήγηση για τους ορισμούς και για τις διάφορες έννοιες, μεθόδους και χαρακτηρισμούς που αφορούν τους δέκτες GNSS επεξηγώντας ακόμη και τον τρόπος λειτουργίας του.

Η περιοχή μελέτης της δεδομένης πτυχιακής εργασίας αφορούσε την επαρχία Λεμεσού και πιο συγκεκριμένα την περιοχή Μόλος και Παλιό Λιμάνι αλλά και την επαρχία Πάφου στην περιοχή Κάτω Πάφος (στο λιμανάκι). Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά για την

μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, καθώς και για τα διάφορα τοπογραφικά όργανα (δέκτης GNSS, Total Station) τα οποία έγιναν χρήση με σκοπό να σηματοδοτηθούν και να μετρηθούν τα σταθερά τριγωνομετρικά σημεία όπου τοποθετήθηκαν για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ τους, στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας. Ακόμη γίνεται επεξήγηση της χρησιμότητας των εργαλείων αυτών, τον τρόπο χρήση τους αλλά και της αποτελεσματικότητα τους.

Επιπλέων γίνεται αναφορά για την μεθοδολογία με την περιγραφή της διαδικασίας βάση ημερολογίου όπου κρατήθηκε με σκοπό την ολοκλήρωση των εργασιών που διαδραματίστηκαν με σκοπό να παρθούν κάποιες μετρήσεις αλλά και να επεξεργαστούν τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν. Ακόμη παρουσιάζονται οι μετρήσεις σε πίνακες που είχαν παρθεί από δέκτη GNSS με τα δύο συστήματα εντοπισμού που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο, του CYPOS και ATLAS με τις διαφορετικές βάσεις (μεθόδους) για RTK προσδιορισμό θέσεων. Επιπρόσθετα, γίνεται χρήση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που προσδιορίσθηκαν από μια άλλη φοιτήτρια για λόγους πτυχιακής εργασίας με διαφορετικές μεθόδους προσδιορισμού θέσης και τα οποία αποτελέσματα αφορούν τα ίδια σημεία μέτρησης με την παρούσα πτυχιακής εργασίας.

Τέλος σύμφωνα με τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν έχουν κατασκευαστεί πίνακες στους οποίους διαφαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Τα δεδομένα αυτά έχουν προστεθεί στο πρόγραμμα Excel με σκοπό να δημιουργηθούν οι κατάλληλες επεξεργασίες. Με την ολοκλήρωση της επεξεργασία των μετρήσεων και με την δημιουργία των τελικών πινάκων γίνονται οι κατάλληλοι σχολιασμοί για το ποιο από τα δύο συστήματα μέτρησης σημείων στην Κύπρο και με ποια βάση είναι πιο κατάλληλο και αξιόπιστο. Επιπλέων, στα σχόλια γίνεται λόγος για τα ποια είναι τα αρνητικά του κάθε ενός συστήματος και ποια τα θετικά τους.

Σε κάθε φάση της πτυχιακής εργασίας στο πεδίο συλλεγόταν φωτογραφικό υλικό, το οποίο εμφανίζεται σε σημεία στη δεδομένη πτυχιακή εργασία με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και επεξήγηση των διαδικασιών που διεξαχθήκαν, ώστε ο αναγνώστης να έχει μια καλύτερη αντίληψη και εικόνα των πολλαπλών ενεργειών που πρόβηκα.

Λέξεις κλειδιά: ( CYPOS, ATLAS, GPS, RTK , GNSS)

# ABSTRACT

During the last decades, technology is rapidly developing, making human life much easier. Inevitably, this has also affected the science of Geodesy, a science dealing with various topics, one of which is the field of Topography.

Few years ago, conducting field work using the Total Station instrument was not so easy. The integration of GNSS receivers in the quiver of a Surveying Engineer and the use of the GPS instrument has solved several issues that someone was facing in this field. Some of them are for instance the difficulty of capturing and drawing various objects due to obstacles, but also saving time, are some of the fixed problems faced by a Surveying Engineer.

The following technical report initially refers to the topic of the dissertation carried out under the guidance of Professor Dr. Danezi Christo. Then there is a focus on explaining the definitions and various concepts, methods, and designations regarding the GNSS receivers, explaining the way it works.

The study area of the following dissertation concerned the province of Limassol and more specifically the area of Molos and the Old Port, but also the province of Paphos in the area of Kato Paphos (in the port). Then there is a reference to the methodology followed but also to the various topographic instruments (GNSS receiver, Total Station) which were used to mark and measure the fixed trigonometric points which were placed for the following dissertation to be realized. The utility of these tools but also their effectiveness is also explained.

In addition, reference is made to the methodology with the description of the procedure based on a journal which was kept for the completion of the work performed in order to take some measurements and to process the date which were collected. Also in the following work, the measurements are presented in tables taken from GNSS receiver with the two measurement systems used in Cyprus, CYPOS and ATLAS with different bases (methods) for RTK positioning. The following work uses results of measurements done by another student for dissertation purposes with different methods of determining the position and the results relate to the same measurement points of the present dissertation.

Finally, according to the date obtained, tables have been constructed depicting the results of the measurements. This data has been added to Excel in order to proceed with the

appropriate processing. With the completion of the processing of measurements and the creation of the final tables, the appropriate comments are made in regards to which of the two point measurement systems in Cyprus and on what basis is the most suitable and reliable. In addition, there is a discussion regarding the advantages and disadvantages of each system.

During my dissertation research, photographic material was collected which is shown below referring to the points which are necessary for the understanding and explanation of the procedures which were followed so for the reader to have a better understanding and an insight of the various actions taken from my side.

**Keywords:** ( CYPOS, ATLAS, GPS, RTK , GNSS)