



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΑΙΩΝ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΥ ΑΡΤΑΙΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΤΗ ΦΙΛΟΘΕΗ ΑΡΤΑΣ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Α ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2022

ΤΙΤΛΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ			
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΦΛΘ-ΟΡ-ΟΔΟ-Ε-ΤΕΚ-001-Α			
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ	Ιωάννης Αρβανίτης Τοπογράφος Μηχανικός Πάροδος Ολύμπου 2146100, Ηγουμενίτσα τηλ.: 2665 100 229 - 6957 943 202			Υπογραφή
ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΑΙΩΝ			ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΑΙΩΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	Υπογραφή
Για το Δ. ΑΡΤΑΙΩΝ	ΕΛΕΓΘΗΚΕ	Ο Προϊστάμενος	ΑΓΓΕΛΟΣ ΣΑΚΚΑΣ Πολιτικός Μηχανικός ΠΕ	
	ΕΛΕΓΘΗΚΕ	Η Προϊσταμένη	ΜΙΡΑΝΤΑ ΝΟΥΤΣΗ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΠΕ	
	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	Η Διευθύντρια	ΣΟΦΙΑ ΓΡΙΛΛΙΑ Τοπογράφος Μηχανικός ΠΕ	

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Η τοπογραφική αποτύπωση οδικών κόμβων καθίσταται σήμερα ιδιαίτερα σημαντική, καθώς αυξάνεται όλο και περισσότερο ο αριθμός των χρηστών που διέρχονται καθημερινά από αυτούς. Μια τέτοια αποτύπωση παρέχει στοιχεία για τη γεωμετρία των κόμβων, αλλά και τη μελέτη ορατότητας, συμβάλλοντας στην ασφαλέστερη διέλευση των χρηστών. Η ανάγκη αυτή, για τη σαφή και ολοκληρωμένη γνώση της γεωμετρίας των κόμβων, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφόρων μεθόδων και τεχνικών. Επιπλέον, ένα δεύτερο στοιχείο που καθορίζει σημαντικά την οδική ασφάλεια σε περιβάλλον κόμβου, είναι η ποιότητα των οδοστρωμάτων. Ο εντοπισμός φθορών στο οδόστρωμα γινόταν με χρήση χειρωνακτικών μεθόδων από ειδικά εκπαιδευμένους μηχανικούς. Τα τελευταία χρόνια όμως, αναπτύσσεται πληθώρα τεχνικών, με σκοπό τον αυτόματο εντοπισμό κάθε είδους αστοχίας και την λεπτομερή επεξεργασία της σε πολύπλοκα ψηφιακά προγράμματα.

Η παρούσα τεχνική έκθεση περιγράφει την μεθοδολογία, τον εξοπλισμό και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε τόσο στις εργασίες πεδίου όσο και γραφείου με σκοπό την λεπτομερή και ακριβή σύνταξη διαγραμμάτων και σχεδίων σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές .Α Το τελικό αποτέλεσμα περιλαμβάνει

- Φωτογραμμετρικές εικόνες.
- Τοπογραφικά σχέδια
- Ανηγμένες φωτογραφίες.
- Ορθοφωτογραφίες.
- Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας.
- Φωτογραμμετρικά αποτυπωμένο αντικείμενο σε πλήρη τρισδιάστατη ψηφιακή διανυσματική μορφή.
- Πλήρες τρισδιάστατο ψηφιακό αντικείμενο με συνύπαρξη διανυσμάτων και εικονοψηφίδων.

Τα παραπάνω αποτελούν το υπόβαθρο για την οριστική μελέτη Οδοποιίας , Υδραυλικών, Σήμανσης-Ασφάλισης και Ηλεκτροφωτισμού.

Ομάδα Μελέτης του έργου:

Αρβανίτης Ιωάννης Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός

Θεοχάρης Παπαδιαμάντης Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Χαρίλαος Κωστούλας Πολιτικός Μηχανικός Έργων Υποδομής Τ.Ε., MSc.

Αθηνά Παπαδιαμάντη Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Ευάγγελος Μπράχος Μηχανικός Γεωπληροφορικής και τοπογραφίας Msc

Απόστολος Βόγλης Τοπογράφος Μηχανικός Τ.Ε.

Συνοπτική Περιγραφή του Έργου

Οι βασικές οδοί της παρούσας μελέτης είναι οι εξής:

- Ε.Ο. Αντιρρίου Ιωαννίνων, η οποία διαχωρίζεται στα υποτμήματά της:
 - Ε.Ο.1 συνολικού μήκους 341,431m
 - Ε.Ο.2 συνολικού μήκους 407,612m
 - Παράπλευρο Οδικό Δίκτυο (SR1A-SR2A-SR1Δ-SR2Δ) συνολικού μήκους 776,297m
- Κ.Ο.1 (τμήμα της Δημοτικής Οδού προς τον οικισμό “Καλαμιά”), συνολικού μήκους 18,000m
- Κ.Ο.2 (τμήμα της Δημοτικής Οδού προς τον οικισμό “ Χαλκιάδες”) συνολικού μήκους 16,000m

Σύστημα προβολής

Το ΕΓΣΑ’87 είναι το πλέον πρόσφατο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα. Η χώρα καλύπτεται από μια ενιαία ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0 = 24^\circ$, ο οποίος έχει τετμημένη 500.000 m (False Easting), προκειμένου να αποφεύγονται αρνητικές τιμές οριζόντιων συντεταγμένων. Αρχή των τεταγμένων είναι ο Ισημερινός. Οι παραμορφώσεις απόστασης στα άκρα του Ελλαδικού χώρου είναι οι ελάχιστες δυνατές και φτάνουν το 0,001. Το ΕΓΣΑ’87 έχει καθιερωθεί ως το επίσημο προβολικό σύστημα της χώρας, καθώς εξασφαλίζει μια ενιαία γεωαναφορά για κάθε τόπο. Με βάση αυτά εντάχθηκε όλο το τοπικό αυθαίρετο καρτεσιανό σύστημα στο ΕΓΣΑ 87 με τις ελάχιστες δεσμεύσεις (μετάθεση και προσανατολισμός), προκειμένου να αποφευχθούν οι παραμορφώσεις της χαρτογραφικής προβολής.

Δίκτυα αναφοράς

Οι νέες τεχνικές προσδιορισμού θέσης, έχουν ως κύρια λογική τους, την αποστολή (μέσω πρωτοκόλλων δικτύωσης) δεδομένων διορθώσεων σε πραγματικό χρόνο προς τον κινητό δέκτη-χρήστη. Τα δεδομένα αυτά αξιοποιούνται από τον αποδέκτη, προκειμένου να επιτευχθεί ο προσδιορισμός της θέσης. Στον Ελλαδικό χώρο, ήδη τα τελευταία χρόνια ιδιωτικές εταιρίες αλλά και η «ΕΚΧΑ α.ε », προέβησαν στην εγκατάσταση ιδιωτικών δικτύων σταθμών αναφοράς GPS (ή και Glonass) με σκοπό να παρέχουν υπηρεσίες δικτυακού RTK. Με την εξέλιξη των δικτύων NRTK, έχουν παρουσιαστεί διάφορες τεχνικές λειτουργίας οι οποίες προσβλέπουν στην αμφίδρομη ή μονόδρομη επικοινωνία μεταξύ δέκτη και σταθμού αναφοράς και δίνουν τη δυνατότητα δικτυακής επίλυσης στο πεδίο με συνέπεια την πραγματοποίηση μετρήσεων υψηλής ακρίβειας.

Πιο συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες τεχνικές, με κυριότερες υλοποιήσεις τις εξής:

1. Μοναδικός σταθμός αναφοράς (single reference station)
2. FKP (Εκπομπή διορθώσεων περιοχής)
3. VRS (Virtual reference station)
4. MAC (Master auxiliary concept). Ταυτόχρονα εισήχθησαν στην καθημερινή πρακτική της λειτουργίας των δικτύων (και των χρηστών) οι περισσότερες επιστημονικά καθιερωμένες δικτυακές τεχνικές (FKP, VRS, MAC).

Στην περίπτωση δικτυακής λύσης δημιουργείται ένα δίκτυο από όλους τους κοντινούς, διαθέσιμους σταθμούς αναφοράς και συμμετέχουν όλοι στην επίλυση, καθώς ο χρήστης δέχεται δεδομένα και διορθώσεις από όλους αυτούς τους σταθμούς.

Τα πλεονεκτήματα της δικτυακής επίλυσης έναντι της επίλυσης από έναν σταθμό είναι σημαντικά τόσο σε τεχνικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο. Τα πιο βασικά πλεονεκτήματα στην πράξη είναι:

- Μεγαλύτερο εύρος κάλυψης με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να δουλέψει σε όλη την επιφάνεια που επικαλύπτεται από κύκλους ακτίνας έως και 50km (GNSS δέκτες) με κέντρο τους σταθμούς αναφοράς.
- Μεγαλύτερη ακρίβεια σε RTK δεδομένα, λόγω επίλυσης περισσότερων βάσεων, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται καλύτερη γεωμετρία (τριγωνισμοί).

- Το δίκτυο προσφέρει καλύτερη αναίρεση στα ατμοσφαιρικά σφάλματα λόγω δημιουργίας ιονοσφαιρικών μοντέλων στην περιοχή κάλυψης των μόνιμων σταθμών αναφοράς.
- Η διαχείριση των σταθμών αναφοράς ως δίκτυο από ειδικό λογισμικό και η δυνατότητα εξαγωγής αναφορών (log reports) με πληθώρα λεπτομερειών ως προς την αξιοπιστία των μετρήσεων, την υγεία των δορυφόρων κλπ.

Για τις γεωδαιτικές εργασίες χρησιμοποιήθηκαν 3 δέκτες Trimble GNSS – R8 και 3 δέκτες Topcon GNSS – GR. Ελέγχθηκαν τα δίκτυα σταθμών αναφοράς της ΕΚΧΑ, JGC_Net της JGC, SmartNet Greece της METRICA A.E και Uranus της TREE COMPANY Co AEBE. Τα δίκτυα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην κατασκευή του δρόμου.

- Ακολουθώντας αυτή την εξέλιξη, δημιουργήθηκε στην Ελλάδα από την Κτηματολόγιο Α.Ε. το σύστημα HEPOS, το οποίο αποτελεί το πρώτο Ελληνικό δίκτυο Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς GPS. Το HEPOS αποτελείται από 98 GPS (GNSS) μόνιμους σταθμούς αναφοράς, κατανεμημένους ομοιόμορφα σε όλη την Ελλάδα και με κατάλληλη διάταξη ώστε οι αποστάσεις μεταξύ γειτονικών σταθμών να μην υπερβαίνουν τα 70 km, εκ των οποίων οι 87 δικτυακής λύσης (VRS, FKP & MAC τεχνικές) και οι 11 μεμονωμένοι. Οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μέτρηση με τις ακόλουθες τεχνικές GPS: α) Single-Base RTK. Τα δεδομένα υπολογίζονται από τις παρατηρήσεις ενός από τους 98 σταθμούς αναφοράς του HEPOS, (τον πιο κοντινό), β) Network RTK (δικτυακή λύση, με τεχνικές VRS, FKP, MAC). Τα δεδομένα προκύπτουν από συνδυασμένη επεξεργασία δεδομένων πολλών πραγματικών σταθμών.
- Δίκτυο σταθμών JGC-Net. Οι σταθμοί αναφοράς που χρησιμοποιούνται στο JGC-Net είναι Trimble® Geospatial τελευταίας γενιάς, που παρέχουν διορθώσεις επί όλων των δορυφορικών συστημάτων, GPS – GLONASS – GALILEO – BeiDou, (Full GNSS). Τα χαρακτηριστικά των δεκτών και κεραιών Trimble παρέχουν στο δίκτυο ομοιογενή ακρίβεια και αξιοπιστία. Κάθε σταθμός του δικτύου είναι συνορθωμένος στο Σύστημα Αναφοράς του HEPOS (HTRS07: Hellenic Terrestrial Reference System 2007). Ο προσδιορισμός θέσεων στο σύστημα ΕΓΣΑ87 γίνεται με την χρήση του μοντέλου μετασχηματισμού HEPOS_GGRS87/TM87 στο λογισμικό πεδίου του χρήστη. Ανάλογα με το εκάστοτε μοντέλο GNSS δέκτη RTK Rover και τις συνθήκες μέτρησης, η κάλυψη για προσδιορισμό θέσεων με ακρίβεια λίγων εκατοστών υπερβαίνει τα 50km από κάθε σταθμό του JGC-Net. Η σύνδεση στο δίκτυο γίνεται μέσω πρωτοκόλλου NTRIP και

παρέχονται mountpoints σε format RTCM 3.1 για διορθώσεις GPS+GLONASS και RTCM 3.2 (MSM) για διορθώσεις FULL GNSS

- Το δίκτυο U.R.A.N.U.S της TREE COMPANY Co AEBE αποτελεί σύγχρονο δίκτυο μόνιμων σταθμών αναφοράς, αφού είναι 100% GNSS με δυνατότητα λήψης από τα δορυφορικά συστήματα προσδιορισμού θέσης GPS-GLONASS. Οι σταθμοί αναφοράς δίνουν τη δυνατότητα λήψης διορθώσεων RTK (με υψηλή ακρίβεια της τάξεως λίγων εκατοστών : $10\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ οριζοντιογραφικά και $15\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ υψομετρικά και DGPS. Οι μετρήσεις των σταθμών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο στο κέντρο ελέγχου και γίνονται αυτοματοποιημένα οι απαραίτητες διορθώσεις και στη συνέχεια αποστέλλονται στους χρήστες τα δεδομένα σε format που ζητούν.
- Η METRICA A.E. σε συνεργασία με τη Leica Geosystems AG έχει εγκαταστήσει το πανελλαδικό δίκτυο μόνιμων σταθμών αναφοράς SmartNet Greece, το οποίο αποτελεί τμήμα του Πανευρωπαϊκού δικτύου της Leica Geosystems AG, SmartNet Europe. Το SmartNet Greece είναι ιδιωτικό δίκτυο σταθμών αναφοράς με υπηρεσίες δικτυακών επιλύσεων GNSS (GPS – Glonass – Galileo και BeiDou ready). Καλύπτει το σύνολο του Ελλαδικού χώρου με ακρίβεια RTK – NRTK (1 - 3 cm 3D).

Πολυγωνομετρικό δίκτυο-Τοπογραφική αποτύπωση

Υλοποιήθηκε απο ειδικούς ήλους (punkt), χρησιμοποιήθηκαν και ήδη υλοποιημένες στάσεις απο προηγούμενες εργασίες με σκοπό να αποφευχθεί η επισήμανση πολλών στάσεων . Η επιλογή της θέσης των στάσεων έγινε λαμβάνοντας υπ' όψη, το μέγεθος και το επέμβασης της μελέτης Οδοποιίας, την προσβασιμότητα, την πλήρη κάλυψη του αντικειμένου προς αποτύπωση, την αμοιβαία ορατότητα κάθε στάσης από τουλάχιστον δύο άλλες, την κλίση και την ολισθηρότητα του εδάφους έδρασης του γεωδαιτικού σταθμού.

Οι οριζοντιογραφικές συντεταγμένες και τα ορθομετρικά υψόμετρα προσδιορίστηκαν με εγγραφή της μεθόδου RTK και παρατεταμένους χρόνους κατάληψης (3 min) με 2 δέκτες GNSS_Trimble R8-2 Χρησιμοποιήθηκαν και ελέγχθηκαν τα δίκτυα μόνιμων σταθμών Heros(Κτηματολόγιο Α.Ε), Uranus (Tree Company) και JGC-Net της JGC . Οι συντεταγμένες αυτές θεωρήθηκαν προσεγγιστικές στη συνέχεια ενσωματώνοντας μετρήσεις γωνιών και αποστάσεων με γεωδαιτικό σταθμό Leica_5005 έγινε συνόρθωση του δικτύου με την Μέθοδο των Ελαχίστων

τετραγώνων θεωρώντας τα πολυγωνομετρικά σημεία ως σημεία S-μετασχηματισμού. Οι επιλύσεις και η απόδοση του τοπογραφικού διαγράμματος έγινε με το λογισμικό Verm. Το στάδιο της επεξεργασίας γεωδαιτικών δεδομένων, αφορούσε στον υπολογισμό των συντεταγμένων των κορυφών του δικτύου, των φωτοσταθερών, των στόχων για τις επίγειες σαρώσεις, των σημείων λεπτομερειών, Η εφαρμογή της τοπογραφικής αποτύπωσης αφορά την οριζοντιογραφική και την υψομετρική αποτύπωση, την εκπόνηση ολοκληρωμένου τοπογραφικού διαγράμματος υπό κλίμακα 1:200,

Μέσα τοπογραφικής αποτύπωσης

Δέκτες Trimble R8-2 GNSS

Κάθε Trimble R8s ενσωματώνει τη δυναμική τεχνολογία Trimble 360 παρακολούθησης δορυφόρων, που δίνει τη δυνατότητα χρήσης του κινητού δέκτη σε περιοχές που προηγουμένως δεν ήταν εφικτό. Έχει δύο ενσωματωμένες πλακέτες Maxwell 6 και 440 κανάλια GNSS. Συνεργάζεται με τον γεωδαιτικό σταθμό Trimble_VX που επίσης χρησιμοποιήθηκε για εφαρμογή της μεθοδολογίας integrated Survey με το λογισμικό πεδίου Trimble Access.



Η ακρίβειά του είναι 8mm οριζοντιογραφικά και 15mm υψομετρικά. Αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση συνδυάζοντας τον δέκτη Trimble R8s με ένα χειριστήριο Trimble με λογισμικό πεδίου Trimble Access™ και λογισμικό γραφείου Trimble Business Center για έλεγχο, επεξεργασία και προσαρμογή των δεδομένων.

Γεωδαιτικός σταθμός Leica- TDA 5005

Αποτελεί μέρος της σειράς TPS 5000, κατασκευασμένη ειδικά για βιομηχανική γεωδαισία. Το TDA 5005 παρέχει υψηλή ακρίβεια στις μετρήσεις γωνιών και αποστάσεων, είναι πλήρως

ψηφιακό και διαθέτει υψηλής ποιότητας οπτικά στοιχεία. Η απόδοση (ανάγνωση) των οριζόντιων και των κατακόρυφων γωνιών γίνεται με 0.1cc ενώ η ακρίβεια των οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών είναι 1.5cc (σύμφωνα με DIN 18723). Γεωδαιτικός σταθμός TDA 5005 Μπορεί να συνδεθεί με συσκευή ραδιοζεύξης (radio link) και να λειτουργήσει από ένα μόνο χρήστη που θα βρίσκεται στο στυλεό του στόχου



Επίσης το TDA 5005 διαθέτει δυνατότητα αυτόματης αναγνώρισης στόχου (ATR). Η λειτουργία του ATR βασίζεται στην χρήση μιας κάμερας CCD στο όργανο. Η συσκευή στέλνει μια ακτίνα laser και κατά την επιστροφή της ελέγχει κατά πόσο αποκλίνει από το κέντρο της κάμερας CCD, επιβάλλοντας τις ανάλογες διορθώσεις ή κινώντας τους σερβομηχανισμούς. Η ακρίβεια του ATR στην επιφάνεια του στόχου είναι 1-3 mm από το κέντρο του στόχου και εξαρτάται από την απόσταση. Η ακρίβεια τοποθέτησης του ATR είναι 1.5cc, όσο δηλαδή η ακρίβεια του οργάνου που είναι και η ακρίβεια μετακίνησης των σερβομηχανισμών. Απόδοση οριζόντιων & κατακόρυφων 0,1 cc Ακρίβεια οριζόντιων & κατακόρυφων 1,5 cc Απόδοση αποστάσεων 0,01 mm Ακρίβεια αποστάσεων 1 mm+ 2 ppm

Ρομποτικός γεωδαιτικός σταθμός Imaging Station IS της Topcon

Αποτελεί μέρος της νέας σειράς ρομποτικών Γεωδαιτικών Σταθμών της εταιρίας Topcon και συνδυάζει τα πιο σύγχρονα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εποχής με εξελιγμένες δυνατότητες σάρωσης και τηλεχειρισμού. Ο συγκεκριμένος γεωδαιτικός σταθμός διαθέτει δύο ψηφιακές

κάμερες απεικόνισης, μία τοποθετημένη στο κέντρο του τηλεσκοπίου και μία τοποθετημένη παράλληλα λίγο πιο πάνω. Η ανάλυση και των δύο καμερών είναι 1.3 Mr, έχοντας την δυνατότητα της λήψης εικόνων από το πεδίο με ευρεία γωνία και οπτική μεγέθυνση μέχρι και 30x που εγγυάται την καλύτερη δυνατή ευκρίνεια του στόχου. Παράλληλα διαθέτει δύο οθόνες για την εύκολη περιήγηση του χρήστη στις επιλογές του σταθμού αλλά και στην σκόπευση των σημείων μέσω του ειδικού ηλεκτρονικού σταυρονήματος. Οι ισοσταθμιστές εύρους 6' που υπάρχουν και στους δύο άξονες του οργάνου μπορούν και εκτελούν ακριβείς διορθώσεις της τάξης του 1'' (1mgon). Διαθέτει σερβομηχανισμούς που εξυπηρετούν την ρομποτική λειτουργία, όπως αυτόματη περιστροφή από πρώτη σε δεύτερη θέση τηλεσκοπίου, την παρακολούθηση κινούμενου στόχου κ.α.



Επίσης η λειτουργία reflectorless του συγκεκριμένου γεωδαιτικού σταθμού παρέχει μέτρηση για μήκη που μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 2000m. Επίσης στις δυνατότητες του σταθμού περιλαμβάνονται η λειτουργία αυτόματης αναγνώρισης και παρακολούθηση στόχου (ATR) και η λειτουργία σάρωσης (scanning). Κατά τη λειτουργία της αυτόματης αναγνώρισης στόχου το όργανο μπορεί και αναγνωρίζει μέσα σε μία επιλεγμένη περιοχή τον στόχο(πρίσμα). Η λειτουργία αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι το όργανο διαθέτει υψηλής ανάλυσης κάμερα μέσα στο τηλεσκόπιο του. Μπορεί και εντοπίζει τον στόχο με ακρίβεια $\pm 30'$, ενώ η ταχύτητα εντοπισμού και παρακολούθησης του στόχου είναι 150 /sec. Η εμβέλεια εντοπισμού είναι περίπου 1000m και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η λειτουργία σάρωσης (scanning) είναι η λειτουργία με την οποία το όργανο σαρώνει την επιλεγμένη περιοχή δημιουργώντας νέφος σημείων. Η ταχύτητα σάρωσης μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 20 σημεία ανά δευτερόλεπτο. Το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιεί το όργανο είναι Microsoft Windows CE

Ρομποτικός γεωδαιτικός σταθμός TRIMBE VX

Ο γεωδαιτικός σταθμός απεικόνισης VX της Trimble ενσωματώνει γεωδαιτικό σταθμό και τριδιάστατο σαρωτή σε μία μονάδα, διαθέτει εξαιρετικής ποιότητας οπτικά συστήματα, δυνατότητα τριδιάστατης σάρωσης και τεχνολογία ψηφιακής απεικόνισης ώστε τα σημεία που συλλέγει να έχουν υψηλής ακρίβειας συντεταγμένες μαζί με την αντίστοιχη χωρική πληροφορία. Ο σταθμός Trimble VX συλλέγει δεδομένα τοπογραφικής ακρίβειας με επίγεια μέθοδο όπως ένας συμβατικός γεωδαιτικός σταθμός. Διαθέτει επίσης σερβομηχανισμούς για την ρομποτική του λειτουργία (ATR, αυτόματη εναλλαγή I-II θέσης τηλεσκοπίου κ.α.).



Για την μέτρηση των μηκών το βεληνεκές του μπορεί να φτάσει με κατάλληλο ανακλαστήρα τα 5500m ενώ στην λειτουργία reflectorless μπορεί να αποτυπώνει σημεία στα 1600m. Διαθέτει για την λήψη φωτογραφιών και την στόχευση σημείων μέσω της οθόνης του μία κάμερα υψηλής ανάλυσης 3Mr, με ψηφιακή μεγέθυνση που μπορεί να φτάσει έως και 8x. Στη διαδικασία της σάρωσης το αντίστοιχο λογισμικό δίνει την δυνατότητα επιλογής της επιφάνειας μέσα από την οθόνη του χειριστηρίου του οργάνου με προκαθορισμένες μεθόδους επιλογής όπως ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, πολύγωνο, κ.α. Το βήμα σάρωσης μπορεί να επιλεγεί είτε επιλέγοντας τον αριθμό των σημείων που επιθυμούνται να μετρηθούν είτε το γραμμικό ή γωνιακό βήμα σάρωσης. Παράλληλα λαμβάνονται και οι αντίστοιχες φωτογραφίες της επιφάνειας σάρωσης ώστε να συμπληρωθεί η χωρική πληροφορία. Τέλος η ταχύτητα σάρωσης του οργάνου ξεκινά από τα 5 σημεία/sec και μπορεί να φτάσει έως και τα 15 σημεία/sec.

Μέσα φωτογραμμετρικής αποτύπωσης

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τις λήψεις των φωτογραφιών ήταν αφενός μη επανδρωμένο αεροσκάφος για εναέριες λήψεις και αφετέρου για τις επίγειες λήψεις φωτογραφική μηχανή..

Μέσα εναέριας και επίγεια φωτογραμμετρικής αποτύπωσης

Για τις εναέριες φωτοληψίες χρησιμοποιήθηκε το μη επανδρωμένο αεροσκάφος EVOII RTK της εταιρίας AUTEL, το εν λόγω ΣμηΕΑ διαθέτει σύστημα εντοπισμού RTK (REAL TIME KINEMATIC) και με τη συγκεκριμένη τεχνολογία τα φωτοκέντρα των φωτογραφιών έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς τον προσδιορισμό της θέσης. Επίσης, διαθέτει ένα πλήρες σύστημα αποφυγής εμποδίων για τη καλύτερη και ασφαλέστερη πτήση κοντά σε εμπόδια, ένα σύστημα το οποίο ήταν αναγκαίο για τη συγκεκριμένη περιοχή αποτύπωσης.



Μη επανδρωμένο αεροσκάφος EVOII RTK

Μεθοδολογία Αποτύπωσης με Drone

- Καθορισμός στόχων
- Έλεγχος τυχόν ιδιαιτεροτήτων περιοχής μελέτης
- Προσχεδιασμός πτήσης
- Μετάβαση στο πεδίο, έλεγχος υφιστάμενης κατάστασης και κατάλληλες τροποποιήσεις
- Εκτέλεση Πτήσης
- Ποιοτικός έλεγχος συλλεχθέντων δεδομένων
- Συλλογή φωτοσταθερών
- Εργασίες γραφείου
- Ποιοτικός έλεγχος τελικών προϊόντων

Επίγεια φωτογραμμετρία

Οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι dSLR (digital single lens reflex) μηχανές με αποσπώμενο φακό. Πιο συγκεκριμένα, οι μηχανές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η PentaxD-70 και η NikonD5600. Στη Nikon προσαρμόστηκε ευρυγώνιος φακός 10-20 mm

με σκοπό τη πληρέστερη αποτύπωση ενώ στη φωτογραφική μηχανή της Pentax χρησιμοποιήθηκε φακός 18-135 mm. Και οι 2 εν λόγω Φωτογραφικές μηχανές φέρουν σύστημα GPS με σκοπό την ενσωμάτωση της οριζοντιογραφικής και υψομετρικής πληροφορίας σε μορφή EXIF στις φωτογραφίες. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε και η φωτογραφική μηχανή της Leica η οποία διαθέτει ζεύγος καμερών για στερεοσκοπική αποτύπωση.



Φωτογραφική μηχανή DSLR Pentax



Φωτογραφική μηχανή DSLR Nikon D5600

Μέσα Φωτογραμμετρικής αποτύπωσης με LaserScanner

Η αποτύπωση με επίγειο LaserScanner έχει ως αποτέλεσμα τη παραγωγή και εξαγωγή πυκνού νέφους σημείων υψηλής χωρικής ακρίβειας. Για της ανάγκες της αποτύπωσης με LaserScanner χρησιμοποιήθηκαν 2 Scanner διαφορετικής τεχνολογίας. Από τη μια έχουν το Topcon GLS 2000 το οποίο μπορεί να αποτυπώσει αντικείμενα σε μεγάλη απόσταση με υψηλό ποσοστό λεπτομέρειας. Επίσης, η κίνηση του βασίζεται στη φιλοσοφία της κίνησης των 360 μοιρών γύρω από το κέντρο της θέσης του και όσον αφορά τη κάθετη κίνηση αυτή γίνεται από το γυροσκόπιο και στις 2 πλευρές έχοντας μια μικρή απώλεια στο κάτω μέρος λόγω της στάσης που βρίσκεται στην εκάστοτε λήψη. Το αποτυπωμένο νέφος σημείων χρωματίζεται έπειτα από τη λήψη φωτογραφιών στη διαδικασία της αποτύπωσης.

Χαρακτηριστικά του Laser Scanner Topcon GLS-2000

- Εμβέλεια 500m
- Ακρίβεια απόστασης 3.5mm/150m
- Ανίχνευση στόχου 3" στα 50m
- Οπτικό Πεδίο Σάρωσης 360° οριζόντια και 270° κάθετα



LaserScannerGLS 2000

Η διαδικασία συνένωσης των νεφών, δηλαδή η ένταξη όλων των σαρώσεων σε ενιαίο σύστημα αναφοράς, έγινε στο λογισμικό Topcon Magnet Collage. Το λογισμικό έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται μεγάλο όγκο των δεδομένων εύκολα και αποτελεσματικά. Τα νέφη σημείων μετασχηματίζονται σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς είτε με χρήση ομόλογων σημείων στις επικαλυπτόμενες περιοχές των διαδοχικών σαρώσεων είτε με τη χρήση ειδικών στόχων. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή, η διαδικασία της συνένωσης πραγματοποιήθηκε με συνδυασμό των δυο μεθόδων. Για όλες τις διαδοχικές σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν το μέσο τετραγωνικό σφάλμα κυμαίνεται από 0,003m έως 0,01m.

Η σάρωση σε περιβάλλον κόμβου και ιδιαίτερα ενός αστικού, αποτελεί ένα δύσκολο και απαιτητικό εγχείρημα. Η δυσκολία αυτή έγκειται κατά βάση στη διέλευση πεζών και οχημάτων. Το πρόβλημα αυτό διογκώνεται σε έναν αστικό κόμβο, όπου η διέλευση είναι συνεχής και μαζική κατά την διάρκεια της ημέρας. Κατά συνέπεια, γίνεται σάρωση σημείων, τα οποία δεν ανήκουν στον κόμβο και αποτελούν «θόρυβο» στις μετρήσεις. Παράλληλα, η σάρωση αυτών των σημείων αφήνει κενά στην επιφάνεια που πρέπει να σαρωθεί, με αποτέλεσμα την απώλεια πληροφορίας κατά την επεξεργασία. Σε έναν αστικό κόμβο, όπου οι ταχύτητες των οχημάτων είναι μικρές, ο θόρυβος που λαμβάνεται από τον σαρωτή είναι μεγαλύτερος και άρα μεγαλύτερα και τα κενά στην πληροφορία.

Διαδικασία αποτύπωσης στο πεδίο

Φωτογραμμετρική διαδικασία αποτύπωση

Το μέρος των αποτυπώσεων που αφορούσαν τις Φωτογραμμετρικές αποτυπώσεις είτε εναέριες είτε επίγειες προϋπόθετε πρώτα τη τοποθέτηση φωτοσταθερών σε όλο το εύρος της περιοχής αποτύπωσης. Πριν τη τοποθέτηση των φωτοσταθερών ήταν αναγκαία ο επιτόπιος οπτικός έλεγχος της περιοχής αποτύπωσης για τη τοποθέτηση των φωτοσταθερών και του

ορισμού των παραμέτρων του σχεδιασμού της λήψης. Τα φωτοσταθερά στη προκείμενη εργασία ήταν 2 ειδών αυτά τα οποία τοποθετήθηκαν σε όλη τη περιοχή αποτύπωσης με σκοπό τη φωτοληψία κατά τη κατακόρυφη θέση λήψης και μικρότερα τα οποία τοποθετήθηκαν κατά μήκος του φρουρίου επί της οδού, με σκοπό αφενός τα πρώτα για την εξάρτηση για την ακριβή θέση και τα άλλα για την παραγωγή ορθοφωτοχάρτη όψης αλλά και ελέγχου ακριβείας της Φωτογραμμετρικής επίλυσης. Το στάδιο της επεξεργασίας των φωτογραμμετρικών δεδομένων αφορούσε σε όλες τις απαραίτητες διαδικασίες – βήματα για την τρισδιάστατη αναπαράσταση και συνακόλουθα την εξαγωγή των απαραίτητων ορθοεικόνων. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είχε τη λογική μίας αυτόματης τρισδιάστατης φωτογραμμετρικής μοντελοποίησης υψηλής ακριβείας, που εφαρμόζεται ευρέως για τα αντικείμενα της πολιτιστικής κληρονομιάς

Μετά την προετοιμασία των εικόνων, το πρώτο βήμα για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου ήταν το alignment των εικόνων. Κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος δημιουργείται ένα αραιό 3D νέφος σημείων που αναπαριστά τη γεωμετρία του αντικειμένου, προσδιορίζεται ο σχετικός προσανατολισμός των θέσεων της κάμερας κατά τις στιγμές της λήψης των εικόνων και υπολογίζονται οι παράμετροι του εσωτερικού προσανατολισμού (η εστιακή απόσταση, η θέση του πρωτεύοντος σημείου, οι συντελεστές των ακτινικών και των εγκάρσιων συνιστωσών της ακτινικής παραμόρφωσης), μέσα από μία διαδικασία αυτοβαθμονόμησης. Για τη διαδικασία του alignment, το PhotoScan χρησιμοποιεί μία προσέγγιση SfM. Οι παράμετροι για το alignment τέθηκαν στο Medium. Για την προεπιλογή των ζευγών εικόνων επιλέχθηκε ο Generic τρόπος, έτσι ώστε τα επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων να επιλέγονται αντιστοιχίζοντας εικόνες με τη χρήση χαμηλότερης ακρίβειας στις αρχικές επιλύσεις. Αυτό το βήμα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τελική ακρίβεια του τρισδιάστατου μοντέλου, επομένως είναι χρήσιμο να ελέγχεται το αποτέλεσμα του alignment, τόσο οπτικά όσο και από άποψης projection error μετά τους υπολογισμούς.

Για τη δημιουργία των δισδιάστατων σχεδίων χρησιμοποιήθηκαν τεσσάρων ειδών δεδομένα, τα οποία προέκυψαν στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας: οι τρισδιάστατες συντεταγμένες των σημείων που μετρήθηκαν με τοπογραφικές μεθόδους, το ενιαίο και καθαρισμένο νέφος σημείων του μνημείου, το τρισδιάστατο μοντέλο και οι ορθοεικόνες που προέκυψαν από αυτό.

Το RMSE ήταν 0.009 m για τα GCPs και 0.01 m για τα check points, ενώ το RMSE μεμονωμένα για τα $x = 0.004$, για τα $y = 0.006$ m και για τα $h = 0.003$ m, για το συνενωμένο πυκνό νέφος.

Οι καιρικές συνθήκες κατά την αποτύπωση του χώρου ήταν άρτιες διότι δεν υπήρχε ούτε βροχή ούτε αέρας. Ο σχεδιασμός της πτήσης ορίστηκε από την ανάλυση του επιθυμητού αποτελέσματος. Ορίστηκε ένα αυτόνομο σχέδιο πτήσης για τις κατακόρυφες λήψεις και εν συνεχεία για της κεκλιμένες και οριζόντιες η πτήση έγινε χειροκίνητα σε όλο το μήκος της περιοχής μελέτης. Οι φωτογραφίες οι οποίες ελήφθησαν και στους 2 τρόπους λήψεις ήταν 2000. Οι κατακόρυφες λήψεις εξασφαλίζουν .

1. Μόνιμη καταγραφή υφιστάμενων συνθηκών
2. Ευκολότερη μετάδοση πληροφοριών
3. Αποτυπώσεις μεγάλων εκτάσεων σε μικρό χρόνο
4. Αποτύπωση δύσβατων ή απροσπέλαστων περιοχών
5. Μη αναγκαιότητα ορατότητας συνεχόμενων σημείων ελέγχου

Οι πλάγιες και κεκλιμένες λήψεις εξασφαλίζουν

Πέρα από την εναέρια λήψη των δεδομένων με μη επανδρωμένο αεροσκάφος η φωτοληψία συνεχίστηκε με τις κάμερες με τις οποίες αποτυπώθηκε ξανά όλη η περιοχή μελέτης.

Αποτύπωση με φωτογραφικές μηχανές

Η αποτύπωση με τις φωτογραφικές μηχανές έγινε επίγεια. Για την εξασφάλιση της επικάλυψης μεταξύ των φωτογραφιών το βήμα από τη μια φωτογραφία στην άλλη ήταν μικρό, για να επιτευχθεί η επιθυμητή επικάλυψη πάνω από 70%. Το ίδιο έγινε και με το LeicaBlk όπου εκεί η επικάλυψη εξασφαλίζεται και λόγω των 2 καμερών.

Φωτογραμμετρική επίλυση

Φωτογραμμετρική επίλυση με μη επανδρωμένο αεροσκάφος

Η διαδικασία της επίλυσης για τη παραγωγή των αποτελεσμάτων που θα επεξεργαστούν με σκοπό τη δημιουργία αποτελεσμάτων που αφορούν τη παθολογία, τη φύση και τη κατάσταση του Φρουρίου. Οι κατακόρυφες και κεκλιμένες φωτογραφίες εισήχθησαν σε πρόγραμμα Φωτογραμμετρικής επίλυσης όπου εκεί έγινε το πρώτο βήμα της μετατροπής των φωτογραφιών από WGS '84 σε GREEKGRID ΕΓΣΑ '87. Η ένταξη όμως στο ΕΓΣΑ'87 απαιτεί επιπλέον την αποκατάσταση της θέσης και του προσανατολισμού του μοντέλου. Εάν η εφαρμογή απαιτεί μόνο φωτοσταθερά εδάφους τότε οι συντεταγμένες των θέσεων αυτών μπορούν να προσδιοριστούν με δορυφορικό εντοπισμό, μέσω σύνδεσης δέκτη GNSS με έναν μόνιμο σταθμό αναφοράς του συστήματος HEPOS. Με την χρήση GPS και αγορά των ομόλογων μετρήσεων του σταθμού αναφοράς για συγκεκριμένο χρόνο, προσδιορίζονται οι συντεταγμένες του σημείου αυτού με ακρίβεια 1 cm. Με τη χρήση του αλγορίθμου SFM (StructureForMotion) δημιουργήθηκε ένα αραιό νέφος σημείων από τις επικαλυπτόμενες φωτογραφίες που είχαν αποτυπωθεί. Εν συνεχεία, επόμενο βήμα για την δημιουργία νέφους σημείων και άλλων παραγόμενων ήταν η τοποθέτηση των φωτοσταθερών που έχουν αποτυπωθεί στις φωτογραφίες. Τα φωτοσταθερά τοποθετήθηκαν σε πολλές φωτογραφίες και έτσι έγινε η διόρθωση του προσδιορισμού της θέσης. Για τη παράγωγή τους πυκνού νέφους σημείων χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος MVS (Multi-ViewStereo) μέσω του οποίου γίνεται η δημιουργία του νέφους σημείων. Έπειτα, παρήχθησαν από το πρόγραμμα ψηφιακό μοντέλο εδάφους και ορθοφωτοχάρτης της περιοχής αποτύπωσης.

Περιγραφή Λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν

SD BOX

Το sdbox είναι πρόσθετο λογισμικό (plugin) σε CAD πλατφόρμες και παρέχει εργαλεία που βοηθούν την επεξεργασία και την διαχείριση οποιουδήποτε σχεδίου αλλά και την σύνταξη ολοκληρωμένων μελετών.

DelSurvey Professional 6

Το τοπογραφικό πρόγραμμα DelSurvey Professional είναι ένα τοπογραφικό λογισμικό που διαθέτει πλήθος εφαρμογών και εργαλείων απαραίτητα για κάθε τοπογραφική και φωτογραμμετρική-φωτερμηνευτική εργασία. Ξεκινώντας από τη συλλογή των παρατηρήσεων στο πεδίο έως και την τελική απόδοση της φυσικής γήινης επιφάνειας στο σχέδιο το DelSurvey

μέσω των εφαρμογών του επεξεργάζεται, ελέγχει, μετατρέπει και υπολογίζει όλα εκείνα τα στοιχεία που μας επιτρέπουν να αποδώσουμε και να ερμηνεύσουμε το έδαφος σε σχέδιο.

MAGNET Collage

Λογισμικό σχεδιασμένο για να εδραιώσει και να διευκολύνει το περιβάλλον εργασίας στην επεξεργασία και την οπτικοποίηση των νεφών σημείων. Προσφέρει λύση «όλα σε ένα» για επαγγελματίες που χρησιμοποιούν laser scanners, συσκευές mobile mapping, paving scanners και παραδοσιακά τοπογραφικά όργανα. Με το MAGNET Collage, οι χρήστες μεγάλου όγκου δεδομένων που προέρχονται από πολλαπλούς αισθητήρες, όπως κινητά και στατικά όργανα, μπορούν να χρησιμοποιούν ένα πακέτο λογισμικού για την επεξεργασία νεφών σημείων και φωτογραφιών.

Το MAGNET Collage χρησιμοποιεί αναβαθμισμένους αλγόριθμους ένωσης και λειτουργίας σημείων ελέγχου εδάφους για ταχύτερα αποτελέσματα. Επιτρέπει την αυτόματη ένωση νεφών σημείων με σημεία ελέγχου εδάφους χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να το πραγματοποιεί χειροκίνητα για κάθε νέφος

Trimble Business Center (TBC)

Ολοκληρωμένο CAD module που προσφέρει προσαρμόσιμα πρότυπα, απλοποιημένα εργαλεία επιλογής και αυτοματοποιημένη λειτουργικότητα εκτύπωσης με αυτόματη σχεδίαση καννάβου και κλίμακας. Το λογισμικό διαθέτει μια σειρά από εργαλεία για την επεξεργασία του ελέγχου τριγωνομετρικών δικτύων, την επίλυση τοπογραφικών οδεύσεων και τη συνένωση όλων των πηγών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων μετρήσεων από δέκτες GNSS, Total Station και χωροβατών. Περιλαμβάνει αξιόπιστους αλγορίθμους επίλυσης, συμπεριλαμβανομένων και συνορθώσεων ελαχίστων τετραγώνων στη μηχανή επεξεργασίας, έτσι ώστε το δίκτυο να επιλύεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Το TBC/ διαθέτει έξυπνα εργαλεία σχεδίασης, δημιουργίας και σχεδιασμού τρισδιάστατων μοντέλων επιφάνειας. Το TBC επιτρέπει πλήρη ιχνηλασιμότητα των δεδομένων μέχρι και τις μετρήσεις πρωτογενών στοιχείων σε όλες τις ροές εργασίας. Με βάση την αναγνωρισμένη τεχνολογία από το Inpho, το module της φωτογραμμετρίας επιτρέπει στο χρήστη να ενσωματώνει φωτογραμμετρικά δεδομένα UAV με δεδομένα που συλλέγονται από δέκτες GNSS, Total Stations και ψηφιακούς χωροβάτες. Οι τοπογράφοι μπορούν να συνδυάσουν αεροφωτογραφίες με μετρήσεις GNSS, total station και 3D νέφη σημείων από κτίρια ή άλλες κατακόρυφες επιφάνειες για την αποτελεσματική αποτύπωση σύνθετων επιφανειών

Agisoft Metashape Professional

Το Agisoft είναι ένα “stand alone” πρόγραμμα για φωτογραμμετρική επεξεργασία των ψηφιακών εικόνων και την δημιουργία 3D χωρικών δεδομένων για την χρήση GIS εφαρμογών, καταγραφή χρήσεων γης, καταγραφή πολιτιστικής κληρονομιάς, παραγωγή «οπτικών εφέ» για έμμεσες μετρήσεις αντικειμένων σε διάφορες κλίμακες

Το Agisoft Professional επιτρέπει τη δημιουργία υψηλής ανάλυσης ορθοφωτογραφιών με γεωαναφορά (ακρίβειας μεγαλύτερη των 5 cm με σημεία ελέγχου εδάφους) και εξαιρετικής λεπτομέρειας ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου (Digital Elevation Model - DEM) - πολυγωνικά μοντέλα με υφή.

Η πλήρως αυτοματοποιημένη ροή εργασίας επιτρέπει και σε έναν μη ειδικό να επεξεργαστεί χιλιάδες αεροφωτογραφίες σε έναν υπολογιστή για να παράγει φωτογραμμετρικά προϊόντα επαγγελματικού επιπέδου.

Κύρια Χαρακτηριστικά

- Τριγωνισμός τόσο από αεροφωτογράφιση όσο και από κοντινές λήψεις
- Παραγωγή νέφους σημείων (αραιό/πυκνό) Παραγωγή πολυγωνικού μοντέλου (απλό/με υφή)
- Εισαγωγή - χρήση συστήματος συντεταγμένων
- Παραγωγή Ψηφιακού Μοντέλου Αναγλύφου (DEM)
- Παραγωγή ορθοφωτογραφιών
- Γεωαναφορά χρησιμοποιώντας δεδομένα καταγραφής πτήσης και/GCPs
- Πολυφασματική επεξεργασία εικόνων
- 4D ανακατασκευή δυναμικών σκηνών
- Υποστήριξη Python scripting

Pix4Dmapper

Το Pix4Dmapper μπορεί να επεξεργαστεί σειρά από εναέριες ή επίγειες φωτογραφίες από σχεδόν οποιαδήποτε φωτογραφική μηχανή ανεξαρτήτως ανάλυσης και να συνδυάσει το περιεχόμενο δημιουργώντας υψηλής ακρίβειας 3D νέφη σημείων, 3D Mesh, ψηφιακά μοντέλα εδάφους και επιφανείας καθώς και ορθοφωτοχάρτες. Επιπλέον, μπορεί να δημιουργήσει χάρτες ανακλασिमότητας σε διάφορα μήκη κύματος, καθιστώντας το μοναδικό εργαλείο είτε για

παραδοσιακές αποτυπώσεις, είτε για δημιουργία 3D μοντέλων είτε για δημιουργία χαρτών
θερμικής ανάκλασης