



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

Διπλωματική Εργασία

‘Συστήματα αισθητήρων σε drones και εφαρμογές τους’

‘Sensor systems on drones and their applications’

Μαλακόζης Ευάγγελος

Επιβλέπων καθηγητής: **Αγγελίδης Παντελής**

Κοζάνη Οκτώβριος 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο ‘Συστήματα αισθητήρων σε drone και εφαρμογές τους’ έχει ως σκοπό την κατανόηση της λειτουργικότητας της χρήσης drone για την συλλογή δεδομένων και τη παρουσίαση και σύγκριση δύο λογισμικών επεξεργασίας αυτών των δεδομένων.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική παρουσίαση, όπου δίνονται οι ορισμοί για τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη UAVs, οι βασικοί τομείς ενασχόλησης τους καθώς και οι διάφορες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται. Αναφέρονται ακόμα κάποια από τα λογισμικά παραγωγής αεροφωτογραμμικών μοντέλων.

Στη συνέχεια στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται και αναλύονται όλες οι λειτουργίες του λογισμικού eMotion Ag το οποίο είναι ένα λογισμικό προετοιμασίας και πλοήγησης drone.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής και περιγραφική παρουσίαση του λογισμικού επεξεργασίας και παραγωγής φωτογραμμικών μοντέλων Pix4dmapper. Αναλύονται βήμα βήμα όλες οι δυνατότητες του συγκεκριμένου προγράμματος.

Εν συνεχεία στο τέταρτο κεφάλαιο όπου αποτελεί και το πρακτικό κομμάτι της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την παραγωγή διάφορων μοντέλων από δύο λογισμικά επεξεργασίας αεροφωτογραφίας το Pix4Dmapper και το DroneDeploy. Στο τελευταίο κομμάτι του κεφαλαίου αυτού γίνεται η σύγκριση των ποιοτικών και ποσοτικών αποτελεσμάτων της επεξεργασίας η οποία έγινε σε υλικό φωτογραφιών από την οδό Κυκλαμίνων στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Τέλος η εργασία ολοκληρώνεται με τη καταγραφή κάποιων συμπερασμάτων τα οποία προέκυψαν από τη διαδικασία συγγραφής της παρούσας εργασίας.

ABSTRACT

The present dissertation entitled ‘Sensor systems in drones and their applications’ aims to understand the functionality of the use of drones for data collection and the presentation and comparison of two data processing software.

The first chapter gives a general presentation, which gives the definitions of unmanned aerial vehicles (UAVs), their main areas of concern and the various categories into which they are divided. Some of the aerial model production software are also mentioned.

Then in the second chapter are presented and analyzed all the functions of the eMotion Ag software which is a drone preparation and navigation software.

The third chapter provides an extensive and descriptive presentation of the Pix4dmapper photographic model processing and production software. All the possibilities of this program are analyzed step by step.

Then, in the fourth chapter, which is the practical part of the present work, the procedures followed for the production of various models from two aerial photography software, Pix4Dmpper and DroneDeploy, are presented. In the last part of this chapter, the qualitative and quantitative results are compared. of the processing which was done on photo material from Kyklaminon Street in Themi, Thessaloniki.

The work concludes with the fifth chapter where some conclusions that emerged from the process of writing this work are recorded

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “Συστήματα αισθητήρων σε drone και εφαρμογές τους” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Αγγελίδη Παντελή αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

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

Copyright (C) Μαλακόζης Ευάγγελος , Δρ. Αγγελίδης Παντελής, 2021, Κοζάνη

Ευχαριστίες,

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας με θέμα συστήματα αισθητήρων σε drone και εφαρμογές τους ολοκληρώνετε ένας μεγάλος κύκλος εκπαίδευσης. Θα ήθελα εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου που ήταν δίπλα μου όλο αυτό το διάστημα με τη στήριξη και την εμπιστοσύνη της.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ και στη κοινότητα των καθηγητών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και ιδιαίτερα στον επιβλέπον καθηγητή μου κ.Αγγελίδη Παντελή και την κ.Καραμήτσου Θώμη για τη μεγάλη βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και σε όλους του φίλους και συμφοιτητές μου για τη βοήθεια και τη στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	- 2 -
ABSTRACT.....	- 3 -
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	- 6 -
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	- 7 -
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	- 9 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΕΝΑΕΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	- 11 -
1.1 Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα(UAV).....	- 11 -
1.1.1 Βασικοί τομείς απασχόλησης ΜΕΑ.....	- 12 -
1.1.2 Κατηγορίες ΜΕΑ- UAV.....	- 13 -
1.2 Ορολογία εναέρων αποτυπώσεων	- 15 -
1.3 Λογισμικά επεξεργασίας αεροφωτογραφιών.....	- 17 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΤΗΣΗΣ UAV eMotion.....	- 19 -
2.1 Αρχικό μενού.....	- 20 -
2.1.1 Καρτέλες λειτουργίας.....	- 20 -
2.1.2 Κύρια διεπαφή παρακολούθησης και ελέγχου πτήσης.....	- 21 -
2.1.3 Γραμμή εργαλείων	- 23 -
2.2 Προειδοποιήσεις και κρίσιμες αποτυχίες.....	- 24 -
2.2.1 Ειδοποιήσεις και ενέργειες	- 25 -
2.2.2 Συντομεύσεις πληκτρολογίου	- 26 -
2.3 Διαδικασία προετοιμασίας πτήσης.....	- 26 -
2.3.1 Δεδομένα ανύψωσης στο eMotion Ag	- 27 -
2.3.2 Εμφάνιση εναέριας κυκλοφορίας.....	- 28 -
2.3.3 Συντεταγμένες και αναφορές υψομέτρου στο eMotion Ag	- 30 -
2.3.4 Χρήση προσαρμοσμένων πηγών χαρτών	- 30 -
2.4 Διαδικασία δημιουργίας αποστολής και πτήση	- 31 -
2.4.1 Περιήγηση στον χάρτη	- 32 -
2.4.2 Απογείωση και προσγείωση	- 34 -
2.4.3 Γραμμικές προσγειώσεις.....	- 36 -
2.4.4 Καρτέλα παρακολούθησης πτήσης του eMotion Ag	- 38 -
2.4.5 Αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης	- 39 -
2.5 Ετοιμασία του drone για την αποστολή	- 41 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PIX4Dmapper	- 44 -
3.1 Εισαγωγικά	- 44 -
3.2 Σχεδιασμός σχεδίου λήψης εικόνων.....	- 44 -
3.2.1 Οργάνωση του σχεδίου απόκτησης εικόνας.....	- 49 -
3.3 Δημιουργία έργου.....	- 52 -
3.3.1 Προετοιμασία επεξεργασίας.....	- 57 -
3.4 Μενού Pix4dmapper.....	- 58 -
3.4.1 Δυνατότητες επιλογής ‘επεξεργασία’	- 62 -
3.4.2 Επιλογές επεξεργασίας εικόνας.....	- 64 -
3.4.3 Βαθμονόμηση	- 67 -
3.4.4 Επαναξιολόγηση των κοινών σημείων.....	- 68 -
3.5 Σημείο πυκνότητας νέφους.....	- 72 -
3.6 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων.....	- 78 -
3.7 Έλεγχος ποιότητας	- 79 -
3.8 Δυνατότητες Pix4dmapper Pro.....	- 84 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	- 96 -
4.1 Επεξεργασία με το Pix4Dmapper	- 96 -
4.1.1 Αποτελέσματα επεξεργασίας με το Pix4Dmapper.....	- 102 -
4.2 Επεξεργασία με τον DroneDeploy.....	- 104 -
4.2.1 Αποτελέσματα επεξεργασίας με το DroneDeploy	- 107 -
4.3 Σύγκριση των δύο λογισμικών επεξεργασίας	- 108 -
4.4 Συμπεράσματα	- 111 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 113 -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 DJI Phantom 4 (DJI, 2021).....	- 11 -
Εικόνα 2 Κατηγορίες των UAVs	- 13 -
Εικόνα 3 Ταξινόμηση των UAVs με βάση την τροφοδοσία τους	- 14 -
Εικόνα 4 eMotionAg.....	- 20 -
Εικόνα 5 The welcome screen.....	- 20 -
Εικόνα 6 Πίνακας επιλογών παρακολούθησης και ελέγχου πτήσης.....	- 23 -
Εικόνα 7 Οθόνη παρακολούθησης πτήσης.....	- 23 -
Εικόνα 8 Πίνακας επιλογών γραμμής εργαλιών	- 24 -
Εικόνα 9 Κουμπιά εκτάκτων καταστάσεων.....	- 25 -
Εικόνα 10 Πίνακας επιπέδων ειδοποιήσεων	- 25 -

Εικόνα 11 Οθόνη ειδοποιήσεων	- 25 -
Εικόνα 12 Πίνακας συντομέυσεων πληκτρολογίου	- 26 -
Εικόνα 13 Οθόνη κατάστασης ανέμου	- 27 -
Εικόνα 14 θόνη εμφάνισης εναέρις κυκλοφορίας.....	- 28 -
Εικόνα 15 Οθόνη δημιουργίας νέας αποστολής.....	- 32 -
Εικόνα 16 Οθόνη γραμμικής προσγείωσης.....	- 37 -
Εικόνα 17 Αλλαγή μεγέθους στους τομείς προσέγγισης	- 37 -
Εικόνα 18 Εικονίδιο λογισμικού PIX4D	- 44 -
Εικόνα 19 Ιδανικό σχέδιο λήψης εικόνων	- 45 -
Εικόνα 20 Σχέδιο λήψης εικόνων για μοντελοποίηση κτηρίων	- 47 -
Εικόνα 21 Χαρτογράφηση διαδρομών	- 47 -
Εικόνα 22 Σχέδια πολλών πτήσεων.....	- 48 -
Εικόνα 23 Σχέδιο ανασυγκρότησης πόλης	- 48 -
Εικόνα 24 Ανακατασκευή σήραγγας	- 49 -
Εικόνα 25 1η περίπτωση τοποθέτησης κάμερας(κάθεται)	- 50 -
Εικόνα 26 2η περίπτωση τοποθέτησης κάμερας (οριζόντια).....	- 51 -
Εικόνα 27 Διάφοροι τύποι καμερών	- 51 -
Εικόνα 28 Προβληματικές λήψεις	- 52 -
Εικόνα 29 Δημιουργία νέου έργου	- 52 -
Εικόνα 30 Οδηγός νέου έργου	- 53 -
Εικόνα 31 Παράθυρο επιλογής φωτογραφιών	- 53 -
Εικόνα 32 Καρτέλα ιδιοτήτων εικόνων	- 54 -
Εικόνα 33 Επιλογή συστήματος συντεταγμένων	- 55 -
Εικόνα 34 Παράθυρο επιλογών επεξεργασίας	- 56 -
Εικόνα 35 Κύρια επιφάνεια έργου	- 56 -
Εικόνα 36 Επιλογή γραμμής εργαλείων	- 57 -
Εικόνα 37 Επιλογές επεξεργασίας.....	- 57 -
Εικόνα 38 Εκίνηση επεξεργασίας	- 58 -
Εικόνα 39 Αρχικό μενού	- 58 -
Εικόνα 40 Κουμπιά γραμμής εργαλείων	- 59 -
Εικόνα 41 Επιλογές προβολής γραμμής εργαλείων	- 60 -
Εικόνα 42 Προβολή υποδοχής.....	- 60 -
Εικόνα 43 Προβολή rayCloud	- 61 -
Εικόνα 44 Προβολή Volumes.....	- 61 -
Εικόνα 45 Προβολή Mosaic	- 62 -
Εικόνα 46 Προβολή Index Calculator	- 62 -
Εικόνα 47 Επιλογή 'Επεξεργασία'	- 62 -
Εικόνα 48 Επιλογές διαδικασίας	- 63 -
Εικόνα 49 Keypoints Image Scale επιλογές	- 64 -
Εικόνα 50 Επιλογές αντιστοίχισης εικόνων.....	- 65 -
Εικόνα 51 Επιλογές Calibretion	- 66 -
Εικόνα 52 Δυνατότητες της καρτέλας Point Cloud	- 69 -
Εικόνα 53 Επιλογή 3D Textured Mesh.....	- 72 -
Εικόνα 54 Επιλογές καρτέλας για DSM και ορθομωσαικό.....	- 73 -
Εικόνα 55 Επιλογές της καρτέλας πρόσθετες έξοδοι.....	- 76 -
Εικόνα 56 Επιλογές καρτέλας ευρετηρίου	- 77 -
Εικόνα 57 Πίνακας ελέγχων	- 80 -
Εικόνα 58 Προεπισκόπηση ορθοσωμάτων	- 81 -

Εικόνα 59 Πίνακας GCP(Γεωγραφικά σημεία)	- 81 -
Εικόνα 60 Δυνατές επιλογές από το Mosaic editor.....	- 84 -
Εικόνα 61 Εισαγωγή φωτογραφιών(από επεξεργασία)	- 97 -
Εικόνα 62 Δημιουργία ζευγών-matching(απο επεξεργασία)	- 97 -
Εικόνα 63 Βαθμονόμηση των εικόνων(από επεξεργασία)	- 98 -
Εικόνα 64 Control points(GCPs)(από επεξεργασία).....	- 99 -
Εικόνα 65 Ρυθμίσεις στη καρτέλα Point cloud(από επεξεργασία).....	- 100 -
Εικόνα 66 Ρυθμίσεις καρτέλας 3D Mesh(από επεξεργασία).....	- 100 -
Εικόνα 67 Συνολική εικόνα Point cloud και 3D mesh(από επεξεργασία).....	- 101 -
Εικόνα 68 3D μοντέλο Pix4dmapper(από επεξεργασία)	- 101 -
Εικόνα 69 Δημιουργία DSM και ορθομωσικού(από επεξεργασία)	- 102 -
Εικόνα 70 DSM και ορθομωσικό της περιοχής μελέτης(από επεξεργασία)	- 102 -
Εικόνα 71 Ανέβασμα εικόνων και δημιουργία χάρτη επεξεργασίας(από επεξεργασία) .	- 105 -
Εικόνα 72 Σημεία ελέγχου για την παραγωγή των μοντέλων(από επεξεργασία).....	- 105 -
Εικόνα 73 Δημιουργία Point cloud(από επεξεργασία)	- 106 -
Εικόνα 74 Σημεία ορθομωσικού και DSM μοντέλου(από επεξεργασία)	- 106 -
Εικόνα 75 3D μοντέλο(απο επεξεργασία).....	- 107 -

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- UAV:**Unmanned Aerial Vehicles (Μη επανδρωμένο όχημα)
- MUAV:**Medium Altitude Unmanned Aerial Vehicle(Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα μεσαίου ύψους)
- MALE:**Medium Altitude Long Endurance(Μεσαίο υψόμετρο μεγάλη αντοχή)
- HALE:**High Altitude Long Endurance(Μέγιστο υψόμετρο μεγάλη αντοχή)
- GCP:**Ground Control Points (Σημεία ελέγχου εδάφους)
- GNSS:**Global navigation satellite system (Παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης)
- DSM:**Digital Surface Model (Ψηφιακό μοντέλο εδάφους)
- DTM:**Digital Terrain Model (Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας)
- INS:**Inertial Navigation System (Αδρανειακό σύστημα πλοήγησης)
- NDVI:**Normalized Difference Vegetation Index(Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς)
- RTK:**Real Time Kinematics(δορυφορική πλοήγηση σε πραγματικό χρόνο)
- RGB:**Red Green Blue (Κόκκινο Πράσινο Μπλέ)
- SRTM:**Shuttle Radar Topography Mission
- ADS-B:**Automatic Dependent Surveillance–Broadcast(Αυτόματη εξαρτημένη επιτήρηση – μετάδοση)
- MSL:**Mean sea level(Μέση στάθμη της θάλασσας)
- UAS:**Unmanned Aircraft Systems (Μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα)

3D: Three-dimensional (Τρισδιάστατα)

MAV: Micro-air Vehicle

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΕΝΑΕΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ



Εικόνα 1DJI Phantom 4 (DJI, 2021)

Με τη πάροδο των χρόνων και την τεχνολογική εξέλιξη έχουμε πλέον στα χέρια μας λογισμικά και προγράμματα τα οποία πολύ εύκολα ,γρήγορα, αξιόπιστα και οικονομικά μας παρέχουν δυνατότητες για συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση γεωγραφικών και γεωστατικών δεδομένων η σωστή αξιοποίηση των οποίων μπορούν να βοηθήσουν τον άνθρωπο σε πάρα πολλούς τομείς και να εξασφαλίσουν ένα πιο ποιοτικό μέλλον. Η αεροφωτογραφία είναι ένας όρος που δημιουργήθηκε τα τελευταία εκατό χρόνια στη ιστορία του ανθρώπου και η σωστή αξιοποίηση των δυνατοτήτων που μας δίνει αποτελεί σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ανθρώπων για τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης για τα επόμενα χρόνια.

1.1 Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα(UAV)

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV), σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η ένωση UVS International, μια διεθνής μη κερδοσκοπική ένωση που έχει συσταθεί στο Εμπορικό Επιμελητήριο της Χάγης και αντιπροσωπεύει τους κατασκευαστές των συστημάτων αυτών, αποτελούν αεροσκάφη σχεδιασμένα να λειτουργούν χωρίς την παρουσία πιλότου. Δόκιμοι όροι, συνώνυμοι των μη επανδρωμένων εναέριων αεροσκαφών αποτελούν: Remotely Piloted Vehicle (RPV), Remotely Operated Aircraft (ROA), Remotely Piloted Aircraft (RPA), Unmanned Vehicle Systems (UVS). (Eisenbeiss h. , 2009)

Οι πρώτες εφαρμογές των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, πραγματοποιήθηκαν για στρατιωτικούς σκοπούς. Παρόλα αυτά, τις τελευταίες δεκαετίες η χρήση τους επεκτείνεται όλο και περισσότερο σε πολιτικές εφαρμογές. Οι πρώτες εφαρμογές των UAV στον τομέα της γεωπληροφορικής, έγιναν από τους Przybilla και Wester-Ebbinghaus το 1979.Τα οφέλη της χρήσης τους, τόσο στη Φωτογραμμετρία όσο και στην τηλεπισκόπηση

είναι πολύτιμα, όσον αφορά την ευελιξία τους στην απόκτηση δεδομένων. Είναι κατάλληλα σχεδιασμένα, ώστε να συλλέγουν δεδομένα σε απρόσιτα για τον άνθρωπο σημεία, γεγονός που αποτελούσε σημαντικό πρόβλημα κατά την επίγεια αποτύπωση του χώρου. Συνδυάζουν ταχύτητα, ευελιξία και χαμηλό κόστος στη λήψη εικόνων σε σχέση με άλλες μεθόδους. (Eisenbeiß, 2004)

1.1.1 Βασικοί τομείς απασχόλησης ΜΕΑ

Σήμερα, οι βασικοί τομείς, όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα προϊόντα των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAV) πέρα από τους στρατιωτικούς σκοπούς, είναι:

Η δασοκομία και η γεωργία όπου οι παραγωγοί μπορούν να λάβουν κρίσιμες αποφάσεις με ιδιαίτερα μεγάλη αξιοπιστία για θέματα που θα τους οδηγήσουν στην εξοικονόμηση χρόνου και πόρων όπως ο εντοπισμός προβλημάτων σε μια καλλιέργεια Π.χ. έλεγχος βλάστησης με τη χρήση πλατφόρμας UAV και πολυφασματικών αισθητήρων. (Berni, 2008)

Η αρχαιολογία και πολιτιστική κληρονομιά, στην οποία η συλλογή εικόνων από χαμηλό ύψος μπορεί να οδηγήσει, είτε σε απλή χαρτογράφηση, είτε σε 3D μοντέλα αρχαιολογικών χώρων και δομών. Π.χ. η τρισδιάστατη ανακατασκευή του θόλου του καθεδρικού ναού στο Μιλάνο-Ιταλία. (Li, 2011)

Η τοπογραφία, η πολεοδομία και η χωροταξία για την δημιουργία και ενημέρωση χαρτών, κτηματολογικές εφαρμογές, αστική χαρτογράφηση, παράνομες κατασκευές, δημιουργία ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας, σχεδιασμό και παρακολούθηση πόλεων κ.α. Π.χ. χρήση UAV σε κτηματολογικές εφαρμογές στην Βέρνη και την Ζυρίχη. (Manyoky, 2011)

Για περιβαλλοντικές αποτυπώσεις όπου γρήγορες και χαμηλού κόστους πτήσεις με UAV, επιτρέπουν την παρακολούθηση του εδάφους και των υδατικών πόρων σε διαδοχικές περιόδους με σκοπό την εξαγωγή κρίσιμων συμπερασμάτων για την προστασία του περιβάλλοντος. Π.χ. χρήση UAV, σε μελέτη για την τηλεπισκόπηση κατολισθήσεων, σε παραγωγή τοπογραφικών χαρτών σε περιοχές που πλήττονται από ακραία καιρικά φαινόμενα. (Isola I, 2013)

Η συγκοινωνιολογία για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, την εκτίμηση χρονικών αποστάσεων και φόρτων κυκλοφορίας, καθώς και την επίβλεψη έργων αυτού του τομέα. Π.χ. χρήση εναέριων μη επανδρωμένων συστημάτων στην κατασκευή σιδηροδρόμου. (Karas, 2015)

1.1.2 Κατηγορίες MEA- UAV

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα αποτελούνται από τρία κύρια μέρη. Πρώτον, την πλατφόρμα εξάρτησης του αισθητήρα, που με την πάροδο του χρόνου έχει εξελιχθεί αισθητά και προσαρμόσκει με τις τεχνολογικές εξελίξεις της εποχής. Πλατφόρμες εξάρτησης αισθητήρων αποτελούν τα μπαλόνια, οι χαρταετοί αλλά και τα αεροσκάφη όπως αεροπλάνα, ελικόπτερα και drones.

Τα μη επανδρωμένα εναέρια αεροσκάφη (UAV) συνήθως κατηγοριοποιούνται, με βάση την ικανότητα να φέρουν εις πέρας μια «αποστολή» ή το μέγεθος των εναέριων οχημάτων. Ωστόσο, είναι πιθανό να χρειασθεί ο συνδυασμός περισσότερων τύπων εναέριων οχημάτων, προκειμένου να ολοκληρωθεί μια έρευνα.

Έτσι, η κατηγοριοποίηση αυτών, αντιμετωπίζει δυσκολίες καθώς τα «όρια» που τίθενται μεταξύ τους δεν είναι σαφώς πάντα καθορισμένα, και μπορεί να υπάρξουν επικαλύψεις. Μια κατηγοριοποίηση που προκύπτει είναι η εξής: (Austin, 2010)

Κατηγορία	Εμβέλεια (km)	Ύψος Πτήσης (m)	Διάρκεια πτήσης (h)	Μάζα (kg)
MUAV	<10	150 ή 250 ή 300	< 2	25 ή 30 ή 150
MAV	<10	250	1	<5
Close Range UAV	10-30	3000	2-4	25-150
TUAV- Medium range	70-200	5000	6-10	150-500
HALE	>2000	>15000	24-48	2500-5000
MALE	>500	5000-15000	>24	1000-1500

Εικόνα 2 Κατηγορίες των UAVs

Τα UAVs, κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, βάσει του μεγέθους, του βάρους καθώς και των δυνατοτήτων διάρκειας πτήσης τους. Αρχικά τα τακτικά UAVs (tactical), όπου συνήθως είναι μικρού ή μεσαίου μεγέθους, το υψόμετρο πτήσης ανέρχεται στα 500 χιλιόμετρα, η διάρκεια πτήσης τους από λίγα λεπτά μέχρι και 2 ημέρες, και τέλος η μάζα του συστήματος φτάνει έως 1000 κιλά. Επόμενη κατηγορία αποτελούν τα στρατηγικά UAVs (strategical), στην οποία περιλαμβάνονται συστήματα που το υψόμετρο τους υπερβαίνει τα 20.000 μέτρα και η διάρκεια πτήσης τους φτάνει τις 4 ημέρες. Τέλος, τρίτη και τελευταία κατηγορία, αποτελούν τα UAVs ειδικών διεργασιών (special tasks), όπου περιλαμβάνει μη επανδρωμένα αυτόνομα μαχητικά αεροσκάφη. (Remondino, 2011)

Επίσης, τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα UAV μπορούν να καταναμηθούν εκ νέου σε κατηγορίες, βάσει των κύριων χαρακτηριστικών των αεροσκαφών. Τέτοιου είδους χαρακτηριστικά σύμφωνα με τον Eisenbeiss (2009), μπορούν να θεωρηθούν εάν τα αεροσκάφη χρησιμοποιούν σταθερά ή περιστρεφόμενα πτερύγια, αν είναι βαρύτερα ή ελαφρύτερα από τον αέρα, και ακόμα αν τροφοδοτούνται ηλεκτρικά ή όχι. Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα πίνακας με την ταξινόμηση των υπαρχόντων UAVs, τα οποία χρησιμοποιούνται σε φωτογραμμετρικές εφαρμογές.

	Ελαφρύτερα από τον αέρα	Βαρύτερα του αέρα		
		Ευέλικτων πτερυγίων	Σταθερών πτερυγίων	Περιστρεφόμενων πτερυγίων
Μη τροφοδοτούμενα	Μπαλόφι	Αιωρόπτερο	Ανεμόπτερα	Χαρταετός με ρότορα
		Παραπέντε		
		Χαρταετοί		
Τροφοδοτούμενα	Αερόπλοιο	Παραπέντε	Προπέλα	Με ένα ρότορα
			Μηχανοκίνητα	Με δύο ρότορες-ομοαξονικά
				Με τέσσερις ρότορες
				Με πολλούς ρότορες

Εικόνα 3 Ταξινόμηση των UAVs με βάση την τροφοδοσία τους

Όσον αφορά τις μεθόδους πτήσης, τα μη εναέρια οχήματα διακρίνονται εκ νέου στις εξής κατηγορίες:

Χειροκίνητης λειτουργίας πτήσης (Manual Flight Mode), όπου ο βαθμός ελευθερίας του συστήματος ελέγχεται εξ αποστάσεως από τον χειριστή.

Ημιαυτόνομης ή υποβοηθούμενης λειτουργία πτήσης (Semi-automated or assisted), όπου ο χειριστής του οχήματος μπορεί να το ελέγξει μέσω μακροεντολών. Η υποβοηθούμενη λειτουργία απλοποιεί τον χειρισμό του UAV, δεδομένου ότι το σύστημα έχει σταθεροποιηθεί και ο χειριστής αναλαμβάνει μόνο την ευθύνη για την καθοδήγηση του με βάση το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης.

Αυτόνομης λειτουργίας πτήσης (Autonomous Flight Mode), όπου πλέον η δουλειά του χειριστή-πιλότου αντικαθίσταται από ένα αυτόματο σύστημα πλοήγησης το οποίο ακολουθεί ένα προκαθορισμένο ίχνος πτήσης. (Eisenbeiss, 2009)

Δεύτερο βασικό «τμήμα» των UAV αποτελούν οι αισθητήρες του συστήματος, και κυρίως οι εικονοληπτικοί, το μέρος με βάση το οποίο συλλέγονται τα δεδομένα. Οι αισθητήρες όπως και οι πλατφόρμες, ακολουθούν τις τεχνολογικές ανάγκες της εκάστοτε εποχής. Έτσι από τις

αναλογικές κάμερες περάσαμε στις ψηφιακές με σκοπό τη αποκόμιση βέλτιστων ποιοτικά εικόνων.

Πιο αναλυτικά, αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα UAV διακρίνονται στους εικονοληπτικούς αισθητήρες και στους αισθητήρες πλοήγησης. Η επιλογή του κατάλληλου εικονοληπτικού αισθητήρα, ώστε να εξοπλίσει το σύστημα εξαρτάται από το ωφέλιμο φορτίο της πλατφόρμας, καθώς και από τις απαιτήσεις της έρευνας που πρέπει να ολοκληρωθεί. Πρόσφατα, με την βοήθεια της τεχνολογικής εξέλιξης χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, ποικίλων format, σε αντιστοιχία με τις ανάγκες της έρευνας και της ποιότητας των δεδομένων.

Σημαντικό ρόλο στην λειτουργία ενός συστήματος UAV έχουν οι αισθητήρες πλοήγησης. Η πιο δημοφιλής μέθοδος προσδιορισμού θέσης και πλοήγησης είναι η χρήση του GPS, καθώς και συστημάτων INS, τα οποία βοηθούν στην πλοήγηση αξιοποιώντας αισθητήρες κίνησης, επιταχυνσιόμετρα και γυροσκοπία που υπολογίζουν κάθε στιγμή τη θέση, τον προσανατολισμό και την ταχύτητα του μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος.

Τρίτο βασικό «τμήμα» των UAV συστημάτων αποτελεί ο σταθμός εδάφους, όπου είναι στην ουσία το κέντρο ελέγχου της πτήσης του οχήματος, ο οποίος διευκολύνει το χειρισμό, την παρακολούθηση και την αξιοποίηση των πληροφοριών που παρέχονται από τα UAVs. Οι επίγειοι σταθμοί ελέγχου των UAV ποικίλλουν, από απλά συστήματα με την μορφή τηλεχειριστήριων μέχρι σύνθετες μονάδες κατάλληλα εξοπλισμένες, που έχουν δυνατότητες, όπως η παρακολούθηση των λήψεων σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος, οι διασυνδέσεις μεταξύ των υποσυστημάτων του UAVs είναι μείζονος σημασίας. Στοχεύουν στην καλύτερη λειτουργία του συστήματος, ώστε με τη σωστή «συνεργασία» να επιτευχθεί η καλύτερη απόδοση στο σύνολο του. (Eisenbeiss h. , 2009)

1.2 Ορολογία εναέριων αποτυπώσεων

Αεροφωτογραφία

Ως αεροφωτογραφία χαρακτηρίζεται γενικά οποιαδήποτε φωτογραφία της γήινης επιφάνειας (ξηράς ή θάλασσας) που έχει ληφθεί από αέρος, δηλαδή από πτητικό μέσο. Ανάλογα της διεύθυνσης του σημείου λήψης προς τον ορίζοντα αυτή διακρίνεται σε κατακόρυφη, κεκλιμένη και πλάγια αεροφωτογραφία.

Photogrammetry (Φωτογραμμετρία)

Η επιστήμη της λήψης μετρήσεων από φωτογραφίες, συνήθως εκείνες που λαμβάνονται από τον αέρα.

Orthomosaic (Ορθομωσαϊκό)

Μια αεροφωτογραφία διορθωμένη για τοπογραφικό ανάγλυφο, κλίση της κάμερας και παραμορφώσεις του φακού της κάμερας έτσι ώστε η κλίμακα της εικόνας να είναι ομοιόμορφη στο σύνολό της.

NIR Near Infrared (Εγγύς υπέρυθρο)

Ένα φάσμα φωτός (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) που είναι ελαφρώς πάνω από το μήκος κύματος του ορατού φωτός. Το φως NIR που αντανακλάται από ένα φυτό μπορεί να είναι ένας δείκτης για το πόσο υγιές είναι. Ειδικές κάμερες NIR, πολυφασματικές ή τροποποιημένες RGB απαιτούνται για την απόκτηση αυτών των δεδομένων.

Το υπέρυθρο IR είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή φως με μικρότερο μήκος κύματος (υψηλότερη συχνότητα) από το εγγύς υπέρυθρο. Τα πλεονεκτήματα του IR είναι ότι μπορεί να ανιχνεύσει θερμότητα.

Thermography (Θερμογραφία)

Είναι η απεικόνιση του υπέρυθρου φάσματος του φωτός. Μια τέτοια εικόνα καταγράφει εστίες θερμότητας στους χάρτες και χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικές εφαρμογές. Η ζήτηση για θερμογραφικές υπηρεσίες φαίνεται να αυξάνει και αποτελεί μια νέα πηγή εσόδων για πιλότους ΣμηΕΑ.

Point Cloud

Το Σύννεφο Σημείων (σε ελεύθερη μετάφραση) είναι το σύνολο των σημείων ή συντεταγμένων που αποτυπώνονται στην επιφάνεια ενός αντικειμένου. Αυτή η συλλογή σημείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου μιας περιοχής ή ενός αντικειμένου. Σύννεφα σημείων προέρχονται συχνά από φωτογραμμετρικά δεδομένα και δεδομένα LIDAR.

Relative Accuracy (Σχετική ακρίβεια)

Όσον αφορά τη χαρτογράφηση, η σχετική ακρίβεια αναφέρεται στο πόσο ακριβές είναι ένα σημείο σε έναν χάρτη σε σχέση με άλλα σημεία του ίδιου χάρτη. Αυτό σημαίνει ότι αν δύο σημεία σε ένα χάρτη βρίσκονται σε απόσταση X cm σε ένα χάρτη, θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση X cm και στον πραγματικό κόσμο.

Absolute Accuracy (Απόλυτη ακρίβεια)

Απόλυτη ακρίβεια αναφέρεται στην ακρίβεια ενός σημείου που σχετίζεται με τις συντεταγμένες στον πραγματικό κόσμο. Απόλυτη ακρίβεια σημαίνει ότι ένα σημείο σε ένα χάρτη πρέπει να ταιριάζει με τις πραγματικές συντεταγμένες του GPS.

Resolution (Ανάλυση)

Ανάλυση είναι το επίπεδο λεπτομέρειας ενός χάρτη. Αυτό συχνά μετράτε σε cm/pixel, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε pixel θα ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα X εκατοστά (cm) στο χάρτη.

(Dukowitz, 2017)

1.3 Λογισμικά επεξεργασίας αεροφωτογραφιών

Με την πάροδο των χρόνων έχουν αναπτυχθεί πολλά λογισμικά επεξεργασίας αεροφωτογραφιών. Τέτοια προγράμματα είναι το Agisoft PhotoScan, Recap, ArcGIS Drone2Map, ContextCapture, DroneDeploy. Παρακάτω δίνονται κάποιες βασικές πληροφορίες για αυτά τα προγράμματα. Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιούνται σε πρακτικό κομμάτι και γίνεται πιο λεπτομερής παρουσίαση του Pix4D και του DroneDeploy.

- Το **Drone2Map** είναι λογισμικό της πλατφόρμας ArcGIS, η ανάπτυξη του οποίου βασίζεται στη Pix4D, το οποίο δίνει την δυνατότητα μέσα από την επεξεργασία καταγραφών drone, της δημιουργίας γεωγραφικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, δίνει την δυνατότητα δημιουργίας υψηλής ποιότητας 2D και 3D προϊόντων όπως ορθομωσαϊκά, νέφη σημείων, 3d meshes, ισοϋψείς καμπύλες, DSM κ.α., επισκόπησης και ελέγχου αντικειμένων σε 360° καθώς και προσφέρει εργαλεία εντοπισμού μεταβολών όταν υπάρχει ιστορικότητα λήψεων. Ως λογισμικό, το Drone2Map χρησιμοποιείται σε εφαρμογές σχετικές με την παρακολούθηση, την ανάλυση της γήινης επιφάνειας, τον έλεγχο καθώς και την επιθεώρηση. (arcgis, 2020)
- Το λογισμικό **Agisoft PhotoScan** αποτελεί ένα εργαλείο που απευθύνεται σε επαγγελματίες που ασχολούνται με το πεδίο της φωτογραμμετρίας. Η *Agisoft LLC* είναι η εταιρία παραγωγής με έδρα την Ρωσία. Μέσω του εργαλείου αυτού εφαρμόζεται η φωτογραμμετρική διαδικασία /μεθοδολογία ακολουθώντας μια σειρά από εντολές και η απόδοση του τρισδιάστατου περιβάλλοντος γίνεται χρησιμοποιώντας φωτογραφίες. Το λογισμικό επιτρέπει την επεξεργασία οπτικών (RGB) και πολυφασματικών εικόνων, οι οποίες μπορεί να προέρχονται τόσο από μονό δέκτη/φακό όσο και από σύστημα πολλαπλών δεκτών/φακών με μέγιστη ακρίβεια μέχρι 3cm (για εναέριες λήψεις) και μέχρι 1mm (για κοντινές λήψεις). Αποτελώντας ένα από τα πιο γνωστά φωτογραμμετρικά λογισμικά, το Agisoft PhotoScan πλέον χρησιμοποιείται σε πολλές βιομηχανίες για επεξεργασία 3D περιβάλλοντων, από την ανάπτυξη οπτικών εφέ σε κινηματογραφικές ταινίες και ανάπτυξη βιντεοπαιχνιδιών μέχρι τοπογραφικές αποτυπώσεις μνημείων σε Αρχαιολογία και Πολιτιστική κληρονομιά. (Fayad, 2019)
- Το **Context Capture** είναι ένα πληρέστατο λογισμικό φωτογραμμετρικής επεξεργασίας και 3D μοντελοποίησης. Το λογισμικό φωτογραμμετρίας ContextCapture ενσωματώνει ένα μοναδικό αλγόριθμο

βελτιστοποίησης του τρισδιάστατου μοντέλου, που διασφαλίζει την ορθή τοποθέτηση των κορυφών των τριγώνων. Προσφέρει μεγάλη λεπτομέρεια και ακμές ακριβείας, βελτιώνοντας έτσι αισθητά τη γεωμετρία των αντικειμένων. Είναι απλούστατο στην χρήση, δεν απαιτείται καμία γνώση και παράγει μοντέλα με λίγα κλικ. (Neo, 2020)

- Η **DroneDeploy**, εταιρεία ηγέτης στον τομέα, είναι μια εταιρεία που εδρεύει στο Σαν Φρανσίσκο και ιδρύθηκε μόλις το **2013**. Το λογισμικό της παράγει φωτογραμμετρικά δεδομένα και αναλύει πληροφορίες που συλλέγουν τα ΣμηΕΑ. Προσφέρει απομακρυσμένη επεξεργασία δεδομένων στο cloud (σύννεφο) και υποστηρίζει όλη τη σειρά drones της DJI. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το DroneDeploy για να κάνετε ορθομωσικά, ψηφιακά μοντέλα εδάφους, να συλλέξετε δεδομένα NDVI και να δημιουργήσετε μοντέλα 3D. Οι βιομηχανίες-στόχοι του Drone Deploy περιλαμβάνουν τις κατασκευές, **τη γεωργία** και την τοπογραφία.

Το Drone Deploy είναι ιδανικό για όσους χρειάζονται ένα σύστημα που είναι εύκολο στη χρήση, αλλά και με δυνατά χαρακτηριστικά. Ένα από τα μοναδικά προϊόντα τους είναι η εφαρμογή **Field Scanner**, η οποία επιτρέπει στους αγρότες να δημιουργούν χάρτες σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια μιας πτήσης και να έχουν γρήγορη πρόσβαση σε χάρτες NDVI - όλα χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο. Το app market της Drone Deploy σας επιτρέπει να χρησιμοποιείτε την εφαρμογή σε συνδυασμό με εφαρμογές τρίτων όπως το Autodesk, το Airmap, το Kittyhawk, το Agremo και πολλά άλλα.

Το Drone Deploy προσφέρει τόσο μια δωρεάν έκδοση της εφαρμογής, όπως επίσης επαγγελματικά & επιχειρηματικά πακέτα. (Dukowitz, 2017)

- Το **Pix4D** είναι μια ελβετική εταιρεία που προσφέρει μια σειρά φωτογραμμετρικού λογισμικού. Αυτό το λογισμικό είναι αρκετά βαρύ αλλά έχει εκτεταμένες δυνατότητες. Υπάρχουν συγκεκριμένες εκδόσεις που επικεντρώνονται στη χαρτογράφηση (Pix4DMapper), την κατασκευή (Pix4Dbim), τη γεωργία (Pix4Dag) και την τρισδιάστατη μοντελοποίηση (Pix4Dmodel).

Το Pix4D διαθέτει επίσης μια εφαρμογή για κινητά (PIX4DCapture) για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας χαρτογράφησης με συμβατότητα, τόσο με drones DJI αλλά και με drones Parrot. Μπορείτε να επεξεργαστείτε τα δεδομένα σας είτε τοπικά χρησιμοποιώντας το δικό σας υπολογιστή είτε απομακρυσμένα (cloud) μέσα από τη σχετική υπηρεσία που προσφέρει η εταιρεία.

Ένα πράγμα που είναι σημαντικό αναφορικά με το Pix4D είναι η τιμή του. Ενώ υπάρχει διαθέσιμη μια δωρεάν δοκιμή, οι άδειες κοστίζουν αρκετές εκατοντάδες ευρώ το μήνα ή μερικές χιλιάδες ευρώ για μια διαρκή άδεια, έτσι λοιπόν είναι

δύσκολο από μια μικρομεσαία επιχείρηση να μπορεί να το αποκτήσει και να αξιοποιήσει τις δυνατότητες του.

Σε γενικές γραμμές το Pix4D είναι γνωστό ως μία από τις πιο σημαντικές επιλογές σε λογισμικό χαρτογράφησης στη βιομηχανία drone. Όλες οι επί μέρους εκδόσεις περιέχουν πληθώρα εργαλείων χαρτογράφησης. Είναι ένα ισχυρό εργαλείο για έμπειρους ανθρώπους στον τομέα της τοπογραφίας, των κατασκευών, των πολιτικών μηχανικών, της γεωργίας και άλλων βιομηχανιών. (Dukowitz, 2017)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΤΗΣΗΣ UAV eMotion

Η εναέρια αποτύπωση, λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων των τελευταίων ετών, αποτελεί ένα από τα αντικείμενα της Τηλεπισκόπησης και της Φωτογραμμετρίας, το οποίο έχει γνωρίσει ιδιαίτερη «άνθιση». Η μέθοδος αυτή προσφέρει μαζικά γεωγραφική πληροφορία, από εικόνες τραβηγμένες από μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα (UAVs), σε μικρό χρονικό διάστημα. Η γρήγορη αυτή συλλογή εικόνων από UAVs, η επεξεργασία τους με κατάλληλα λογισμικά, καθώς και η ακρίβεια η οποία προσφέρουν, καθιστούν την εναέρια αποτύπωση σημαντική στην αποτύπωση του χώρου.

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το λογισμικό χρήστη eMotionAg. Το e MotionAg χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα MARS του πανεπιστημίου δυτικής Μακεδονίας που έχει ως αντικείμενο την έξυπνη γεωργία με drones. Το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει όλες τις δυνατότητες για την οργάνωση και τον έλεγχο μιας πλήρους αυτόνομης πτήσης καθώς και όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την συλλογή διαφόρων δεδομένων και πληροφοριών.

Το eMotion Ag είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού που επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάσει τις αποστολές, με ή χωρίς σύνδεση με το drone, και να αλληλοεπιδρά με αυτό.

Με σύνδεση eMotion Ag's wireless με το senseFly drone μπορεί, για παράδειγμα, να παρακολουθεί τη θέση του drone, την πρόοδο της πτήσης και στείλει εντολές. Η κάλυψη, τα ίχνη φωτογραφιών και οι διαδρομές πτήσης που εμφανίζονται στο eMotion Ag είναι μια αντανάκλαση των δεδομένων που περιέχονται στον αυτόματο πιλότο του drone. Εάν η σύνδεση με το eMotion Ag και το drone χαθεί στιγμιαία, το drone μπορεί να συνεχίσει την αποστολή, λήψη φωτογραφιών όπως έχει προγραμματιστεί. Η επιστροφή στο σπίτι και τη γη γίνονται όλα πλήρως αυτόνομα.



Εικόνα 4 eMotionAg

2.1 Αρχικό μενού

Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση του λογισμικού το πρώτο πράγμα που εμφανίζεται είναι η welcome screen που παρέχει τις εξής δυνατότητες.

- **New mission(Νέα αποστολή)**

Επιλέξτε τα drone και τις κάμερες για την αποστολή από τις επιλογές Select drones και Select cameras.

- **Load mission(Φόρτωση αποστολών)**

Μπορείτε να ανοίξετε αρχεία αποστολής (.mis) από εδώ. Μπορείτε επίσης να ανοίξετε την τελευταία αποστολή στην οποία εργαστήκατε.


- **Import field(Είσαγωγή πεδίων)**

Εισάγεται έτοιμες αποστολές και σχέδια πτήσης από ολοκληρωμένες βάσεις όπως το Farm Management Information Systems (FMISs)



Εικόνα 5 The welcome screen

2.1.1 Καρτέλες λειτουργίας

 **Mission** (Αποστολή)

Προγραμματίστε τις αποστολές σας, ορίστε παραμέτρους απογείωσης / προσγείωσης, την περιοχή εργασίας σας και δράσεις ασφάλειας.



Postflight (Μετά την πτήση)

Επεξεργαστείτε τις φωτογραφίες και τα δεδομένα πτήσης σας.



Updater(Ανανέωση)

Ενημερώστε το υλικολογισμικό του drone σας.



Logbook(Ημερολόγιο)

Δείτε τα αρχεία καταγραφής πτήσης του drone σας.



Options(Επιλογές)

Ορίστε συνολικές επιλογές για το eMotion Ag



Help(Βοήθεια)

Περιηγηθείτε στα εγχειρίδια χρήσης του drone και του eMotion Ag.



Fullscreen(Επέκταση οθόνης)

Κάντε κλικ για εναλλαγή του eMotion Ag σε λειτουργία πλήρους οθόνης. Κάντε κλικ ξανά για έξοδο από την συγκεκριμένη λειτουργία.



Connect(Σύνδεση)

Κάντε κλικ για να συνδέσετε το eMotion Ag με ένα drone. Κάντε ξανά κλικ στο για να αποσυνδεθείτε.

2.1.2 Κύρια διεπαφή παρακολούθησης και ελέγχου πτήσης

Η έξοδος από την οθόνη υποδοχής(welcome screen) σας μεταφέρει στο κύριο μενού παρακολούθησης πτήσεων του eMotion Ag.

Το οποίο περιλαμβάνει τα ακόλουθα πεδία όπως στον παρακάτω πίνακα.

Main Viewer (Κύρια οθόνη)	Εδώ εμφανίζει την θέση του drone καθώς και την οθόνη οργάνων του drone.
Toolbar (Γραμμή εργαλείων)	Η επιλογή αυτή δίνει την δυνατότητα ελέγχου του περιεχομένου του main viewer. Κατά την προβολή του χάρτη ο χρήστης μπορεί να βρει κουμπιά σε αυτή τη γραμμή

	εργαλείων που ελέγχουν τα επίπεδα πτήσης το χάρτη πληροφορίες σχετικά με την πτήση και άλλες επιλογές που εμφανίζονται σχετικά με τον χάρτη.
Control Bar(Γραμμή ελέγχου)	Η επιλογή αυτή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δώσει εντολές κατά την διάρκεια της πτήσης που έχουν να κάνουν καθαρά με τα τεχνικά στοιχεία της πτήσης.
Left-hand, Mission panel(Αριστερά, οθόνη αποστολής)	Δίνετε η επιλογή του πίνακα Mission για το σχεδιασμό αποστολής drone και τον καθορισμό των παραμέτρων αυτής.
Briefing(Ενημέρωση)	Χρησιμοποιείτε για τον καθορισμό περιοχής εργασίας για πρόγνωση του καιρού καθώς και προσανατολισμού της κατεύθυνσης του ανέμου.
Take-off/landing(Απογείωση/Προσγείωση)	Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει τοποθεσίες απογείωσης και προσγείωσης.
Fields(Πεδία)	Παρέχει την δυνατότητα προγραμματισμού αυτόνομης πτήσης.
Safety parameters(Παράμετροι ασφαλείας)	Εάν στο drone συμβεί κάτι απροσδόκητο χρησιμοποιείτε για να μπορέσει ο χρήστης να ρυθμίσει την συμπεριφορά του drone.
Right-hand, Drone panel(Δεξιά, οθόνη drone)	Σε αυτό το σημείο εμφανίζονται πληροφορίες που έχουν να κάνουν με τον έλεγχο των καμερών και των παραμέτρων του drone.
Flight Monitoring(Παρακολούθηση)	Χρησιμοποιείτε για την παρακολούθηση

πτήσης)	του drone κατά την διάρκεια της πτήσης.
Cameras(Κάμερες)	Δίνει στον χρήστη την ευκαιρία να ελέγχει τις κάμερες και τις γωνίες λήψης των φωτογραφιών
Parameters(Παράμετροι)	Αυτή η καρτέλα δίνει τη δυνατότητα προβολής και διαμόρφωσης των παραμέτρων του drone.

Εικόνα 6 Πίνακας επιλογών παρακολούθησης και ελέγχου πτήσης



Εικόνα 7 Οθόνη παρακολούθησης πτήσης

2.1.3 Γραμμή εργαλείων

Η γραμμή ελέγχου εμφανίζεται όταν το λογισμικό συνδεθεί με drone. Τα κουμπιά της γραμμής ελέγχου χρησιμοποιούνται για να σταλθούν εντολές στο drone. Μπορούν να προστεθούν επιπλέον κουμπιά ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη. Ορισμένα κουμπιά είναι ενεργά μόνο όταν απαραίτητο ή κατάλληλο.

Κατά τη διάρκεια μιας πλήρως αυτόνομης πτήσης, το drone θα ελέγχει το ίδιο την πτήση του, από την απογείωση έως την προσγείωση και δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί κανένα από τα κουμπιά ελέγχου. Αυτά μπορούν να είναι χρήσιμα σε απρόσμενες καταστάσεις. Χρησιμοποιήστε τον προσομοιωτή για να ελέγξετε τα εφέ των κουμπιών στο drone.

WARNING	GO TO HOME	GO TO START	HOLD	RESUME MISSION	START MISSION	RESTART FIELD	GO LAND	ABORT LANDING	LAND NOW Click 3x
WARNING/ ACK. WARNING/ CRITICAL FAILURE	Αναγνωρίζει μια προειδοποίηση εάν αυτή έχει προκληθεί								
GO TO HOME	Στείλε το drone στο σπίτι όπου θα περιμένει νέα εντολή.								
GO TO START	Στείλε το drone στην αρχή όπου θα περιμένει για νέα εντολή								
HOLD	Πείτε στο drone να κάνει κύκλους στην συγκεκριμένη τοποθεσία μέχρι να έρθουν νέες εντολές								
RESUME MISSION	Στείλε το drone στο τελευταίο σημείου από όπου έχει διακοπεί μια αποστολή και συνέχισε την από εκεί.								
START MISSION	Στείλε το drone στην αρχή της αποστολής και ξεκίνα την αποστολή								
RESTART FIELD	Στείλε το drone στη αρχή της τοποθεσίας της αποστολής και επανεκκίνησέ την								
GO LAND	Στείλε το drone στο σημείο προσγείωσης και προσγείωσε το								
ABORT LANDING	Ματαιώση της τρέχουσας προσγείωσης								
LAND NOW Click 3x	Άμεση προσγείωση στην τρέχουσα τοποθεσία								

Εικόνα 8 Πίνακας επιλογών γραμμής εργαλιών

2.2 Προειδοποιήσεις και κρίσιμες αποτυχίες

Εάν το drone κατά την διάρκεια της πτήσης ανιχνεύσει κάποιο πρόβλημα τότε μπορεί να κάνει μια από τις ακόλουθες επιλογές.

-Προειδοποίηση και εάν είναι απαραίτητο εκτελεί αυτόματα μια ενέργεια ασφαλείας.

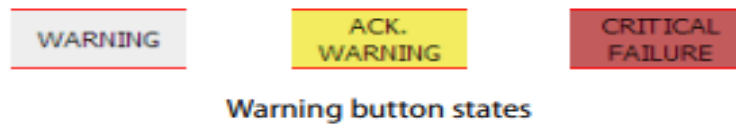
-Σηματοδοτεί μια κρίσιμη αποτυχία

Προειδοποιήσεις γίνονται όταν εντοπιστεί μια επικίνδυνη η απροσδόκητη κατάσταση για παράδειγμα μια χαμηλή μπαταρία η ισχυροί άνεμοι. Εάν το drone προειδοποιεί τότε η ένδειξη του WARNING στη γραμμή ελέγχου γίνεται κίτρινη και εμφανίζει την ειδοποίηση ACK

WARNING. Πατώντας ο χρήστης σε αυτό το κουμπί του εμφανίζεται το πρόβλημα που εντοπίστηκε και τον καθοδηγεί για το τι ενέργειες πρέπει να ακολουθήσει.

Κρίσιμες αποτυχίες συμβαίνουν όταν η ικανότητα του drone να πετάξει έχει παραβιαστεί σε μεγάλο βαθμό δηλαδή εάν έχουμε άδεια μπαταρία η κάποια άλλη σοβαρή βλάβη.

Εάν προκύψει μια κρίσιμη αποτυχία το drone εκτελεί αμέσως μια αυτόνομη προσγείωση έκτακτης ανάγκης και η ένδειξη στο κουμπί γίνεται κόκκινη.



Εικόνα 9 Κουμπιά εκτάκτων καταστάσεων

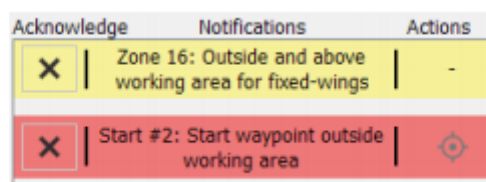
2.2.1 Ειδοποιήσεις και ενέργειες

Οι ειδοποιήσεις εμφανίζονται στο κάτω μέρος των αριστερά στον Πίνακα αποστολής όταν κάποιο μέρος του το σχέδιο πτήσης έχει πρόβλημα. Οι ειδοποιήσεις διαχωρίζονται από τα βέτο, τις προειδοποιήσεις και τις κρίσιμες αποτυχίες που εμφανίζονται στη γραμμή ελέγχου.

Υπάρχουν 3 επίπεδα ειδοποιήσεων:

Χρώμα	Επίπεδο	
ΜΠΛΕ	Advisory	Υπενθύμιση. Κάτι που πρέπει να κάνετε ή να γνωρίζετε
ΚΙΤΡΙΝΟ	Caution	Ένα ζήτημα που θέτει σε κίνδυνο την αποστολή ή το drone
ΚΟΚΚΙΝΟ	Critical	Ένα ζήτημα που θα προκαλέσει αποτυχία αποστολής ή/και συντριβή

Εικόνα 10 Πίνακας επιπέδων ειδοποιήσεων



Εικόνα 11 Οθόνη ειδοποιήσεων

Ορισμένες ειδοποιήσεις έχουν μια αυτόματη λύση. Εάν ενεργοποιηθεί αυτή η λύση το eMotion Ag θα επιλύσει αυτόματα το πρόβλημα. Εάν εκτελεστεί μια λύση που επιλύει μια

ειδοποίηση, το eMotion Agwill καταργεί αυτήν την ειδοποίηση από τη λίστα. Κάντε κλικ στην επιλογή Αποδοχή για απόκρυψη ειδοποίησης Αυτό δεν επιλύει τη ειδοποίηση.

2.2.2 Συντομεύσεις πληκτρολογίου

Το eMotionAg προσφέρει κάποιες συντομεύσεις πληκτρολογίου οι οποίες είναι

Ctrl + k	Σύνδεση με drone
Ctrl + Shift + k	Αποσύνδεση από τον drone
Ctrl + t	Αυτόματοι χάρτες στο drone
Space	Ματαίωση προσγείωσης

Εικόνα 12 Πίνακας συντομεύσεων πληκτρολογίου

2.3 Διαδικασία προετοιμασίας πτήσης

Συνθήκες ανέμου και καιρού κατά την πτήση

Το eMotion Ag διαθέτει ολοκληρωμένο σύστημα πρόβλεψης καιρού. Όταν τοποθετείτε ή μετακινείτε την περιοχή εργασίας σας, το eMotion Ag εμφανίζει το τρέχον καιρό και η πρόβλεψη για αυτήν την τοποθεσία υπάρχει στα αριστερά, στο πλαίσιο Mission και ορίζει τον εκτιμώμενο άνεμο αποστολής στις τρέχουσες συνθήκες (ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου).

Το κινούμενο drone στο χάρτη στην κύρια προβολή δείχνει τη ζωντανή θέση του. Ένα βέλος υποδεικνύει την κατεύθυνση του ανέμου όπως μετριέται από το drone. Το μέγεθός του διαφέρει ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Στον Πίνακα κατάστασης που ακολουθεί το drone εμφανίζει βασικές πληροφορίες πτήσης, συμπεριλαμβανομένων φόρτιση μπαταρίας, χρόνος πτήσης και υψόμετρο που έχουν παρέλθει.

Εάν το drone είναι εκτός χάρτη, το πλαίσιο κατάστασης εμφανίζεται στο πλάι του χάρτη.

Κάντε κλικ στο drone στο χάρτη για να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί ο πίνακας κατάστασης.



Εικόνα 13 Οθόνη κατάστασης ανέμου

2.3.1 Δεδομένα ανύψωσης στο eMotion Ag

Το eMotion Ag παρέχει βελτιωμένα δεδομένα ανύψωσης SRTM.

Όταν ξεκινήσει για πρώτη φορά, το eMotion Ag θα κατεβάσει αυτόματα τα δεδομένα ανύψωσης SRTM από τους διακομιστές του senseFly και θα τα αποθηκεύσει τοπικά έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εκτός σύνδεσης. Υπάρχουν αρκετοί διακομιστές σε όλο τον κόσμο.

Η επιλογή του πλησιέστερου διακομιστή θα βελτιώσει την ταχύτητα που φορτώνουν τα δεδομένα ανύψωσης. Απαγορεύεται να σχεδιαστεί μια αυτόνομη πτήση χωρίς δεδομένα ανύψωσης.

Για πρόσβαση στα δεδομένα ανύψωσης πρέπει να γίνουν οι εξής ενέργειες.

1. Στην καρτέλα Options, επιλέξτε τον πλησιέστερο διακομιστή από την καρτέλα Elevation data.
2. Επανεκκινήστε το eMotion Ag

Με την ενσωμάτωσή του στο AirMap, το eMotion Agcan δείχνει αν κινδυνεύει η πτήση να πραγματοποιηθεί κοντά στα ακόλουθα:

- Σχολείο
- Αεροδρόμιο
- Νοσοκομείο
- Ελικοδρόμιο
- Ελεγχόμενη άγρια φύση
- Πάρκο εναέριου χώρου ειδικής χρήσης
- Φυλακή

Για να εμφανιστεί ένα επίπεδο AirMap θα πρέπει να ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία. Στο μενού Εμφάνιση / απόκρυψη επιπέδων στη γραμμή εργαλείων, κάντε κλικ στο επίπεδο που θέλετε να εμφανίσετε.

Μια επιλογή εμφανίζεται στη λίστα δίπλα στα επίπεδα που είναι ενεργοποιημένα αυτήν τη στιγμή. Ένα εργαλείο AirMap εμφανίζεται στην κάτω δεξιά γωνία του χάρτη. Για να απενεργοποιήσετε ένα επίπεδο, κάντε κλικ ξανά στο μενού Εμφάνιση / απόκρυψη επιπέδων στη γραμμή εργαλείων.

2.3.2 Εμφάνιση εναέριας κυκλοφορίας

Με έναν δέκτη uAvionix PingUSB ADS-B / UAT συνδεδεμένο στον υπολογιστή σας, το eMotion Ag μπορεί να εμφανίσει στο Main Viewer και να ειδοποιήσει για την κατάσταση της εναέριας κυκλοφορίας στην περιοχή όπου θα γίνει η πτήση. Τα στοιχεία τα οποία εμφανίζει είναι τα εξής

- Μόνο αεροσκάφη που εκπέμπουν σήματα ADS-B / UAT στα 1090 MHz και 978 MHz μπορούν να ανιχνευθούν.
- Τα αεροσκάφη απέχουν περισσότερο από 15 χλμ. (9 μίλια) από την άκρη του χώρου εργασίας δεν εμφανίζονται.
- Αεροσκάφη που είναι πάνω από 2000 m (6500 ft) πάνω από το ανώτατο όριο του χώρου εργασίας δεν εμφανίζονται.
- Εάν το σήμα ενός αεροσκάφους δεν μπορεί να φτάσει στον δέκτη (για παράδειγμα, ο δέκτης είναι μέσα σε ένα όχημα ή κτίριο, ή δεν υπάρχει σαφής οπτική επαφή μεταξύ τους), δεν θα εμφανιστεί.



Εικόνα 14 Θόνη εμφάνισης εναέρις κυκλοφορίας

- **Αναγνωριστικό κυκλοφορίας(Traffic identifier)**

Το αναγνωριστικό που μεταδίδει ο πομπός ADS-B ή UAT του αεροσκάφους. Αυτό μπορεί να είναι ο αριθμός κλήσης, η ταυτότητα ή ο αριθμός εγγραφής

- **Διαχωρισμός υψομέτρου(Altitude separation)**

Η κάθετη απόσταση μεταξύ της κυκλοφορίας κάποιου άλλου ιπτάμενου αντικειμένου και του drone. Η θετική τιμή σημαίνει ότι η κίνηση είναι πάνω από το drone.

- **Συναγερμός(Alert)**

Υποδεικνύει το επίπεδο ειδοποίησης - κίτρινο όταν απαιτείται προσοχή, κόκκινο όταν υπάρχει η πιθανότητα σύγκρουσης.

- **Κίνηση (Traffic)**

Υποδεικνύει την τοποθεσία οποιουδήποτε άλλου ιπτάμενου αντικειμένου.

- **Ένδειξη ταχύτητας (Speed indicator)**

Το μήκος της λευκής γραμμής είναι η απόσταση στον χάρτη που θα έχει η κίνηση (με βάση την τρέχουσα ταχύτητα εδάφους) στα επόμενα 15 δευτερόλεπτα.

Το eMotion Ag θα αυξήσει επίσης μια ειδοποίηση εναέριας κυκλοφορίας βάσει όλων των ακόλουθων συνθηκών.

- **Διαχωρισμός (Separation)**

Πόσο μακριά, σε ευθεία γραμμή από το drone, είναι η κίνηση.

- **Κάθετος διαχωρισμός (Vertical separation)**

Πόσο πολύ πάνω ή κάτω από το drone είναι η κίνηση - ο κάθετος διαχωρισμός.

- **Χρόνος πριν από την πιθανή σύγκρουση (Time before possible collision)**

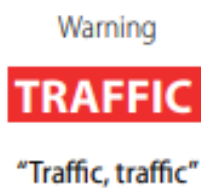
Πόση ώρα πριν θα συγκρούονταν αν γύριζαν ο ένας στον άλλο και διατήρησαν την ταχύτητά τους.

Υπάρχουν 2 επίπεδα προειδοποίησης εναέριας κυκλοφορίας, Προσοχή-Caution (κίτρινο) και Προειδοποίηση-Warning (κόκκινο):

- Εάν ο διαχωρισμός είναι μικρότερος από 3000m και ο κάθετος διαχωρισμός είναι μικρότερος από 300m και ο χρόνος πριν από πιθανή σύγκρουση είναι μικρότερος από 45 δευτερόλεπτα τότε εμφανίζεται



- Εάν ο διαχωρισμός είναι μικρότερος από 1000m και ο κάθετος διαχωρισμός είναι μικρότερος από 100m και ο χρόνος πριν από πιθανή σύγκρουση είναι μικρότερος από 15 δευτερόλεπτα τότε εμφανίζεται



2.3.3 Συντεταγμένες και αναφορές υψομέτρου στο eMotion Ag

Το eMotion Ag εμφανίζει υψόμετρα με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με την κατάσταση:

- **Πάνω από το υψόμετρο απογείωσης - μέτρα (m / ATO) ή πόδια (ft / ATO)**

Τα υψόμετρα ATO είναι σχετικά με το μέρος που το drone ξεκίνησε τον κινητήρα του λίγο πριν απογειωθεί.

- **Πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας - μέτρα (m / AMSL) ή πόδια (ft / AMSL)**

Τα υψόμετρα AMSL είναι σχετικά με ένα τυπικό μέσο επίπεδο θάλασσας. Το drone χρησιμοποιεί

το EGM96 μέσο επίπεδο στάθμης της θάλασσας.

- **Πάνω από τα δεδομένα ανύψωσης - μέτρα (m / AED) ή πόδια (ft / AED)**

Τα υψόμετρα AED σχετίζονται με το τρέχον ενεργό μοντέλο δεδομένων ανύψωσης. Εάν, για παράδειγμα, χρησιμοποιηθούν τα παρεχόμενα δεδομένα υψομέτρου SRTM, αυτό είναι περίπου το υψόμετρο πάνω από το έδαφος

Όταν σχεδιάζετε μια αυτόνομη αποστολή χαρτογράφησης, το eMotion Ag χρησιμοποιεί, από προεπιλογή, δεδομένα ανύψωσης για να ορίσει το ύψος των άκρων κάθε γραμμής πτήσης. Αυτό βελτιώνει την ανάλυση εδάφους και αυξάνει την ασφάλεια της αποστολής, ειδικά πάνω από ανώμαλο έδαφος, διατηρώντας μια σταθερή απόσταση μεταξύ του drone και του εδάφους.

Το drone, για να ακολουθήσει το έδαφος κατά τη διάρκεια αποστολής χαρτογράφησης, πρέπει από το πεδίο Δεδομένα ανύψωσης να επιλεγεί το αναπτυσσόμενο μενού.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα ανύψωσης θα χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό του ύψους κάθε γραμμής πτήσης:

1. Ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί τα δεδομένα υψομέτρου για να βρει την ανύψωση εδάφους κάτω από το άκρο της γραμμής πτήσης.
2. Το ύψος στόχου προστίθεται σε αυτήν τη μέγιστη τιμή και το αποτέλεσμα ορίζεται ως το υψόμετρο της γραμμής πτήσης.

2.3.4 Χρήση προσαρμοσμένων πηγών χαρτών

Το eMotion Ag παρέχει στον χρήστη μια σειρά από χάρτες οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι πάνω στους οποίους μπορεί ο χρήστης να προγραμματίσει το σχέδιο της πτήσης που θέλει.

Φυσικά δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να εισάγει δικούς του χάρτες η και να δημιουργήσει ο ίδιος του κάποιους που ίσως τον βολεύουν ανάλογα με τον σκοπό της πτήσης που θέλει να πραγματοποιήσει.

Δίνονται οι παρακάτω επιλογές από το κουμπί MAPS /OPTIONS

- **Add maps** (Πρόσθεση χαρτών)
- **Remove maps**(Διαγραφή χαρτών)
- **Activate and deactivate them** (Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση χαρτών)
- **Change the order** (Αλλαγή σειράς)

Για να μπορέσει ο χρήστης να εισάγει έναν χάρτη θα πρέπει να κάνει τις ακόλουθες ενέργειες

1. Κλικ στην επιλογή Import custom map
2. Να βρει το αρχείο που υπάρχει ο χάρτης που θέλει ο χρήστης και κάνει κλικ στην επιλογή Open.

Για να μπορέσει ο χρήστης να δημιουργήσει έναν πιο εξατομικευμένο χάρτη θα πρέπει

-Να ενεργοποιήσει το επίπεδο χάρτη χρησιμοποιώντας τα πλαίσια ελέγχου από την επιλογή MAPS.

-Να χρησιμοποιήσει τα βέλη για να μετακινήσει τον χάρτη πάνω η κάτω στην λίστα.

-Να κάνει κλικ στην επιλογή OK.

-Και τέλος να ενεργοποιήσει το νέο χάρτη χρησιμοποιώντας το μενού από την γραμμή εργαλείων.

2.4 Διαδικασία δημιουργίας αποστολής και πτήση

Πριν πετάξετε οποιοδήποτε drone με το eMotion Ag, πρέπει να:

- Επιλέξετε το drone ή τα drone που θα χρησιμοποιήσετε.
- Ανοίξετε ή δημιουργήσετε μια αποστολή.
- Ορίσετε μια κατάλληλη περιοχή εργασίας.
- Τοποθετήσετε μια κατάλληλη εκκίνηση.
- Τοποθετήσετε μια κατάλληλη τοποθεσία προσγείωσης.

Οι αποστολές αποθηκεύονται αυτόματα αμέσως μόλις κάνετε μια αλλαγή.

Όταν το eMotion Ag αποθηκεύει μια αποστολή, σώζονται:

- Όλα τα πεδία, όλες οι παράμετροι και τυχόν σημεία.
- Πόσο από κάθε πεδίο ολοκληρώθηκε.
- Οι παράμετροι απογείωσης και προσγείωσης που έχουν καθοριστεί.
- Οι ενέργειες ασφαλείας που ενεργοποιήθηκαν ή απενεργοποιήθηκαν όταν αποθηκεύσατε την αποστολή.
- Τα ίχνη της αποστολής.
- Η περιοχή εργασίας.

Οι αποστολές αποθηκεύονται με το όνομα της αποστολής ως αρχεία .mis3 στο φάκελο amissions μέσα τον φάκελο δεδομένων σας



Εικόνα 15 Οθόνη δημιουργίας νέας αποστολής

Για να δημιουργήσετε μια νέα αποστολή πρέπει.

1. Στην οθόνη υποδοχής, να επιλέξετε τα drone που θα χρησιμοποιήσετε στην αποστολή σας.
2. Εισαγάγετε το όνομα που θέλετε να δώσετε στην αποστολή σας.
3. Κάντε κλικ στο Δημιουργία αποστολής.

Για να ανοίξετε μια αποθηκευμένη αποστολή πρέπει.

1. Να κάνετε κλικ στην επιλογή Αναζήτηση αρχείου ... κάτω από το LOAD MISSION στην οθόνη υποδοχής.
2. Να εντοπίσετε την αποστολή αρχείο (.mis3) που θέλετε να ανοίξετε και κάντε κλικ στο Άνοιγμα.

Η αποθηκευμένη αποστολή θα ανοίξει και θα αποκαταστήσει την πρόοδο που είχε σημειωθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή.

2.4.1 Περιήγηση στον χάρτη

Μεγέθυνση και σμίκρυνση

Χρησιμοποιήστε ένα από τα ακόλουθα:

- Κάντε κλικ στη γραμμή εργαλείων για μεγέθυνση. Κάντε κλικ για σμίκρυνση.
- Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού σας στο χάρτη. Περιστρέψτε τον κύλινδρο κύλισης προς τα πάνω για μεγέθυνση και κάτω για σμίκρυνση.
- Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού σας στο χάρτη και πατήστε και κρατήστε πατημένο το δεξί κουμπί. Μετακινήστε το ποντίκι προς τα πάνω για σμίκρυνση, προς τα κάτω για μεγέθυνση.

- Κάντε διπλό κλικ για μεγέθυνση, δεξί διπλό κλικ για σμίκρυνση.

Πώς να περιηγηθείτε στον χάρτη

- Κάντε κλικ και σύρετε το χάρτη για να τον μετακινήσετε.
- Κάντε κλικ στο χάρτη και, στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα βέλους του πληκτρολογίου σας για να μετακινηθείτε.

Πώς να βρείτε το drone στο χάρτη

Κάντε κλικ στη γραμμή εργαλείων για να κεντράρετε τον χάρτη στο drone.

Πώς να κλειδώσετε το χάρτη στο drone

Κάντε κλικ για να κλειδώσετε το κέντρο του χάρτη στο drone. Όταν ενεργοποιήσετε, μπορείτε

μεγεθύνετε και σμικρύνετε, αλλά δεν μπορείτε να μετακινηθείτε στον χάρτη.

Ρύθμιση της περιοχής εργασίας

Μπορείτε να ρυθμίσετε την ακτίνα και το ανώτατο όριο της περιοχής εργασίας στην ενημέρωση του πίνακα αποστολής.

Πώς να τοποθετήσετε την περιοχή εργασίας

1. Μετακινήστε το χάρτη έτσι ώστε η περιοχή στην οποία θέλετε να τοποθετήσετε την περιοχή εργασίας σας να είναι ορατή.
2. Κάντε κλικ στην καρτέλα ενημέρωση του πίνακα αποστολής.
3. Κάντε κλικ στον χάρτη στο μέρος που θέλετε να βάλετε στο κέντρο της περιοχής εργασίας.

Πώς να κεντράρετε την περιοχή εργασίας στο drone

Με πραγματικό ή προσομοιωμένο drone συνδεδεμένο και όχι κατά την πτήση, κάντε κλικ στην καρτέλα Παράμετροι περιοχής εργασίας.

Πώς να κεντράρετε τον χάρτη στην περιοχή εργασίας

Κάντε κλικ στην καρτέλα Παράμετροι στην περιοχή εργασίας.

Πώς να μετακινήσετε την περιοχή εργασίας

1. Κάντε κλικ στο όριο της περιοχής εργασίας στον χάρτη για να το επιλέξετε.
2. Κάντε κλικ και σύρετε την κυκλική λαβή στο κέντρο της περιοχής εργασίας.

Πώς να αλλάξετε το ύψος της περιοχής εργασίας

Αλλάξτε την τιμή στο πεδίο οροφής στις παραμέτρους της περιοχής εργασίας. Μπορείς είτε να εισαγάγετε ένα νέο ύψος ή να χρησιμοποιήσετε τα κουμπιά και για να αλλάξετε το ύψος.

Τρόπος λήψης χαρτών

Εάν σκοπεύετε να εκτελέσετε πτήση μακριά από σύνδεση στο διαδίκτυο, μπορείτε να φορτώσετε χάρτη στο eMotion Ag για χρήση εκτός σύνδεσης. Μόλις οριστεί η περιοχή εργασίας σας, κάντε κλικ στην επιλογή Λήψη δεδομένων χάρτη στη καρτέλα ενημέρωσης του πίνακα.

Το eMotion Ag θα κατεβάσει χάρτες στην περιοχή εργασίας σας από την τρέχουσα επιλεγμένη πηγή χαρτών. Μπορείτε να αλλάξετε τη ζώνη και το βάθος του ληφθέντα χάρτη στις Επιλογές χάρτη.

2.4.2 Απογείωση και προσγείωση

Η φάση απογείωσης και προσγείωσης μιας πτήσης περιλαμβάνει τα σημεία και τις ενέργειες που σχετίζονται με την απογείωση και την προσγείωση του drone και περιλαμβάνει τις ακόλουθες τοποθεσίες:

- **Τοποθεσία απογείωσης:**

Το σημείο από το οποίο εκτοξεύεται το drone, ρυθμίζεται αυτόματα στη θέση που υπολογίζεται από σήματα GNSS από το drone. Αυτή η τοποθεσία ορίζει το υψόμετρο 0 m / ATO (0 ft / ATO).

Τα υψόμετρα όλων των άλλων σημείων, όταν ορίζονται σε m / ATO (ft / ATO), αναφέρονται στο υψόμετρο αυτής της θέσης.

- **Έναρξη:**

Η εκκίνηση είναι το πρώτο σημείο στο οποίο πηγαίνει το drone όταν ξεκινά μια αυτόνομη πτήση.

- **Σπίτι:**



Το σπίτι είναι το σημείο στο οποίο θα κατευθυνθεί το drone στο τέλος μιας αυτόνομης αποστολής. Είναι επίσης το σημείο στο οποίο θα κατευθυνθεί εάν αντιμετωπίζει πρόβλημα κατά τη διάρκεια πτήση.

- **Τοποθεσία προσγείωσης:**

Το σημείο στο οποίο το αεροσκάφος θα προσγειωθεί στο τέλος μιας αυτόνομης αποστολής, αφού έχει επισκεφθεί το σπίτι. Πρέπει να εκχωρήσετε απογείωση και προσγείωση στο drone σας πριν από αυτόνομο πτήση.

Πώς να τοποθετήσετε θέσεις απογείωσης και προσγείωσης

Αρχικά, βρείτε την προγραμματισμένη τοποθεσία απογείωσης στον χάρτη. Μετακινήστε το χάρτη έτσι ώστε η περιοχή στην οποία θέλετε να απογειώσετε να είναι ορατή, για παράδειγμα:

- Χρησιμοποιήστε το  στη γραμμή εργαλείων για να κεντράρετε τον χάρτη στο drone.
- Χρησιμοποιήστε το  για να μεταβείτε σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Στη συνέχεια, δημιουργήστε τοποθεσίες απογείωσης και προσγείωσης.

Στην καρτέλα Αποστολή και προσγείωση της καρτέλας Αποστολή:

- Στην ενότητα Απογείωσης, κάντε κλικ στην επιλογή Προσθήκη νέας εκκίνησης για να δημιουργήσετε μια Έναρξη.
 - Στην περιοχή Προσγειώσεις, κάντε κλικ στην Προσθήκη νέου σπιτιού για να δημιουργήσετε μια τοποθεσία Σπίτι / προορισμού.
- Τέλος, κάντε κλικ στο σημείο στο χάρτη στο οποίο θέλετε να πραγματοποιήσετε την απογείωση σας ή προσγείωση.

Επιλογή και επέκταση των θέσεων απογείωσης ή προσγείωσης

Κάντε κλικ σε μια τοποθεσία απογείωσης ή προσγείωσης στο χάρτη για να την επιλέξετε το διακόπτη eMotion Agwill στην καρτέλα απογείωση και προσγείωση και επεκτείνετε την απογείωση ή την προσγείωση που επιλέξατε.

Κάντε κλικ σε μια απογείωση ή προσγείωση στην καρτέλα απογείωση και προσγείωση και το eMotion Ag θα μετακινήσει το χάρτη και θα μεγεθύνετε αυτήν την τοποθεσία.

Παράμετροι απογείωσης

Οι απογειώσεις έχουν τις ακόλουθες παραμέτρους:

- **Υψόμετρο**

Χρησιμοποιήστε το για να ορίσετε το ύψος του Start και την αναφορά υψομέτρου.

- **Γεωγραφικό πλάτος**
- **Γεωγραφικό μήκος**

Οι συντεταγμένες του σημείου στο έδαφος ακριβώς κάτω από το Start. Χρησιμοποιήστε το χάρτη για να τοποθετήσετε το σημείο.

- **Υψόμετρο μετάβασης**

Χρησιμοποιήστε το για να ρυθμίσετε το υψόμετρο στο οποίο θα πετάξει το drone πριν ξεκινήσετε,

- **Κατευθυντήριος**

Χρησιμοποιήστε το για να ενεργοποιήσετε την κατευθυντική απογείωση. Όταν είναι ενεργό, ένα βέλος στον χάρτη δείχνει την κατεύθυνση απογείωσης. Αμέσως μετά την εκτόξευση, το drone θα προσπαθήσει να παραμείνει στη πορεία που φαίνεται από το βέλος.

Κάντε κλικ στο βέλος για να το επιλέξετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ και σύρετε τη βάση του για να το μετακινήσετε και το άκρο του για αλλαγή κατεύθυνσης απογείωσης.

Παράμετροι προσγείωσης

Οι προσγειώσεις έχουν τις ακόλουθες παραμέτρους:

- **Υψόμετρο**

Χρησιμοποιήστε το για να ορίσετε το υψόμετρο του σπιτιού και την αναφορά υψομέτρου.

- **Γεωγραφικό πλάτος**
- **Γεωγραφικό μήκος**

Οι συντεταγμένες του σημείου στο έδαφος ακριβώς κάτω από το σπίτι. Χρησιμοποιήστε το χάρτη για να τοποθετήσετε το σημείο.

- **Υψόμετρο στο σπίτι**

Χρησιμοποιήστε το για να ορίσετε το υψόμετρο του σπιτιού.

- **Υψόμετρο προσγείωσης**

Χρησιμοποιήστε το για να ορίσετε το ύψος του σημείου στο οποίο θα προσγειωθεί το drone σας.

Από προεπιλογή, ορίζεται στο ίδιο υψόμετρο με την απογείωση (0 m / ATO (0 ft / ATO)).

Εσείς πρέπει να επεξεργαστείτε αυτό το υψόμετρο εάν πετάτε σε ανώμαλο έδαφος.

Αισθητήρας γείωσης για προσγείωση

Το drone θα χρησιμοποιήσει τον αισθητήρα γείωσης μαζί με την εκτίμηση της ταχύτητας του ανέμου κατά τη διάρκεια του ελιγμού προσγείωσης για τον υπολογισμό της ιδανικής ροπής για ανάφλεξη (αντίστροφη ώθηση και πίσω).

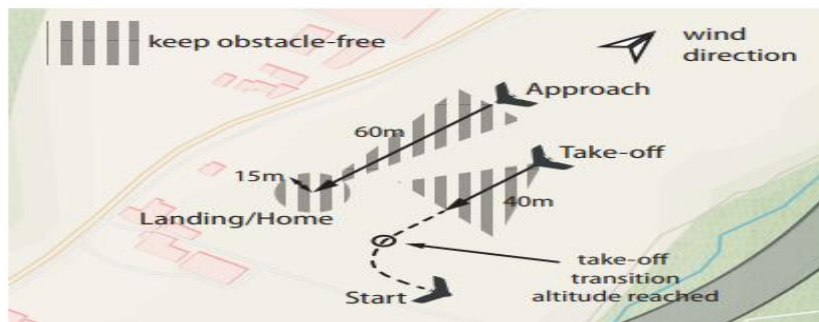
Καταργήστε την επιλογή αυτού του πλαισίου ελέγχου εάν υπάρχει κίνδυνος ο αισθητήρας γείωσης να μετρήσει εσφαλμένα το ύψος πάνω από το σημείο προσγείωσης καθώς έρχεται στη γη, για παράδειγμα, εάν η προσέγγιση προσγείωσης είναι κεκλιμένη ή υπάρχει απότομη αλλαγή στο ύψος του εδάφους. Το drone θα αγνοήσει τον αισθητήρα γείωσης και θα υποθέσει ότι είναι η θέση προσγείωσης στο ακριβές υψόμετρο που ορίστηκε στο eMotion Ag. Η ακρίβεια προσγείωσης θα μειωθεί.

2.4.3 Γραμμικές προσγειώσεις

Ορίστε έναν ή περισσότερους τομείς προσέγγισης για να καθοδηγήσετε το drone για προσγείωση. Το drone θα προσεγγίσει την τοποθεσία προσγείωσης σε έναν από αυτούς τους τομείς. Επιλέξτε ζώνες προσέγγισης χωρίς εμπόδια που επιτρέπουν στους τομείς προσέγγισης να γίνονται όσο το δυνατόν ευρύτερα, μεγιστοποιώντας την πιθανότητα ότι το drone μπορεί να προσγειωθεί προς την κατεύθυνση του ανέμου.

Το drone θα μετρήσει την κατεύθυνση του ανέμου και, στη συνέχεια, θα επιλέξει την ιδανική τροχιά προσγείωσης στους τομείς προσέγγισης που ορίζετε.

Επιλέξτε έναν τομέα προσέγγισης για να δείξετε το αναμενόμενο ύψος του drone πάνω από τη τοποθεσία προσγείωσης.



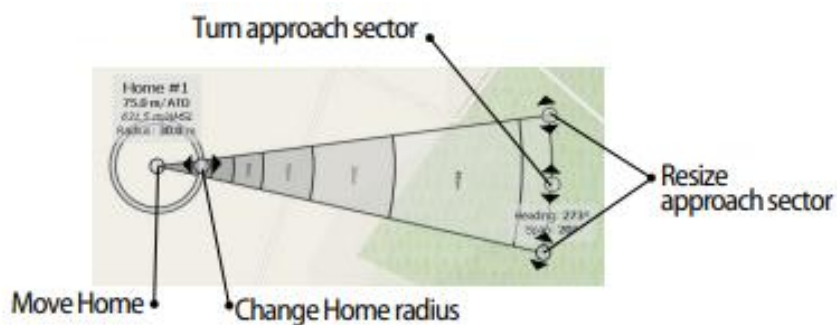
Εικόνα 16 Οθόνη γραμμικής προσγείωσης

Πώς δημιουργείτε ένας τομέας προσέγγισης

Το eMotion Ag δίνει αυτόματα στις τοποθεσίες προορισμού έναν τομέα προσέγγισης. Για να δημιουργηθούν πρόσθετοι τομείς προσέγγισης:

1. Επιλέξτε, στο χάρτη, τη θέση προορισμού στην οποία θέλετε να προσθέσετε έναν τομέα προσέγγισης. Εναλλακτικά, στην αποστολή και προσγείωση του πίνακα αποστολής, κάντε κλικ για να επεκτείνετε την τοποθεσία προορισμού.
2. Αναπτύξτε τις παραμέτρους της τοποθεσίας προορισμού.
3. Κάντε κλικ στην επιλογή Προσθήκη τομέα προσέγγισης για γραμμική προσγείωση

Μετακίνηση και αλλαγή μεγέθους στους τομείς προσέγγισης



Εικόνα 17 Αλλαγή μεγέθους στους τομείς προσέγγισης

Πώς να γίνει ένας τομέα προσέγγισης ευρύτερος ή στενότερος

- Κάντε κλικ στον τομέα προσέγγισης για να τον επιλέξετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ και σύρετε μια από τις κυκλικές λαβές αλλαγής μεγέθους στα άκρα του τόξου του τομέα.
- Επεκτείνετε τις παραμέτρους προσγείωσης και επεκτείνετε τον τομέα προσγείωσης.

Πώς να αλλάξει ο προσανατολισμός του τομέα προσέγγισης

- Κάντε κλικ στον τομέα προσέγγισης για να τον επιλέξετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ και σύρετε την κυκλική λαβή στο κέντρο του τόξου του τομέα.
- Επεκτείνετε τις παραμέτρους προσγείωσης και επεκτείνετε τον τομέα προσγείωσης.

Πώς να αλλάξει η ακτίνα του Start και του Home

Κάντε κλικ για να επιλέξετε Έναρξη ή Αρχική σελίδα στο χάρτη και, στη συνέχεια, κάντε κλικ και σύρετε τη λαβή στη κυκλική διαδρομή πτήσης για να αλλάξετε την ακτίνα.

Το drone θα περιστρέφει σε αυτήν την απόσταση από το Start ή το Home.

2.4.4 Καρτέλα παρακολούθησης πτήσης του eMotion Ag

Κάντε κλικ στην καρτέλα Παρακολούθηση πτήσης στα δεξιά το πλαισίου για να παρακολουθείτε το drone κατά την πτήση του.

Τι κάνει αυτή τη στιγμή το drone και τα μηνύματα ή οι ενεργές προειδοποιήσεις φαίνονται εδώ.

Αυτονομία(Autonomy)

• Τάση (μπαταρίας)

Δείχνει το επίπεδο φόρτισης της μπαταρίας σε ποσοστό.

• Χρόνος πτήσης (εκτίμηση χρόνου αποστολής)

Η τρέχουσα διάρκεια της πτήσης μέχρι στιγμής σε λεπτά και δευτερόλεπτα (mm: ss), ο εκτιμώμενος αριθμός πτήσεων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της αποστολής και ο εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης της προγραμματισμένης αποστολής (mm: ss σε παρένθεση)

• Απόσταση από το σπίτι

Η ευθεία απόσταση από το σπίτι με τον εκτιμώμενο χρόνο για να φτάσει στο σπίτι. Το χρώμα δείχνει την ευκολία με την οποία μπορεί να φτάσει το drone στο σπίτι σε σχέση με την υπόλοιπη ισχύ της μπαταρίας.

Λεδομένα πτήσης(Flight data)

• Ταχύτητα εδάφους

Η ταχύτητα του drone σε σχέση με το έδαφος.

• Υψόμετρο

Το υψόμετρο του drone πάνω από το μέσο επίπεδο της θάλασσας (AMSL).

• Γεωγραφικό πλάτος

Η απόλυτη θέση του drone , όπως αναφέρεται από τον ενσωματωμένο δέκτη GNSS.

- **Ύψος αισθητήρα γείωσης**

Το ύψος του drone πάνω από το έδαφος (εάν το έδαφος βρίσκεται εντός του αισθητήρα γείωσης).

Όργανα(Instruments)

- **Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία της κύριας πλακέτας κυκλώματος του drone και της κάμερας.

Το σύμβολο αλλάζει χρώμα και μια προειδοποίηση αυξάνεται εάν η θερμοκρασία πάει πολύ ψηλά.

- **GNSS**

Δορυφόροι: Ο αριθμός των δορυφόρων από τους οποίους ο δέκτης GNSS του drone λαμβάνει σήματα.

Λειτουργία: Η τρέχουσα λειτουργία του δέκτη GNSS.

2.4.5 Αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης

Παρά τον προσεκτικό σχεδιασμό, οι απροσδόκητες καταστάσεις ενδέχεται να βάλουν το drone σε κίνδυνο, για παράδειγμα:

- Απροσδόκητες παρεμβολές στον εναέριο χώρο του drone , για παράδειγμα, σε χαμηλές πτήσεις

αεροσκάφη ή άλλα UAS.

- Σφάλματα προγραμματισμού πτήσεων.
- Μη αναμενόμενες εισβολές στη ζώνη προσγείωσης.
- Πουλιά που πλησιάζουν ή επιτίθενται στο drone.
- Απροσδόκητες αλλαγές στις συνθήκες του ανέμου.

Εάν συμβεί κάτι από τα παρακάτω, πρέπει να γίνει ένα από τα ακόλουθα:

- Κρατήστε και μετακινήστε

Κάντε κλικ στο HOLD στη γραμμή ελέγχου. Μετακινήστε το σημείο κράτησης ή Ctrl + κλικ και σύρετε για να αλλάξετε το ύψος του. Θα ακολουθήσει το drone.

- Πραγματοποιήστε ελιγμούς έκτακτης ανάγκης
- Πάρτε δια δραστικό ή χειροκίνητο έλεγχο

Ως προληπτικό μέτρο που χρησιμοποιείται μόνο όταν είναι απολύτως απαραίτητο, το senseFly έχει εφοδιαστεί με μια σειρά ελιγμών έκτακτης ανάγκης:

- **Land now (Άμεση προσγείωση)**

Ένα αεροσκάφος σταθερής πτέρυγας ξεκινά αμέσως προσγείωση έκτακτης ανάγκης και περιστρέφεται στο έδαφος γύρω από ένα σημείο ακτίνας 30 μέτρων (98 πόδια).

• **Abort landing(Ματαιώση προσγείωσης)**

Το drone διακόπτει την προσγείωση του, ανεβαίνει σε ασφαλές υψόμετρο και περιμένει νέα εντολή.

• **Roll(Ελιγμός ρολού)**

Το drone εκτελεί ρολό κατά μήκος μιας γραμμικής διαδρομής πτήσης και στη συνέχεια συνεχίζει την αποστολή του.

• **Fast climb(Γρήγορη ανάβαση)**

Το drone ανεβαίνει ξαφνικά με πλήρη ώθηση περίπου 40 μέτρα, τότε σταδιακά κατεβαίνει (περίπου 4 m / s (780 ft / min) πίσω στο αρχικό του υψόμετρο.

• **Fast descent(Γρήγορη κατάδυση)**

Το drone μπαίνει σε μια περιστρεφόμενη κατάδυση. Στη συνέχεια βγάζει την κατάδυση, με αποτέλεσμα

μεταξύ 15 και 40 m (50 και 130 ft) χαμένου υψομέτρου και ανεβαίνει σταδιακά πίσω στο αρχικό του υψόμετρο.

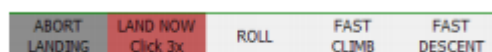
Ενεργοποίηση ελιγμών έκτακτης ανάγκης

Τα κουμπιά προσγείωσης και ακύρωσης είναι πάντα διαθέσιμα στη γραμμή ελέγχου.

Για εμφάνιση ρολού, γρήγορης ανόδου και γρήγορης κατάβασης:

1. Κάντε κλικ στην καρτέλα Επιλογές.
2. Επιλέξτε το παράθυρο διεπαφής χρήστη και ενεργοποιήστε τα κουμπιά.

Κουμπιά που ενεργοποιούν τους ελιγμούς προστίθενται στη γραμμή ελέγχου:



Πότε να χρησιμοποιηθούν οι ελιγμοί έκτακτης ανάγκης

Ίσως χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν οι ελιγμοί έκτακτης ανάγκης σε αυτές τις περιπτώσεις:

• **Παρουσία πουλιών**

Τα πουλιά πλησιάζουν το drone από περιέργεια, ή το θεωρούν απειλή και επίθεση

- Για να προσπαθήσετε να ξεφύγετε από ένα μεμονωμένο περιστατικό, σκεφτείτε να χρησιμοποιήσετε τους γρήγορους ελιγμούς ανόδου ή κατάβασης.
- Για να δοκιμάσετε και να τρομάξετε τα πουλιά και να τα αποτρέψετε από την προσέγγιση του drone

σκεφτείτε να χρησιμοποιήσετε τον ελιγμό ρολού.

• **Παραβλέψεις προγραμματισμού πτήσεων**

Έχει μετακινηθεί το σπίτι σε ανώμαλο έδαφος, αλλά δεν έχει διορθωθεί το υψόμετρο προσγείωσης

για να αντισταθμίσει την αλλαγή του επιπέδου του εδάφους κάτω από το νέο σπίτι. Υπάρχει κίνδυνος σκληρής προσγείωσης για κάποιο άλλο λόγο.

Ο απροσδόκητος άνεμος ή η επίβλεψη πτήσης σημαίνει ότι το drone θα προσγειωθεί σε νερό ή σε κάποιο άλλο ακατάλληλο μέρος.

- **Απροσδόκητες εισβολές στον εναέριο χώρο**

Το drone πρόκειται να συγκρουστεί, για παράδειγμα, με άλλο αεροσκάφος ή UAS. Σκεφτείτε γρήγορη κατάβαση, γρήγορη ανάβαση ή κράτημα.

- **Μη αναμενόμενες εισβολές στη ζώνη προσγείωσης**

Ένα άτομο ή όχημα κινείται στη ζώνη προσγείωσης κατά τη διάρκεια της προσέγγισης προσγείωσης. Εξετάστε το ενδεχόμενο ματαιώσης της προσγείωσης

2.5 Ετοιμασία του drone για την αποστολή

Μόλις ολοκληρωθούν τα πεδία, πρέπει να αντιστοιχηθούν σε πραγματικό ή προσομοιωμένο drone. Ενεργοποιήστε και συνδέστε το eMotion Ag στο drone. Όταν εκχωρούνται πεδία που θέλετε να πετάξετε, αντιγράφονται στον αυτόματο πιλότο του drone μέσω της σύνδεσης εδάφους.

Μόλις εκχωρηθούν, τα σημεία του πεδίου αλλάζουν χρώμα στο eMotion Ag και κάθε αλλαγή σε ένα σημείο μεταδίδεται αμέσως στο drone.

Πώς να αντιστοιχηθούν πεδία σε ένα drone

Στην καρτέλα Πεδία:

- Κάντε κλικ στο κουμπί Αντιστοίχιση στα πεδία που θέλετε να αντιστοιχίσετε.
- Εάν έχει ήδη εκχωρηθεί ένα πεδίο, μπορείτε να κάνετε κλικ και να σύρετε άλλα πεδία.

Το εικονίδιο drone παίρνει το χρώμα του drone σας και το φόντο του κουμπιού γίνεται σκούρο γκρι για εκχωρημένα πεδία.

Μετά την απογείωση

Χρησιμοποιήστε τη ρύθμιση **Μετά την απογείωση** στις Μεταβάσεις εντός της απογείωσης του πίνακα αποστολής και την καρτέλα προσγείωσης για να πείτε στο drone τι να κάνει μετά την απογείωση.

Μπορείτε να πείτε στο drone:

- **Μην περιμένετε** - ξεκινήστε αμέσως την ανατεθείσα αποστολή ή συνεχίστε από όπου σταμάτησε.

Ορίστε Μετά την απογείωση για Έναρξη ή συνέχιση της αποστολής.

Οι αποστολές που δεν έχουν πραγματοποιηθεί ποτέ θα ξεκινήσουν από το πρώτο σημείο.

Οι αποστολές που έχουν ήδη μεταφερθεί μερικώς θα επανεκκινηθούν από το **στρέψτε το drone**.

• **Μην περιμένετε - επανεκκινήστε** αμέσως την ανατεθείσα αποστολή από το πρώτο σημείο.

Ορίστε μετά την απογείωση στην **Επανεκκίνηση αποστολής**.

Οι μερικώς ολοκληρωμένες αποστολές θα επανεκκινήσουν από το πρώτο σημείο.

• **Περιμένετε στην εκκίνηση**

Ορίστε μετά την απογείωση για να παραμείνετε στο **Start Waypoint**.

Μετά την αποστολή

Χρησιμοποιήστε τη ρύθμιση After Mission στην καρτέλα Απογείωσης και Προσγείωσης του πίνακα Mission για να πείτε στο drone τι να κάνει στο τέλος μιας αποστολής.

Μπορείτε να δώσετε τις ακόλουθες εντολές στο drone:

• **Επιστροφή στο σπίτι και στη γη**

Ορίστε μετά την αποστολή στο Land.

• **Επιστροφή στο σπίτι και περιέμενε εκεί**

Ορίστε μετά την αποστολή για μετάβαση στο αρχικό σημείο.

• **Πήγαινε στην Έναρξη και περίμενε**

Ορίστε την αποστολή μετά για να μεταβείτε στο σημείο εκκίνησης.

• **Επιστρέψτε στην αρχή της αποστολής και πέταξε ξανά στα χωράφια**

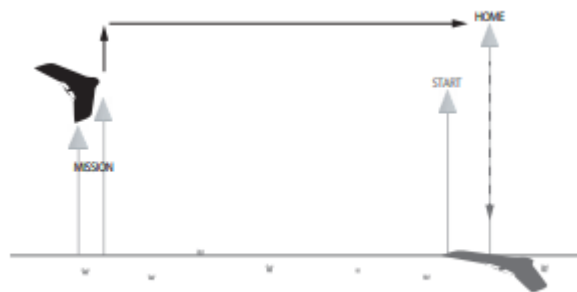
Ορίστε την αποστολή μετά την επανεκκίνηση της αποστολής.

Πτήση για εκκίνηση και σπίτι

Τα drone senseFly θα πετάξουν κατευθείαν στην Έναρξη, αλλά θα πετάξουν από το ψηλότερο μονοπάτι προς το σπίτι.

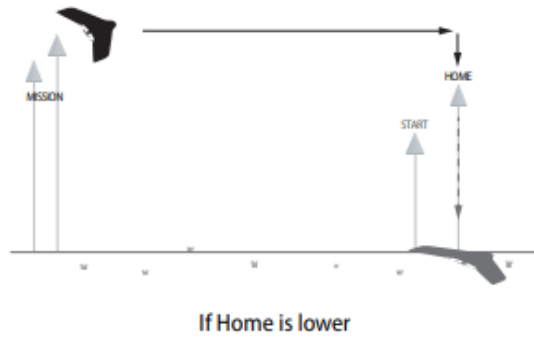
Κάθε φορά που το drone πετάει αυτόνομα στο Σπίτι (για παράδειγμα, μετά από μια αποστολή ή εάν κάνετε κλικ στο GO LAND):

• Εάν το σπίτι είναι υψηλότερο από το drone, θα ανέβει πρώτα και μετά θα πετάξει στο σπίτι

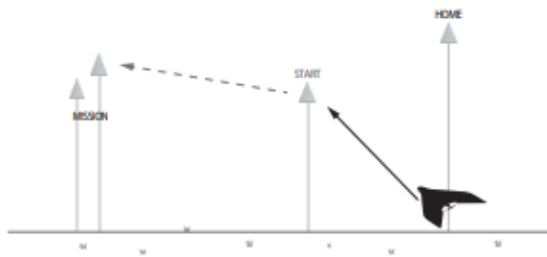


If Home is higher

• Εάν το σπίτι είναι χαμηλότερο από το drone, θα πετάξει πρώτα σε ένα σημείο ακριβώς πάνω από το σπίτι, και μετά θα κατέβει.



Πτήση για έναρξη



Όταν πετάτε μια αυτόνομη αποστολή, το drone θα πετάει σε ευθεία γραμμή από τη θέση απογείωσης.

Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν εμπόδια μεταξύ της θέσης απογείωσης και της εκκίνησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PIX4Dmapper

3.1 Εισαγωγικά

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν ο τεχνικός εξοπλισμός και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκαν στο ερευνητικό έργο του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας ‘MARS’ ,που αφορούσαν την διαδικασία της πτήσης και της συλλογής δεδομένων. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί το λογισμικό επεξεργασίας των δεδομένων που είναι το Pix4D.



Εικόνα 18 Εικονίδιο λογισμικού PIX4D

3.2 Σχεδιασμός σχεδίου λήψης εικόνων

Για να ληφθούν αυτόματα αποτελέσματα υψηλής ακρίβειας, απαιτείται υψηλή επικάλυψη μεταξύ των εικόνων. Άρα για να πετύχουμε την ιδανική επικάλυψη θα πρέπει να έχουμε ένα καλά σχεδιασμένο σχέδιο απόκτησης εικόνας. Το σχέδιο αυτό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως τον τύπο του εδάφους ή τις προδιαγραφές του έργου. Με ένα μη ικανοποιητικό σχέδιο απόκτησης εικόνων πιθανότατα θα φτάσουμε σε ένα ανακριβή αποτέλεσμα και ίσως θα πρέπει να επαναλάβουμε τη διαδικασία για την απόκτηση των εικόνων.

Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία δημιουργίας του σχεδίου είναι:

- **Τύπος σχεδίου λήψης εικόνας:** Ο οποίος εξαρτάται από τα διάφορα είδη εδαφών
- **Απόσταση εδάφους δειγματοληψίας (GSD):** Με αυτό το παράγοντα καθορίζεται το απαιτούμενο ύψος πτήσης.

Επικάλυψη: Ο δείκτης αυτός μας δείχνει στην ουσία με ποια συχνότητα πρέπει να λαμβάνουμε τις εικόνες. Τα σημερινά μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα είναι εξοπλισμένα με λογισμικό που παράγει ένα σχέδιο απόκτησης εικόνων λαμβάνοντας υπόψη όλους τους

απαραίτητους παράγοντες. Έτσι οι εικόνες λαμβάνονται κατευθείαν από το πρόγραμμα χωρίς να χρειάζεται να επέμβει ο χρήστης.

Έχουμε τρία στάδια στα οποία γίνεται ο σχεδιασμός λήψης εικόνων :

- Επιλογή του τύπου σχεδίου λήψης εικόνων
- Υπολογισμός ύψους πτήσης σύμφωνα με τα δεδομένα GSD
- Υπολογισμός του ποσοστού επικάλυψης για μια δεδομένη μετωπική επικάλυψη

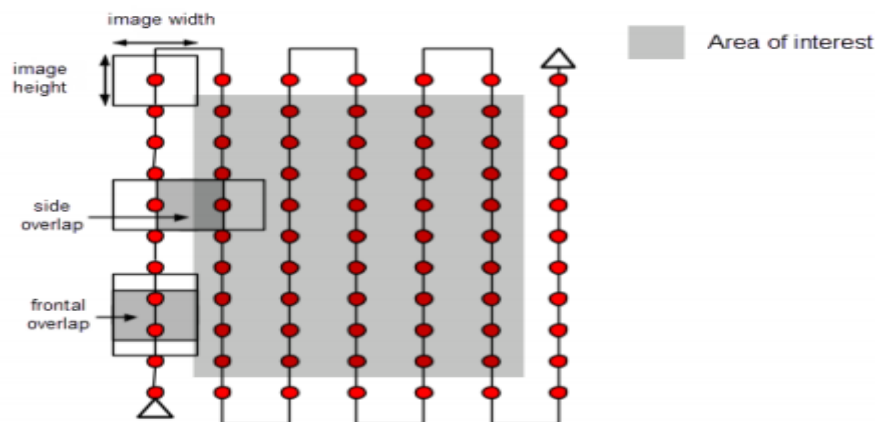
Το Pix4Dmapper είναι ένα λογισμικό επεξεργασίας ο τρόπος λειτουργίας του οποίου βασίζεται στην αυτόματη εύρεση πάρα πολλών σημείων κοινών μεταξύ των εικόνων με κάθε χαρακτηριστικό σημείο που βρίσκεται σε κάποια εικόνα να ονομάζεται σημείο κλειδί. Όταν σε διαφορετικές εικόνες έχουμε σημεία κλειδιά που ταιριάζουν τότε έχουμε ένα κοινό σημείο. Όταν έχουμε κοινά σημεία που αποτελούνται από πολλά σημεία κλειδιά και άρα από ικανοποιητική επικάλυψη τότε θα δημιουργηθεί σε εκείνο το σημείο ένα σημείο 3D. Όσα περισσότερα τέτοια σημεία υπάρχουν τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ακρίβεια όταν θα προσπαθήσουμε να δημιουργήσουμε το 3D μοντέλο.

Έτσι λοιπόν κατανοώντας τη σημασία για ένα επαρκές σχέδιο απόκτησης εικόνας συμπεραίνουμε ότι η σχεδίαση για τη λήψη ενός ιδανικού σχεδίου είναι απαραίτητη.

Ιδανικό σχέδιο λήψης εικόνων

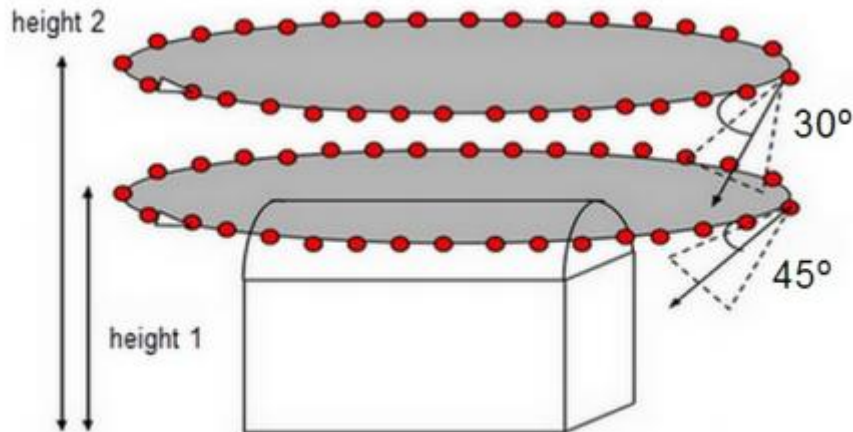
Ένα ιδανικό σχέδιο απόκτησης εικόνων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος και τον τύπο του εδάφους:

- **Γενική περίπτωση:** Η περίπτωση αυτή έχει να κάνει με εδάφη τα οποία δεν είναι δύσκολο να χαρτογραφηθούν που δηλαδή δεν έχουν να κάνουν με χιόνια ,δάση ,λίμνες. Για να έχουμε ένα ιδανικό σχέδιο σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να έχουμε κοντά στο 75 % μετωπική επικάλυψη και ένα 60% πλευρική. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να έχουμε τη κάμερα σε σταθερό ύψος πάνω από το έδαφος για να εξασφαλίσουμε το επιθυμητό GSD.



Εικόνα 19 Ιδανικό σχέδιο λήψης εικόνων

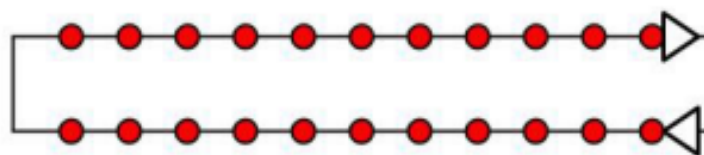
- **Δάσος και πυκνή βλάστηση:** Όταν έχουμε τέτοια χαρακτηριστικά εδάφους είναι αρκετά δύσκολο να εμφανίσουμε κοινά σημεία εικόνων λόγω της πυκνής βλάστησης και των πολλών δένδρων. Τα πολλά δένδρα σημαίνουν πολλά κλαδιά και φύλλα με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εξαχθεί ένα ξεκάθαρο αποτέλεσμα. Για να έχουμε αποτελέσματα σε τέτοιες περιπτώσεις καλούμαστε να χρησιμοποιήσουμε το σχέδιο απόκτησης εικόνας πλέγματος. Καλό θα είναι να αυξήσουμε τη μετωπική και πλευρική επικάλυψη σε 85% και 70% αντίστοιχα. Για να έχουμε λιγότερη παραμόρφωση και καλύτερες οπτικές ιδιότητες της βλάστησης θα πρέπει να υπάρχει μεγαλύτερο υψόμετρο κατά τη διαδικασία της πτήσης. Την απόσταση δειγματοληψίας των εικόνων την καθορίζουν η ανάλυση των εικονοστοιχείων και το ύψος της πτήσης.
- **Επίπεδο έδαφος με γεωργικά πεδία:** Στη περίπτωση αυτή έχουμε ένα ομοιόμορφο γεωγραφικό τοπίο χωρίς ιδιαίτερες ανωμαλίες. Τέτοιες περιπτώσεις είναι γεωργικά εδάφια και επειδή έχουμε ομοιόμορφο οπτικό πεδίο είναι δύσκολο να βρούμε χαρακτηριστικά σημεία κοινά μεταξύ των εικόνων. Για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα σε αυτή τη περίπτωση κατά τη διάρκεια σχεδιασμού του σχεδίου λήψης εικόνας θα πρέπει να επιλέξουμε τις ρυθμίσεις που είχαμε στην πρώτη γενική περίπτωση με την επιλογή σχεδίου απόκτησης εικόνας πλέγματος. Οι αλλαγές οι οποίες πρέπει να γίνουν σε σχέση με την πρώτη περίπτωση είναι ότι οι μετωπική και πλευρική επικάλυψη θα πρέπει να είναι 85% και 70% και η πτήση να γίνει σε υψηλότερα επίπεδα.
- **Ανακατασκευή κτιρίων:** Για να μπορέσουμε να μοντελοποιήσουμε κτήρια και να κατασκευάσουμε ένα τρισδιάστατο μοντέλο θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα διαφορετικό σχέδιο απόκτησης εικόνων. Η πτήση πρέπει να γίνει περιμετρικά του κτηρίου γύρω από αυτό με τη γωνία της κάμερας να είναι 45 μοίρες. Για πιο ακριβή και λεπτομερή αποτελέσματα θα πρέπει να γίνει και δεύτερη και τρίτη πτήση γύρω από το κτήριο με κάθε φορά υψηλότερο ύψος πτήσης και λιγότερη γωνία κάμερας. Το ιδανικό θα ήταν να υπάρχουν διαθέσιμες εικόνες κάθε 4-10 μοίρες για να έχουμε ικανοποιητική επικάλυψη.



Εικόνα 20 Σχέδιο λήψης εικόνων για μοντελοποίηση κτηρίων

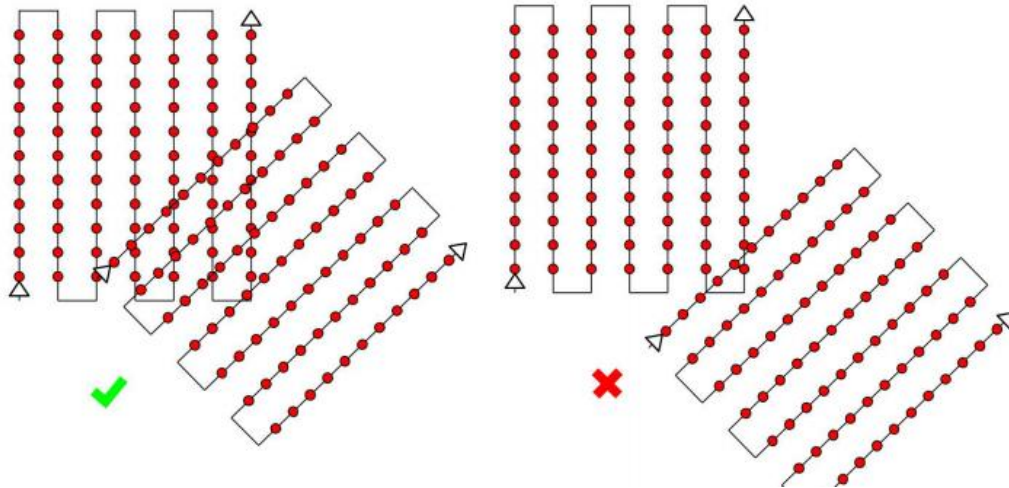
Ειδικές περιπτώσεις: Στη κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τύποι εδάφους που παρουσιάζουν ανωμαλίες όπως όταν έχουμε χιόνια, έρημο και ποσότητες νερού. Παρακάτω δίνονται κάποιες συμβουλές για το πώς μπορεί να γίνει καλύτερα ένας σχεδιασμός σχεδίου απόκτησης εικόνων σε τέτοια εδάφη όπου η χαρτογράφηση τους είναι δύσκολη.

- **Χιόνι και άμμος** Σε αυτές τις συνθήκες έχουμε μεγάλες όμοιες περιοχές χωρίς ανωμαλίες εδάφους και έτσι είναι δύσκολο να βρεθούν χαρακτηριστικά σημεία. Θα πρέπει να οριστεί όσο το δυνατόν υψηλότερη αντίθεση στη κάμερα και η επικάλυψης να είναι στο 85% και 70%.
- **Νερό** Στη περίπτωση υδάτινων επιφανειών δεν μπορούμε να εξάγουμε σχεδόν καθόλου οπτικό περιεχόμενο τα κύματα σε συνδιασμό με την αντανάκλαση του ήλιου στο νερό δεν προσφέρουν δυνατότητα για οπτική απεικόνιση.
- **Χαρτογράφηση διαδρομών:** Σε περιπτώσεις όπως αυτήν όπου το μέρος το οποίο δουλεύουμε έχει να κάνει με δρόμους, χωράφια, σιδηρόδρομους πρέπει να σχεδιάσουμε τουλάχιστον δύο γραμμές πτήσης με επικάλυψη 85% και 60%. Είναι δυνατή η χρήση εικόνων nadir ή λοξών εικόνων με γωνία μεταξύ 0 και 45 μοιρών.



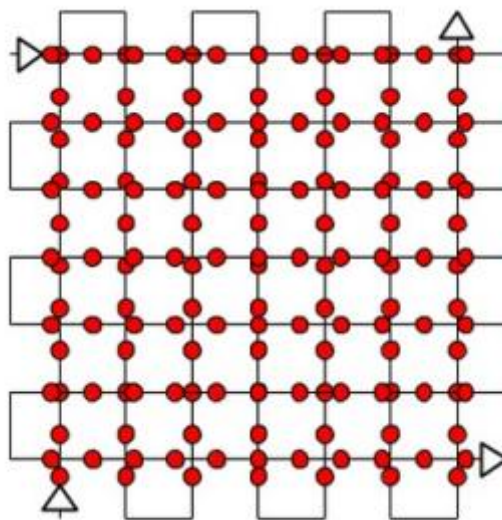
Εικόνα 21 Χαρτογράφηση διαδρομών

- Πολλές πτήσεις:** Όταν έχουμε λήψεις εικόνων οι οποίες έχουν καταγραφεί από τη διαδικασία παραπάνω από μία πτήσης το λογισμικό μπορεί να τις επεξεργαστεί. Ωστόσο θα πρέπει να τη δημιουργία του σχεδίου απόκτησης εικόνων των διαφορετικών πτήσεων να έχει μεγάλη επικάλυψη και να υπάρχει αρκετή αλληλεπίδραση μεταξύ των εικόνων. Καλό θα ήταν τα διαφορετικά σχέδια να γίνονται πάνω σε παρόμοιες συνθήκες πτήσης.



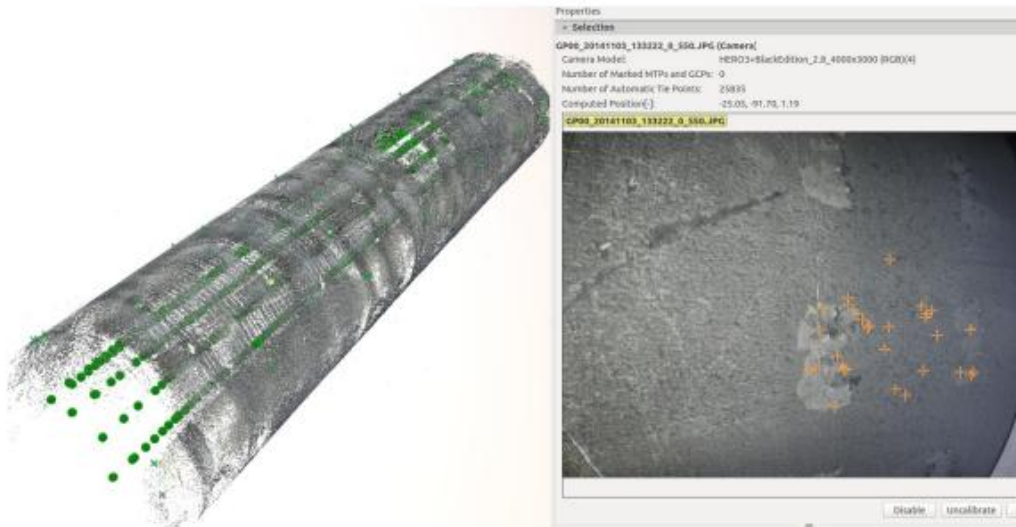
Εικόνα 22 Σχέδια πολλών πτήσεων

- Ανασυγκρότηση πόλης:** Στη συγκεκριμένη κατηγορία αναφερόμαστε σε ολόκληρα αστικά συγκροτήματα των οποίων θέλουμε να δημιουργήσουμε κάποιο μοντέλο. Χρειάζεται να δημιουργήσουμε ένα σχέδιο διπλού πλέγματος ώστε να μπορούν να φανούν όλες οι πλευρές των διάφορων κτηρίων που το απαρτίζουν.



Εικόνα 23 Σχέδιο ανασυγκρότησης πόλης

- **Ανακατασκευή σήραγγας:** Για τρισδιάστατη μοντελοποίηση σήραγγας. Το Pix4Dmapper μπορεί να ανακατασκευάσει σήραγγες. Το πιο δύσκολο σε τέτοιες περιπτώσεις έργων είναι 'ότι έχει να κάνει με το φωτισμό. Η ανακατασκευή λοιπόν θα μπορούσε να είναι άριστη εάν έχουμε είτε τεχνητό είτε φυσικό φωτισμό επαρκή.



Εικόνα 24 Ανακατασκευή σήραγγας

- **Μικρά αντικείμενα:** Η περίπτωση αυτή έχει να κάνει με τη δημιουργία 3D μοντέλων για μικρά αντικείμενα.

3.2.1 Οργάνωση του σχεδίου απόκτησης εικόνας.

Τα κέντρα των στοιχείων που είναι διαδοχικά και απέχουν μια συγκεκριμένη απόσταση αποτελούν το GSD που είναι η απόσταση δειγματοληψίας εδάφους. Επηρεάζει την ακρίβεια και την ποιότητα του τελικού αποτελέσματος, καθώς και τις λεπτομέρειες που είναι ορατές στο τελικό αποτέλεσμα. Το ύψος πτήσης H που απαιτείται για τη λήψη ενός δεδομένου GSD μπορεί να υπολογιστεί, και εξαρτάται από το εστιακό μήκος της κάμερας, το πλάτος του αισθητήρα της κάμερας [mm] και το πλάτος της εικόνας [pixel].

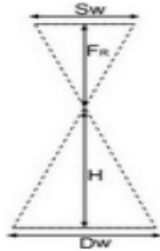
Από πολλούς κατασκευαστές προτείνεται το εστιακό μήκος στα 35 mm, ωστόσο θα πρέπει να χρησιμοποιείτε το πραγματικό εστιακό μήκος. Για να βρεθεί το πραγματικό εστιακό μήκος, χρειάζονται μερικοί υπολογισμοί. Στην περίπτωση αναλογίας 4: 3, ο τύπος για το πραγματικό εστιακό μήκος FRis είναι:

$$FR [mm] = (F35 * SW) / 34,6 \quad \text{Όπου}$$

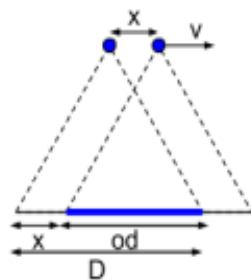
F35 = εστιακό μήκος που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο 35 mm

FR = πραγματικό εστιακό μήκος

Sw = το πραγματικό πλάτος του αισθητήρα



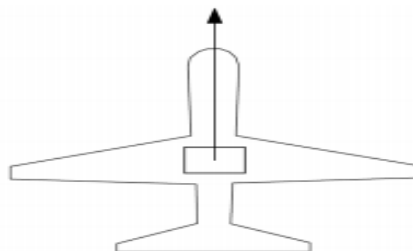
Ο ρυθμός λήψης εικόνας για την επίτευξη μιας δεδομένης μετωπικής επικάλυψης εξαρτάται από την ταχύτητα του UAV , το GSD και την ανάλυση pixel της κάμερας.



Όπου σύμφωνα με το σχήμα το D ορίζει την απόσταση που καλύπτει στο έδαφος, od είναι η αλληλεπίδραση των εικόνων , x η απόσταση των δύο θέσεων της κάμερας , v η ταχύτητα της πτήσης και τέλος t ο χρόνος μεταξύ δύο εικόνων.

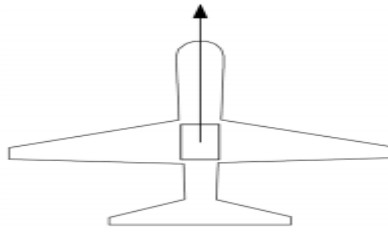
Οι περιπτώσεις τοποθέτησης της κάμερας είναι:

- Η κάμερα προσανατολίζεται με το πλάτος του αισθητήρα (μεγάλη διάσταση) κάθετα προς την κατεύθυνση πτήσης (συνηθισμένη περίπτωση)



Εικόνα 25 1η περίπτωση τοποθέτησης κάμερας(κάθετα)

- Η κάμερα προσανατολίζεται με το πλάτος του αισθητήρα (μεγάλη διάσταση) παράλληλα με την κατεύθυνση της πτήσης



Εικόνα 26 2η περίπτωση τοποθέτησης κάμερας (οριζόντια)

Το Pix4Dmapper μπορεί να επεξεργαστεί εικόνες που τραβήχτηκαν με οποιαδήποτε κάμερα, όπως: Lightweight compact cameras, DSLR cameras, Large format cameras, Action cameras, Camera Rigs, 360 ° panorama cameras



Εικόνα 27 Διάφοροι τύποι καμερών

Ρυθμίσεις κάμερας

Η ταχύτητα κλείστρου, το διάφραγμα και το ISO πρέπει να ρυθμιστούν αυτόματα. Ωστόσο εάν παρατηρήσουμε κάποιον απρόσμενο γεγονός όπως το να είναι οι εικόνες θολές θα πρέπει να ρυθμίσουμε κάποιες από τις παραμέτρους με το χέρι. Η ευαισθησία του ISO μπορεί να αντισταθμιστεί με τη ταχύτητα ανοίγματος και κλεισίματος του. Για να έχουμε εικόνες οι οποίες μπορούν να προχωρήσουν προς επεξεργασία πρέπει να έχουν λίγο θόρυβο και να είναι ευκρινές για αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται όταν υπάρχει επαρκής φωτισμός και κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων της κάμερας. Έτσι μειώνουμε τις πιθανότητες να έχουμε ένα μη ακριβή αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτών των εικόνων.

Σε γενικές γραμμές το κλείστρο θα πρέπει να έχει σταθερή ταχύτητα , η ρύθμιση του διαφράγματος θα πρέπει να γίνεται αυτόματα ανάλογα με τη φωτεινότητα της περιοχής και το ISO να είναι σε χαμηλές τιμές. Εάν δεν είναι σωστά ρυθμισμένοι οι παραπάνω δείκτες τότε υπάρχει πιθανότητα να μειωθεί η ευκρίνεια και να έχουμε υπερβολική έκθεση η και καθόλου.

Όσον αφορά τη ταχύτητα του κλείστρου τότε αυτή θα πρέπει να είναι τόσο γρήγορη ώστε να μην έχουμε ανεπιθύμητα αποτελέσματα αλλά παράλληλα να είναι και σταθερή με μια μέση ταχύτητα.

Γενικότερα οι υψηλές τιμές στις ρυθμίσεις στο ISO προκαλούν δυσάρεστα αποτελέσματα στην αποτελεσματικότητα του τελικού έργου και έτσι θα πρέπει να το ρυθμίζουμε σε όσο το δυνατόν πιο χαμηλές τιμές.

Οι τιμές του διαφράγματος και ποιο θα είναι το μέγιστο και το ελάχιστο του έχει να κάνει κυρίως με τη φύση του φακού. Συνήθως όταν έχουμε ρυθμισμένο το διάφραγμα σε υψηλές τιμές τότε έχουμε ως αποτέλεσμα χαμηλούς αριθμούς. Το ιδανικότερο θα ήταν εφόσον έχουν ρυθμιστεί καλά το ISO και το κλείστρο να επιλέγουμε την αυτόματη ρύθμιση του διαφράγματος.

Τέλος θα πρέπει να έχουμε να έχουμε απενεργοποιημένες κάποιες επιλογές η ηλεκτρονική σταθεροποίηση διότι έρχονται σε αντίθεση με κάποιους αλγόριθμους του συστήματος .

Προβλήματα με εικόνες λόγω λανθασμένων παραμέτρων κάμερας ή ανεπαρκούς εξοπλισμού που παρεμποδίζει την επεξεργασία:

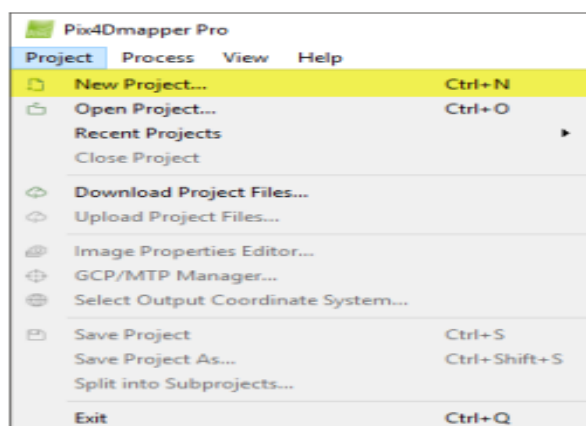


Εικόνα 28 Προβληματικές λήψεις

3.3 Δημιουργία έργου

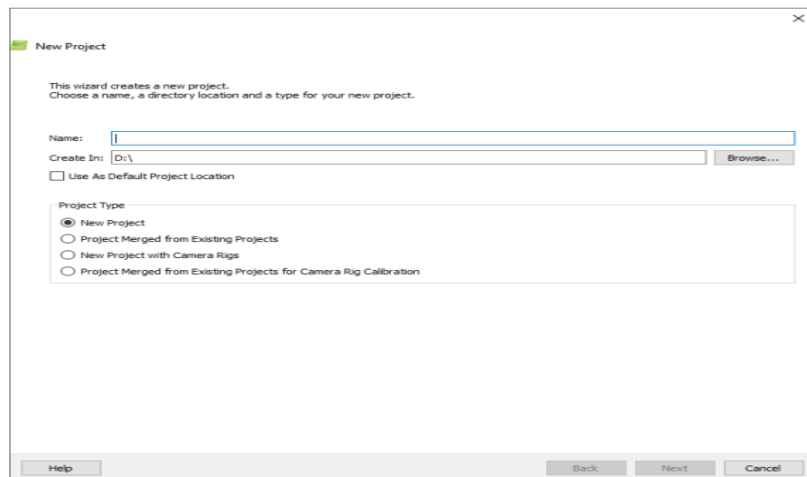
Για να δημιουργήσετε ένα νέο έργο:

1. Ανοίγετε το πρόγραμμα Pix4Dmapper(Διπλό κλικ στο εικονίδιο του).
2. Στη συνέχεια όπως φαίνεται παρακάτω επιλέγουμε νέο έργο(New project).



Εικόνα 29 Δημιουργία νέου έργου

3.Ο οδηγός NewProject ανοίγει:



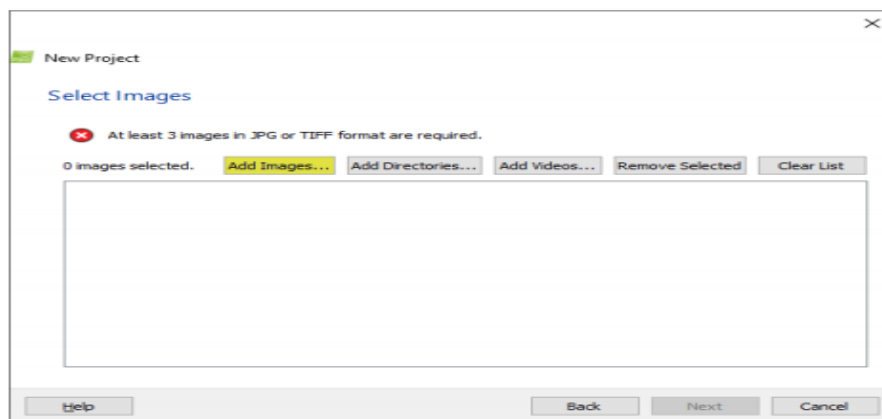
Εικόνα 30 Οδηγός νέου έργου

4. Στη επιλογή Όνομα πληκτρολογείτε το όνομα που θέλετε για το έργο(Inname).
5. (προαιρετικό) Στο συγκεκριμένο σημείο επιλέγετε το μέρος στο οποίο θέλετε να αποθηκευτεί το έργο στον υπολογιστή σας μέσω της επιλογής Επιλογή θέσης έργου από το παράθυρο Δημιουργία σε.

Εν συνεχεία κάνετε κλικ στο επόμενο και περνάτε στη νέα καρτέλα.

Στο συγκεκριμένο παράθυρο θα προσθέσετε της φωτογραφίες που θέλετε να επεξεργαστείτε:

1. Αρχικά κάνετε κλικ στη επιλογή προσθήκη εικόνων(Add images).



Εικόνα 31 Παράθυρο επιλογής φωτογραφιών

2. Τώρα μέσω ενός νέου παραθύρου που εμφανίζεται μπορείτε να επιλέξετε και να μεταφορτώσετε τις φωτογραφίες τις οποίες έχετε επιλέξει για επεξεργασία.
3. (προαιρετικό) Υπάρχει η δυνατότητα να αφαιρέσετε εικόνες τις οποίες έχετε μεταφορτώσει κάνοντας κλικ πάνω στο επιλεγμένο κουτάκι δίπλα ακριβώς από κάθε φωτογραφία.
4. (προαιρετικό) Είναι δυνατή η εκκαθάριση της λίστας εικόνων που έχουν προστεθεί κάνοντας κλικ στην επιλογή Εκκαθάριση λίστας.

5. Στη συνέχεια αφού έχετε ολοκληρώσει αυτό το στάδιο προχωράτε στην επόμενη καρτέλα κάνοντας κλικ στο επόμενο.

Στο νέο παράθυρο Ιδιότητες μπορείτε να εργαστείτε πάνω σε τρεις ενότητες :

- **Γεωγραφική τοποθεσία εικόνας:**

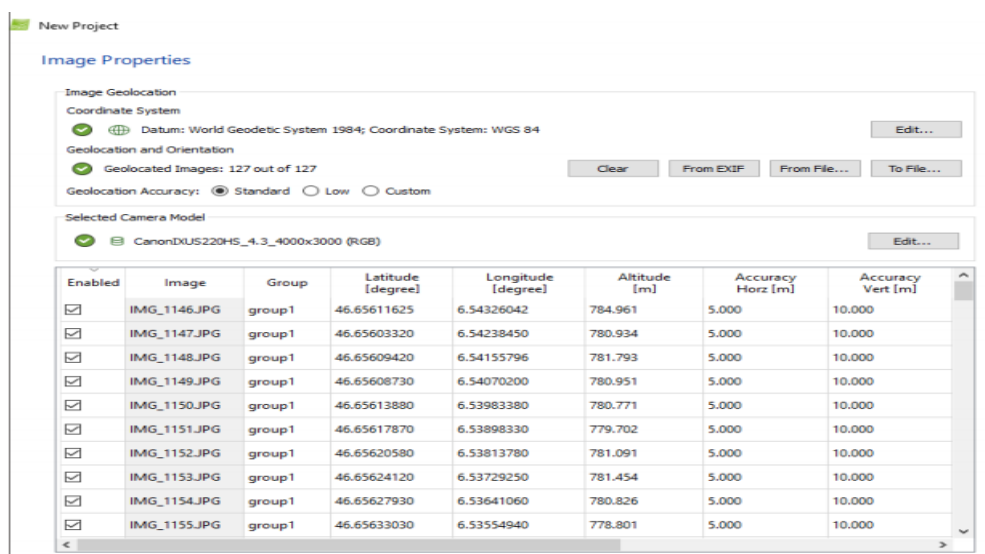
Ορίζει το σύστημα συντεταγμένων στο οποίο αναφέρεται η γεωγραφική θέση της εικόνας. Από εδώ ρυθμίζονται η εισαγωγή και εξαγωγή των συντεταγμένων καθώς και η ακρίβεια τους.

- **Ποιο είναι το μοντέλο της κάμερας:**

Εδώ φαίνεται το μοντέλο της κάμερας που έχει χρησιμοποιηθεί για τη λήψη των εικόνων.

- **Πίνακας επιλεγμένων εικόνων:**

Σε αυτό το παράθυρο φαίνονται όλα τα στοιχεία των εικόνων που έχουν μεταφορτωθεί με λεπτομέρειες όπως η θέση, ο προσανατολισμός κάθε εικόνας και εάν είναι επιλεγμένη από το χρήστη για επεξεργασία.



Εικόνα 32 Καρτέλα ιδιοτήτων εικόνων

Για να μεταβείτε στο επόμενο στάδιο πρέπει να κάνετε τα παρακάτω βήματα

1. Επιλέξτε Σύστημα Συντονισμού Εικόνας Στο Σύστημα Συντεταγμένων, κάντε κλικ στο Επεξεργασία ... εάν η γεωγραφική τοποθεσία της εικόνας δίνεται σε ένα σύστημα συντεταγμένων διαφορετικό από το WGS84 (προεπιλογή).
2. Εδώ θα πρέπει να εισάγετε πληροφορίες που έχουν να κάνουν με το προσανατολισμό της εικόνας και των συντεταγμένων γεωγραφικής τοποθεσίας.

3. Κάποιες γενικές ρυθμίσεις που έχουν να κάνουν με το μοντέλο κάμερας που είναι επιλεγμένο Αυτό το κομμάτι πρέπει να γίνει διότι πρέπει να υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των φωτογραφιών και του μοντέλου κάμερας που χρησιμοποιήθηκε .

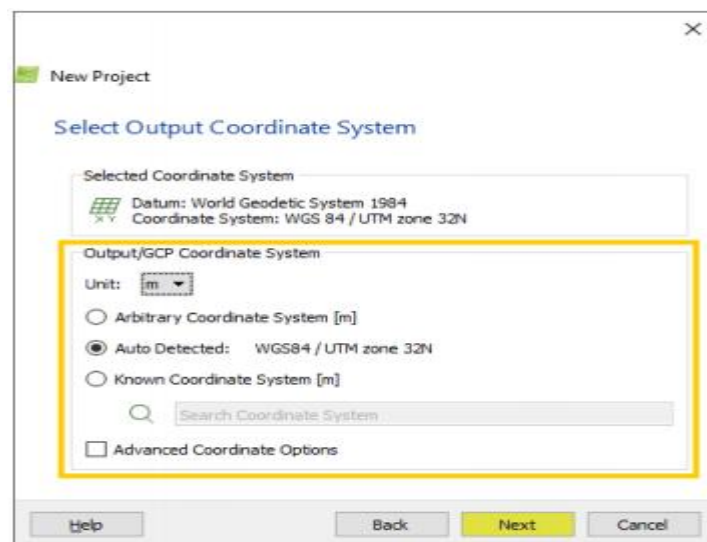
Συγκεκριμένα το μοντέλο της κάμερας έχει δύο επιλογές, η έγκυρο η μη έγκυρο:

Έγκυρο: Στη περίπτωση αυτή γίνεται ένας έλεγχος εγκυρότητας του μοντέλου ο οποίος είναι πράσινος και δείχνει ότι η κάμερα υπάρχει ήδη σε μία βάση δεδομένων μέσα στο Pix4d η εάν στα δεδομένα EXIF βρίσκονται ήδη αρκετές πληροφορίες σε σχέση με το συγκεκριμένο μοντέλο. Εάν αυτά ισχύουν τότε το μοντέλο της κάμερας ρυθμίζεται αυτόματα.

Μη έγκυρο: Σε αντίθεση με τα προηγούμενα εάν δεν τηρείτε κάποια από τις προϋποθέσεις που αναφέραμε παραπάνω τότε εμφανίζεται ένας κόκκινος σταυρός ο οποίος μα πληροφορεί ότι το μοντέλο είναι μη έγκυρο και οι ρυθμίσεις θα πρέπει να γίνουν χειροκίνητα .

Τέλος στο παράθυρο που εμφανίζεται ως Select Output System θα πρέπει να επιλέξετε την επιλογή στο σύστημα εξόδου συντεταγμένων GCP.

Προχωράτε στην επόμενη καρτέλα με τη επιλογή επόμενο.

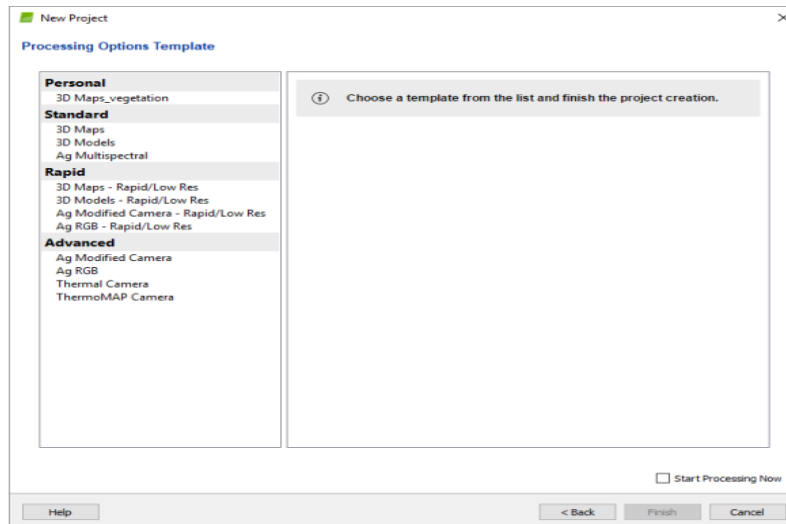


Εικόνα 33 Επιλογή συστήματος συντεταγμένων

Στο παράθυρο Πρότυπο επιλογών επεξεργασίας:

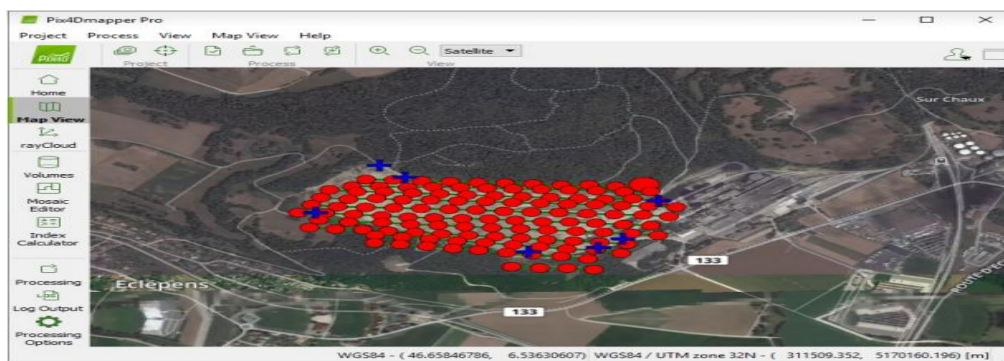
Επιλέξτε ένα πρότυπο επιλογών επεξεργασίας.

Στη συνέχεια επιλέγετε την επεξεργασία τώρα έτσι ώστε να ξεκινήσει η επεξεργασία των εικόνων σας και με την επιλογή τέλος να κλείσετε τον οδηγό.



Εικόνα 34 Παράθυρο επιλογών επεξεργασίας

Μόλις δημιουργηθεί το έργο, εμφανίζεται η κύρια επιφάνεια του έργου(Map Views).



Εικόνα 35 Κύρια επιφάνεια έργου

Πριν από την έναρξη της επεξεργασίας καλό θα ήταν να γίνουν κάποιες ρυθμίσεις όπως αυτές περιγράφονται παρακάτω.

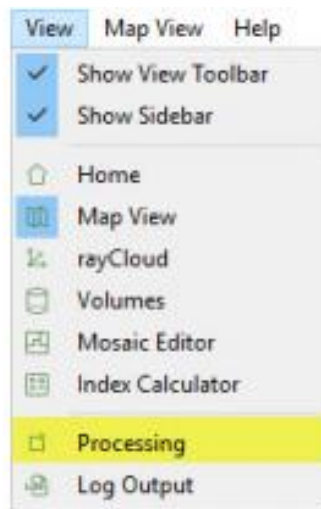
1. Η περιοχή η οποία απεικονίζεται στο κύρια οθόνη καλύπτει όλη την επιφάνεια που απθανατίζουν οι φωτογραφίες. Καλό θα ήταν να εστιάσετε και να επιλέξετε ακριβώς την περιοχή την οποία θα θέλατε να επεξεργαστείτε έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια κατά τη τελική παραγωγή των αποτελεσμάτων.

2. Σε αυτό το σημείο θα βοηθούσε στην παραγωγή των τελικών αποτελεσμάτων να επεξεργαστείτε τις επιλογές πρότυπων επεξεργασιών .Μπορείτε να αλλάξετε τα αρχεία των αποτελεσμάτων .

3. Τέλος η πρόσθεση σημείων ελέγχου εδάφους GCP βοηθά πάρα πολύ στη γεωγραφική ακρίβεια των τελικών παραγόμενων αποτελεσμάτων λαμβάνοντας πληροφορίες και στοιχεία από τη παγκόσμια υπηρεσία χαρτών.

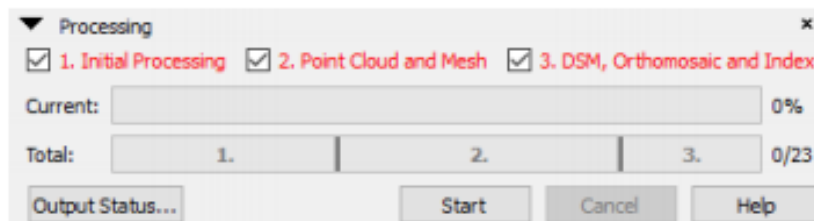
3.3.1 Προετοιμασία επεξεργασίας

Για να ξεκινήσετε την επεξεργασία του έργου:
Στη γραμμή μενού, κάντε κλικ στην επιλογή Προβολή> Επεξεργασία.



Εικόνα 36 Επιλογή γραμμής εργαλείων

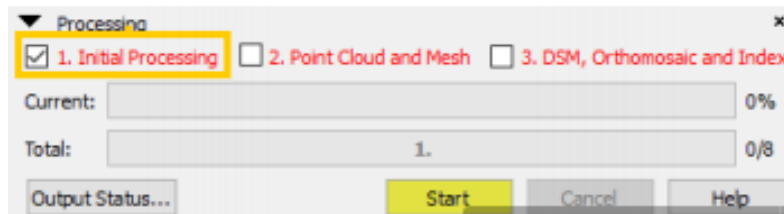
Στο συγκεκριμένο παράθυρο το οποίο βρίσκεται στο κάτω μέρος βρίσκονται κάποιες επιλογές επεξεργασίας.



Εικόνα 37 Επιλογές επεξεργασίας

Βεβαιωθείτε ότι:

- 1.Επιλέχθηκε η εντολή Initial Processing
- 2.Σημείο cloud και Mesh και DSM, Orthomosaic και Index δεν είναι επιλεγμένα:



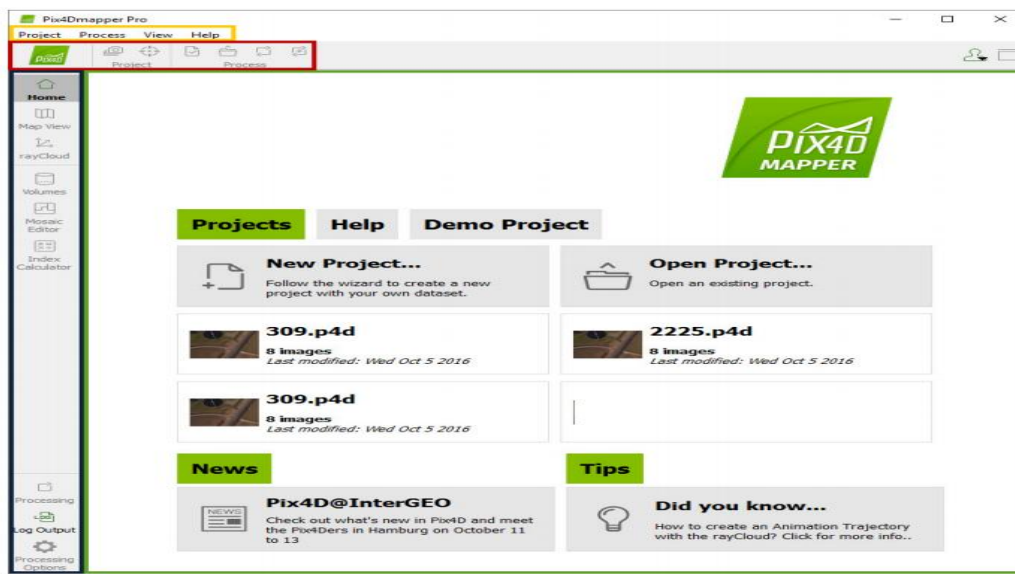
Εικόνα 38 Εκίνηση επεξεργασίας

Μόλις ολοκληρωθεί το βήμα 1 στην αρχική επεξεργασία εμφανίζεται αυτόματα η Αναφορά ποιότητας. Για να μην εμφανίζεται αυτόματα, επιλέξτε την οθόνη αυτόματα μετά το πλαίσιο επεξεργασίας στο κάτω μέρος της Αναφοράς ποιότητας. Στο σημείο αυτό όπου γίνεται η επεξεργασία συνεχόμενα με μια σειρά βημάτων θα ήταν καλό να επιβεβαιώνεται τα αποτελέσματα του κάθε βήματος μελετώντας την αναφορά ποιότητας που παράγεται για το καθένα.

3.4 Μενού Pix4dmapper

Όταν ανοίγει το Pix4Dmapper, εμφανίζονται 4 ενότητες:

- Το μενού επιλογών
- Η Γραμμή εργαλείων
- Βασικό μενού



Εικόνα 39 Αρχικό μενού

Στη **Γραμμή μενού** υπάρχουν 4 επιλογές:

- **Έργο** : Από τη συγκεκριμένη επιλογή μπορείτε να δημιουργήσετε ένα νέο έργο, να ανοίξετε η να κλείσετε ένα υπάρχον καθώς και να το αποθηκεύσετε. Δίνει ακόμα τη

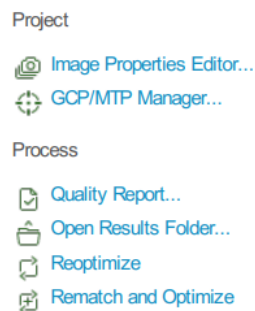
δυνατότητα επεξεργασίας των ιδιοτήτων του και των εικόνων που έχετε φορτώσει στο πρόγραμμα.

- **Επεξεργασία:** Μπορείτε να δουλέψετε πάνω σε όλες τις επιλογές επεξεργασίας που παρέχει το πρόγραμμα.
- **Εμφάνιση:** Από αυτή την επιλογή μπορείτε να εμφανίσετε το έργο σας με τις διάφορες επιλογές που παρέχει το λογισμικό ανάλογα με την επιλογή προβολής που έχετε επιλέξει όπως ορθομωσaiκό ,χάρτης η DSM μοντέλο.
- **Βοήθεια:** Μέσω αυτής της επιλογής μπορείτε να μεταβείτε στο εγχειρίδιο του λογισμικού ή στον ιστότοπο του έτσι ώστε να κατανοήσετε κάποια πράγματα για τις διαδικασίες επεξεργασίας καθώς επίσης και την διαφοροποίηση κάποιων ρυθμίσεων της έκδοσης που χρησιμοποιείτε.

Οι διάφορες επιλογές που παρέχει η γραμμή εργαλείων όπως φαίνεται παρακάτω μπορεί να είναι ανάλογα τις ρυθμίσεις και τις επιλογές του έργου είτε ενεργές είτε ανενεργές.

Τα κουμπιά της **γραμμής εργαλείων** είναι:

Στα αριστερά :



Εικόνα 40 Κουμπιά γραμμής εργαλείων

Στα δεξιά:

USERNAME: Εμφανίζει το όνομα χρήστη.

Cloud Projects: Εάν επιλέξετε την συγκεκριμένη επιλογή τότε μεταφέρεστε στον ιστότοπο του λογισμικού όπου υπάρχουν πολλά μεταφορτωμένα έργα.

Αποσύνδεση ...: Επιλογή απενεργοποίησης της άδειας στον εγκατεστημένο υπολογιστή

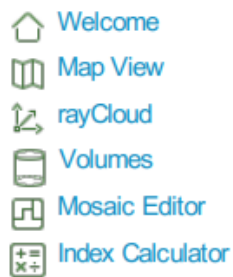
Show sidebar

Hide sidebar

Προβολή γραμμής εργαλείων

Εμφανίζεται στα αριστερά του κύριου παραθύρου και επιτρέπει την επιλογή της προβολής, των γραμμών (γραμμή επεξεργασίας ή / και εξόδου καταγραφής) και του παραθύρου επιλογών επεξεργασίας. Ανάλογα με τις επιλογές που έχετε επιλέξει καθώς και σε ποια φάση

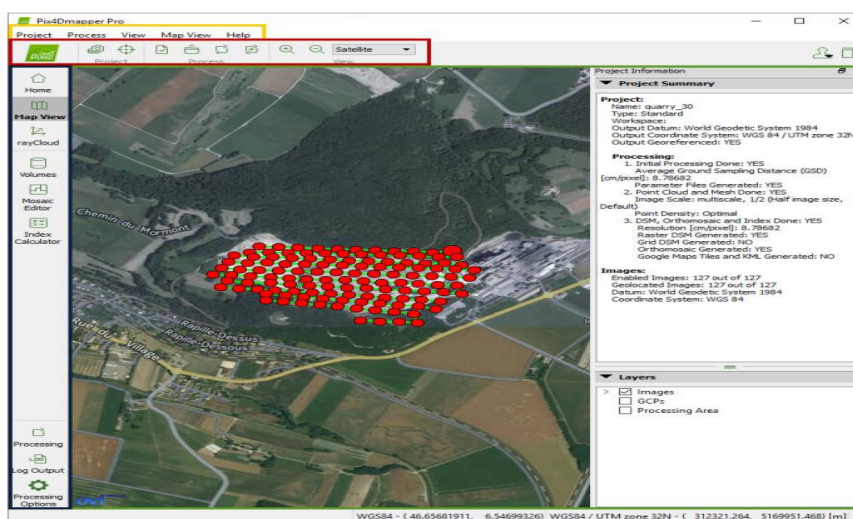
επεξεργασίας είναι το έργο οι επιλογές αυτής της ενότητας εμφανίζονται είτε ενεργές είτε γκριζες. Όταν ξεκινάει το πρόγραμμα μόνο η πρώτη από τις παρακάτω επιλογές είναι ενεργή.



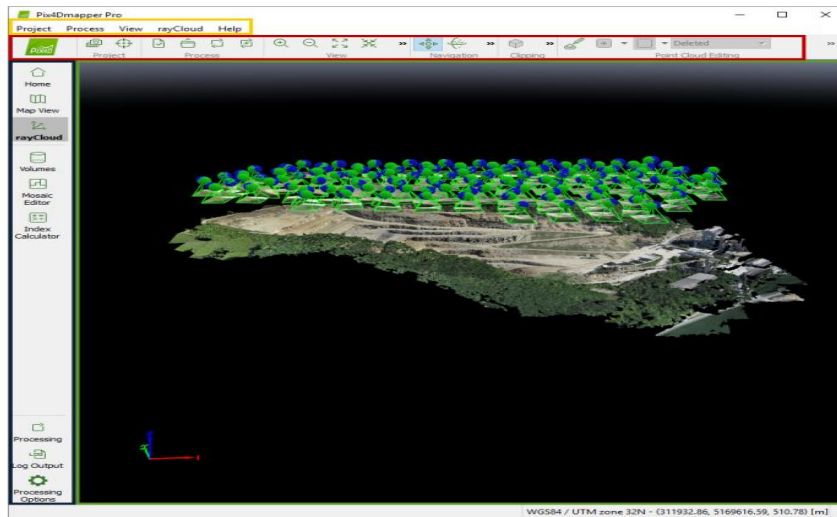
Εικόνα 41 Επιλογές προβολής γραμμής εργαλείων

Το πρόγραμμα μέσω την επιλογής εμφάνιση γραμμής εργαλείων σας δίνει τη δυνατότητα να εμφανίσετε η όχι τη γραμμή.

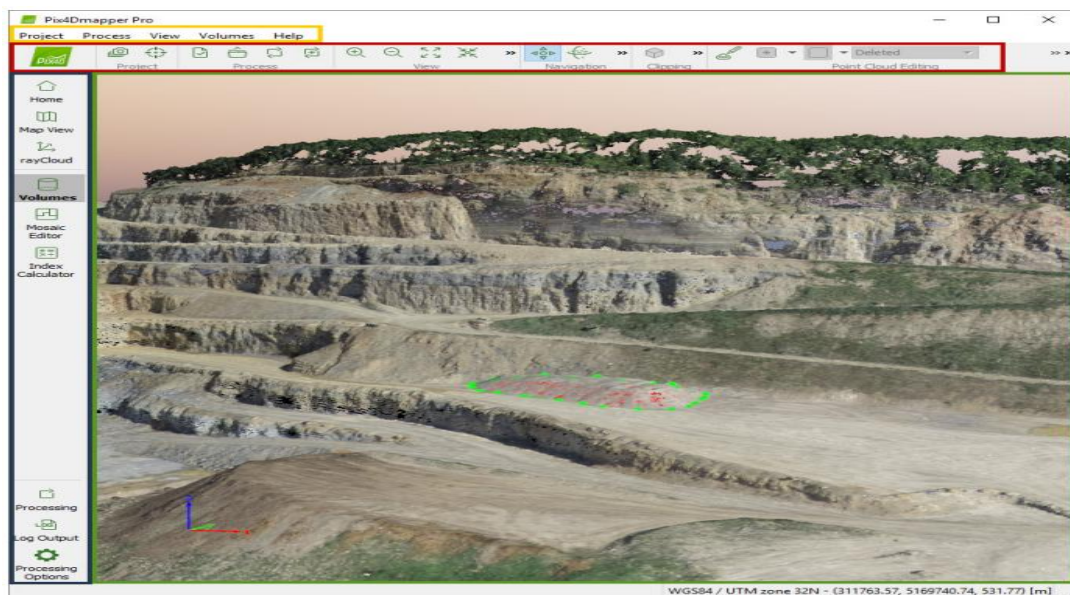
Με το άνοιγμα το λογισμικού για την επεξεργασία στη πρώτη οθόνη υποδοχής που εμφανίζεται δείχνει από προεπιλογή ένα χάρτη της μορφής 2D. Εάν στις αρχικές ρυθμίσεις εσείς είχατε αλλάξει αυτή τη προεπιλογή ανάλογα με το τι είχατε επιλέξει θα μπορούσε να εμφανίζεται ο χάρτης 3D, η ο χάρτης με τη προβολή ευρετηρίου η ψηφιδωτών επικαλύψεων.



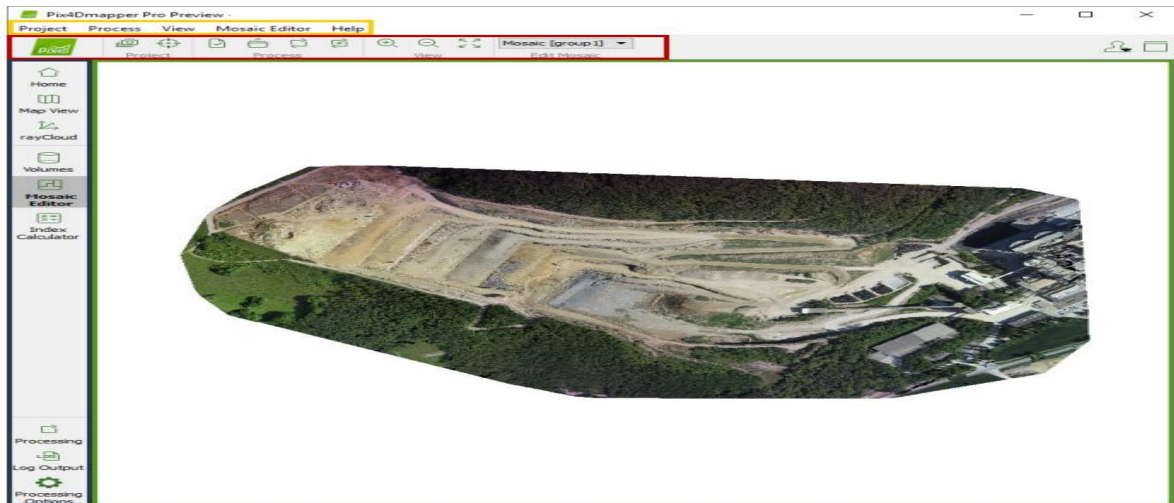
Εικόνα 42 Προβολή υποδοχής



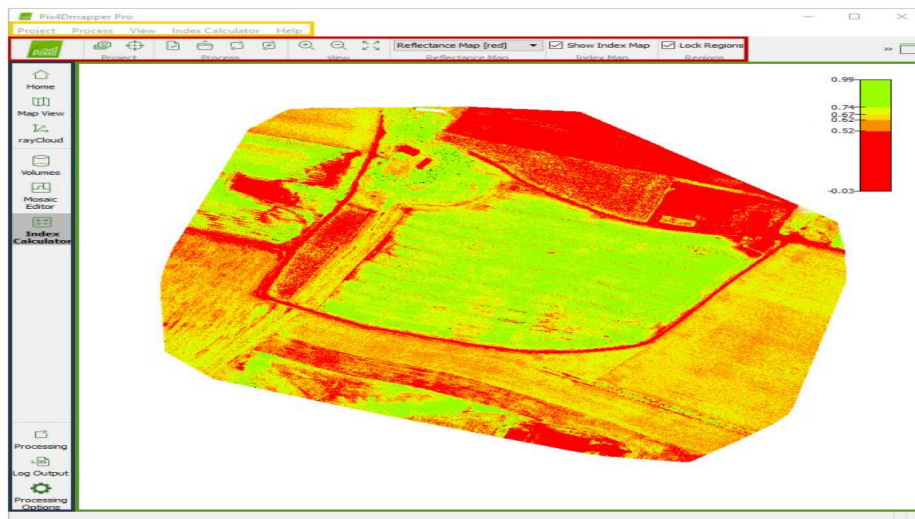
Εικόνα 43 Προβολή rayCloud



Εικόνα 44 Προβολή Volumes

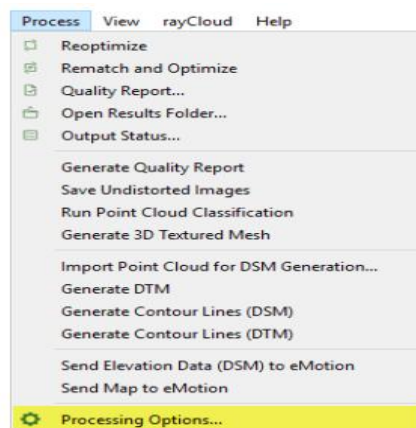


Εικόνα 45 Προβολή Mosaic



Εικόνα 46 Προβολή Index Calculator

3.4.1 Δυνατότητες επιλογής 'επεξεργασία'



Εικόνα 47 Επιλογή 'Επεξεργασία'

Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει να:

- Επιλέγονται οι έξοδοι και η μορφή.

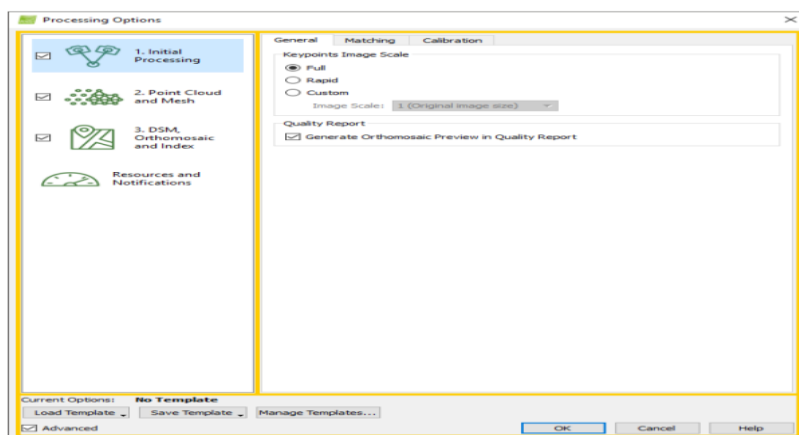
- Εκχωρούνται πόροι υλικού για την επεξεργασία.
- Επιλέγεται ένα πρότυπο επιλογών επεξεργασίας.
- Δημιουργείται ένα νέο πρότυπο επιλογών επεξεργασίας.
- Διαχειρίζεται το πρότυπο επιλογών επεξεργασίας.

Περιέχονται τρεις ενότητες οι οποίες:

- Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί τις διάφορες επιλογές.
- Μετά την επεξεργασία των διάφορων επιλογών επιτρέπει στο χρήστη να ρυθμίσει τις επιλογές εισόδου και εξόδου.
- Τελευταία επιλογή που παρέχετε είναι η δυνατότητα της επιλογής και επεξεργασίας διάφορων προτύπων και η αποθήκευσή τους.

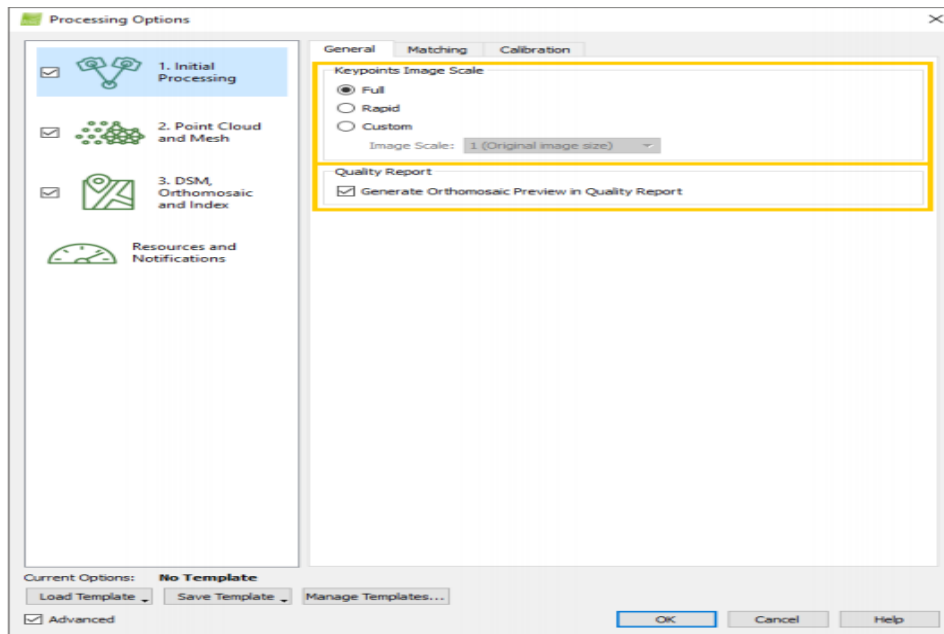
Επίσης υπάρχουν τέσσερα κουμπιά με τα οποία γίνονται οι εξής ενέργειες :

- **OK:** Κλείνει την καρτέλα και αποθηκεύει τις όποιες αλλαγές.
- **Ακύρωση:** Ακυρώνει ότι αλλαγές έχουν γίνει και δίνει τη δυνατότητα για άλλες αλλαγές .
- **Βοήθεια:** Μεταβαίνει στη ηλεκτρονική βοήθεια που υπάρχει για το λογισμικό .
- **Επιλογές για προχωρημένους:** Ανοίγει νέα καρτέλα με περισσότερες επιλογές για πιο έμπειρους χρήστες.



Εικόνα 48 Επιλογές διαδικασίας

3.4.2 Επιλογές επεξεργασίας εικόνας



Εικόνα 49 Keypoints Image Scale επιλογές

Keypoints Image Scale

Επιτρέπει τον καθορισμό του μεγέθους της εικόνας στο οποίο εξάγονται τα αριθμητικά σημεία σε σύγκριση με το αρχικό μέγεθος των εικόνων.

Οι επιλογές που παρέχονται είναι οι εξής:

- **Μέγιστο(Full):** Η κλίμακα της εικόνας ρυθμίζεται στο πλήρες για καλύτερα αποτελέσματα.
- **Μικρότερη(Rapid):** Η κλίμακα ορίζεται πιο χαμηλά για μεγαλύτερη ταχύτητα αποτελεσμάτων
- **Χειροκίνητα(Custom):** Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τη ρύθμιση της κλίμακας

Εάν επιλέξετε τη χειροκίνητη ρύθμιση τότε υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές:

Image Scale:

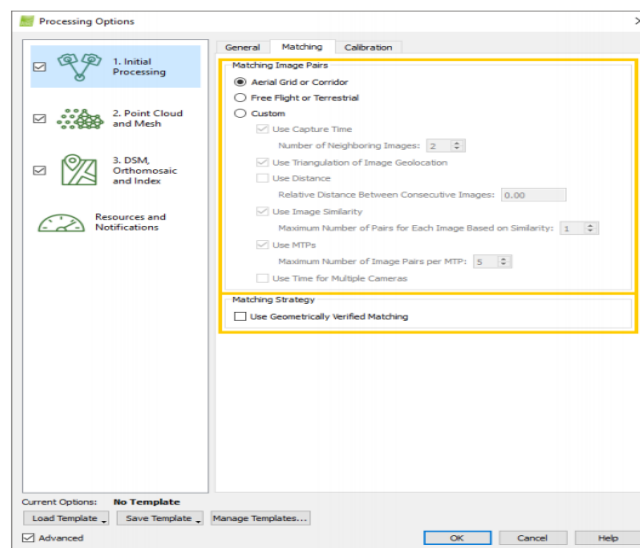
- **Κανονικό μέγεθος εικόνας(Original image size):** Δίνει την εικόνα σύμφωνα με το υπάρχον μέγεθος της.
- **Διπλάσιο μέγεθος εικόνας(Double image size):** Όταν οι εικόνες είναι μικρές τότε θα πρέπει να επιλέγετε αυτή η επιλογή διότι έτσι δημιουργούνται περισσότερες πληροφορίες για την εικόνα και έτσι εξάγονται πιο ακριβή αποτελέσματα .
- **Μεσαίο μέγεθος εικόνας(Half image size):** Επιλέγετε κυρίως όταν τα έργα είναι πολύ μεγάλα και η επικάλυψη είναι αρκετά ικανοποιητική. Με αυτό το τρόπο η επεξεργασία γίνεται πολύ πιο γρήγορα ωστόσο τα αποτελέσματα δεν είναι πολύ

ακριβή. Καλό θα ήταν ακόμα να χρησιμοποιείτε αυτή η επιλογή όταν οι εικόνες δεν έχουν πολύ καλή ευκρίνεια και με αυτό το τρόπο παράγονται καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την επιλογή πλήρης κλίμακας.

- **Το ένα τέταρτο μεγέθους εικόνας (Quarter image size):** Σε αυτή τη περίπτωση το έργο θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλο και η επικάλυψη σε πολύ υψηλά ποσοστά. Με αυτό το τρόπο εξάγονται πιο λίγα χαρακτηριστικά που οδηγούν σε χαμηλότερη ακρίβεια των παραγόμενων αποτελεσμάτων
- **Το ένα όγδοο μεγέθους εικόνας(Eighth image size):** Συνίσταται μόνο σε πολύ μεγάλα έργα με πολύ καλή επικάλυψη για τη ταχύτερη και μόνο επεξεργασία.Τα αποτελέσματα που παράγονται δεν διακρίνονται για την ακρίβεια τους.

Επιλογές Matching

- **Matching Image Pairs:** Επιτρέπει την επιλογή των ζευγών εικόνων που ταιριάζουν.
- **Matching Strategy:** Δίνει τη δυνατότητα επιλογής του τρόπου με τον οποίο θα γίνει η αντιστοίχιση των φωτογραφιών.

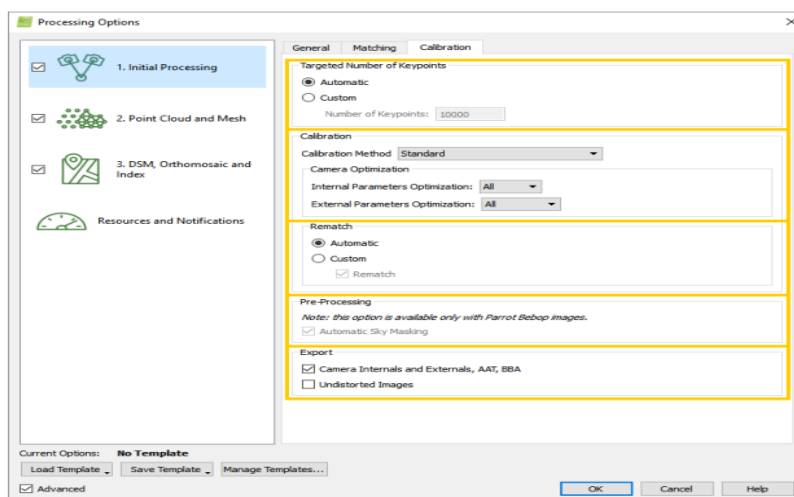


Εικόνα 50 Επιλογές αντιστοίχισης εικόνων

Τα Ζεύγη αντιστοίχιας εικόνων, επιτρέπουν στο χρήστη να επιλέξει ποια ζεύγη εικόνων αντιστοιχίζονται:

- **Εναέριο πλέγμα και διάδρομος:** Όταν έχουμε σχέδιο πτήσης σε πλέγμα η διάδρομο επιτρέπει την καλύτερη αντιστοίχιση των εικόνων .
- **Ελεύθερη πτήση η επίγεια λήψη:** Δίνει τη δυνατότητα για καλύτερη αντιστοίχιση όταν έχουμε πτήση χωρίς πλάνο η λήψεις εικόνων επίγεια.
- **Χειροκίνητα(Για προχωρημένους):** Εδώ υπάρχουν κάποιες πιο εξειδικευμένες ρυθμίσεις για την αντιστοίχια ζευγών εικόνων . Προτείνεται εάν μία από τις παραπάνω επιλογές δεν παρέχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

- **Use Capture Time:** Συνδυάζει τις εικόνες λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο λήψης.
- **Number of Neighboring Images:** Επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει πόσες εικόνες (πριν και μετά το χρόνο) χρησιμοποιούνται για την αντιστοίχιση ζευγών.
- **Use Triangulation of Image Geolocation:** Διατίθεται μόνο εάν οι εικόνες έχουν γεωγραφική τοποθεσία. Η θέση των εικόνων είναι τριγωνική.
- **Use Distance:** Διατίθεται μόνο εάν οι εικόνες έχουν γεωγραφική τοποθεσία. Είναι χρήσιμο για πλάγια ή επίγεια έργα.
- **Relative Distance Between Consecutive Images:** Επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει τη σχετική απόσταση.
- **Use Image Similarity:** Χρησιμοποιεί το περιεχόμενο εικόνας για αντιστοίχιση ζευγών. Ταιριάζει τις εικόνες με παρόμοιο περιεχόμενο.
- **Maximum Number of Pairs for Each Image Based on Similarity:** Μέγιστος αριθμός ζευγών εικόνων με παρόμοιο περιεχόμενο.
- **Use MTPs:** Οι εικόνες που συνδέονται μέσω ενός κοινόχρηστου χειροκίνητου σημείου σύνδεσης να ταιριάζουν μεταξύ τους.
- **Maximum Number of Image Pairs per MTP:** Μέγιστος αριθμός ζευγών εικόνων που συνδέονται με ένα δεδομένο MTP.
- **Use Time for Multiple Cameras:** Όταν υπάρχουν πολλές πτήσεις χωρίς γεωγραφική τοποθεσία χρησιμοποιώντας το ίδιο σχέδιο πτήσης στην ίδια περιοχή και έχοντας διαφορετική κάμερα για κάθε πτήση.



Εικόνα 51 Επιλογές Calibretion

Συγκεκριμένος αριθμός βασικών σημείων : Επιτρέπει τον ορισμό του αριθμού των σημείων κλειδιών που εξήχθησαν.

Βαθμονόμηση: Δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας των ρυθμίσεων της κάμερας

Επανεκτίμηση : Παρέχει τη δυνατότητα επιλογής επιπλέον σημείων μετά το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας.

Προ επεξεργασία

Export: Δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής των ποσοτικών αποτελεσμάτων.

3.4.3 Βαθμονόμηση

Επιτρέπει την επιλογή του τρόπου βελτιστοποίησης των εσωτερικών και εξωτερικών παραμέτρων της κάμερας. Το βήμα βελτιστοποίησης συνίσταται στην εκτέλεση του αυτόματου εναέριου τριγωνισμού (AAT), της ρύθμισης μπλοκ δέσμης (BBA) και στα βήματα αυτορύθμισης της κάμερας έως ότου επιτευχθεί η βέλτιστη επιλογή:

- **Τυπική μέθοδος βαθμονόμησης:** Η επιλογή αυτή είναι προεπιλεγμένη και είναι χρήσιμη όταν έχουμε να κάνουμε με ένα σχετικά ομαλό και χωρίς μεγάλες ιδιαιτερότητες έδαφος. Θα πρέπει να υπάρχει ακρινή γεωγραφική τοποθεσία και σε περίπτωση που το σύνολο των εικόνων που είναι λοξές είναι πάνω από το πέντε τοις εκατό τότε θα υπάρξει αποτυχία. Ακόμα θα πρέπει να εντοπίζεται γεωγραφικά τουλάχιστον το εβδομήντα πέντε τοις εκατό των εικόνων.
- **Ακριβής γεωγραφικός εντοπισμός:** Είναι μία πιο βελτιωμένη μέθοδος η οποία βέβαια απαιτεί τη τοποθέτηση της γεωγραφικής τοποθεσίας και του προσανατολισμού και προτείνεται όταν υπάρχει ένα πολύ μεγάλο έργο αλλά με ακριβή γεωγραφικά χαρακτηριστικά.

Βελτιστοποίηση των παραμέτρων της κάμερας : Από τη συγκεκριμένη ενότητα μπορείτε να ρυθμίσετε τις βέλτιστες επιλογές για τη κάμερα. Υπάρχουν δύο είδη τα οποία είναι τα εξής :

Ρύθμιση εσωτερικών παραμέτρων.

- **Όλες(προεπιλεγμένο):** Επιλέγοντας αυτή τη ρύθμιση όλες οι παράμετροι της εσωτερικής κάμερας παίρνουν τη βέλτιστη τιμή τους. Οι κάμερες που χρησιμοποιούν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη κατά κύριο λόγο είναι μικρές και έτσι είναι αρκετά ευαίσθητες σε διάφορους εξωτερικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία η οι κραδασμοί, για το λόγο αυτό καλό θα ήταν να επιλέγετε αυτή τη ρύθμιση κατά την επεξεργασία των εικόνων σας.
- **Καμία:** Με την επιλογή αυτή δεν γίνεται καμία επιπλέον ρύθμιση στις παραμέτρους της εσωτερικής κάμερας. Αυτό πρέπει να γίνεται όταν η κάμερα είναι

μεγάλη και έχουν γίνει οι κατάλληλες διεργασίες για την ρύθμιση των παραμέτρων της επεξεργασίας .

- **Πρωτοποριακή:** Κύριος σκοπός της είναι η ρύθμιση και βελτιστοποίηση συγκεκριμένων παραμέτρων της κάμερας. Αυτή η επιλογή είναι χρήσιμη για την επεξεργασία ορισμένων καμερών, όπως κάμερες με αργή ταχύτητα κλείστρου κύλισης.
- **Μοντέλο εναλλακτικών φακών:** Το εστιακό μήκος και οι δύο πρώτες παράμετροι ακτινικής παραμόρφωσης.
- **Όλα τα προηγούμενα:** Αναγκάζει τις βέλτιστες εσωτερικές παραμέτρους να πλησιάζουν τις αρχικές τιμές.

Ρύθμιση των εξωτερικών παραμέτρων.

- **Όλα (προεπιλεγμένο):** Βελτιστοποιεί την περιστροφή και τη θέση της κάμερας, καθώς και το γραμμικό ρολό κύλισης σε περίπτωση που το μοντέλο της κάμερας ακολουθεί το γραμμικό κλείστρο κύλισης μοντέλο.
- **Καμία:** Δεν βελτιστοποιεί καμία από τις εξωτερικές παραμέτρους της κάμερας. Ενεργοποιείται μόνο όταν έχει επιλεγεί Ακριβής γεωγραφική θέση και προσανατολισμός ως μέθοδος βαθμονόμησης.
- **Προσανατολισμός:** Ελέγχει ρυθμίσεις οι οποίες έχουν να κάνουν αποκλειστικά με το προσανατολισμό των καμερών. Ενεργοποιείται μόνο όταν έχει επιλεγεί Ακριβής γεωγραφική θέση και προσανατολισμός ως μέθοδος βαθμονόμησης. Η επιλογή αυτή πρέπει να χρησιμοποιείτε όταν έχουμε ακριβή θέση κάμερας και αυτή είναι γνωστή.

3.4.4 Επαναξιολόγηση των κοινών σημείων

Σε αυτή την ενότητα αναφερόμαστε σε ένα στάδιο της επεξεργασίας το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να προσθέσει περισσότερα κοινά σημεία μεταξύ των εικόνων. :

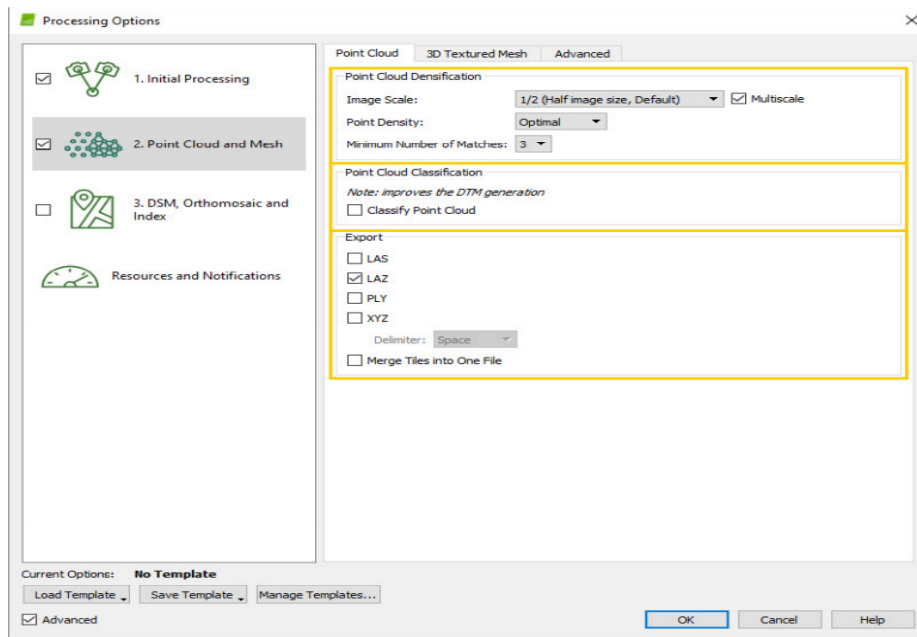
Αυτόματα (προεπιλεγμένο): Όταν υπάρχουν έργα με λιγότερες από 500 φωτογραφίες τότε με αυτή την εντολή είναι δυνατός ο αυτόματος προσδιορισμός νέων σημείων.

Χειροκίνητα: Επιτρέπει να επιλέξετε εάν η επαναλειτουργία έχει γίνει ή όχι για το έργο.

Επίσης σε αυτή την καρτέλα μπορεί να γίνει κάποια αλλαγή των ρυθμίσεων επεξεργασίας που είχαν επιλεγεί σε προηγούμενο στάδιο και είχαν να κάνουν με το Point Cloud και το Mesh. Ακόμα αυξάνει τις επικαλύψεις και εξάγετε έτσι πιο λεπτομερής 3D χάρτης. .

Point Cloud Πυκνότητα: Από την επιλογή αυτή μπορούν να ρυθμιστούν οι παράμετροι της πυκνότητας των φωτογραφιών.

Point Cloud Ταξινόμηση: Εδώ ρυθμίζεται η ταξινόμηση των φωτογραφιών.



Εικόνα 52 Δυνατότητες της καρτέλας Point Cloud

Κλίμακα εικόνας: Μέσω του μενού εμφανίζεται από αυτή την επιλογή ο χρήστης μπορεί να υπολογίσει και να ρυθμίσει τη κλίμακα των εικόνων. Οι επιλογές που έχει είναι οι ακόλουθες:

- **1/2 (Half image size, Default):** Είναι η προεπιλεγμένη κλίμακα και χρησιμεύει σε εικόνες μεσαίου μεγέθους για τον υπολογισμό επιπρόσθετων σημείων.
- **1 (Original image size, Slow):** Με τη επιλογή αυτή επιλέγετε το κανονικό μέγεθος εικόνας για τα τρισδιάστατα σημεία Έχει μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τη προηγούμενη επιλογή καθώς εξάγονται περισσότερα κοινά σημεία ωστόσο απαιτεί πολύ μεγάλη Ram και ο χρόνος επεξεργασίας γίνεται πολύς.
- **1/4 (Quarter image size, Fast):** Αυτή η επιλογή προτείνεται να επιλέγετε όταν έχετε έργα με μεγάλη πυκνότητα στη βλάστηση καθώς παράγει λιγότερα κοινά σημεία σε σχέση με τη πρώτη επιλογή ωστόσο παράγει σημεία του τοπίου τα οποία δεν μπορούν εύκολα να ταιριάζουν.
- **1/8 (Eighth image size, Tolerant):** Και αυτή η επιλογή καλό είναι να επιλέγετε όταν υπάρχει πολύ βλάστηση.

Multiscale (default): Με τη επιλογή αυτή αυξάνεται πολύ ο αριθμός των 3D σημείων που υπολογίζεται και έτσι υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στο τελικό αποτέλεσμα. Ουσιαστικά αυτή η ρύθμιση εξάγει όλα τα σημεία που υπολογίζονται από τις προηγούμενες επιλογές που αναφέρονται παραπάνω με μια σειρά προτεραιότητας από αυτό που έχει επιλέξει ο χρήστης και προς τα κάτω σε μέγεθος εικόνας.

Παρακάτω υπάρχει η επιλογή **Point Destiny** από την οποία μπορείτε να ρυθμίσετε τη πυκνότητα νέφους σημείου και δίνει τις παρακάτω επιλογές στο μενού που εμφανίζεται.

- **Βέλτιστο (προεπιλεγμένο):** Για κάθε εικονοστοιχείο που έχει δημιουργηθεί παράγει ένα 3D σημείο.
- **Υψηλό:** Εδώ εκτελείτε η ίδια διαδικασία με τη προηγούμενη επιλογή αλλά γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτό οδηγεί σε τετραπλάσιο χρόνο κατά την επεξεργασία και η RAM που απαιτείτε αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό. Κατά κύριο λόγο δεν βελτιώνετε η ποιότητα των αποτελεσμάτων με αυτή την επιλογή.
- **Χαμηλό:** Με αυτή την επιλογή το πρόγραμμα υπολογίζει για κάθε υποδιαίρεση του ένα στοιχείο 3D. Το τελικό σύννεφο σημείου παράγεται τέσσερις φορές πιο γρήγορα και χρησιμοποιώντας τέσσερις φορές πιο λίγη εσωτερική μνήμη σε σχέση με τη προηγούμενη επιλογή.

Minimum Number of Matches: Το επόμενο κομμάτι αυτής της καρτέλας έχει να κάνει με τον ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό των σημείων που επαναλαμβάνονται για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου σημείου. Δίνει τις παρακάτω επιλογές στο χρήστη :

- **3 (προεπιλογή):** Τρεις εικόνες το λιγότερο πρέπει να προβάλλουν το σημείο 3D.
- **2:** Με αυτή τη επιλογή απαιτείτε τουλάχιστον δύο φορές η προβολή. Για να είναι χρήσιμη αυτή η επιλογή πρέπει να υπάρχει μεγάλη επικάλυψη.
- **4:** Αντίστοιχα εδώ πρέπει να προβάλετε τέσσερις φορές. Επιτυγχάνεται έτσι μείωση του θορύβου και καλύτερη πυκνότητα point cloud ωστόσο ενδέχεται να υπολογιστούν λιγότερα τρισδιάστατα σημεία.

Export: Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ορίσει τα είδη των εξόδων που επιθυμεί

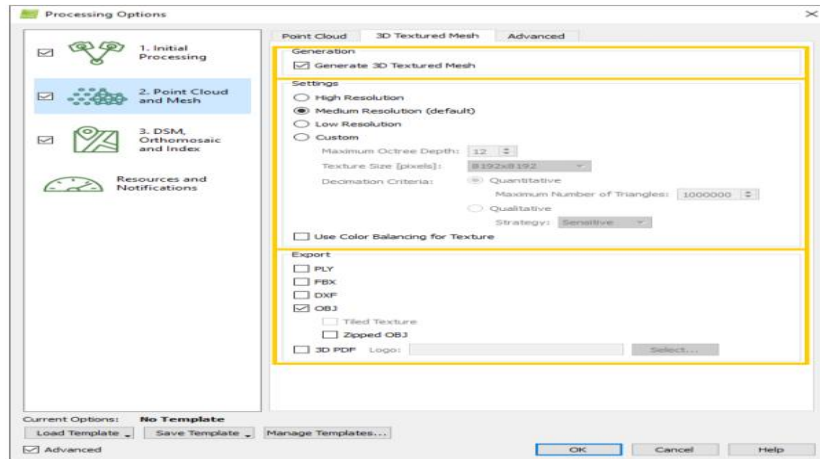
- **LAS (προεπιλεγμένο):** Από τα αρχικά LiDAR Las που έχουν να κάνουν με τη θέση και το χρώμα για τα σημεία νέφους.
- **LAZ:** Το ίδιο με το προηγούμενο με τη διαφορά ότι η έξοδος γίνεται με συμπιεσμένο αρχείο.
- **PLY:** Παράγεται ένα αρχείο με πληροφορίες θέσης και χρώματος με τους τρεις άξονες.
- **XYZ:** Ένα αρχείο με τις ίδιες πληροφορίες με το προηγούμενο αλλά σε μορφή ASCII.

Delimiter: Για το διαχωρισμό των τιμών καθορίζει τον χαρακτήρα του αρχείου. Υπάρχει ένα μενού που δίνει τις ακόλουθες επιλογές:

- Semicolons
- Comma
- Tab
- Space

Επιλογή 3D Textured Mesh

- **Generation** δημιουργία πλέγματος με υφή 3D: Επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει αν θα πρέπει να δημιουργηθεί το πλέγμα με υφή 3D.
- **Ρυθμίσεις** Δίνονται στο χρήστη οι επιλογές που έχουν να κάνουν με την ανάλυση του τρισδιάστατου πεδίου. Αυτές οι επιλογές είναι :
 - **Υψηλή ανάλυση:** Με αυτή την επιλογή επιτυγχάνετε λεπτομέρεια σε υψηλό επίπεδο.
 - **Μεσαία ανάλυση (προεπιλογή):** Είναι η προεπιλεγμένη δυνατότητα του συστήματος. Προτείνεται για τα περισσότερα έργα καθώς προσφέρει μια μέση κατάσταση μεταξύ επιπέδου ακρίβειας στο αποτέλεσμα και στο χρόνο παραγωγής του
 - **Χαμηλή ανάλυση:** Με αυτή την επιλογή πιο γρήγορο χρόνο για την παραγωγή των αποτελεσμάτων και μικρότερο μέγεθος αλλά αυτό σημαίνει και λιγότερη ακρίβεια.
- **Export** Από εδώ επιλέγονται οι μορφές εξόδου που θέλει ο χρήστης για τη τρισδιάστατη απεικόνιση. Οι μορφές αυτές περιγράφονται παρακάτω:
 - **PLY:** Είναι ένα αρχείο με δεδομένα υφής του πλέγματος για κάθε κορυφή του.
 - **FBX.**
 - **AutoCAD DXF.**
 - **OBJ (προεπιλογή):** Είναι προεπιλεγμένο από το σύστημα και δίνει το ίδιο αρχείο με τη πρώτη επιλογή με τη διαφορά ότι επιτρέπει στο χρήστη να επεξεργαστεί και να μειώσει το μέγεθος του αρχείου.
 - **3D PDF:** Παράγεται ένα αρχείο Pdf μέσα στο οποίο εμφανίζεται το τρισδιάστατο μοντέλο του έργου το οποίο έχει ανάλυση 2000x2000 εικονοστοιχεία. Μπορεί ακόμα ο χρήστης να επιλέξει το τύπο μορφής του τρισδιάστατου αρχείου που θα εμφανίζει το pdf .



Εικόνα 53 Επιλογή 3D Textured Mesh

3.5 Σημείο πυκνότητας νέφους

Επιτρέπει τον ορισμό παραμέτρων για την συμπύκνωση του point cloud.

Έχουμε δύο επιλογές:

- **7x7 pixel:** Όταν υπάρχουν εικόνες nadir είναι καλό να χρησιμοποιείτε αυτή η επιλογή διότι προσφέρει μεγάλη ταχύτητα.
- **9x9 pixel:** Στη περίπτωση όπου η απεικόνιση έχει πραγματοποιηθεί με πλάγιες εικόνες η από επίγεια λήψη επιλέγετε αυτή η επιλογή καθώς προσφέρει ακριβέστερη θέση για τα πυκνά σημεία.

Ομάδες εικόνων

Επιτρέπει τον καθορισμό των ομάδων εικόνων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία: Point Cloud, γεωμετρία του πλέγματος και την υφή του πλέγματος.

Στη καρτέλα αυτή έχουμε τρεις επιλογές :

- **Point Cloud:** Το σύνολο των εικόνων για τη δημιουργία σημείου νέφους.
- **Γεωμετρία πλέγματος:** Ομάδες εικόνων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της γεωμετρίας του πλέγματος.
- **Υφή πλέγματος:** Ομάδες εικόνων που χρησιμοποιούνται για την υφή του πλέγματος.

Φίλτρα Cloud Point: Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τα διάφορα φίλτρα που θα χρησιμοποιηθούν για τη παραγωγή σημείου νέφους και 3D.

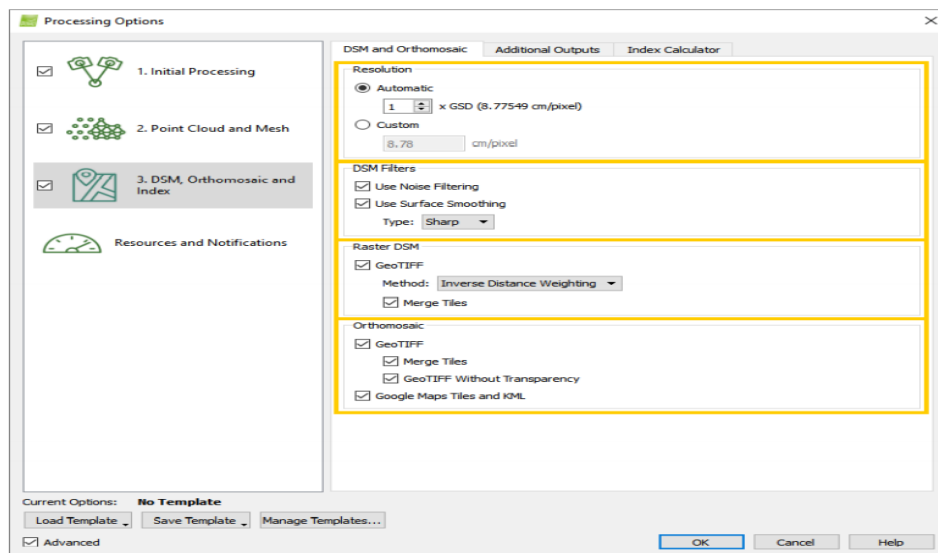
Δίνονται οι παρακάτω δυνατότητες:

- **Χρήση επιλεγμένης περιοχής επεξεργασίας:** Όταν σε προηγούμενο βήμα ο χρήστης έχει επιλέξει ένα συγκεκριμένο σημείου του χάρτη στο οποίο θα γίνει η επεξεργασία επιλέγετε αυτό για τη δημιουργία σημείου νέφους.
- **Χρήση των σχολιασμών του χρήστη:** Σε περίπτωση που ο χρήστης έχει κάνει κάποια σχόλια σε σχέση με τις εικόνες τα χρησιμοποιεί για φιλτράρισμα κατά τη παραγωγή σημείου νέφους.
- **Αυτόματο όριο βάθους κάμερας:** Δεν επιτρέπεται μέσω αυτής της επιλογής η επεξεργασία αντικειμένων που έχει τραβήξει η κάμερα και δεν έχουν σχέση με το σημείο που επιθυμεί ο χρήστης να επεξεργαστεί .

DSM και ορθομοσαικό

Από τη συγκεκριμένη καρτέλα ρυθμίζονται όλες οι επιλογές που έχουν να κάνουν με τη παραγωγή αυτών των δύο μοντέλων αποτελεσμάτων. Υπάρχουν τέσσερις δείκτες που μπορεί να ρυθμίσει ο χρήστης:

- **Ανάλυση**
- **DSM Φίλτρα**
- **Raster DSM.**
- **Ορθομοσαικό**



Εικόνα 54 Επιλογές καρτέλας για DSM και ορθομοσαικό

Ανάλυση

Δίνετε η δυνατότητα από αυτή την επιλογή η ρύθμιση της χωρικής και γεωγραφικής ανάλυσης για τη παραγωγή των μοντέλων.

- **Αυτόματο (προεπιλογή):** Συνήθως στα περισσότερα έργα υπάρχει προεπιλεγμένο ένα GSD .
- **Προσαρμοσμένο:** Μπορεί να επέμβει ο χρήστης και να επιλέξει διάφορες τιμές για την ανάλυση.

Φίλτρα DSM

Οι δυνατότητες που δίνονται στο χρήστη από τη συγκεκριμένη ενότητα είναι το φιλτράρισμα και ο καθορισμός παραμέτρων που έχουν να κάνουν με τα σημεία νέφους για τη δημιουργία του DSM μοντέλου. Παρέχονται οι παρακάτω επιλογές:

- **Χρήση φιλτραρίσματος θορύβου:** Με τη χρήση αυτού του φίλτρου δίνετε η δυνατότητα να βελτιωθούν τα επίπεδα θορύβου που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια παραγωγής του σημείου νέφους .
- **Χρήση εξομάλυνσης επιφάνειας:** Μετά τη χρήση του προηγούμενου φίλτρου και τη παραγωγή των συγκεκριμένων σημείων δημιουργείτε μια επιφάνια από το σύνολο αυτών των σημείων η οποία μπορεί να εμπεριέχει λανθασμένα δεδομένα. Για την ομαλοποίηση αυτής της επιφάνειας χρησιμοποιείτε αυτό το φίλτρο το οποίο προσφέρει τις παρακάτω τρεις επιλογές :
- **Τύπος:** Προσφέρει 3 τύπους ομαλοποίησης της επιφάνειας .
- **Ομαλή:** Προσπαθεί να εξομαλύνει περιοχές, υποθέτοντας ότι υπάρχουν έντονα χαρακτηριστικά λόγω θορύβου και ότι πρέπει να αφαιρεθούν. Οι περιοχές που δεν είναι πολύ επίπεδες είναι λειαινεί και γίνεται επίπεδο.
- **Μεσαίο:** Πρόκειται για συμβιβασμό μεταξύ των δύο άλλων επιλογών. Προσπαθεί να διατηρήσει ευκρινείς δυνατότητες ενώ ισοπεδώνει περίπου επίπεδες περιοχές.

Raster DSM

Από αυτή την καρτέλα μπορεί ο χρήστης να ρυθμίσει τις μεθόδους με τις οποίες θα παραχθεί το DSM μοντέλο:

- **GeoTIFF (ενεργοποιείται από προεπιλογή):** Η επιλογή αυτή η οποία είναι προεπιλεγμένη, το αρχείο DSM που παράγεται το αποθηκεύει ως αρχείο GeoTIFF .
- **Μέθοδος:** Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν το τρόπο με τον οποίο θα επεξεργαστεί το DSM αρχείο και μπορεί άμεσα να παίξουν κάποιο ρόλο στη ποιότητα και τη ταχύτητα παραγωγής του μοντέλου.
- **Τριγωνισμός:** Εισάγει στη διαδικασία επεξεργασίας για τη παραγωγή του συγκεκριμένου μοντέλου τον αλγόριθμο τριγωνισμού . Αυτή η μέθοδος συνιστάται για επίπεδες εκτάσεις (γεωργικά χωράφια) και αποθέματα.
- **Συγχώνευση πλακιδίων (ενεργοποιείται από προεπιλογή):** Δημιουργεί ένα μόνο αρχείο GeoTIFF DSM συγχωνεύοντας τα μεμονωμένα πλακίδια. Ένα δεν έχει επιλεγεί η συγκεκριμένη επιλογή τότε δεν θα παραχθεί το συμπιεσμένο αρχείο DSM.

Όρθομοσaiκό

Στη καρτέλα αυτή ο χρήστης μπορεί να ασχοληθεί και να ρυθμίσει παραμέτρους που έχουν να κάνουν με τη παραγωγή του ορθομοσασικού μοντέλου:

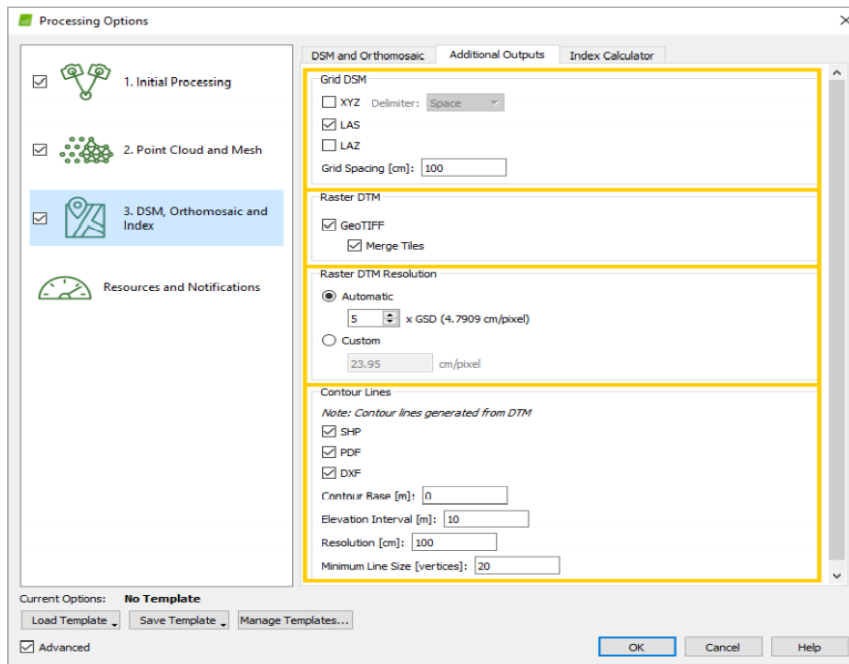
- **GeoTIFF (ενεργοποιείται από προεπιλογή):** Η επιλογή αυτή η οποία είναι προεπιλεγμένη, το αρχείο του ορθομοσασικού που παράγεται το αποθηκεύει ως αρχείο GeoTIFF.
- **Συγχώνευση πλακιδίων (ενεργοποιείται από προεπιλογή):** Ένα δεν έχει επιλεγεί η συγκεκριμένη επιλογή τότε δεν θα παραχθεί το συμπιεσμένο αρχείο με το ορθομοσασικό μοντέλο
- **GeoTIFF Χωρίς Διαφάνεια:** Δημιουργεί ένα αρχείο GeoTIFF χωρίς διαφάνεια.
- **Πλακάκια Χαρτών Google και KML:** Αυτή η επιλογή επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει τα αρχεία Χαρτών Google και Google Earth για το Ορθομοσασικό.

Πρόσθετες έξοδοι

Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη μέσω αυτής της επιλογής να αλλάξει τις ρυθμίσεις που έχει ήδη κάνει σε προηγούμενα βήματα και έχουν να κάνουν με τις επιλογές επεξεργασίας.

Οι δυνατότητες που προσφέρει είναι οι εξής:

- **Grid DSM:** Επιλέγει ο χρήστης τι μορφή θα έχει η έξοδος του αρχείου Grid DSM.
- **Raster DTM:** Αντίστοιχα μπορεί ο χρήστης να επιλέξει την έξοδο για τη μορφή αρχείου Raster Dtm .
- **Ανάλυση Raster DTM:** Από αυτή την επιλογή καθορίζεται η χωρική ανάλυση από το χρήστη σε ότι έχει να κάνει με τη δημιουργία του DTM.



Εικόνα 55 Επιλογές της καρτέλας πρόσθετες έξοδοι

Πλέγμα DSM Η συγκεκριμένη επιλογή δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να διαλέξει την μορφή που θα έχει το αρχείο για το DSM μοντέλο:

- **XYZ:** Δίνει πληροφορίες χρώματος και θέση σε τρεις άξονες με τη μορφή ASCII χαρακτήρων.
- **LAS:** Δημιουργεί ένα αρχείο LiDar Las όπου παρέχονται κι εδώ δεδομένα για τη θέση και το χρώμα.
- **LAZ:** Το ίδιο με το προηγούμενο με τη διαφορά ότι εδώ το παραγόμενο αρχείο είναι συμπιεσμένο.
- **Grid Spacing [cm]:** Από αυτή την επιλογή μπορεί να οριστεί η απόσταση μεταξύ δύο τρισδιάστατων σημείων στο τελικό αρχείο DSM.

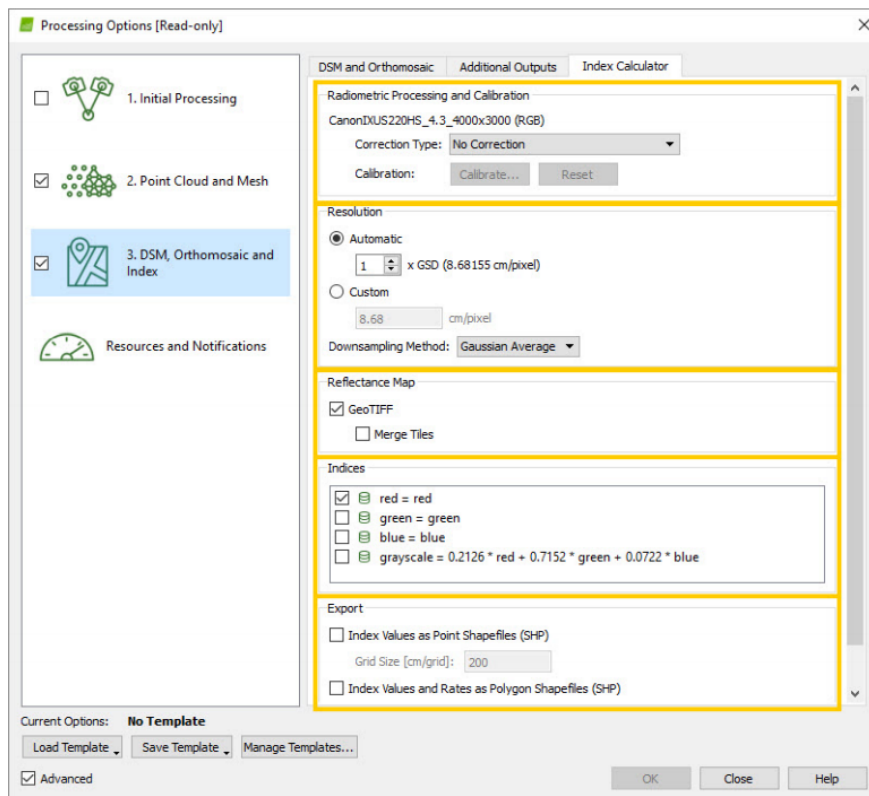
Αριθμομηχανή ευρετηρίου

Από τη ενότητα αυτή γίνονται αλλαγές στα δεδομένα που έχουν να κάνουν με τη επεξεργασία και την έξοδο αρχείων σχετικά με την αριθμομηχανή του ευρετηρίου.

Οι δυνατότητες για αυτές τις αλλαγές είναι οι εξής:

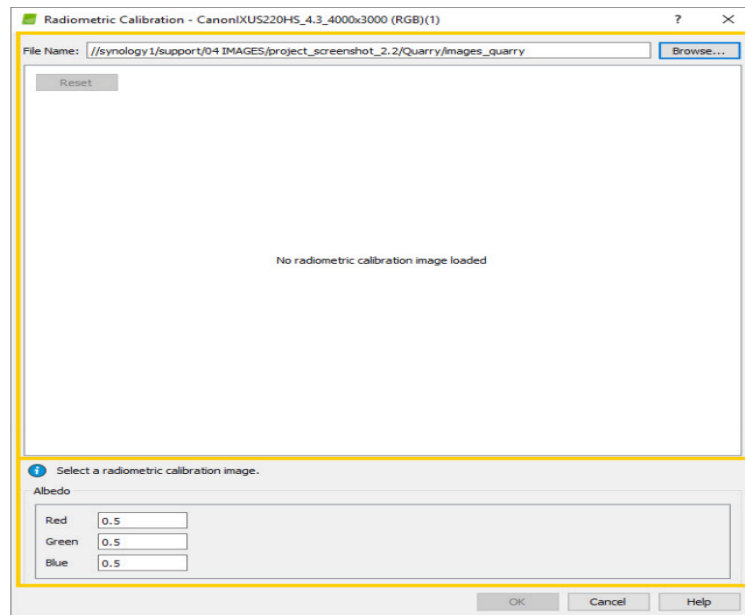
- **Ραδιομετρική επεξεργασία και βαθμονόμηση:** Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επέμβει και να διορθώσει τυχόν ανακλάσεις των εικόνων που έχουν δημιουργηθεί εξαιτίας της επίδρασης του φωτισμού .
- **Ανάλυση:** Από εδώ ρυθμίζεται το ποσοστό της ανάλυσης της εικόνας.

- **Αντανακλαστικός χάρτης:** Επιτρέπει στον χρήστη να αποφασίσει εάν θα δημιουργηθούν οι χάρτες ανακλαστικότητας κατά την επεξεργασία προηγούμενου βήματος .
- **Δείκτες:** Μέσω αυτής της επιλογής εμφανίζεται μια λίστα την οποία είτε τη παράγει ο χρήστης είτε υπάρχει ήδη στη βάση δεδομένων. Χάρη σε αυτή την επιλογή ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει ο ίδιος τους δείκτες που παράγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής των μοντέλων DSM η ορθομοσαικού.



Εικόνα 56 Επιλογές καρτέλας ευρετηρίου

Στη καρτέλα αυτή υπάρχει η επιλογή ενός κουμπιού που ονομάζεται βαθμονόμηση και επιτρέπει τη λήψη πληροφοριών που σχετίζονται με το ραδιομετρικό στόχο που έχει επιλεγεί. Εάν πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Το παράθυρο το οποίο εμφανίζεται έχει δύο κομμάτια:

- **Εικόνα:** Από το κομμάτι αυτό ο χρήστης έχει την ευκαιρία να ασχοληθεί την εικόνα που έχει επιλέξει για ραδιομετρική βαθμονόμηση.
- **Albedo:** Από αυτό το κομμάτι δίνεται η δυνατότητα για περισσότερες επιλογές επεξεργασίας πάνω στη ραδιομετρική βαθμονόμηση .

3.6 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων

Στην συγκεκριμένη ενότητα παρέχονται οι απαραίτητες πληροφορίες που έχουν να κάνουν με τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου και παρακάτω αναφέρονται οι διαθέσιμες επιλογές οι οποίες είναι τέσσερις :

- **Υψηλή ανάλυση:** Αυτή η επιλογή χρησιμοποιείτε όταν θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε την οπτική εμπειρία του τρισδιάστατου μοντέλου και να έχουμε πολύ υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας. Αυξάνει όμως σε μεγάλο βαθμό το χρόνο της επεξεργασίας και το μέγεθος του τελικού αρχείου.
- **Μεσαία ανάλυση (προεπιλεγμένη):** Η συγκεκριμένη επιλογή προτιμάτε όταν υπάρχουν μεγάλα σε όγκο έργα. Προσφέρει αποδεκτή αναλογία μεταξύ του μεγέθους και του χρόνου επεξεργασίας σε σχέση με τη λεπτομέρεια στη δημιουργία του μοντέλου 3D.
- **Χαμηλή ανάλυση:** Τ επίπεδα λεπτομέρειας πέφτουν αρκετά με αυτή την επιλογή ωστόσο επιτυγχάνεται πολύ πιο γρήγορη διαδικασία επεξεργασίας .

- **Χειροκίνητα:** Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ρυθμίσει τις παραμέτρους της παραγωγής τρισδιάστατου μοντέλου από μόνος του με τις παρακάτω τρεις επιλογές:
 - **Maximum Octree Depth:** Με το να επιλέξει ο χρήστης αυτή την επιλογή στην ουσία δίνει στο λογισμικό την εντολή να υποδιαιρέσει σε οχτώ κομμάτια το έργο, να το επεξεργαστεί σύμφωνα με τις προηγούμενες ρυθμίσεις που έχει κάνει και εν συνεχεία η παραγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου να επέλθει από την ενοποίηση αυτών των κομματιών
 - **Texture Size [pixels]:** Από εδώ μπορεί ο χρήστης να ρυθμίσει την ανάλυση της υφής του τρισδιάστατου μοντέλου πειράζοντας τα εικονοστοιχεία της εικόνας.
 - **Decimation Criteria:** Με αυτή την επιλογή διαγράφονται διπλότυπα τρίγωνα που έχουν δημιουργηθεί κατά την διαδικασία της παραγωγής του πλέγματος.
- **Ποσοτική ανάλυση:** Κάποια από τα τρίγωνα που αναφέραμε παραπάνω θα διαγραφούν μέχρι να φτάσει η επεξεργασία στο τελικό μοντέλο.
 - **Maximum Number of Triangles:** Μέγιστος αριθμός τριγώνων στο τελευταίο 3D Textured Mesh. Ο αριθμός θα εξαρτηθεί από τη γεωμετρία και το μέγεθος του έργου.
 - **Qualitative:** Κάποια από τα τρίγωνα που αναφέραμε παραπάνω θα διαγραφούν μέχρι να φτάσει η επεξεργασία στο τελικό μοντέλο.
- **Στρατηγική :** Εμφανίζει τη μεθοδολογία που γίνεται για να διαγραφούν κάποια τρίγωνα
 - **Ευαίσθητα:** Τα τρίγωνα τα οποία έχουν επιλεχτεί προσπαθούν να διατηρήσουν την αρχική γεωμετρία για το τρισδιάστατο μοντέλο.
 - **Επιθετικά:** Προσπαθούν τα επιλεγμένα τρίγωνα να είναι όσον το δυνατόν λιγότερα .

3.7 Έλεγχος ποιότητας

Το λογισμικό μετά την ολοκλήρωση του κάθε σταδίου της επεξεργασίας δημιουργεί ένα quality report για το στάδιο του μοντέλου που εκτελέστηκε. Για να γίνει ο έλεγχος ποιότητας πρέπει να ακολουθηθούν τα ακόλουθα βήματα.

ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Πρέπει να είστε σίγουροι ότι:

Όλοι οι έλεγχοι οι οποίοι εμφανίζονται στη πρώτη καρτέλα είναι με πράσινο χρώμα. Οι περισσότερες εικόνες μπαίνουν σε ένα μπλοκ. Το πέντε τοις εκατό των παραμέτρων ευαισθησίας της κάμερας είναι το μέγιστο ποσοστό που μπορεί να φτάσει η διαφορά από τις αρχικές και βέλτιστες επιλογές.

Images	median of 35858 keypoints per image	✓
Dataset	127 out of 127 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.44% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 13945.5 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 7 GCPs (7 3D), mean error = 0.046 m	✓

Εικόνα 57 Πίνακας ελέγχων

Πιο λεπτομερώς η κάθε γραμμή του πίνακα εκφράζει

- Η γραμμή “Images” μας δείχνει αν οι φωτογραφίες έχουν καλή οπτική στην περιοχή που μας ενδιαφέρει και μπορούν να συνεισφέρουν στην δημιουργία πολλών σημείων κατά την επεξεργασία.

- Η γραμμή “Dataset” μας ενημερώνει πόσες από τις φωτογραφίες χρησιμοποιήθηκαν, καλό είναι να έχουν χρησιμοποιηθεί πάνω από το 95% των συνολικών φωτογραφιών.

- Στην γραμμή “Camera Optimization” υπολογίζεται το ποσοστό διαφοράς μεταξύ της αρχικής και της βελτιστοποιημένης θέσης των φωτογραφιών, καλό είναι να είναι μικρότερο του 5%.

- Η γραμμή “Matching” μας ενημερώνει για την ποιότητα των σημείων που δημιούργησε το πρόγραμμα.

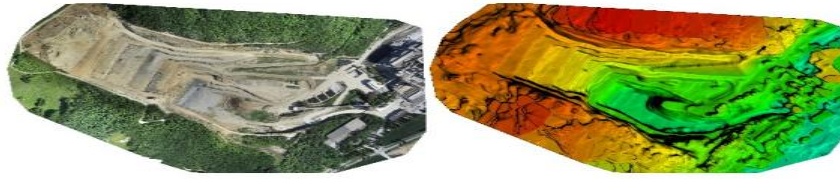
- Η γραμμή “Georeferencing” αφορά την ακρίβεια των συντεταγμένων του μοντέλου μας. Καλό είναι να προσθέσουμε 5-10 χειροκίνητα σημεία στα οποία έχουμε μετρήσει τις ακριβείς συντεταγμένες τους για να είναι σίγουρη η ακρίβεια του μοντέλου μας. Αν όμως δεν έχουμε προσθέσει τα χειροκίνητα σημεία τότε το πρόγραμμα δεν μπορεί να διασφαλίσει την ακρίβεια του μοντέλου και συνεπώς στην γραμμή βάζει την κίτρινη ένδειξη. Εν κατακλείδι αν δεν προσθέσουμε σημεία πρέπει να δώσουμε βάση στην συνέχεια στους πίνακες που αφορούν τις συντεταγμένες.

Προεπισκόπηση

Για έργα με εικόνες nadir και για τα οποία έχει δημιουργηθεί η προεπισκόπηση ορθοσωμάτων, βεβαιωθείτε ότι το ορθοσωμικό μωσαϊκό:

-Δεν περιέχει τρύπες.

-Δεν έχει στρεβλώσεις.



Εικόνα 58 Προεπισκόπηση ορθοσωμάτων

Βεβαιωθείτε ότι:

- Εάν χρησιμοποιείτε εικόνες με γεωγραφική τοποθεσία, η υπολογισμένη γεωγραφική τοποθεσία είναι καλή.
- Εάν χρησιμοποιείτε μόνο εικόνες με γεωγραφική τοποθεσία, οι ελλείψεις αβεβαιότητας έχουν παρόμοιο μέγεθος.
- Εάν χρησιμοποιείτε GCP, το σφάλμα των GCP είναι χαμηλό (η διαφορά μεταξύ εισόδου και υπολογισμένων GCP είναι μικρή).
- Εάν χρησιμοποιείτε GCP και εικόνες με γεωγραφική τοποθεσία, οι ελλείψεις αβεβαιότητας είναι πολύ μικρές κοντά στα GCP και ενδέχεται να αυξηθούν για εικόνες από πιο μακριά.

Απόλυτη αβεβαιότητα θέσης και προσανατολισμού της κάμερας

Πρέπει να σιγουρευτείτε ότι το πόσο ακριβές είναι το GPS έρχεται σε ίδια επίπεδα με αυτά της αβεβαιότητας της θέσης και του προσανατολισμού της κάμερας. Τα έργα τα οποία χρησιμοποιούν σταθερές σημείων GCP έχουν πλήρη ισορροπία μεταξύ αυτών των παραμέτρων.

Λεπτομέρειες γεωγραφικής τοποθεσίας

Εάν χρησιμοποιείτε GCP, βεβαιωθείτε ότι:

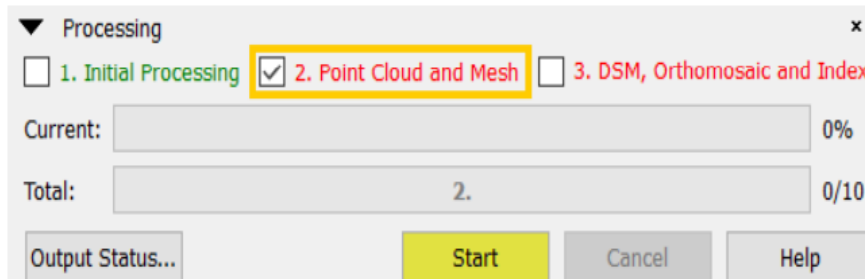
- Όλα τα GCP λαμβάνονται υπόψη.
- Έχουν επαληθευτεί όλα τα επισημασμένα GCP.

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
9001 (3D)	0.020/0.020	-0.010	-0.011	-0.004	0.647	7 / 7
9002 (3D)	0.020/0.020	0.021	-0.019	0.041	0.592	4 / 4
9004 (3D)	0.020/0.020	-0.009	0.005	0.007	1.210	8 / 8
9011 (3D)	0.020/0.020	-0.008	-0.035	-0.114	0.948	9 / 9
9016 (3D)	0.020/0.020	-0.031	0.022	-0.098	0.936	10 / 10
9017 (3D)	0.020/0.020	0.024	0.016	-0.113	0.922	10 / 10
9012 (3D)	0.020/0.020	0.030	0.013	0.180	1.051	14 / 14
Mean [m]		0.002547	-0.001266	-0.014592		
Sigma [m]		0.021055	0.019540	0.098809		
RMS Error [m]		0.021208	0.019581	0.099881		

Εικόνα 59 Πίνακας GCP(Γεωγραφικά σημεία)

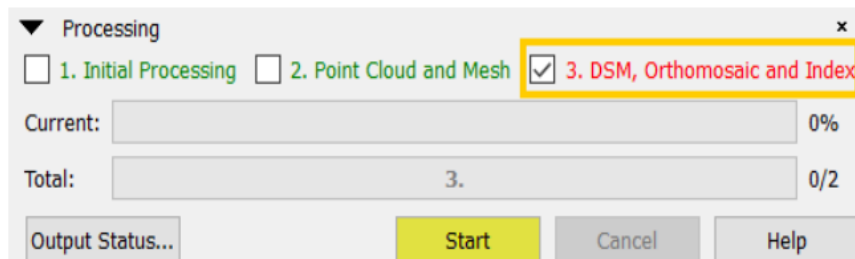
ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ

Κατά τη διάρκεια των ρυθμίσεων της επεξεργασίας όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω θα πρέπει να επιλέξετε το κουτάκι Point cloud and mesh για να εμφανίσει στη τελική αναφορά αυτά τα μοντέλα. Αφού το έχετε επιλέξει προχωρήστε στη διαδικασία.



ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Παρόμοια με το προηγούμενο στάδιο επιλέξτε το τρίτο διαθέσιμο κουτάλι DSM, Orthomosaic and Index και σιγουρευτείτε ότι δεν έχετε επιλέξει κάποιο από τα άλλα δύο κουτάκια.



Αφού έχετε κάνει αυτές τις ενέργειες προχωράτε στο επόμενο στάδιο.

Μετά την επεξεργασία του έργου, μπορείτε να επεξεργαστείτε τα αποτελέσματα:

- Χρησιμοποιώντας το rayCloud
- Χρησιμοποιώντας τους τόμους
- Χρησιμοποιώντας το Mosaic Editor
- Με χρήση της Αριθμομηχανής Ευρετηρίου Μεταφόρτωση αρχείων έργου

Η χρήση του **rayCloud** είναι προαιρετική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Να οπτικοποιήσει τα διάφορα στοιχεία της ανακατασκευής (Θέσεις κάμερας, Επαναπροβολές (ακτίνες), GCP, Μη αυτόματα / Αυτόματα σημεία δέσμησης,

Περιοχή επεξεργασίας, Αποκοπή Πλαίσιο, Πυκνό Σημείο Cloud, Έδαφος / Αντικείμενα / άλλες Ομάδες Σημείων, 3D Textured Mesh, Video Animation Trajectories) και των ιδιοτήτων τους

- Να επαληθεύσει / βελτιώσει την ακρίβεια της ανακατασκευής του μοντέλου.
- Να οπτικοποιήσει σημειακά πλέγματα τριγώνων που δημιουργήθηκαν σε άλλα έργα ή με άλλο λογισμικό.
- Να δημιουργήσει πλάνα για να αποκτήσετε ψηφιδωτά από οποιοδήποτε επιλεγμένο επίπεδο (για παράδειγμα, προσόψεις κτιρίων).
- Να αντιστοιχίσει τα σημεία του νέφους σε διαφορετικές ομάδες σημείων.
- Να βελτιώσει την οπτική όψη.
- Να δημιουργήσει αντικείμενα και μετρήστε αποστάσεις (πολυλίνες) και επιφάνειες. Δημιουργήστε τρισδιάστατες κινούμενες εικόνες (τροχιές ζωτικότητας βίντεο).
- Να εξάγει διαφορετικά στοιχεία (GCP, χειροκίνητα / αυτόματα σημεία δέσμευσης, αντικείμενα, τροχιές ζωτικότητας βίντεο).
- Να εξάγει αρχεία cloud point χρησιμοποιώντας σημεία που ανήκουν σε μία ή περισσότερες κλάσεις.

Η χρήση των **τόμων** είναι προαιρετική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Σχεδίαση τόμων
- Μέτρηση των τόμων
- Εξαγωγή μετρήσεων

Η χρήση του **Mosaic Editor** είναι προαιρετική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Να οπτικοποιήσετε το DSM (raster GeoTIFF Digital Surface Model)
- Να Οπτικοποιήσετε το Ορθοσωμικό και
- Να βελτιώσετε την οπτική όψη του ορθοσωμικού.

Η χρήση της **Αριθμομηχανής ευρετηρίου** είναι προαιρετική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να:

- Δημιουργήσετε ένα πλέγμα ευρετηρίου / πλέγμα ευρετηρίου όπου το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας έναν τύπο που συνδυάζει διαφορετικές ζώνες του χάρτη ανακλαστικότητας.
- Δώσετε πληροφορίες σχετικά με τις ζώνες του χάρτη ανακλαστικότητας και του χάρτη ευρετηρίου.

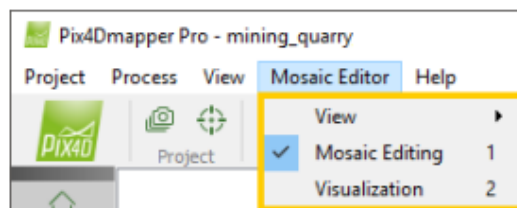
- Οπτικοποιήσετε τον χάρτη ευρετηρίου ως έγχρωμο χάρτη ευρετηρίου εφαρμόζοντας μια χρωματική χαρτογράφηση σε αυτόν.
- Εξαγάγετε έναν γεωγραφικό χάρτη χρωματισμένου ευρετηρίου.
- Σχολιάσετε τις τάξεις του Χάρτη ευρετηρίου για να δημιουργήσετε έναν Χάρτη εφαρμογών. Εξαγάγετε έναν χάρτη εφαρμογής ως αρχείο σχήματος για εισαγωγή σε οποιαδήποτε κονσόλα Tractors.
- Ανεβάσετε το χάρτη προβληματισμού στην πλατφόρμα MicaSense Atlas.

3.8 Δυνατότητες Pix4dmapper Pro

Το Pix4dmapper Pro είναι μια έκδοση με περισσότερες επιλογές επεξεργασίας και δυνατότητες για πιο επαγγελματικούς σκοπούς.

Menu bar entry

Ξεκινώντας από τη γραμμή εργαλείων δίνεται η επιλογή του Mosaic editor όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω και προσφέρει τις εξής επιλογές

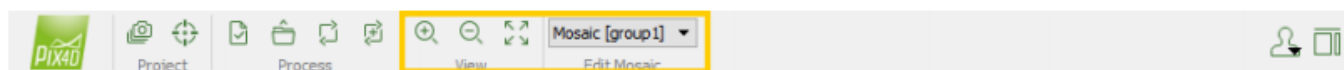


Εικόνα 60 Δυνατές επιλογές από το Mosaic editor

View: Εμφανίζει τις επιλογές της Ψηφιδωτής προβολής.


Mosaic Editing: Ανοίγει την πλαϊνή μπάρα επεξεργασίας ψηφιδωτών.


Visualization: Ανοίγει την πλευρική γραμμή οπτικοποίησης.




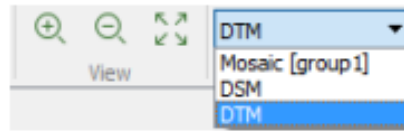
Toolbar extra buttons

View

 Zoom In: Μεγεθύνει στην επιλεγμένη προβολή.

 Zoom Out: Σμίκρυνση της επιλεγμένης προβολής

 View All: Μετακινεί την οπτική γωνία ώστε να ταιριάζει με το μοντέλο στην Ψηφιδωτή προβολή.



Στοιχείο που θα εμφανίζεται στην Ψηφιδωτή προβολή, από προεπιλογή εμφανίζεται το Μωσαϊκό.

Όταν έχουμε πολλά γκρουπ από εικόνες τότε ένα μωσαϊκό δημιουργείτε για κάθε γκρουπ . Είναι δυνατή η εμφάνιση των διαφορετικών παραγόμενων ψηφιδωτών καθώς και του DSM και του DTM.

Κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του ποντικού πάνω στο ορθομωσαϊκό μοντέλο που έχει παραχθεί εμφανίζονται οι συντεταγμένες του εκάστοτε σημείου .

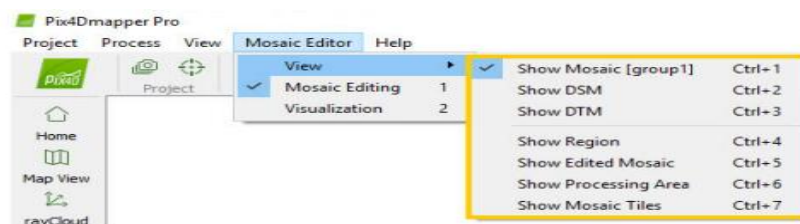
Εκείνη τη στιγμή μπορείτε να κάνετε τις παρακάτω ενέργειες:

- Κάντε αριστερό κλικ στο μωσαϊκό και μετακινήστε το ποντίκι: Μετακινήστε το μωσαϊκό.
- Κάντε αριστερό κλικ σε μια κορυφή περιοχής ενώ μετακινείτε το ποντίκι: Επιτρέπει να μετακινήσετε την κορυφή της περιοχής.
- Μετακίνηση της κύλισης του ποντικιού προς τα εμπρός: Μεγέθυνση στο μωσαϊκό.
- Μετακίνηση της κύλισης του ποντικιού προς τα πίσω: Σμίκρυνση από το μωσαϊκό.

Status bar

Στο κάτω δεξί μέρος της Ψηφιδωτής προβολής, εμφανίζονται τα εξής:

- Από αυτή την επιλογή μπορείτε να δείτε πιο είναι το σύστημα συντεταγμένων που έχει επιλεγεί.
- Θέση: Εμφανίζει τις συντεταγμένες (X, Y) σε μέτρα / πόδια κάθε σημείου του ορθοσωματικού / DSM / DTM. Όταν περνάτε το ποντίκι πάνω από το ορθοσωματικό / DSM / DTM, οι συντεταγμένες αλλάζουν.



Όπως φαίνεται και στην εικόνα παραπάνω οι διαθέσιμες επιλογές είναι:

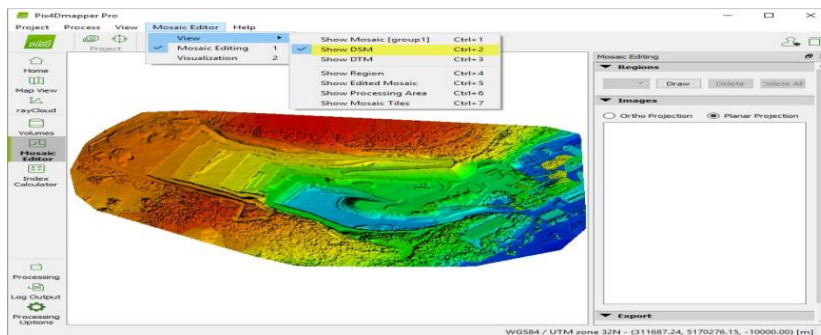
- Show Mosaic [Group]
- Show DSM
- Show Region
- Show Edited Mosaic
- Show Processing Area
- Show Mosaic Tiles

Show Mosaic [Group]

Συνήθως αυτή η επιλογή είναι προεπιλεγμένη και μας δείχνει το πλέγμα μωσαικού που δημιουργήθηκε κατά την επεξεργασία από την ένωση των εικόνων από τις διάφορες ομάδες. Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να επεξεργαστεί και να εξάγει διαφορετικά ποιοτικά αποτελέσματα.

Show DSM

Όπως φαίνεται στη φωτογραφία παρακάτω εμφανίζεται ένα RGB μοντέλο με τις υψομετρικές διαφορές.

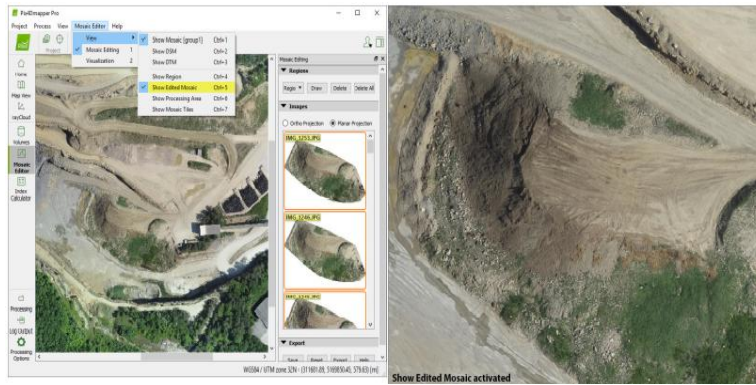


Show Region



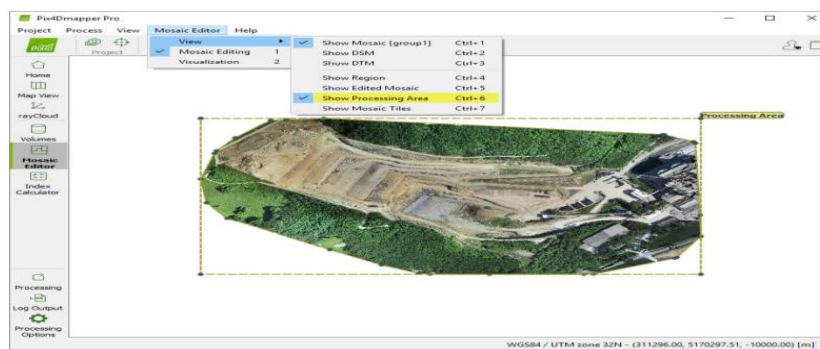
Show Edited Mosaic

Με αυτή την επιλογή εμφανίζεται το μωσαικό που είναι ήδη επεξεργασμένο.



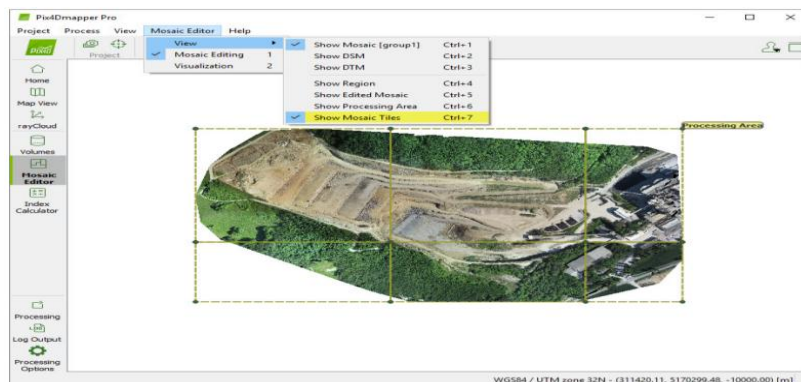
Show Processing Area

Εμφανίζει τη περιοχή πάνω στην οποία έγινε η επεξεργασία.



Show Mosaic Tiles

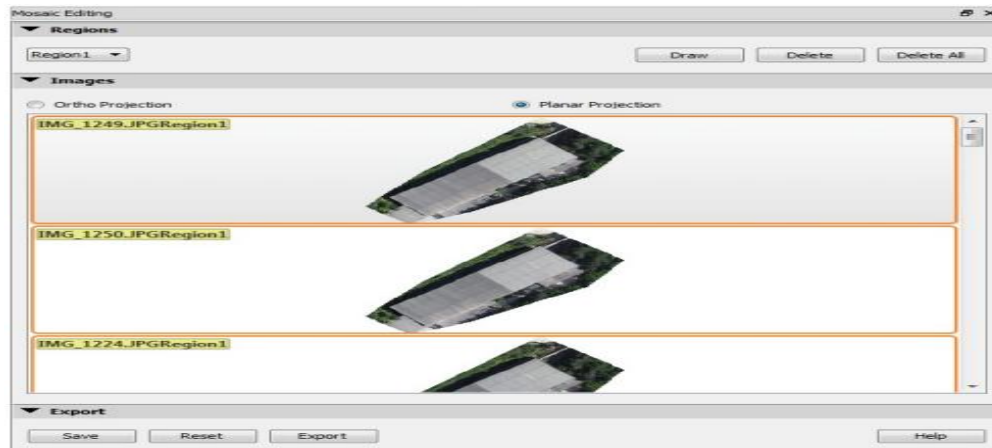
Αυτή η επιλογή απενεργοποιείται από προεπιλογή. Εμφανίζει τα ψηφιδωτά πλακάκια GeoTIFF που θα δημιουργηθούν κατά την εξαγωγή του μωσαϊκού.



Το **Mosaic Editing sidebar** περιέχει τις ακόλουθες ενότητες:

- **Regions:** Δίνεται η δυνατότητα να μορφοποιείτε από το χρήστη ο χάρτης επεξεργασίας.
- **Images:** Μπορεί να επιλέξει ο χρήστης ποια εικόνα από την εκάστοτε περιοχή θέλει.
- **Export:** Επιτρέπει να:
 - Αποθηκεύστε τοπικά τις αλλαγές (αποθηκεύει αλλαγές στα εσωτερικά προσωρινά αρχεία του Mosaic Viewin).

- Επαναφέρετε το εμφανιζόμενο μωσαϊκό.
- Εξαγάγετε ένα επεξεργασμένο μωσαϊκό εξαγοντας τα εσωτερικά προσωρινά αρχεία.



Regions

Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει, να σχεδιάσει ή να διαγράψει περιοχές.

Περιέχει τα ακόλουθα κουμπιά:

- Region[number]: Διατίθεται όταν έχει σχεδιαστεί μία περιοχή. Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει μια περιοχή.
- Draw: Επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάσει μια περιοχή.
- Delete: Επιτρέπει στον χρήστη να διαγράψει την επιλεγμένη περιοχή.
- Delete All: Επιτρέπει στον χρήστη να διαγράψει όλες τις υπάρχουσες περιοχές.

Images

Από αυτό το τομέα μπορεί ο χρήστης να εμφανίσει όλες τις διαθέσιμες προβολές και τον τύπο προβολής για την επιλεγμένη περιοχή. Δίνει ακόμα τη δυνατότητα να τροποποιήσει ο χρήστης κάποιο από αυτά

Είναι δυνατόν να επιλέξετε:

- Ortho Projection: εμφανίζει μια λίστα με πρωτότυπες εικόνες στην προβολή ortho.
- Planar Projection: εμφανίζει μια λίστα με πρωτότυπες εικόνες σε μια επίπεδη προβολή.

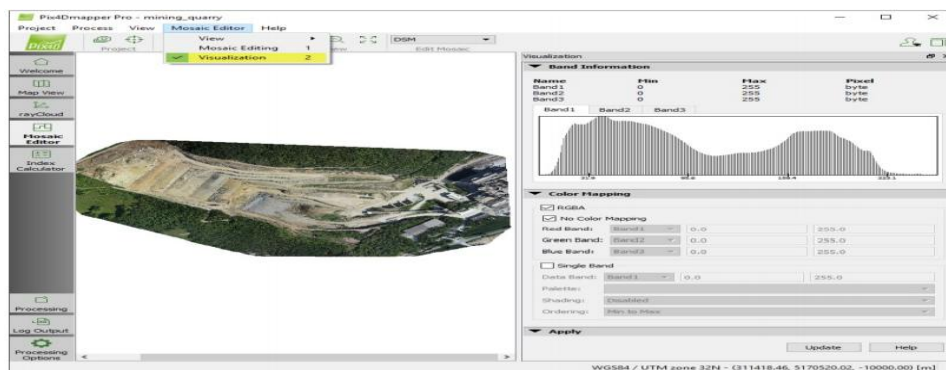
Export

Επιτρέπει να:

- Αποθηκεύστε τοπικά τις αλλαγές (αποθηκεύει αλλαγές στα εσωτερικά προσωρινά αρχεία του Mosaic Viewin). Επαναφέρετε το εμφανιζόμενο μωσαϊκό.
- Εξαγάγετε ένα επεξεργασμένο μωσαϊκό εξαγοντας τα προσωρινά αρχεία που έχουν αποθηκευτεί.

Περιέχει τα ακόλουθα κουμπιά:

- Αποθήκευση: Αποθηκεύει τις αλλαγές στο μωσαϊκό: Αντικαθιστά μόνο τις περιοχές που αντιστοιχούν στις υπάρχουσες χρησιμοποιώντας τις επιλεγμένες προβολές.
- Το αποθηκευμένο επεξεργασμένο μωσαϊκό θα φορτωθεί κατά το άνοιγμα του έργου ξανά και κατά την εξαγωγή του.
- Επαναφορά: Επαναφέρει το επεξεργασμένο μωσαϊκό με το παραγόμενο μωσαϊκό (το οποίο αποθηκεύεται στο φάκελο αποτελεσμάτων).

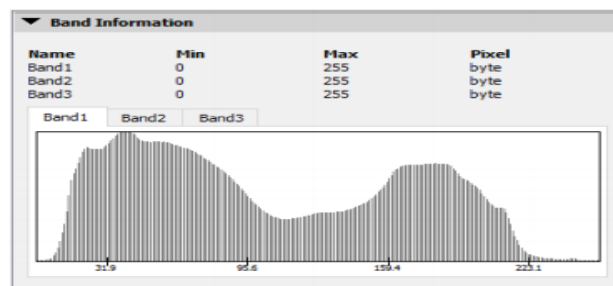


The **Mosaic Editing sidebar** επεξεργασίας ψηφιδωτών περιέχει τις ακόλουθες ενότητες:

- **Band Information:** Εμφανίζει πληροφορίες για τις διάφορες ζώνες της ομάδας ψηφιδωτών / DSM / DTM.
- **Color Mapping:** Επιτρέπει στον χρήστη να αλλάξει τις τιμές που πρέπει να ληφθούν υπόψη για οπτικοποίηση κάθε pixel.
- **Apply:** Επιτρέπει στον χρήστη να εφαρμόσει τις αλλαγές.

Band Information:

Εμφανίζει πληροφορίες για τις διάφορες ζώνες της ομάδας ψηφιδωτών / DSM / DTM.



Εμφανίζονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

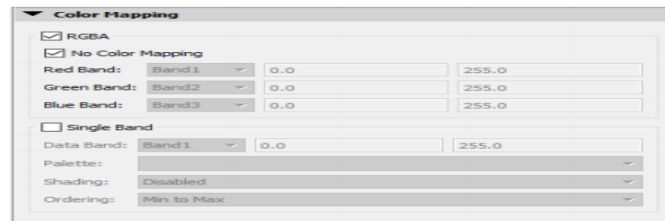
- Όνομα: Όνομα της μπάντας.
- Ελάχιστη: Ελάχιστη τιμή pixel για όλα τα pixel της ζώνης.

- **Μέγιστη:** Μέγιστη τιμή pixel για όλα τα pixel της ζώνης.
- **Pixel:** Τύπος δεδομένων, πόσα byte χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των πληροφοριών κάθε ζώνης.

Η ενότητα ιστογράμματος ζώνης έχει μία καρτέλα ανά ζώνη. Το ιστόγραμμα εμφανίζει πόσα pixel στο μοντέλο έχουν συγκεκριμένη τιμή για κάθε ζώνη.

Color Mapping:

Επιτρέπει στον χρήστη να αλλάξει τις τιμές που πρέπει να ληφθούν υπόψη για οπτικοποίηση κάθε pixel.



Single Band

Επιλέχθηκε από προεπιλογή για το DSM / DTM. Είναι δυνατή η χρήση μόνο μιας μπάντας. Το τελικό χρώμα που απεικονίζεται θα λάβει υπόψη μόνο τις τιμές μιας ζώνης.

Data band: Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει ποια ζώνη θα χρησιμοποιηθεί για οπτικοποίηση.

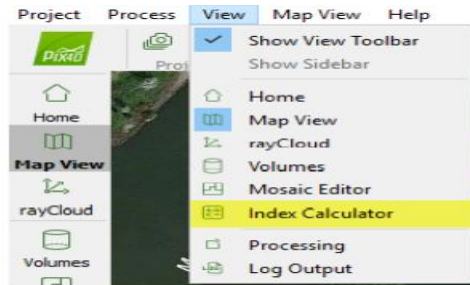
Palette: Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει την παλέτα χρωμάτων για την απεικόνιση των τιμών της επιλεγμένης ζώνης.

Οι διάφορες διαθέσιμες επιλογές είναι:

- **Atlas:** Χρησιμοποιεί την τυπική παλέτα Atlas. Επιλέχθηκε από προεπιλογή για DSM. Χρησιμοποιεί μια παλέτα χρησιμοποιώντας μπλε για χαμηλές τιμές, κίτρινο για μεσαίες τιμές και κόκκινο για υψηλές τιμές.
- **HSV:** Χρησιμοποιεί την τυπική παλέτα HSV.
- **RdYlGn:** Οι χαμηλές τιμές είναι κόκκινες, οι μεσαίες τιμές είναι κίτρινες και οι υψηλές τιμές είναι πράσινες, χρησιμοποιούνται για τη γεωργία.
- **Thermal:** Οι χαμηλές τιμές είναι μπλε, οι υψηλές τιμές είναι κόκκινες. Χρησιμοποιείται για μετρήσεις θερμοκρασίας.
- **Spectral:** Χρησιμοποιεί όλα τα χρώματα από το οπτικό φάσμα. Χρησιμοποιείται όταν πρέπει να διακρίνονται πολλές διαφορετικές τιμές.
- **Grays:** Χρησιμοποιεί μια γκριζα κλίμακα.
- **Blues:** Χρησιμοποιεί μπλε κλίμακα.
- **Red:** Χρησιμοποιεί κόκκινη κλίμακα.

- **Shading:** Επιτρέπει στον χρήστη να απενεργοποιήσει / ενεργοποιήσει τη σκίαση χρησιμοποιώντας φωτισμό με βάση τις τιμές κάθε εικονοστοιχείου στο μοντέλο.

Index Calculator



Η χρήση της Αριθμομηχανής ευρετηρίου είναι προαιρετική και επιτρέπει να:

- Δημιουργήσετε ένα πλέγμα ευρετηρίου / πλέγμα ευρετηρίου όπου το "χρώμα" κάθε εικονοστοιχείου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας έναν τύπο που συνδυάζει διαφορετικές ζώνες του χάρτη ανακλαστικότητας.
- Οπτικοποιήσετε το χάρτη ευρετηρίου ως έγχρωμο χάρτη ευρετηρίου εφαρμόζοντας μια χρωματική χαρτογράφηση σε αυτόν.
- Εξάγεται έναν γεωγραφικό χάρτη χρωματισμένου ευρετηρίου.
- Σχολιάσετε τις τάξεις του Χάρτη ευρετηρίου για να δημιουργήσετε έναν Χάρτη εφαρμογών.
- Εξαγάγετε έναν χάρτη εφαρμογής ως αρχείο σχήματος για εισαγωγή σε κονσόλες.
- Ανεβάσετε έναν χάρτη προβληματισμού στην πλατφόρμα MicaSense Atlas για επεξεργασία, αποθήκευση, διαχείριση, παρουσίαση και ανάλυση πολυφασματικών δεδομένων.

Όταν επιλέγετε την προβολή Αριθμομηχανή ευρετηρίου, εμφανίζονται στο κύριο παράθυρο τα ακόλουθα στοιχεία:

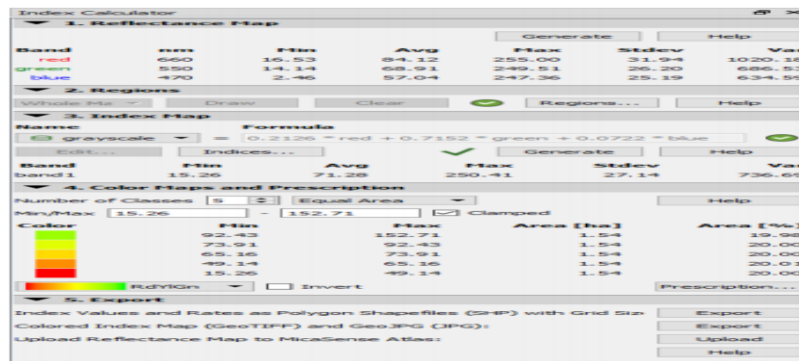
Menu bar entry: είσοδος στη γραμμή μενού.

Toolbar: Η τυπική γραμμή εργαλείων και μερικά επιπλέον κουμπιά που σχετίζονται με την Αριθμομηχανή ευρετηρίου.

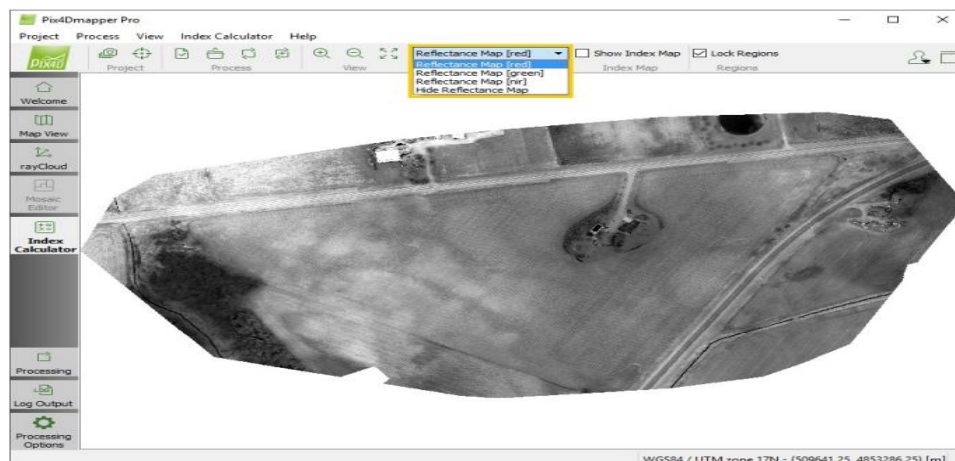
Index View: Εμφανίζεται στο κύριο παράθυρο. Κατά το άνοιγμα της Αριθμομηχανής ευρετηρίου για ένα έργο για πρώτη φορά, είναι κενό. Μόλις δημιουργηθεί τουλάχιστον ένας χάρτης ανάκλασης, εμφανίζει από προεπιλογή τον τελευταίο ευρετήριο που εμφανίστηκε πριν από το κλείσιμο του έργου.

Index Calculator sidebar Από προεπιλογή, εμφανίζεται στα δεξιά της προβολής ευρετηρίου. Εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με τους χάρτες ανακλαστικότητας, τον χάρτη ευρετηρίου και παρέχει εργαλεία για τη δημιουργία και την επεξεργασία των χαρτών ευρετηρίου.

Status bar: Εμφανίζεται στην κάτω δεξιά γωνία του κύριου παραθύρου. Εμφανίζει την τιμή ευρετηρίου, το σύστημα συντεταγμένων και τις συντεταγμένες κατά τη διέλευση του ποντικιού πάνω από τον χάρτη ανακλαστικότητας / χάρτη ευρετηρίου.

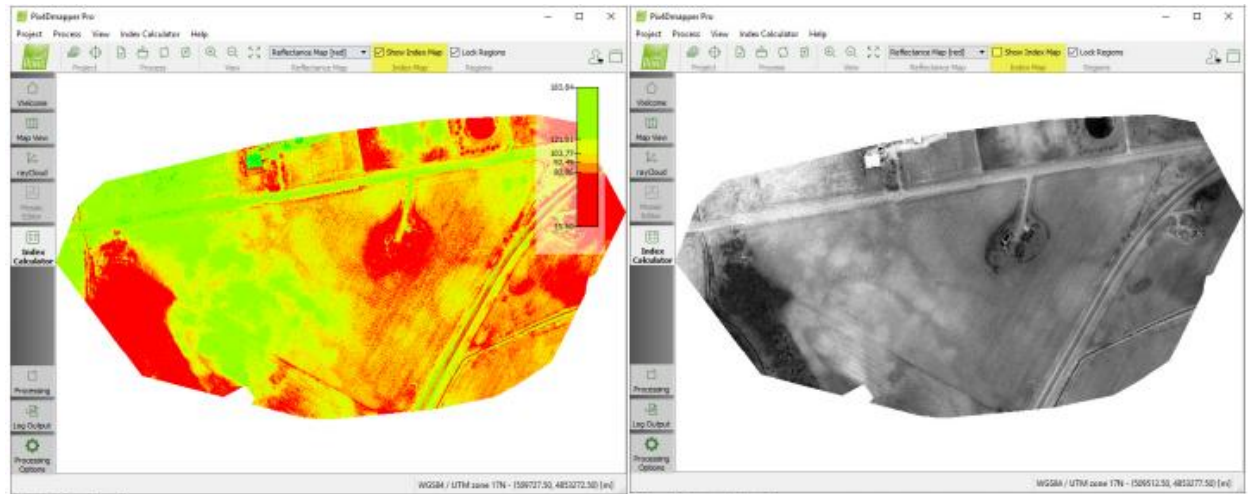


Reflectance map

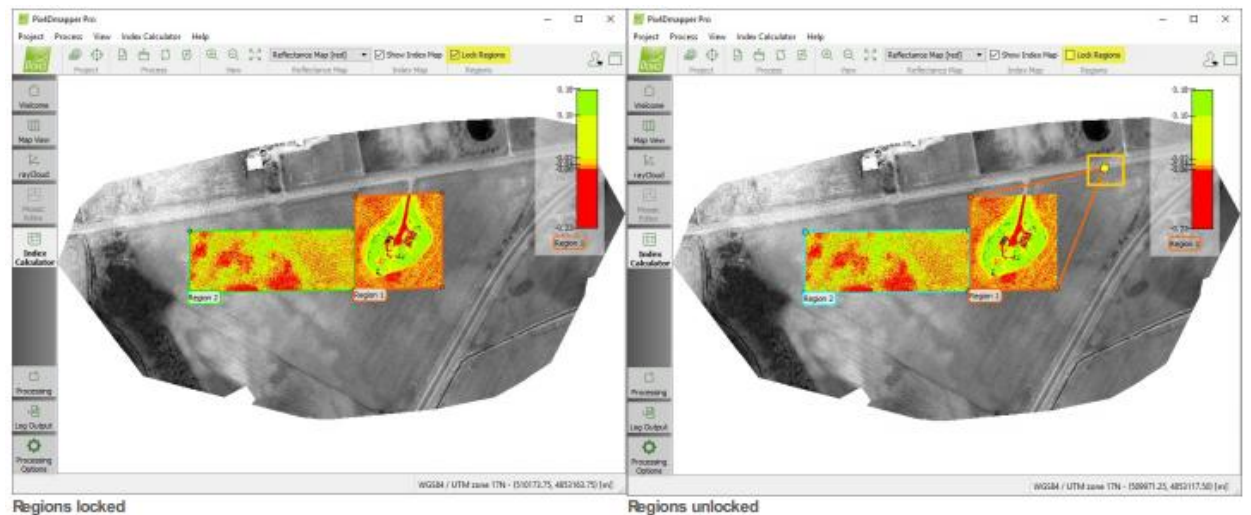


Από προεπιλογή εμφανίζεται ο χάρτης Reflectance της πρώτης μάντας. Η αναπτυσσόμενη λίστα δίνει την επιλογή απόκρυψης του χάρτη ανακλαστικότητας και επιλογής του χάρτη ανακλαστικότητας από διαφορετική μάντα.

Index Map



Regions



Από προεπιλογή, είναι επιλεγμένο το πλαίσιο **Lock Regions**.

The Index Calculator Sidebar περιέχει τις ακόλουθες ενότητες:

1. Ανακλαστικός χάρτης: Χρησιμοποιείται για: Δημιουργία των χαρτών ανακλαστικότητας που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των δεικτών. Ένας χάρτης ανάκλασης δημιουργείται ανά ομάδα εικόνων (RGB, NIR, κλπ ...). Εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με τους χάρτες ανακλαστικότητας.
2. Περιοχές: Χρησιμοποιείται για: Ορίστε συγκεκριμένες περιοχές στις οποίες θα εφαρμοστεί ο υπολογισμός ευρετηρίου.
3. Χάρτης ευρετηρίου: Χρησιμοποιείται για: Δημιουργία, προβολή, επεξεργασία δεικτών ή επιλογή του ευρετηρίου που θα εμφανίζεται στην προβολή ευρετηρίου. Εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με το επιλεγμένο ευρετήριο.
4. Χρωματικοί χάρτες και συνταγή: Χρησιμοποιείται για: Ταξινόμηση του χάρτη ευρετηρίου, με βάση τις τιμές των δεικτών.



Στο αριστερό τμήμα της ενότητας: Αντανακλαστικός χάρτης, υπάρχει ένα βέλος που επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίσει / αποκρύψει την ενότητα κάνοντας κλικ πάνω του:

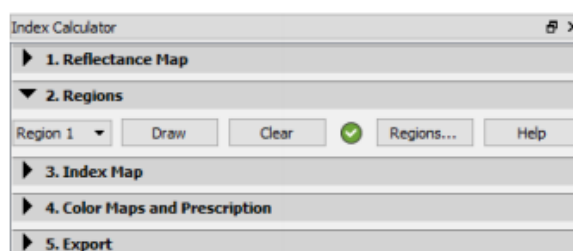
Generate: Δημιουργεί το χάρτη αντανάκλασης εάν δεν δημιουργείται

Help: Ανοίγει τη βοήθεια του Pix4Dmapper.

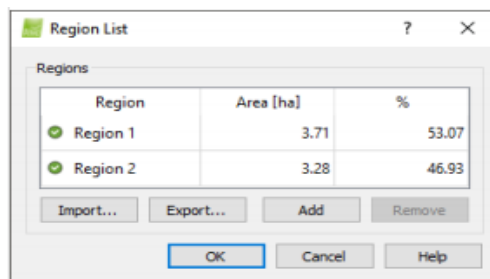
Ο Χάρτης Αντανάκλασης εμφανίζει επίσης πληροφορίες για κάθε ζώνη των Χαρτών Ανακλαστικότητας που δημιουργούνται για κάθε ομάδα εικόνων.

- Μπάντα: Όνομα της μπάντας. Εάν υπάρχουν περισσότερες από μία ομάδες με το ίδιο όνομα μπάντας οι ζώνες εμφανίζονται ως "Όνομα_κωδικού ομάδας"
- Ελάχιστη: Ελάχιστη τιμή pixel ανά ζώνη.
- Μέση: Μέση τιμή pixel ανά ζώνη.
- Μέγιστη: Μέγιστη τιμή pixel ανά ζώνη.
- Stdev: Τυπική απόκλιση των τιμών pixel ανά ζώνη.
- Var: Διακύμανση των τιμών pixel ανά ζώνη. Εάν οι χάρτες ανακλαστικότητας δεν δημιουργούνται, εμφανίζεται: "Ο χάρτης ανακλαστικότητας δεν έχει δημιουργηθεί ακόμα."

Εμφανίζονται οι ακόλουθες πληροφορίες στο πεδίο **Regions**:



- Επιλεγμένη περιοχή: Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει την περιοχή που θέλει να επεξεργαστεί.
- Draw: Επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάσει την επιλεγμένη περιοχή στην προβολή ευρετηρίου.
- Εκκαθάριση: Επιτρέπει στον χρήστη να εκκαθαρίσει τη συρμένη περιοχή στην προβολή ευρετηρίου. Ενεργοποιείται εάν έχει σχεδιαστεί η επιλεγμένη περιοχή.
- Περιοχές ...: Ανοίγει το αναδυόμενο παράθυρο Λίστα Περιοχών, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να διαχειριστεί τις περιοχές Προσθέστε μια νέα περιοχή. Διαγράψτε μια υπάρχουσα περιοχή. Επεξεργαστείτε το όνομα μιας περιοχής. Εμφάνιση ορισμένων ιδιοτήτων της περιοχής. Εισαγωγή / εξαγωγή των περιοχών.
- Βοήθεια: Ανοίγει τη βοήθεια του Pix4Dmapper



Περιέχει την ενότητα **Περιοχές**:

- Πίνακας περιοχών: Περιέχει τις στήλες:
- Περιοχή: Όνομα της περιοχής, κάνοντας διπλό κλικ πάνω της, είναι δυνατή η επεξεργασία του ονόματος.
- Περιοχή [μονάδες]: Επιφάνεια που καλύπτεται από την περιοχή.
- %: Ποσοστό της συνολικής έκτασης που καταλαμβάνεται από την περιοχή.
- Εισαγωγή : Επιτρέπει την εισαγωγή περιοχών από αρχεία .shp.
- Εξαγωγή : Επιτρέπει την εξαγωγή των περιοχών σε αρχείο .shp.
- Προσθήκη: Δημιουργεί μια νέα περιοχή.
- Κατάργηση: Διαγράφει την επιλεγμένη περιοχή.

Και τα κουμπιά:

- OK: Επιβεβαιώνει τις αλλαγές.
- Ακύρωση: Δεν αποθηκεύει τις αλλαγές.
- Βοήθεια: Ανοίγει τη βοήθεια του Pix4Dmapper.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται η διαδικασία επεξεργασίας και τα αποτελέσματα της σε μια σειρά αεροφωτογραφιών. Συγκεκριμένα οι εικόνες απεικονίζουν μια περιοχή επι της οδού Κυκλαμίνων στα Πεύκα Θεσσαλονίκης.

Ως μέσο για την λήψη των φωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε το drone DJI Phantom 4 PRO το οποίο έχει ενσωματωμένη πάνω του τη κάμερα DJI-FC350. Το σύνολο των εικόνων που συλλέχθηκαν για επεξεργασία είναι 19. Το συγκεκριμένο drone με τον προηγμένο εξοπλισμό του, τα γενικά χαρακτηριστικά του καθώς και με την πληθώρα επιλογών που προσφέρει αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τη λήψη αεροφωτογραφιών.

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με δύο εργαλεία έτσι ώστε να μπορεί να γίνει ποιοτική σύγκριση των δύο λογισμικών ως προς διάφορους τομείς της αποτελεσματικότητας τους. Συγκεκριμένα το ένα λογισμικό ήταν το PIX4Dmapper (SA, 2014) και το άλλο το DroneDeploy (DroneDeploy, n.d.). Τα δύο αυτά λογισμικά όπως αναφέρεται και πιο πάνω στη παρούσα εργασία παρέχουν πλήθος επιλογών για τη εξαγωγή αποτελεσμάτων τα οποία μπορεί να είναι χρήσιμα σε διάφορους τομείς.

Το σύστημα πάνω στο οποίο έτρεξαν τα δύο αυτά προγράμματα είναι ένας προσωπικός υπολογιστής με τα εξής χαρακτηριστικά.

Όνομα συσκευής	DESKTOP-31BGH43
Επεξεργαστής	AMD Ryzen 5 3400G
Κάρτα Γραφικών	Radeon Vega Graphics 3.70 GHz
RAM	8,00 GB (5,95 GB χρησιμοποιήσιμη)
Λειτουργικό	Windows 10 Pro
Έκδοση	20H2

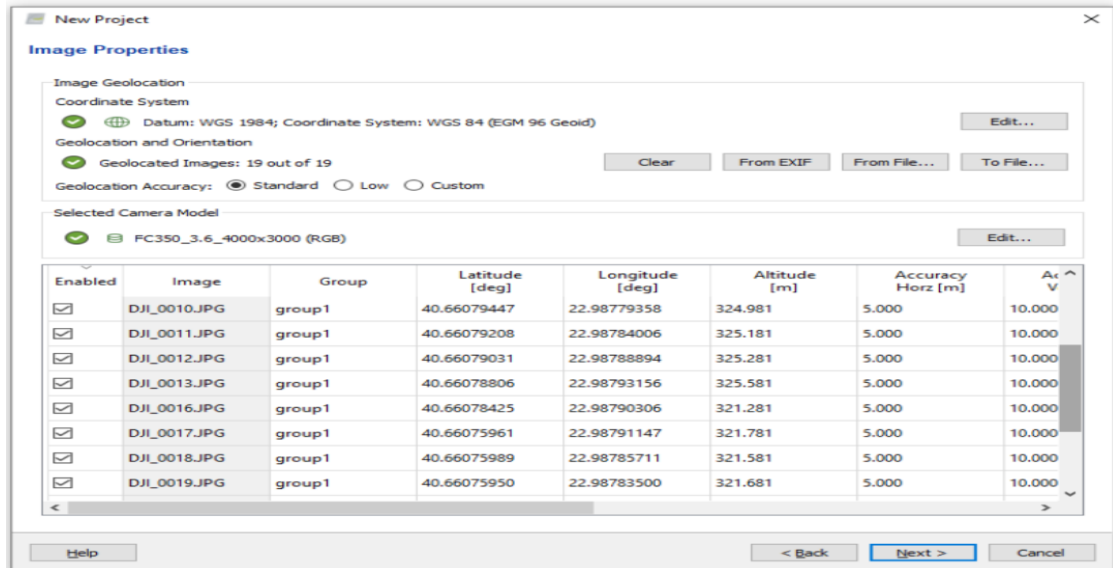
4.1 Επεξεργασία με το Pix4Dmapper

Η διαδικασία για την επεξεργασία και εξαγωγή αποτελεσμάτων με το λογισμικό Pix4Dmapper μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια.

Στο πρώτο στάδιο γίνεται η εισαγωγή των φωτογραφιών. Κατά τη μεταφόρτωση των φωτογραφιών γίνεται και η επιλογή συντεταγμένων του συστήματος το οποίο στη προκειμένη περίπτωση είναι το WGS84(EMG 96 Grid). Στο συγκεκριμένο στάδιο μπορούμε

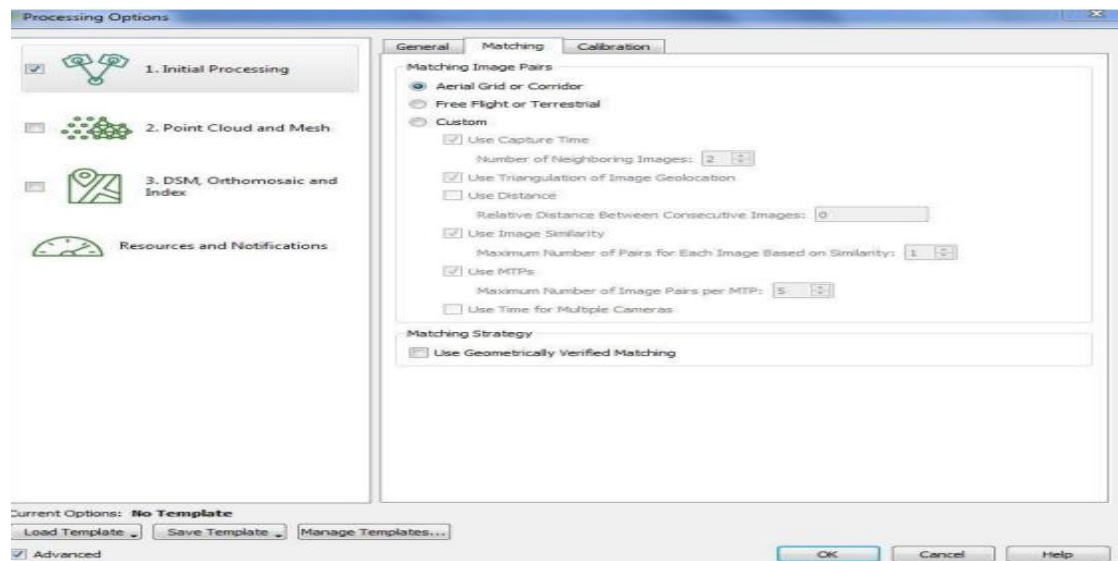
ακόμα να δούμε όπως φαίνεται στη εικόνα παρακάτω την ανάλυση των εικόνων η οποία είναι 4000x3000 και ότι το είδος της κάμερας είναι RGB.

Στην συνέχεια στη δεύτερη καρτέλα του πρώτου σταδίου γίνεται αυτόματα η αρχική επεξεργασία όπου περιλαμβάνει τη διαδικασία της βαθμονόμησης των εικόνων και τη δημιουργία ζευγών φωτογραφιών που είναι απαραίτητο για την εξαγωγή ποιοτικών αποτελεσμάτων.



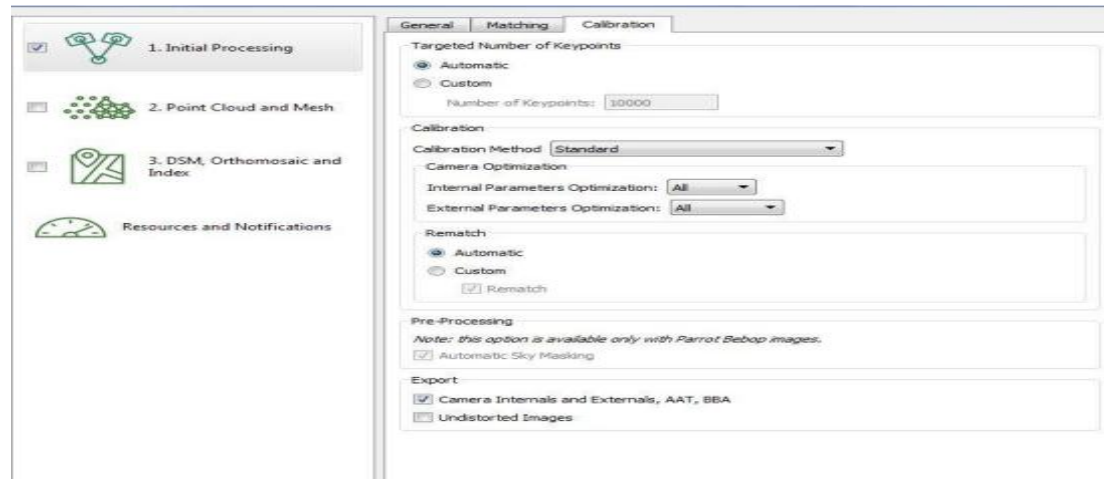
Εικόνα 61 Εισαγωγή φωτογραφιών(από επεξεργασία)

Η επόμενη καρτέλα μας δίνει τη δυνατότητα να καθορίσουμε τα σημεία για τη δημιουργία ζευγών-matching το οποίο έχει να κάνει με την αντιστοίχιση των ζευγών των εικόνων από εναέρια λήψη.



Εικόνα 62 Δημιουργία ζευγών-matching(απο επεξεργασία)

Στην τρίτη και τελευταία καρτέλα αυτού του σταδίου γίνεται η βαθμονόμηση των εικόνων και με την επιλογή Automatic στη περιοχή targeted number of keypoints ορίζεται ο αριθμός των βασικών στοιχείων προς εξαγωγή. Στην ίδια καρτέλα επιλέγουμε την εντολή Calibration για να έχουμε τις βέλτιστες επιλογές των εσωτερικών και εξωτερικών παραμέτρων της κάμερας.



Εικόνα 63 Βαθμονόμηση των εικόνων(από επεξεργασία)

Με την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου επεξεργασίας έχουν παραχθεί τα ακόλουθα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη εξαγωγή διάφορων μοντέλων.

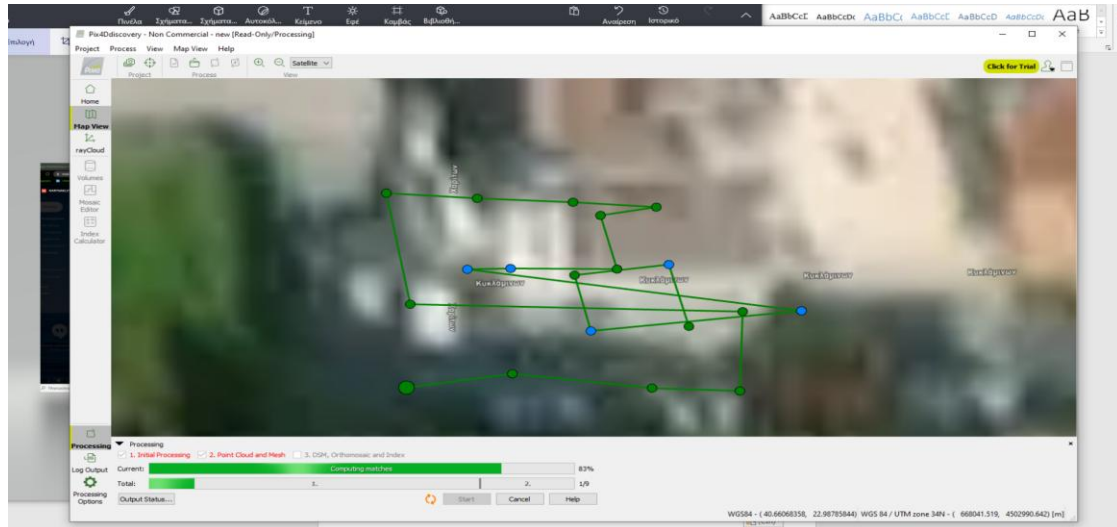
- Σημεία ανα εικόνα 27.685
- Συνολικά σημεία 526.015
- Σημεία δημιουργίας δεσμών 2D 185.898
- Σημεία δημιουργίας δεσμών 3D 55.859

Πριν να προχωρήσουμε στο δεύτερο στάδιο της επεξεργασίας πρέπει να εισαχθεί το αρχείο για τα σημεία ελέγχου (GCPs) το οποίο είναι απαραίτητο για τον έλεγχο ποιότητας των αποτελεσμάτων και για την μεγαλύτερη ακρίβεια αυτών.

Mn error	Max error	GE X%	GE Y%	GE Z%
-	-15.00	-	-	-
-15.00	-12.00	-	-	-
-12.00	-9.00	-	-	-
-9.00	-6.00	-	-	-
-6.00	-3.00	-	-	-
-3.00	0.00	68.42	31.58	52.63
0.00	3.00	31.58	61.42	47.37
3.00	6.00	-	-	-
6.00	9.00	-	-	-
9.00	12.00	-	-	-

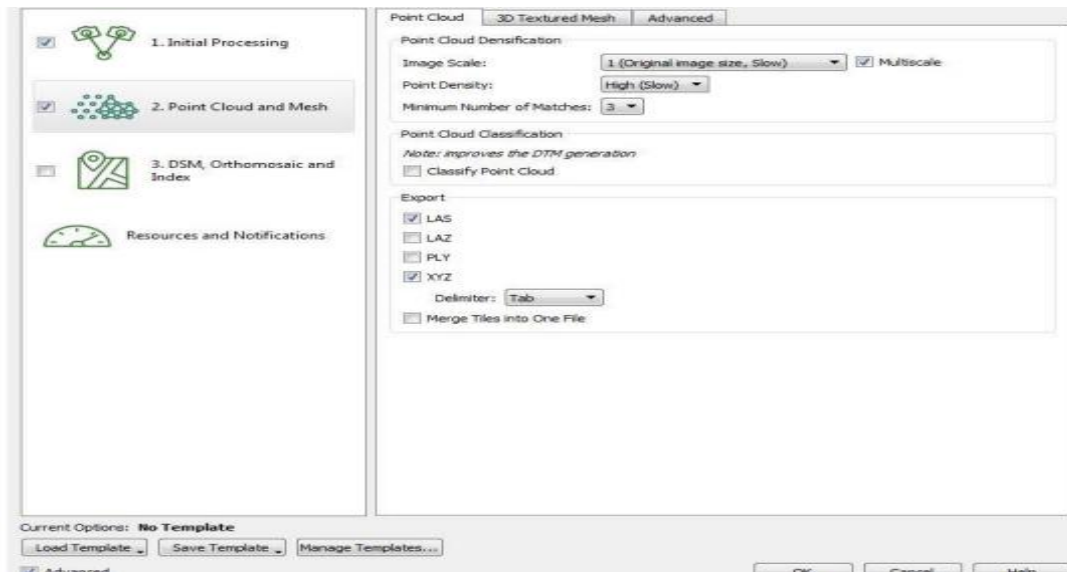
12.00	15.00	-	-	-
15.00	-	-	-	-
Mean[m]		0.000221	-0.000028	0.000011
Sigma [m]		0.344264	0.130065	0.403042
RMS Error[m]		0.344864	0.130065	0.403042

Παρακάτω φαίνεται η εικόνα που δημιουργείται με την εφαρμογή των σημείων ελέγχου (GCPs).



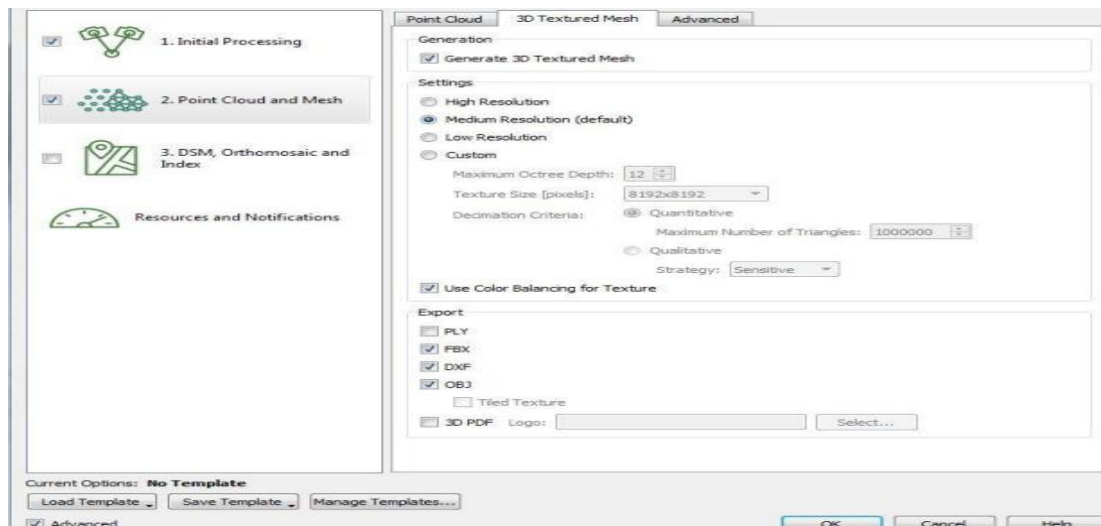
Εικόνα 64 Control points(GCPs)(από επεξεργασία)

Αφού έχουμε τελειώσει με το αρχικό στάδιο και την πρώτη επεξεργασία προχωράμε στο επόμενο στο οποίο θα ορίσουμε τις παραμέτρους για τη δημιουργία νέφους σημείων(point cloud) καθώς και τη δημιουργία πολυγωνικού πλέγματος για τη παραγωγή του 3D μοντέλου. Στο στάδιο αυτό οι απαιτούμενες ρυθμίσεις γίνονται σε τρεις διαφορετικές καρτέλες. Στη πρώτη καρτέλα ρυθμίζονται οι παράμετροι που έχουν να κάνουν με τη πυκνότητα του νέφους σημείων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι ρυθμίσεις που έχουν γίνει στη καρτέλα αυτή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.



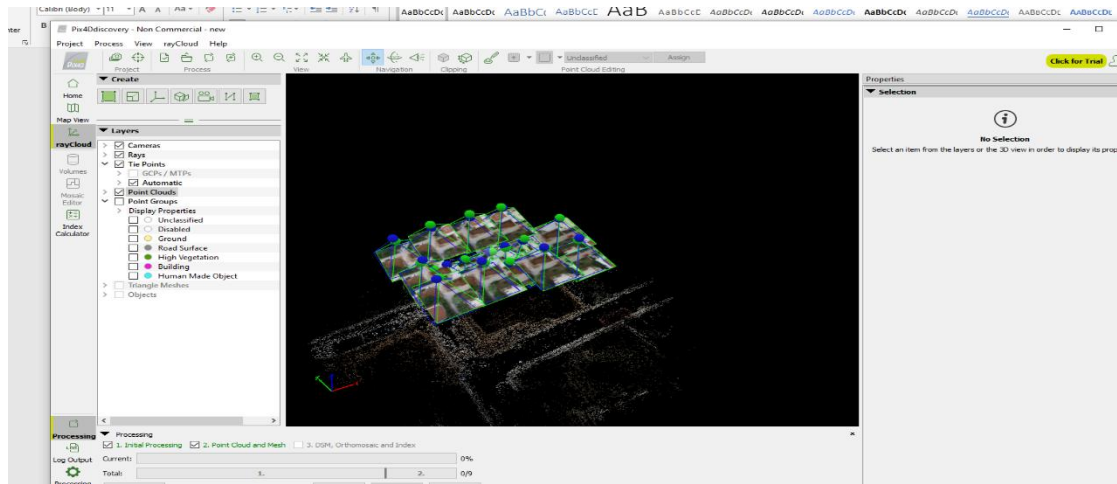
Εικόνα 65 Ρυθμίσεις στη καρτέλα Point cloud (από επεξεργασία)

Στη δεύτερη καρτέλα του ίδιου σταδίου επεξεργασίας ασχολούμαστε με τη ρύθμιση των παραμέτρων που έχουν να κάνουν με τη δημιουργία του πλέγματος για τη 3D απεικόνιση. Για τις ρυθμίσεις ανάλυσης επιλέχθηκε η μέτρια ανάλυση για την ισορροπία μεταξύ του χρόνου επεξεργασίας και της ποιότητας των αποτελεσμάτων της. Ακόμα επιλέγουμε όπως φαίνεται και παρακάτω τον αλγόριθμο εξισορρόπησης χρώματος ο οποίος βοηθά στη δημιουργία ομοιογενούς υφής του πλέγματος 3D.

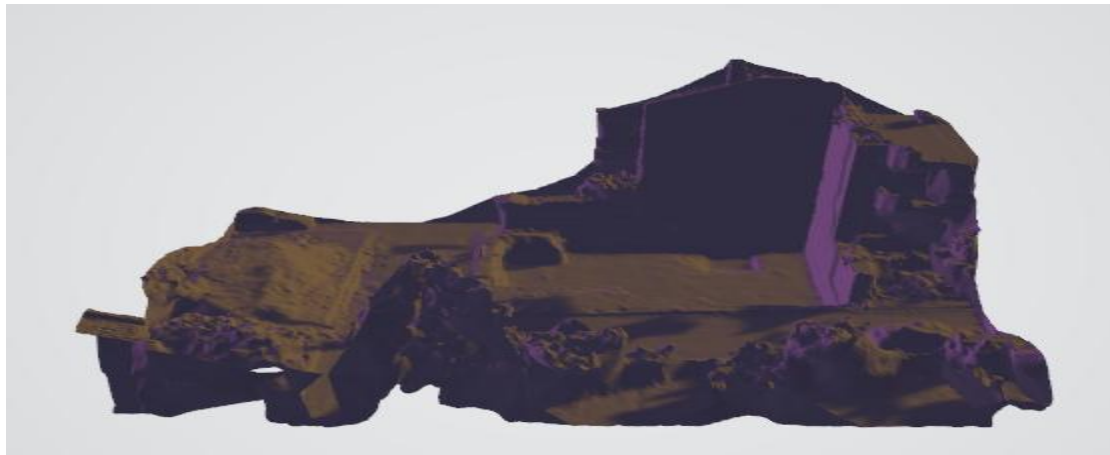


Εικόνα 66 Ρυθμίσεις καρτέλας 3D Mesh (από επεξεργασία)

Ως αποτέλεσμα αυτού του σταδίου επεξεργασίας παίρνουμε 1 παραγόμενο πλακίδιο generated tiles, με 1.411.365 σημεία τρισδιάστατων ζωντανών σημείων και με μέση πυκνότητα 2841,87.



Εικόνα 67 Συνολική εικόνα Point cloud και 3D mesh(από επεξεργασία)

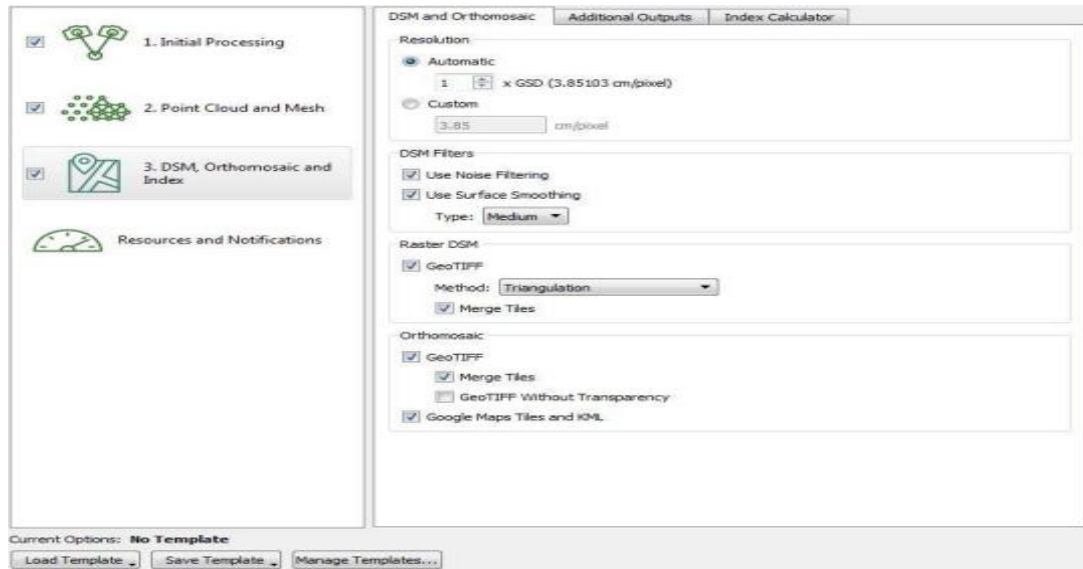


Εικόνα 68 3D μοντέλο Pix4Dmapper(από επεξεργασίας)

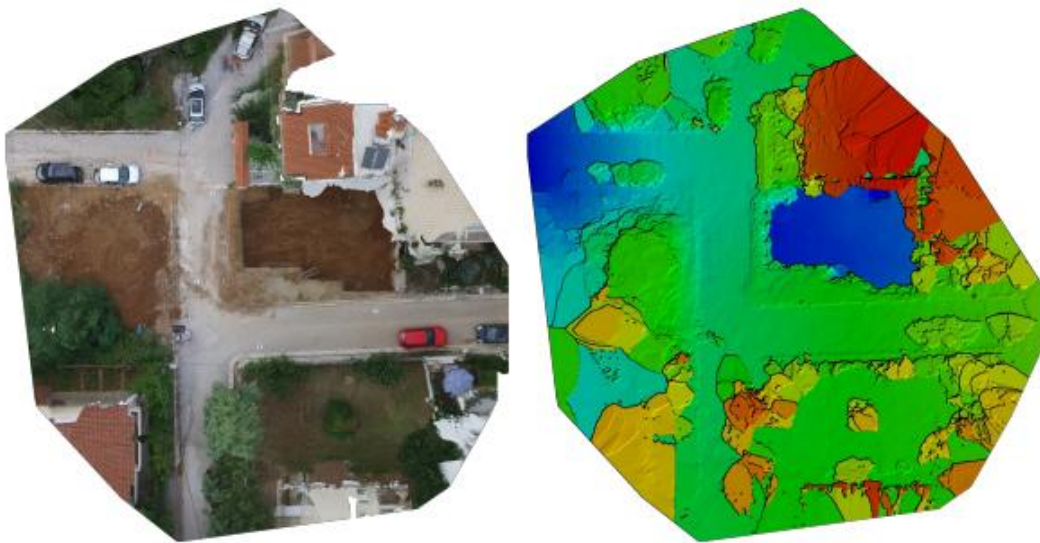
Το τρίτο και τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας αφορά τη δημιουργία DSM και του ορθομοσαϊκού .Αρχικά ορίζουμε αυτόματη ανάλυση-Automatic,μια σημαντική παράμετρος για τη δημιουργία των δύο αυτών μοντέλων .Στη συνέχεια επιλέγουμε τη χρήση του φίλτρου θορύβου και τη χρήση εξομάλυνσης επιφανειών. Παρατηρώντας όμως την ύπαρξη εσφαλμένων σημείων επιλέγουμε την εντολή use noise filtering η οποία διορθώνει το ύψος των εσφαλμένων σημείων με το διάμεσο ύψος των γειτονικών σημείων .Ακόμα βλέποντας ότι πολλά σημεία της επιφάνειας του DSM έχουν κάποιες ανωμαλίες επιλέγουμε την εντολή use surface smoothing η οποία διορθώνει αυτά τα σημεία και συγκεκριμένα επιλέγουμε το μεσαίο τρόπο για να διατηρήσουμε ευκρινείς τις λειτουργίες σε επίπεδες περιοχές. Τέλος επιλέγουμε την εντολή συγχώνευση πλακιδίων-merge tiles η οποία δημιουργεί ένα ενιαίο αρχείο GeoTIFF για τη συγχώνευση των μεμονωμένων πλακιδίων και την εξαγωγή του ορθομοσαϊκού μοντέλου .Στο τελευταίο κομμάτι του σταδίου αυτού επιλέγουμε τη ρύθμιση κάποιων επιπλέον παραμέτρων που έχουν να κάνουν με τη παραγωγή του DTM μοντέλου. Συγκεκριμένα επιλέγουμε την εντολή πλέγματος DSM-grid DSM η οποία ρυθμίζει τον τύπο του αρχείου και έχει πληροφορίες χρώματος για κάθε σημείο του DSM.Επιπλέον επιλέγεται

η εντολή συγχώνευση πλακιδίων-merge tiles που δημιουργεί αρχείο DTM σε μορφή GeoTIFF.

Τα παραγόμενα αποτελέσματα του σταδίου αυτού φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 69 Δημιουργία DSM και ορθομωσαικού(από επεξεργασία)



Εικόνα 70 DSM και ορθομωσαικο της περιοχής μελέτης(από επεξεργασία)

4.1.1 Αποτελέσματα επεξεργασίας με το Pix4Dmapper

Σε αυτό το υποκεφάλαιο γίνεται μια ποιοτική αξιολόγηση των παραγόμενων αποτελεσμάτων της επεξεργασίας που έγινε παραπάνω. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται

βασισζόμενη πάνω σε κάποιους συγκεκριμένους άξονες. Οι άξονες αυτοί είναι η ικανότητα, η αξιοπιστία, η ευχρηστία, η ασφάλεια, η λειτουργικότητα και η συμβατότητα του συγκεκριμένου λογισμικού.

Στις ικανότητες του λογισμικού αυτού μπορούμε να πούμε ότι είναι η επάρκεια, καθώς προσφέρει στο χρήστη όλες τις λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την επεξεργασία, η διαλειτουργικότητα, διότι είδαμε ότι η εκτέλεση των διαφόρων λειτουργιών του προγράμματος έχουν άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Θα προσθέταμε ακόμα την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια καθώς όλες οι διεργασίες και οι ενέργειες είναι σωστές, επαληθεύσιμες και έγκυρες. Στις ικανότητες του προγράμματος ακόμα είναι η χρονική συμπεριφορά διότι ο χρόνος επεξεργασίας και απόδοσης αποτελεσμάτων είναι επαρκής. Ως ένα μη επαρκές κομμάτι στις ικανότητες του προγράμματος αναφέρουμε πως είναι ο συγχρονισμός καθώς δεν δίνεται η δυνατότητα εκτέλεσης πολλαπλών παράλληλων εργασιών.

Στην αξιοπιστία του προγράμματος αξιολογείτε θετικά η σταθερότητα του διότι κατά την επεξεργασία δεν προκλήθηκαν διακοπές ή σφάλματα των διεργασιών του. Αξιολογείται αρνητικά στον άξονα της αξιοπιστίας η μη δυνατότητα ανάκτησης των διεργασιών που έχουν ήδη γίνει σε περίπτωση σφάλματος του συστήματος.

Ο επόμενος τομέας όπου στρέφεται η αξιολόγηση του Pix4Dmapper είναι η ευχρηστία. Ξεκινώντας μπορούμε να αξιολογήσουμε θετικά τη λειτουργικότητα του λογισμικού καθώς μπορεί εύκολα ένας απλός χρήστης να το δουλέψει. Τα αποτελέσματα του από τις διάφορες ενέργειες και λειτουργίες είναι ακριβή και αξιόπιστα. Έχει φιλικό περιβάλλον προς τον χρήστη με τη συνοχή των εντολών και το τρόπο δόμησης τους έτσι ώστε να παρέχουν στον χρήστη κάθε δυνατή επιλογή για να εξάγει το αποτέλεσμα που επιθυμεί. Ακόμα η ασφάλεια που δίνει ότι οι λειτουργίες του προγράμματος γίνονται σωστά. Θα αναφέρουμε ως ελάττωμα του λογισμικού τη δυσκολία προσαρμογής των εντολών του για μεγαλύτερη εξατομίκευση προς τον εκάστοτε χρήστη καθώς και τη δυνατότητα πρόσβασης σε περιορισμένο αριθμό χρηστών που δεν δίνει για παράδειγμα τη ευκαιρία σε μια ομάδα να δουλεύει πάνω στο ίδιο έργο ταυτόχρονα.

Όσον αφορά την ασφάλεια του προγράμματος μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν κάποια κενά καθώς η προστασία απορρήτου είναι ελάχιστη και τα δεδομένα των αποτελεσμάτων μπορούν πολύ εύκολα να αποκαλυφθούν. Ακόμα δεν διασφαλίζεται μέσω του προγράμματος η μη μεταφορά ιόν προς τον υπολογιστή.

Αξιολογώντας το σύστημα από πλευράς λειτουργικότητας αυτό που βγαίνει ως συμπέρασμα είναι θετικό. Το λογισμικό είναι εύκολο ως προς την εγκατάσταση του σε διαφορετικούς τύπου υπολογιστών. Η ανταπόκριση των λειτουργιών του γίνεται σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα με πλήρης ανατροφοδότηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος προς τον χρήστη.

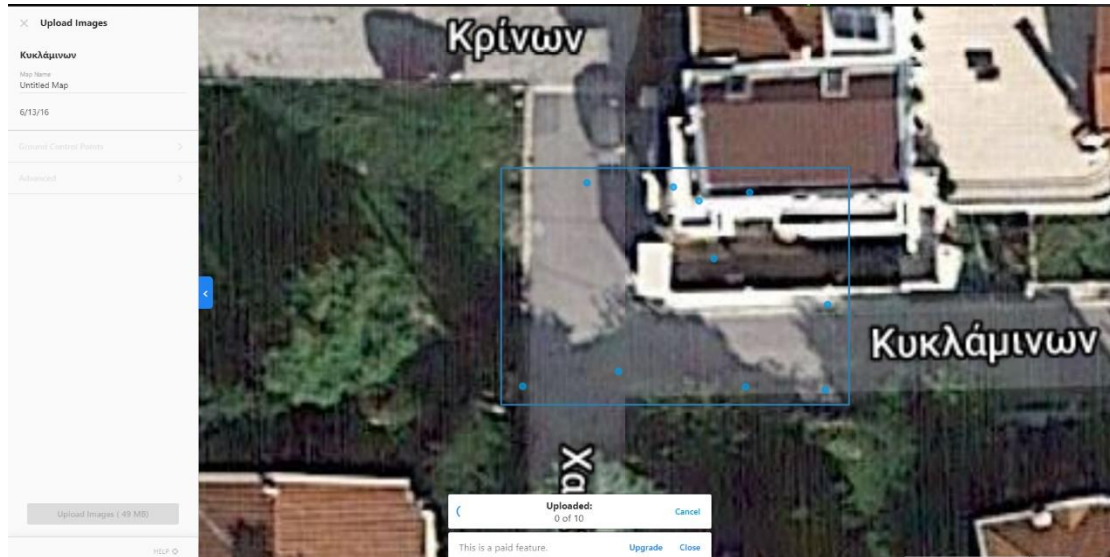
Στο κομμάτι συμβατότητας το πρόγραμμα δεν ανταποκρίνεται σε τόσο καλό βαθμό όσο στις άλλες κατηγορίες καθώς δεν μπορεί να λειτουργεί και να αλληλεπιδρά με άλλα λειτουργικά συστήματα. Επίσης η συνεργασία του με άλλες εφαρμογές είναι μέτρια όσον αφορά την επεξεργασία δεδομένων και αποτελεσμάτων. Τη συμβατότητα με τον ίδιο τον υπολογιστή και τις εφαρμογές του τη χαρακτηρίζαμε μέτρια.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι το πρόγραμμα σε γενικά πλαίσια φέρει τη δυνατότητα να εκτελεί όλες τις εντολές για τη παραγωγή των αποτελεσμάτων που επιθυμεί ο χρήστης και με μεγάλη ακρίβεια. Έχει δια λειτουργικότητα με τις εντολές και τις διεργασίες να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Εκπέμπει αξιοπιστία και μπορεί να εκτελέσει μεγάλα έργα με ανθεκτικότητα και αξιοπιστία. Επιπρόσθετα είναι εύχρηστο σε όλα τα στάδια παραγωγής καθώς υπάρχει μεγάλη λεπτομέρεια στο τρόπο που έχουν γραφτεί οι εντολές του. Επίσης η αλληλεπίδραση του λογισμικού με τον χρήστη στο κομμάτι της ανατροφοδότησης των αποτελεσμάτων είναι πλήρως ικανοποιητική. Τέλος σε γενικές γραμμές προσφέρει ασφάλεια και σιγουριά στο χρήστη τόσο κατά την επεξεργασία όσο και στα παραγόμενα αποτελέσματα αυτής. Σε αυτή τη κατηγορία υπάρχουν κάποια κενά σημεία τα οποία το πρόγραμμα σε μελλοντικές εκδόσεις θα μπορούσε να διορθώσει έτσι ώστε να εκπέμπει ένα αίσθημα ασφάλειας και σε ότι έχει να κάνει με τη προστασία από κακόβουλη χρήση.

4.2 Επεξεργασία με τον DroneDeploy

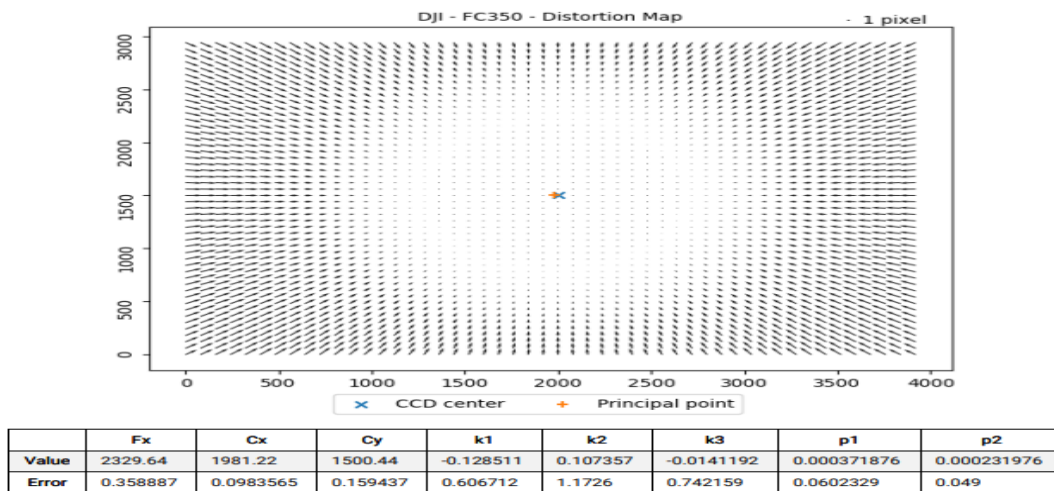
Σε αυτό το κεφάλαιο της παρούσα διπλωματικής εργασίας γίνεται η επεξεργασία των ιδίων αεροφωτογραφιών αυτή τη φορά με το πρόγραμμα Dronedeploy. Στο συγκεκριμένο λογισμικό η επεξεργασία γίνεται χωρίς την εγκατάσταση κάποιας εφαρμογής στον υπολογιστή αλλά κατευθείαν σε browser δημιουργώντας ένα λογαριασμό στη ιστοσελίδα του προγράμματος.

Σε πρώτο στάδιο αφού έχουμε δημιουργήσει ένα νέο project στην αρχική οθόνη του προγράμματος πρέπει να μεταφορτώσουμε τις εικόνες που θέλουμε για την επεξεργασία. Με το upload των εικόνων το πρόγραμμα αυτόματα κάνει αναζήτηση σε παγκόσμιο χάρτη και εμφανίζει στη κύρια οθόνη τη περιοχή όπου αποτυπώνουν οι φωτογραφίες. Ταυτόχρονα δημιουργεί τις αντιστοιχίες των εικόνων που είναι απαραίτητες για εξαγωγή του 3D μοντέλου ενώ αυτοματοποιημένα κάνει και βαθμονόμηση των εικόνων.



Εικόνα 71 Ανέβασμα εικόνων και δημιουργία χάρτη επεξεργασίας(από επεξεργασία)

Στην συνέχεια με την επιλογή MODEL εμφανίζει μια συνολική εικόνα που έχει αυτόματα δημιουργήσει το πρόγραμμα πάνω στην οποία θα στηριχθεί η παραγωγή των επιθυμητών μοντέλων. Για την παραγωγή αυτής της εικόνας λαμβάνονται υπόψη αυτόματα από το πρόγραμμα τα σημεία ελέγχου τα οποία αντλούνται από τον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 72 Σημεία ελέγχου για την παραγωγή των μοντέλων(από επεξεργασία)

Για τη δημιουργία του Point cloud παράχθηκαν 100.96 σημεία ενώ συνολικά για τη δημιουργία δεσμών 3D 70597 σημεία και για τη δημιουργία όλων των μοντέλων 708136. Πριν από την επεξεργασία επιλέχθηκε η εντολή standar mode η οποία είναι σχεδιασμένη για να παράγει την καλύτερη έξοδο φωτογραμμετρίας με βάση τις εικόνες εισόδου. Συμπεριλαμβάνει κυρίως εικόνες ναδίρ για την πιο αποτελεσματική χαρτογράφηση μεγάλων αγρών και καλλιεργειών, φυσικού ανοιχτού εδάφους και δημιουργία τοπογραφικών χαρτών.

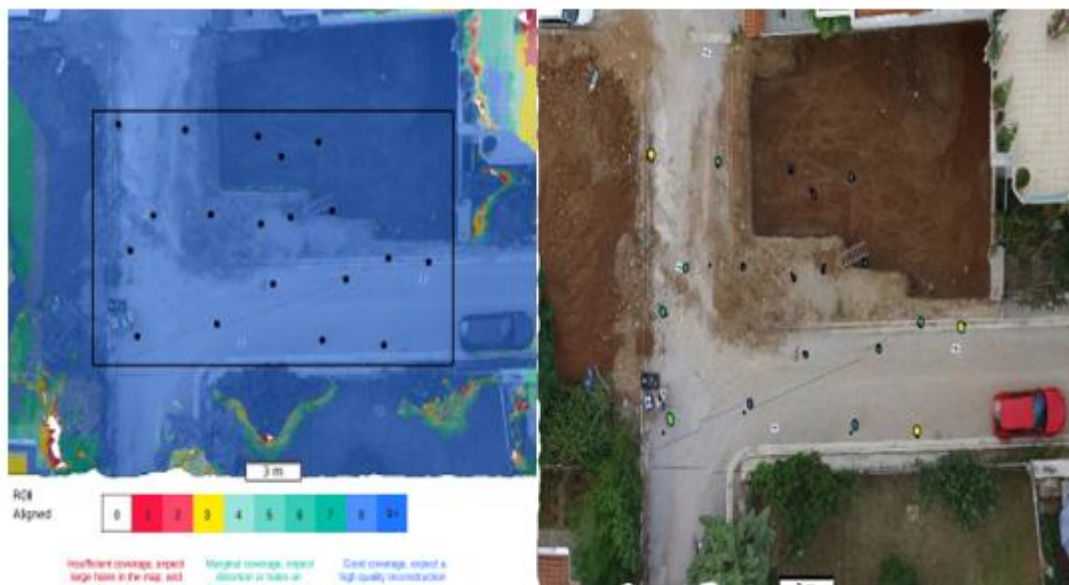
Ακόμα θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με σημεία ελέγχου GCPs έχουμε Error RMS στο σύνολο των αξόνων 0,999.

Παρακάτω φαίνεται η εικόνα που δημιουργείται από τα σημεία ελέγχου((Point Cloud).



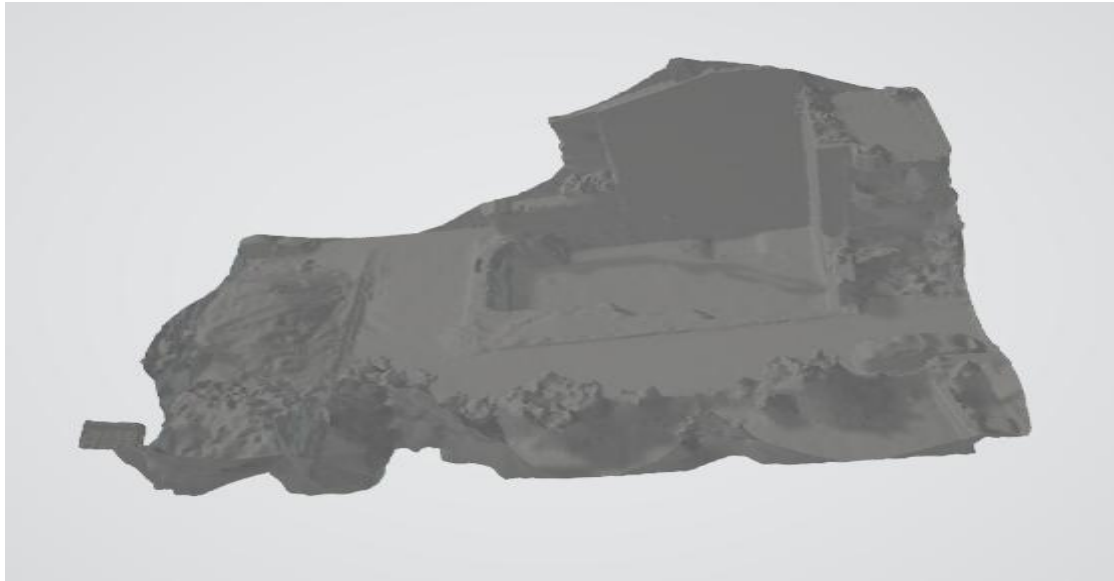
Εικόνα 73 Δημιουργία Point cloud(από επεξεργασία)

Στη συνέχεια γίνεται η κάλυψη του ορθομοσαικού και του DSM μοντέλου με τα παραγόμενα αποτελέσματα να φαίνονται παρακάτω.



Εικόνα 74 Σημεία ορθομοσαικού και DSM μοντέλου(από επεξεργασία)

Με τελευταίο αποτέλεσμα της επεξεργασίας να είναι το 3D μοντέλο.



Εικόνα 75 3D μοντέλο(απο επεξεργασία)

4.2.1 Αποτελέσματα επεξεργασίας με το DroneDeploy

Στο παραπάνω κεφάλαιο είδαμε τη διαδικασία επεξεργασίας των ίδιων εικόνων με το λογισμικό DroneDeploy. Θα αξιολογήσουμε το πρόγραμμα αυτό πάνω στους ίδιους άξονες αξιολόγησης που είχαμε για το προηγούμενο πρόγραμμα.

Ξεκινώντας από τις ικανότητες του προγράμματος μπορούμε να πούμε ότι εκτελεί σε μεγάλο βαθμό όλες τις λειτουργίες του και εντολές, οι οποίες γίνονται με εύκολο για τον χρήστη και ανάλογα πάντα και με το μέγεθος του έργου γίνονται σε εύλογο χρονικό διάστημα. Οι εντολές είναι ακριβής σε σχέση με το περιεχόμενο τους. Η αποτελεσματικότητα του προγράμματος που αφορά με πόσο ευκολία παράγει αποτελέσματα μέσω των διαφόρων διεργασιών χαρακτηρίζεται επαρκής. Οι εντολές μεταξύ τους έχουν αλληλεπίδραση καθώς η εκτέλεση της μίας προϋποθέτει την εκτέλεση μίας άλλης προκειμένου να παραχθούν τα διάφορα μοντέλα. Οι ικανότητες του προγράμματος αυτού περιορίζονται στα παραπάνω. Δεν δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα μεγαλύτερης επέμβασης στη διαδικασία της επεξεργασίας.

Στο κομμάτι της αξιοπιστίας το DroneDeploy είναι ένα πρόγραμμα που θα εκτελέσει αυτά που θα του ζητήσει ο χρήστης χωρίς διακοπές ή τεχνικά σφάλματα και γενικά θα λέγαμε ότι είναι ένα αξιόπιστο πρόγραμμα που δεν δημιουργεί προβλήματα στο υπολογιστή που το τρέχει. Είναι ανθεκτικό και σταθερό πρόγραμμα χωρίς να δημιουργεί καθυστερήσεις και σφάλματα στο υπόλοιπο σύστημα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Σε σχέση με τη ευχρηστία του είναι αρκετά χρηστικό για του αρχάριους χρήστες διότι προσφέρει ένα περιβάλλον εργασίας αρκετά ευχάριστο. Ο τρόπος με τον οποίο είναι

δομημένες οι εντολές του δίνουν την ευκολία γρήγορης εκμάθησης από έναν αρχάριο χρήστη. Από πλευράς προσβασιμότητας θα λέγαμε ότι είναι πολύ εύκολη, όσον αφορά την ελεύθερη έκδοση του, καθώς μπορεί να έχει πρόσβαση ο καθένας μέσω απλώς ενός browser. Όσον αφορά τη συνοχή των εντολών και την αλληλουχία μεταξύ τους, είναι γραμμένες σε σειρά και πλήρως κατανοητές, αν και στην ελεύθερη έκδοση που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία δεν παρέχεται και τόσο μεγάλη πληθώρα εντολών και επιλογών.

Σε ότι έχει να κάνει με την ασφάλεια του προγράμματος μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι επαρκής. Αρχικά το πρόγραμμα τρέχει σε browser κάνοντας το άμεσα πιο εύκολα προσβάσιμο σε διάφορα κακόβουλα προγράμματα και ιούς που μπορεί να κυκλοφορούν στο διαδίκτυο. Ακόμα το απόρρητο των αποτελεσμάτων του δεν λειτουργεί σε απόλυτο βαθμό.

Η λειτουργικότητα του προγράμματος αξιολογείται θετικά διότι οι εντολές δόθηκαν εκτελέστηκαν με επάρκεια και άμεσα. Αξίζει να αναφέρουμε εδώ ότι οι διεργασίες και οι εντολές που θα εκτελέσει το πρόγραμμα κατά τη διάρκεια δημιουργίας των μοντέλων είναι συγκεκριμένες και χωρίς να υπάρχει παρέμβαση από τον χρήστη. Έτσι δεν δίνεται η δυνατότητα προσαρμογής παραμέτρων που θα έφερναν τα αποτελέσματα πιο κοντά σε αυτό που θέλει ο χρήστης. Εκτελεί μια σειρά διεργασιών άρτια και με αποτελεσματικότητα ωστόσο είναι μια συγκεκριμένη σειρά χωρίς αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

Αναλύοντας τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το DroneDeploy είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας και παραγωγής μοντέλων από αεροφωτογραφίες με δυνατότητα να φέρει σε πέρας μια σειρά από εντολές και να εξάγει ένα αξιόπιστο και με αρκετές πληροφορίες προς ανάλυση αποτέλεσμα. Είναι αρκετά εύκολο στη χρήση χωρίς να χρειάζονται ιδιαίτερες δεξιότητες από τον εκάστοτε χρήστη του. Η γκάμα των εντολών είναι λίγο περιορισμένη μη δίνοντας την επιλογή μεγάλης διαδραστικότητας στο αποτέλεσμα με χρήστη. Δεν είναι τόσο ασφαλές καθώς όλες οι διεργασίες του συμβαίνουν σε περιβάλλον διαδικτύου και τα αποτελέσματα αυτών είναι προσβάσιμα εύκολα από τον οποιονδήποτε. Είναι όμως ένα εύκολο και κατανοητό πρόγραμμα για ένας αρχάριο με τη αεροφωτογραμμετρία χρήστη.

4.3 Σύγκριση των δύο λογισμικών επεξεργασίας

Μέχρι τώρα στο κεφάλαιο αυτό έγινε ανάλυση της επεξεργασίας και των αποτελεσμάτων αυτής από δύο προγράμματα αεροφωτογραμμετρίας, του Pix4D και του DroneDeploy. Όπως αναφέρεται παραπάνω οι αεροφωτογραφίες πάνω στις οποίες στηρίχθηκε η επεξεργασία είναι από την οδό Κυκλαμίνων στη περιοχή Πεύκα Θεσσαλονίκης και τραβήχθηκαν τον Ιούνιο του 2016. Η πτήση έγινε με το drone Phantom 4JI PRO με την ενσωματωμένη κάμερα DJI-

FC350. Και τα δύο λογισμικά εκτέλεσαν μια σειρά από διεργασίες έχοντας παράγει λίγο διαφορετικά αποτελέσματα.

Για την παραγωγή του φωτογραμμικού μοντέλου της περιοχής το Pix4D βασίζεται στη εύρεση χιλιάδων σημείων μεταξύ των εικόνων ,ενώ το DroneDeploy στον αεροτριγωνισμό και στην ένωση κοινών σημείων των εικόνων. Τα ποσοτικά αποτελέσματα των δύο λογισμικών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πρόγραμμα επεξεργασίας	Pix4Dmapper	DroneDeploy
Αριθμός σύνδεση εικόνων	215.120	105.336
Αριθμός σφαλμάτων σημείων ελέγχου	0.049	0.187
Αριθμός κοινών σημείων	215.120 2D 68.416 3D	70.597
Αριθμός κοινών σημείων για Pointcloud	1.411.365	996.233
Αριθμός σημείων mesh	855.000	996.233
Pixel size ορθομωσικού	0.998 cm/pixel	1,5cm/pixel
Pixel size DSM	-	1,5cm/pixel
Pixel size DEM	-	1,5cm/pixel
Συνολικός χρόνος επεξεργασίας	1m 45sec	2m 28sec
Χρόνος δημιουργίας Point Cloud	1m 27sec	-
Χρόνος δημιουργίας 3D Mesh	1m 06sec	-
Χρόνος δημιουργίας DSM	48sec	-
Χρόνος δημιουργίας ορθομωσικού	2m 13sec	

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα όπου συνοψίζονται τα ποσοτικά αποτελέσματα της επεξεργασίας από τα δύο λογισμικά μπορούμε να πούμε ότι σε γενιά πλαίσια το Pix4Dmapper είναι πιο ακριβές. Αναλυτικότερα σε σχέση με την εισαγωγή των σημείων ελέγχου τα συνολικά σφάλματα στα δύο λογισμικά διαφέρουν με το Pix4Dmapper να έχει 0.049 και το DroneDeploy 0.187 με αποτέλεσμα το πρώτο να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια στα σημεία ελέγχου. Στη συνέχεια βλέπουμε ότι στα σημεία σύνδεσης που παράχθηκαν από το Dronedeploy να είναι 105.336 ενώ τα αντίστοιχα από την πλευρά του Pix4Dmapper να είναι 215.120. Με τον υπερδιπλάσιο αριθμό σημείων σύνδεσης καταλαβαίνουμε ότι το Pix4Dmapper μπορεί να εξάγει μοντέλα με πολύ υψηλότερη λεπτομέρεια. Αυτό φαίνεται και από την παραγωγή σημείων για PointCloud και 3D Mesh όπου το DroneDeploy έχει 996.233 και για τα δύο μοντέλα ενώ το Pix4dmapper έχει εξάγει 1.411.365 και 855.00 αντίστοιχα. Εκεί όπου βλέπουμε να υπερισχύει λίγο το DroneDeploy είναι στην παραγωγή ορθομωσαϊκού καθώς στο ένα η ανάλυση είναι 1.5cm/pixel ενώ στο Pix4Dmapper έγινε με ανάλυση 0.998cm/pixel. Τελευταίο στοιχείο του πίνακα που μπορούμε να σχολιάσουμε είναι

οι χρονικές αποκρίσεις των δύο λογισμικών καθώς το Pix4Dmapper εμφανώς πιο γρήγορο τόσο στη συνολική επεξεργασία όσο και στη παραγωγή των επιμέρους μοντέλων.

Τα δύο λογισμικά εξάγουν στο τέλος της επεξεργασίας από ένα quality report από το οποίο αντλούνται και τα περισσότερα από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα. Το quality report του Pix4Dmapper είναι πιο ολοκληρωμένο με περισσότερη πληροφορία στη λεπτομέρεια το οποίο βοηθάει το χρήστη να κατανοήσει τα αποτελέσματα και εντοπίσει λάθη στο μοντέλο του.

Εκτός από τα ποσοτικά αποτελέσματα που αναφέρονται παραπάνω δημιουργήθηκε ένας πίνακας με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δύο λογισμικών για να είναι πιο εύκολη η σύγκριση μεταξύ τους. Η αξιολόγηση γίνεται με μια κλίμακα από το 1 έως το 5 με το 1 να αποτελεί το ελάχιστο και το 5 το άριστο. Ο παρακάτω πίνακας συμπληρώθηκε σύμφωνα με την γνώμη του συγγραφέα της παρούσας εργασίας μετά από τη χρήση των δύο λογισμικών.

Άξονας αξιολόγησης	Pix4Dmapper	DroneDeploy
Ικανότητα	5	4
Αξιοπιστία	5	4
Ευχρηστία	4	5
Ασφάλεια	5	2
Λειτουργικότητα	4	4
Συμβατότητα	3	4

Σε ότι έχει να κάνει με τα ποιοτικά αποτελέσματα και μετά την ανάλυση τους στα προηγούμενα κεφάλαια πάνω στην ικανότητα, την αξιοπιστία, την ευχρηστία, την ασφάλεια, την λειτουργικότητα και τη συμβατότητα των δύο προγραμμάτων υπάρχουν κάποια βασικά συμπεράσματα. Σε γενικά πλαίσια και τα δύο λογισμικά φέρουν την δυνατότητα να εκτελούν όλες τις απαραίτητες εντολές για τη παραγωγή μοντέλων που έχουν σχέση με τη φωτογραμμετρία και με μεγάλη ακρίβεια. Ακόμα και τα δύο λογισμικά έχουν δια λειτουργικότητα σε μεγάλο βαθμό το οποίο σημαίνει ότι οι εντολές και οι διεργασίες τους έχουν αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η χρονική συμπεριφορά τους σε σχέση με το μέγεθος των εργασιών τους και των αποτελεσμάτων που παράγουν είναι αρκετά καλή με μικρά χρονικά διαστήματα να απαιτούνται για τη παραγωγή των διάφορων μοντέλων.

Η αξιοπιστία των δύο λογισμικών διαφέρει σε κάποια σημεία με τη γενική εικόνα να είναι ικανοποιητική. Το Pix4Dmapper προσφέρει μεγαλύτερη αξιοπιστία ως προς τα επιθυμητά αποτελέσματα καθώς επιτρέπει σε μεγαλύτερο βαθμό στο χρήστη να επέμβει και να καθορίσει να εξαγόμενα αποτελέσματα προσαρμόζοντας τα σε αυτό που επιθυμεί. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι η έκδοση του συγκεκριμένου λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε (ελεύθερη) δίνει πρόσβαση σε όλα τα απαραίτητα εργαλεία. Ενώ το DroneDeploy είναι λίγο

πιο περιορισμένο και παράγει συγκεκριμένα αποτελέσματα χωρίς την προσωπική σφραγίδα του χρήστη καθώς δεν δίνει δυνατότητα στο χρήστη να εκμεταλλευτεί πλήρως όλα τα εργαλεία του στην ελεύθερη έκδοση που χρησιμοποιήθηκε .

Η ευχρηστία είναι στα θετικά και για τα δύο λογισμικά. Με φιλικό περιβάλλον και τα δύο προς τον χρήστη καθώς και με πολύ ξεκάθαρη δομή και συγγραφή στις εντολές τους δίνουν την δυνατότητα είτε σε επαγγελματία είτε σε αρχάριο να εξοικειωθεί γρήγορα με το πρόγραμμα και να δημιουργήσει το αποτέλεσμα που επιθυμεί.

Στο κομμάτι της ασφάλειας το Pix4Dmapper είναι αυτό που ξεχωρίζει. Δίνει στο χρήστη το αίσθημα της ασφάλειας είτε από κακόβουλο εξωτερικό παράγοντα είτε από κάποιο πρόβλημα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Το DroneDeploy είναι πρόγραμμα που λειτουργεί σε browser online αφήνοντας το έτσι εκτεθειμένο σε όλους του κινδύνους του διαδικτύου χωρίς να προστατεύονται τα παραγόμενα αποτελέσματα από την παρέμβαση τρίτων.

Η εκτέλεση των εντολών και των διεργασιών γίνεται με την κατάλληλη ανατροφοδότηση και στα δύο λογισμικά. Στο Pix4Dmapper γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό και με μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και στο DroneDeploy δεν είναι ελλιπής.

Συμπερασματικά το λογισμικό που υπερισχύει είναι το Pix4Dmapper. Είναι ένα εύκολο στη χρήση και στη εκμάθηση λογισμικό με μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα του ,προσφέρει μεγάλη ασφάλεια και ευχρηστία. Παράγει τα φωτογραμμικά μοντέλα σε συντομότερο χρονικό διάστημα και με μεγαλύτερη σαφήνεια ως προς τα ποσοτικά χαρακτηριστικά τους. Η μεγαλύτερη διαφορά τους είναι ότι το Pix4Dmapper δίνει τη δυνατότητα της επεμβατικότητας στο χρήστη με την επιλογή και τη διαφοροποίηση παραμέτρων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας κάνοντας έτσι το τελικό μοντέλο να ανταποκρίνεται περισσότερο στις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη.

4.4 Συμπεράσματα

Η ραγδαία αύξηση της χρήσης των μη επανδρωμένων αεροσκαφών τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με την τεράστια ανάπτυξη της τεχνολογίας και την ύπαρξη διάφορων λογισμικών επεξεργασίας δεδομένων καθιστά τα UAVs ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο σε μια μεγάλη γκάμα από εφαρμογών που να κάνουν με γεωγραφικό χαρακτήρα. Η χρήση drone και ενός συστήματος αισθητήρων πάνω σε αυτά αποτελεί μια πολύ έξυπνη, οικονομική και αξιόπιστη λύση για τη λήψη πληροφοριών από αέρος με μεγάλη λεπτομέρεια και ακρίβεια. Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα λογισμικά επεξεργασίας όπως η παραγωγή 3D και 2D μοντέλων απεικόνισης περιοχών ,η παραγωγή ορθομωσαικών και DSM μοντέλων είναι πολύ χρήσιμες για τους κλάδους της χαρτογράφησης ,της παρακολούθησης και μελέτης του περιβάλλοντος, της γεωργίας και πολλών άλλων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά και ανάλυση σε τρία λογισμικά που έχουν να κάνουν με αυτόν τον κλάδο. Το πρώτο είναι το eMotionAg το οποίο είναι ένα λογισμικό για το για πτήση drones. Παρέχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να προγραμματίσει και να εκτελέσει μια πτήση με drone όπως ο ίδιος επιθυμεί. Γίνεται εκτενής παρουσίαση όλων των δυνατοτήτων του προγράμματος με αναλυτική επεξήγηση της κάθε εντολής του.

Το δεύτερο λογισμικό είναι το Pix4Dmapper. Είναι ένα λογισμικό επεξεργασίας και παραγωγής μοντέλων από αεροφωτογραφίες. Όπως είδαμε παραπάνω το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει πληθώρα επιλογών και δυνατοτήτων για την εξαγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων. Είναι ένα πρόγραμμα εύκολο στη χρήση, προσφέρει αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα και αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για πολλούς κλάδους της αξιοποίησης αποτελεσμάτων από αεροφωτογραφίες.

Το τρίτο λογισμικό είναι το Dronedeploy. Είναι και αυτό ένα λογισμικό επεξεργασίας αεροφωτογραφιών. Αναλύσαμε τις δυνατότητες του με τη πρακτική εξάσκηση πάνω σε αυτό. Αποτελεί και αυτό ένα πού καλό λογισμικό με ευκολία στη χρήση, παραγωγή χρήσιμων γεωγραφικών μοντέλων ωστόσο είναι πιο ανεπαρκές από το Pix4Dmapper στα κομμάτια της αξιοπιστίας και της ασφάλειας που προσφέρει μετά και την ποιοτική και ποσοτική σύγκριση που έγινε. Δεν σημαίνει βέβαια ότι δεν αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο και εύχρηστο εργαλείο κυρίως για αρχάριους χρήστες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- arcgis. (2020). Ανάκτηση από <https://doc.arcgis.com/en/drone2map/get-started/what-is-drone2map.htm>
- Austin. (2010). *Unmanned aircraft systems: UAVs design, development and*. UK.
- Berni, j. (2008). *Remote sensing of vegetation from UAV platforms using lightweight multispectral*. Inter-Commission WG I/V.
- DJI. (2021). Ανάκτηση από www.dji.com: <https://www.dji.com/gr/phantom-4-pro>
- DroneDeploy. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://www.dronedeploy.com/>
- Dukowitz, Z. (2017, October 23). A Drone Pilot's Guide to Commenting on the FAA's Proposed Remote ID Regulations—Use These 4 Major Talking Points. *Drone Pilot Ground School*.
- Eisenbeiss. (2009). *UAV Photogrammetry*. Zurich: ETH Zurich.
- Eisenbeiß, h. (2004). *A mini unmanned aerial vehicle (UAV)*. Thailand.
- Eisenbeiss, h. (2009). *UAV Photogrammetry*. Zurich.
- Fayad, P. (2019, april 23). Ανάκτηση από medium: <https://medium.com/@philipfayad>
- Isola I. (2013). *UAV-Based Imaging for Environmental Sustainability*. Nigeria: FIG Working Week.
- Karas, J. (2015). *Mapping road and bridge damage in the Czech Republic*. Czech Republic: GIM International.
- Li, Z. (2011). *Photogrammetric recording of ancient buildings by using*. Zurich.
- Manyoky. (2011). *Unmanned aerial*. Zurich.
- Neo. (2020). *JGC*. Ανάκτηση από <https://www.jgc.gr/index.php/el/products/photogrammetry-drones/photogrammetry-software/context-capture>
- Remondino. (2011). *UAV-photogrammetry for mapping and 3D modeling*. Zurich.
- SA, P. (2014). Ανάκτηση από <https://www.pix4d.com/download/pix4dmapper>

