

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ «ΒΙΛΑ ΚΟΛΛΑ» ΜΕ ΝΕΕΣ  
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΜΗ  
ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΟ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ (DRONE)**



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :**  
**Δρ. Μπέσκου Νίκη**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ :**  
**Τραχάνης Ξενοφώντας ΑΜ:7057**

**ΠΑΤΡΑ, 2023**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την Διπλωματική Εργασία μου αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την κυρία Δρ. Μπέσκου Νίκη, καθηγήτρια, της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα που αφορά νέες τεχνολογίες και μεθόδους, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, για τη συνεχή καθοδήγησή του και την υπομονή της.

*Πάτρα, 2023*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στις νέες τεχνολογίες και μεθόδους που αφορούν την τρισδιάστατη αποτύπωση, κυρίως κτιρίων, που συνεχώς κερδίζουν έδαφος έναντι των παλαιότερων πιο κλασσικών μεθόδων που ήδη υπάρχουν. Ως αντικείμενο μελέτης της εργασίας είναι η τρισδιάστατη αποτύπωση μέσω drone της βίλας «Κόλλα» που βρίσκεται εντός του χώρου του παραρτήματος ΠΑ.ΠΕΛ (φωτογραφική αποτύπωση περιμετρικά του κτιρίου) και η μετέπειτα επεξεργασία του φωτογραφικού υλικού μέσω του προγράμματος Agisoft Metashape, με το οποίο δημιουργείται ένα τρισδιάστατο φωτογραφικό μοντέλο που μπορεί να μας δώσει ανά πάσα ώρα και στιγμή οποιαδήποτε πραγματική μέτρηση αναφορικά με το μοντέλο το οποίο μελετούμε. Επιπλέον, αυτό το μοντέλο διατηρείται ως αρχείο και για μεταγενέστερες αποτυπώσεις για σύγκριση φθορών ή παρακολούθηση εργασιών.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βήματα της διαδικασίας για την δημιουργία του τρισδιάστατου φωτογραφικού μοντέλου που αναφέρθηκε παραπάνω, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, καθώς και άλλες επιλογές προγραμμάτων για τον σκοπό αυτόν.

**Λέξεις κλειδιά :** drone, 3d μοντέλο, τρισδιάστατη αποτύπωση, φωτογραμμετρία.

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ :

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνω την ευθύνη επί ολοκλήρου του κείμενου, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα.

Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

**Ο φοιτητής :**

**Τραχάνης Ξενοφώντας ΑΜ 7057**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : .....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΚΛΑΣΣΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ .....	8
1.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΡΟΤΑΙΝΙΑ - ΑΠΟΣΤΑΣΙΟΜΕΤΡΟ .....	8
1.2 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΤΑΧΥΜΕΤΡΟ .....	10
1.3 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ (DRONE) .....	13
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ.....	13
2.2. ΣΜΗΕΑ .....	18
2.3. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΠΕΙ ΤΑ DRONE .....	21
2.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΜΗΕΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑ .....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	26
3.1. AGISOFT METASHAPE .....	26
3.2. DJI Terra.....	27
3.3. UgCS .....	30
3.4. Topcon Context Capture.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. 3D ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ DRONE .....	35
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	35
4.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	38
4.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ.....	40
4.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	43
4.3. ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ .....	55
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Μετροταινία.....	8
Εικόνα 2. Αποστασιόμετρο laser. ....	9
Εικόνα 3. Ηλεκτρονικό ταχύμετρο. ....	10
Εικόνα 4. Ηλεκτρικό drone.....	13
Εικόνα 5. Σχεδιασμός πτήσης με σημεία.....	27
Εικόνα 6. Σχεδιασμός πτήσης μέσω πολυγώνου. ....	27
Εικόνα 7. Σχεδιασμός πτήσης με λήψη πλάγιων εικόνων.....	28
Εικόνα 8. Σχεδιασμός πτήσης ορίζοντας απλά μια γραμμή.....	28
Εικόνα 9. Διαδρομή πτήσης.....	30
Εικόνα 10. Σχεδιασμός κατακόρυφης πτήσης.....	31
Εικόνα 11. Τρισδιάστατη αποτύπωση μεγάλων δομικών έργων.....	32
Εικόνα 12. Τρισδιάστατη απεικόνιση αποτύπωσης.....	34
Εικόνα 13. Διαδικασία αποτύπωσης.....	35
Εικόνα 14. Λήψη κατά την απογείωση.....	36
Εικόνα 15. Λήψη κατά την απογείωση.....	37
Εικόνα 16. Άποψη της βίλας σε κάρτ ποστάλ του 1901.....	38
Εικόνα 17. Σπάνια φωτογραφία από το γήπεδο τένις της βίλας.....	39
Εικόνα 18. Επιφάνεια εργασίας προγράμματος Agisoft Metashape.....	43
Εικόνα 19. Εισαγωγή φωτογραφιών στο πρόγραμμα.....	43
Εικόνα 20. Εμφάνιση φωτογραφιών.....	44
Εικόνα 21. Ένωση φωτογραφιών.....	45
Εικόνα 22. Επιλογή ακρίβειας επεξεργασίας.....	46
Εικόνα 23. Διαδικασία επεξεργασίας - ένωσης φωτογραφιών.....	46
Εικόνα 24. Ολοκληρωμένο μοντέλο από νέφος σημείων.....	47
Εικόνα 25. Dense cloud.....	47
Εικόνα 26. Mesh.....	48
Εικόνα 27. Παράμετροι για την εντολή Mesh.....	48
Εικόνα 28. 3d μοντέλο μετά την επεξεργασία Mesh.....	49
Εικόνα 29. Εξέλιξη επεξεργασίας "Build Texture".....	50
Εικόνα 30. Αποτέλεσμα μετά την εντολή "Build Texture".....	50
Εικόνα 31. Όψη κτιρίου "Κόλλα".....	51
Εικόνα 32. Άλλη θέα του κτιρίου.....	51
Εικόνα 33. Άλλη θέα του κτιρίου.....	52

Εικόνα 34. Κάτοψη στέγης κτιρίου .....	52
Εικόνα 35. Επεξεργασία κάμερας οργάνου .....	53
Εικόνα 36. Παράμετροι κάμερας του drone .....	54
Εικόνα 37. Επιπλέον τύποι δεδομένων για εισαγωγή.....	54
Εικόνα 38. Διαδικασία εξαγωγής.....	55
Εικόνα 39. Επιλογές εξαγωγής του τρισδιάστατου μοντέλου .....	56
Εικόνα 40. Τύποι αρχείων εξαγωγής για μετέπειτα επεξεργασία.....	56
Εικόνα 41. Μέτρηση αποστάσεων.....	57
Εικόνα 42. Πληροφορίες σημείου .....	57
Εικόνα 43. Μέτρηση αποστάσεων.....	58
Εικόνα 44. Επιμετρήσεις εμβαδών και όγκων.....	58
Εικόνα 45. Επιλογή όψεων θέασης.....	59

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΚΛΑΣΣΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ

### 1.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΡΟΤΑΙΝΙΑ - ΑΠΟΣΤΑΣΙΟΜΕΤΡΟ

Βασική μέθοδος αποτύπωσης είναι η αποτύπωση με τη χρήση μετροταινίας. Σε κάθε αποτύπωση ο εκάστοτε μηχανικός έχει μια μετροταινία ή ένα αποστασιόμετρο (laser) που αντικαθιστά επάξια την μετροταινία λόγω της λειτουργικότητας και της ευκολίας στην χρήση του.

Βασικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι οι αποτυπώσεις κτιρίων με μετροταινία ή αποστασιόμετρο είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και απαιτούν τουλάχιστον δύο άτομα για την πραγματοποίησή τους. Δεν παύει όμως οι μετρήσεις αυτές να είναι αξιόπιστες.



**Εικόνα 1. Μετροταινία**





**Εικόνα 2. Αποστασιόμετρο laser.**

Με τα αποστασιόμετρα laser οι αποτυπώσεις υψών (κάθετων και κεκλιμένων) και ανοιγμάτων είναι ακριβείς και γρήγορες, με αποτέλεσμα η αποτύπωση ενός διαμερίσματος ή ενός μικρού κτιρίου να γίνεται ιδιαίτερα εύκολη και γρήγορη.

Στη περίπτωση μας, η αποτύπωση της βίλλας «Κόλλα» με μετροταινία ή αποστασιόμετρο θα ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρα και θα απαιτούσε ιδιαίτερο σχεδιασμό για να πραγματοποιηθεί.

Η αποτύπωση της βίλλας «Κόλλα» με αυτόν τον τρόπο έχει πραγματοποιηθεί στο παρελθόν τόσο από φοιτητές όσο και από επαγγελματίες για την επισκευή της και αυτός ήταν και ο λόγος επιλογής της ως αντικείμενο μελέτης σε αυτήν τη διπλωματική εργασία.

Οι δυσκολίες που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε για την αποτύπωση με μετροταινία σε μία τέτοια περίπτωση όπως είναι η βίλα «Κόλλα», είναι οι εξής :

- ✚ Μεγάλα ύψη λόγω των δύο ορόφων.
- ✚ Πολλές μετρήσεις για την αποτύπωση των πολλών ανοιγμάτων της.
- ✚ Αποτύπωση ιδιαιτεροτήτων στις όψεις (διακοσμητικά).
- ✚ Δυσκολία προσβασιμότητας στον όροφο και στη στέγη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την αέρια αποτύπωση με το drone δαπανήθηκαν συνολικά περίπου δύο ώρες από έναν χρήστη – μηχανικό ενώ αν θα έπρεπε να γίνει η αποτύπωση με μετροταινία σύμφωνα με τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα έπρεπε να δαπανηθούν τουλάχιστον δύο μέρες από συνεργείο που θα πραγματοποιούσε την αποτύπωση.

## 1.2 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΤΑΧΥΜΕΤΡΟ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και των μεθόδων αποτύπωσης έχει ως αποτέλεσμα την εφεύρεση νέων μηχανημάτων για την εκπόνηση τέτοιου είδους εργασιών. Ένα από αυτά είναι το ηλεκτρονικό ταχύμετρο.



**Εικόνα 3. Ηλεκτρονικό ταχύμετρο.**

Τα ηλεκτρονικά ταχύμετρα είναι ιδιαίτερα βολικά στις αποτυπώσεις κτιρίων όπως και στην περίπτωση της βίλας «Κόλλα». Με την χρήση αυτών των συσκευών η αποτύπωση γίνεται πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με τις αποτυπώσεις με μετροταινία. Σημαντική παράμετρος είναι η χρήση ηλεκτρονικών ταχυμέτρων laser όπου δεν απαιτείται η χρήση σταδίας για την στόχευση του στόχου, δηλαδή μπορεί και αποτυπώνει το σημείο που στοχεύει μέσω ακτίνας laser. Κατά κύριο λόγο στην αγορά υπάρχουν μόνο ηλεκτρονικά ταχύμετρα με χρήση ακτίνας laser.

Σε σχέση με την μετροταινία η αποτύπωση με ηλεκτρονικό ταχύμετρο έχει και το εξής πλεονέκτημα ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα άτομο και δεν είναι αναγκαία η βοήθεια από επιπλέον άτομα. Επίσης, θα ήταν και πιο εύκολη διότι θα μπορούσαμε να αποτυπώσουμε πολύ εύκολα τα δυσπρόσιτα σημεία που βρίσκονται στον όροφο και στη στέγη.

Σαφώς για να επιτύχουμε μια σωστή αποτύπωση θα πρέπει να στηθεί το όργανο σε κατάλληλη θέση ώστε να υπάρχει η απαραίτητη ορατότητα, διότι το όργανο μπορεί να αποτυπώσει μόνο ότι «βλέπει» στο στόχο, είτε με την χρήση laser είτε όχι.

Για την ολοκληρωμένη αποτύπωση του κτιρίου θα έπρεπε να στηθεί το ταχύμετρο σε τουλάχιστον δύο θέσεις ώστε να έχουμε την απαραίτητη ορατότητα. Σ περιπτώσεις όπως είναι η βίλα «Κόλλα», θα ήταν φρονιμότερο να είχαμε τέσσερις στάσεις του οργάνου ώστε να έχουμε πληρέστερη θέα των όψεων του κτιρίου λόγω των ιδιοτεροτήτων που υπάρχουν, ανοίγματα – διακοσμητικά, κλπ.

Ο χρόνος που θα έπρεπε να δαπανηθεί για την πλήρη αποτύπωση του κτιρίου θα ήταν μια γεμάτη μέρα, χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες, απαιτείται όμως ιδιαίτερη εμπειρία από τον χρήστη του οργάνου ώστε να ενωθούν οι όψεις μεταξύ τους οι οποίες θα έχουν αποτυπωθεί από διαφορετικές στάσεις και θέσεις που έχουμε τοποθετήσει το όργανό μας.

Συνεπώς, βασικό πλεονέκτημα του ηλεκτρονικού ταχυμέτρου έναντι του αποστασιομέτρου είναι ο χρόνος και η ακρίβεια των μετρήσεων, όμως βασικό μειονέκτημα η εξειδίκευση του χειρίστη και το ότι ένα τέτοιο μηχάνημα είναι αρκετά κοστοβόρο για να το αγοράσει κανείς..

### 1.3 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕΘΟΔΩΝ

Ο συνδυασμός οργάνων και μεθόδων είναι η συνήθης διαδικασία αποτύπωσης από την πλειοψηφία των μηχανικών διότι, τις περισσότερες φορές που καλείται κάποιος να πραγματοποιήσει μια αποτύπωση δεν έχει πλήρη εικόνα από πριν ώστε να αποφασίσει εάν μια ή ποια μέθοδος είναι η καταλληλότερη. Οπότε υπάρχει πάντα διαθέσιμος ο εξοπλισμός που μπορεί να συνεισφέρει γενικότερα στο σύνολο μιας αποτύπωσης.

Ένας μηχανικός θα πρέπει να γνωρίζει και να είναι προετοιμασμένος να εφαρμόσει οποιαδήποτε μέθοδο και συσκευή για να επιτύχει εύκολα – γρήγορα αλλά και με ακρίβεια την αποτύπωση που καλείται να κάνει.

Ένα πλήρες σετ οργάνων για την αντιμετώπιση οποιασδήποτε αποτύπωσης είναι :

- ✚ Μετροταινία
- ✚ Αποστασιόμετρο
- ✚ Ηλεκτρονικό ταχύμετρο
- ✚ Gps
- ✚ Φωτογραφική μηχανή

Είναι αντιληπτό πως το συνολικό κόστος των ανωτέρω μηχανημάτων είναι ιδιαίτερα υψηλό και απαιτεί και την ανάλογη εκπαίδευση στο αντίστοιχο όργανο για την ορθή χρήση του από τον εκάστοτε χειριστή.

Στα ανωτέρω όργανα έρχεται να προστεθεί τα τελευταία χρόνια το drone. Το drone όπως θα αναφερθεί λεπτομερώς παρακάτω, είναι μια ιπτάμενη συσκευή που διαθέτει κάμερα. Την τελευταία πενταετία η χρήση των drone είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη λόγω ότι έχουν βγει πάρα πολλά μοντέλα στην αγορά σε προσιτές τιμές. Επιπλέον, η συνεχής εξέλιξη ηλεκτρονικών προγραμμάτων τόσο για τον προγραμματισμό της πτήσης των drone όσο και για την επεξεργασία των φωτογραφιών που προέρχονται από αυτό δίνουν πολλές και ενδιαφέρουσες χρήσεις.

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης την δημιουργία τρισδιάστατου φωτογραφικού μοντέλου για την αποτύπωση ενός κτιρίου. Ως αντικείμενο μελέτης είναι η βίλα «Κόλλα» και παρουσιάζεται παρακάτω αναλυτικά η διαδικασία τόσο της αποτύπωσης όσο και η διαδικασία δημιουργίας του τρισδιάστατου φωτογραφικού μοντέλου. Η χρήση του drone έρχεται να αντικαταστήσει τις παραδοσιακές μεθόδους αποτύπωσης που αναφέρθηκαν λεπτομερώς παραπάνω. Τα οφέλη και τα προβλήματα της εναέριας αποτύπωσης παρουσιάζονται παρακάτω.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ (DRONE)

### 2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (Μ.Ε.Α.) (Unmanned aerial vehicle, U.A.V.) είναι τύπος αεροσκάφους μικρής κλίμακας, τα οποία δεν έχουν πλήρωμα ή επιβάτες. Ως Μ.Ε.Α. εννοούνται τα drone όπως τα ξέρουμε στην αγορά και τα τηλεκατευθυνόμενα οχήματα που προέρχονται από τον μοντελισμό (remotely piloted vehicles, RPV). Τα Μ.Ε.Α. έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουν είτε ελεγχόμενη – προκαθορισμένη πτήση είτε χειροκίνητη την στιγμή της πτήσης. Η τροφοδότηση γίνεται από ηλεκτρικούς κινητήρες (μπαταρία) ή βενζινοκινητήρα που παράγει ρεύμα.[1]



**Εικόνα 4. Ηλεκτρικό drone.**

Ένα Μ.Ε.Α. δεν έχει καμία σχέση με ένα κατευθυνόμενο πύραυλο διότι δεν θα συγκρουστεί με τον στόχο του. Ένα Μ.Ε.Α. που έχει στρατιωτική χρήση μπορεί να μεταφέρει και να εκπυρσοκροτήσει εκρηκτικά, ενώ ένας κατευθυνόμενος πύραυλος είναι εκρηκτική ύλη. Τα Μ.Ε.Α έχουν πάρα πολλές χρήσεις και συνεχώς ανακαλύπτονται και άλλες. Πρέπει όμως να σημειώσουμε ότι η ανάπτυξη τους ξεκίνησε για στρατιωτικές χρήσεις.

Το μη επανδρωμένο αεροσκάφος καταγράφηκε πρώτη φορά να χρησιμοποιείται σε μια μάχη στις 22 Αυγούστου 1849, όταν οι Αυστριακοί επιτέθηκαν στη Βενετία με μη επανδρωμένα αερόστατα τα οποία μετέφεραν εκρηκτικά. Κάποια αερόστατα εκτοξεύτηκαν από το Αυστριακό πλοίο *Vulcano*. Παρ' όλο του ότι τα περισσότερα αερόστατα λειτούργησαν σωστά και βομβάρδισαν επιτυχώς την Δημοκρατία της Βενετίας, άλλα επέστρεψαν λόγω ανέμου στις Αυστριακές γραμμές του μετώπου.[2]

Οι Αυστριακοί εργάζονταν στο σύστημα αυτό για μήνες. Στην εφημερίδα *The Presse*, αναφέρθηκε πως η Βενετία επρόκειτο να βομβαρδιστεί από αερόστατα, διότι οι λιμνοθάλασσες από τις οποίες απαρτίζεται το μεγαλύτερο μέρος της πόλης αποτρέπουν το πυροβολικό να την προσεγγίσει. Με ευνοϊκό άνεμο τα αερόστατα εκτοξεύονται και κατευθύνονται προς την Βενετία από όσο το δυνατό μικρότερη απόσταση, και όταν έρχονται σε κάθετη θέση πάνω από την πόλη, θα εκπυροσκοροτηθούν από ηλεκτρομαγνητισμό με τη χρήση ενός μακρού απομονωμένου σύρματος χαλκού με μια μεγάλη γαλβανική μπαταρία η οποία βρίσκεται τοποθετημένη πάνω σε ένα κτίριο. Η βόμβα πέφτει κάθετα, και εκρήγνυται καθώς φτάνει στο έδαφος.»[3] Τα αερόστατα δεν θεωρούνται πλέον ΜΕΑ. Αφού δημιουργήθηκαν τα αεροσκάφη με πτέρυγες και μετά, η προσπάθεια πραγματοποίησης μη επανδρωμένων πτήσεων με αυτά για στρατιωτικούς σκοπούς έμεινε πίσω.

Τα πρώτα καταγεγραμμένα στοιχεία κατασκευής μη επανδρωμένων αεροσκαφών υπάρχουν από την περίοδο του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου και λίγο αργότερα. Πρωτοπόρο, χρησιμοποιώντας τις τεχνικές ραδιοελέγχου του Άρτσιμπαλντ Μοντγκόμερι Λόου, ήταν το *Ruston Proctor Aerial Target* του 1916.[4] το οποίο για πολύ μικρές λεπτομέρειες θα μπορούσε να ανταγωνιστεί και τα Ζέπελιν. Λίγο αργότερα, στις 12 Σεπτεμβρίου, το *Hewitt-Sperry Automatic Airplane* (Αυτόματο Αεροπλάνο Χιούιτ-Σπέρι), γνωστό και ως «ιπτάμενη βόμβα» πραγματοποίησε την πρώτη πτήση του ως ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος. Σκοπός ήταν να χρησιμοποιηθούν ως «εναέριες торπίλες», μια ύστερη έκδοση των σημερινών κατευθυνόμενων πυραύλων. Ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε με την χρήση γυροσκοπίων, εφεύρεση του Έλμερ Σπέρι της Εταιρείας Γυροσκοπίων Σπέρι (*Sperry Gyroscope Company*).[5]

Αργότερα, το Νοέμβριο του 1917, ο Στρατός των ΗΠΑ εκτοξεύει το *Automatic Airplane*, κάτι που οδήγησε τον στρατό να υλοποιήσει ένα πρόγραμμα κατασκευής μιας «εναέριας торπίλης», από το οποίο παράχθηκε το *Kettering Bug* που πέταξε ένα χρόνο αργότερα, δηλαδή το 1918. Ενώ η επαναστατική τεχνολογία του Bug είχε επιτυχία, δεν είχε ολοκληρωθεί κατά την περίοδο του πολέμου, ο οποίος και έληξε πριν αυτό αναπτυχθεί πλήρως.[6]

Μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, τρία αεροσκάφη τύπου Standard E-1 μετετράπηκαν σε drone.[7] Το Larynx ήταν μια αρχική μορφή ενός κατευθυνόμενου πυραύλου σε σχήμα μικρού μονοπλάνου ο οποίος σχεδιάστηκε να εκτοξεύεται από πολεμικό πλοίο και να πετάει με την χρήση αυτόματου πιλότου. Η πρώτη δοκιμή του έγινε μεταξύ 1927 και 1929 από το Βασιλικό Ναυτικό. Όσες επιτυχίες σημείωσαν αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη οδήγησαν στην εξέλιξη των ραδιοελεγχόμενων αεροσκαφών συγκεκριμένου στόχου στην Βρετανία και τις ΗΠΑ την δεκαετία του 1930.

Το 1931, οι Βρετανοί ανέπτυξαν το ραδιοελεγχόμενο αεροσκάφος στόχου Fairey Queen από το υδροπλάνο Fairey III F, που αποτελούνταν από ένα μικρό σύνολο τριών αεροσκαφών, και το 1935 το πείραμα αυτό ακολουθήθηκε από την παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού ραδιοελεγχόμενων αεροσκαφών στόχου, του "DH.82B Queen Bee", το οποίο ήταν παράγωγο του De Havilland Tiger Moth. Το όνομα "Queen Bee" (Βασίλισσα μέλισσα) λέγεται πως έφερε σε χρήση του όρου "drone" (βομβός) για τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, ειδικά όταν είναι ραδιοελεγχόμενα. Κατά την περίοδο αυτή, το Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών, συνέχισε να δουλεύει για την εξέλιξη του αεροσκάφους του 1917, ενώ ακόμη πραγματοποιούνταν πειράματα με τα ραδιοελεγχόμενα αεροσκάφη. Ο όρος "drone" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1936 από τον υπεύθυνο της ομάδας του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών που είχε αναλάβει την έρευνα, με σκοπό να δώσει τον ορισμό των ραδιοελεγχόμενων αεροσκαφών στόχου.[8]

Η πρώτη μεγάλη παραγωγή drone ειδικού σκοπού ήταν αποτέλεσμα της εργασίας του Ρέτζιναλντ Ντένι. Ο Ντένι υπηρέτησε στο Βρετανικό Βασιλικό Σώμα Αεροπορίας κατά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, και μετά τον πόλεμο, το 1919, μετανάστευσε στις Ηνωμένες Πολιτείες για να αναζητήσει την τύχη του στο Χόλυγουντ ως ηθοποιός. Ο Ντένι έγινε γνωστός ως ηθοποιός, και παράλληλα έστρεψε το ενδιαφέρον του στα ραδιοελεγχόμενα μοντέλα αεροσκάφη κατά την δεκαετία του 1930. Το 1934 ίδρυσε την "Reginald Denny Industries" και άνοιξε το πρώτο κατάστημα στο Χόλυγουντ, το οποίο και ονόμασε "Reginald Denny Hobby Shops".[9]

Το κατάστημα κατάφερε να γίνει η γνωστή εταιρεία "Radioplane Company". Ο Ντένι πίστευε πως τα χαμηλού κόστους ραδιοελεγχόμενα αεροσκάφη θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση οπλιτών αντιαεροπορικών πυρών, και το 1935 παρουσίασε ένα μοντέλο drone στόχο, το RP-1, στον Στρατό των ΗΠΑ. Το πρώτο βήμα στο εμπόριο έγινε το 1938 αγοράζοντας κάποια σχέδια από τον Ράιτερ, λανσάροντάς τα με την ονομασία "Dennymite". Στον Στρατό το παρουσίασε ως το RP-2, όπως και άλλα τροποποιημένα αεροσκάφη ως RP-3 και RP-4 το 1939. Το 1940, ο Ντένι και οι συνεργάτες του συνεργάστηκαν με τον Στρατό για το ραδιοελεγχόμενο RP-4, το οποίο έγινε το Radioplane OQ-2 υπογράφοντας στρατιωτικό συμβόλαιο. Η εταιρία του κατασκεύασε γύρω στις δεκαπέντε χιλιάδες drones για λογαριασμό του στρατού με σκοπό την χρήση τους στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.[10][11]

Ήταν στο εργοστάσιο του Radioplane στο Βαν Νάις το 1944, όπου ο Στρατιωτικός φωτογράφος Ντέιβιντ Κόννοβερ είδε μια νεαρή γυναίκα και σκέφτηκε πως θα είχε προοπτικές ως μοντέλο, με το όνομα Νόρμα Τζιν. Η «ανακάλυψη» αυτή οδήγησε την Τζιν στη δημοσιότητα, και σύντομα άλλαξε το όνομα της σε Μέριλιν Μονρόε.[12]

Ο πραγματικός εφευρέτης ενός ραδιοελεγχόμενου αεροσκάφους με δυνατότητα να πετάξει πέρα από το οπτικό πεδίο ενός ανθρώπου ήταν ο Έντουαρντ Μ. Σόρενσεν όπως πιστοποιείται από τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας των ΗΠΑ. Η εφεύρεση του ήταν η πρώτη που παρείχε πληροφορίες μέσω ενός ακροδέκτη, αναφορικά με το τι κάνει το αεροπλάνο, όπως η άνοδος του, το υψόμετρο, την διεύθυνση, στροφές ανά λεπτό καθώς και άλλα όργανα. Χωρίς αυτές τις ευρεσιτεχνίες τα παλιότερα ραδιοελεγχόμενα αεροσκάφη μπορούσαν να επιχειρήσουν μόνο εντός του οπτικού πεδίου του χειρσαίου πιλότου τους.[13]

### 2.1.1 Σύγχρονη εποχή (Μη επανδρωμένα αεροσκάφη μάχης)

Η στάση απέναντι στα ΜΕΑ, τα οποία αντιμετωπίζονταν ως μη αξιόπιστα και ακριβά παιχνίδια, άλλαξε αμέσως μετά τη νίκη της Ισραηλινής Πολεμικής Αεροπορίας έναντι της Συριακής το 1982. Η συντονισμένη χρήση των ΜΕΑ από το Ισραήλ μαζί με τα επανδρωμένα αεροσκάφη οδήγησε άμεσα στην καταστροφή δεκάδων Συριακών αεροσκαφών με ελάχιστες απώλειες. Τα drones των Ισραηλινών χρησιμοποιήθηκαν ουσιαστικά ως ηλεκτρονικά δολώματα, ηλεκτρονικοί πομποί, καθώς και για αναγνώριση μαχητικών στόχων πραγματικού χρόνου με βίντεο.[14]

Ο στρατός των ΗΠΑ εισήλθε σε μια νέα εποχή κατά την οποία τα ΜΕΑ έχουν καθοριστικό ρόλο στην παροχή πληροφοριών και σημάτων (SIGINT), ή τα συστήματα ηλεκτρονικών αντιμέτρων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν αρκετά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα εξαιτίας του ότι τα ΜΕΑ θα ελέγχουν και θα διαμοιράζουν σε συνδέσεις δεδομένων μεγάλου όγκου και σε ρεαλιστικό χρόνο τα δεδομένα, αέρος, θάλασσας και διαστήματος. Η τάση εμφανίστηκε πριν από τον πόλεμο στο Αφγανιστάν που ξεκίνησε το 2001, αλλά επιταχύνθηκε σε μεγάλο βαθμό από την χρήση ΜΕΑ σε αυτή τη σύρραξη. Το ΜΕΑ Predator RQ-1L (General Atomics) αποτελεί το πρώτο ΜΕΑ που χρησιμοποιήθηκε από τους Αμερικανούς στα Βαλκάνια το 1995 και στο Ιράκ το 1996 το οποίο και αποδείχθηκε εξαιρετικά αποτελεσματικό στις στρατιωτικές επιχειρήσεις απελευθέρωσης του Ιράκ αλλά και του Αφγανιστάν.[15]

Ένα άλλο πεδίο των ΜΕΑ που αναπτύχθηκε είναι τα μικροσκοπικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη, που εκτείνονται από τα «μικρά εναέρια οχήματα» (micro aerial vehicle, MAV) και τα μικροσκοπικά ΜΕΑ τα οποία μπορούν να μεταφερθούν από έναν στρατιώτη, έως τα ΜΕΑ που μπορούν να εκτοξευτούν όπως μια βολή πυροβόλου σε ένα φορητό σύστημα αεράμυνας.[16]



Η ιδέα σχεδιασμού ενός μη επανδρωμένου αεροσκάφους που θα μπορεί να παραμείνει στον αέρα για μεγάλο χρονικό διάστημα κυριαρχούσε για περίπου μια δεκαετία, αλλά επιχειρήθηκε κατά τον 21ο αιώνα. Τα ΜΕΑ αντοχής για επιχειρήσεις σε χαμηλό και υψηλό υψόμετρο, που μερικές φορές αποκαλούνται ως ΜΕΑ «υψηλού υψομέτρου μεγάλης αντοχής» (high-altitude long-endurance, HALE), είναι πλέον σε πλήρη χρήση.[17]

Στις 21 Αυγούστου 1998, ένα αεροσκάφος AAI Aerosonde με το όνομα Laima ήταν το πρώτο ΜΕΑ που πέταξε πάνω από τον Ατλαντικό Ωκεανό, ολοκληρώνοντας την πτήση σε 26 ώρες.[18]

Το γραφείο Τελωνείων και Συνοριοφυλακής των ΗΠΑ χρησιμοποίησε αρκετά μοντέλα μη επανδρωμένων αεροσκαφών και έπειτα αγόρασε στόλο μη οπλισμένων MQ-9 Reaper με σκοπό την παρακολούθηση της συνοριογραμμής των ΗΠΑ με το Μεξικό. Σύμφωνα με όσα είπαν αξιωματούχοι αυτά τα ΜΕΑ βοήθησαν σε σχεδόν 3.900 συλλήψεις και την κατάσχεση 4 τόνων μαριχουάνας σε έξι μήνες.[19]

Στις 18 Μαΐου 2006, η Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας των ΗΠΑ (Federal Aviation Administration, FAA) απέκτησε τη δυνατότητα πια μέσω εξουσιοδότησης και με την χρήση αεροσκαφών τύπου M/RQ-1 και M/RQ-9 να κινείται εντός του πολιτικού εναερίου χώρου των ΗΠΑ με σκοπό την έρευνα για επιζώντες σε θεομηνίες και φυσικές καταστροφές.

Τα αιτήματα για την χρήση αυτών των αεροσκαφών έγιναν το 2005 ώστε να χρησιμοποιηθούν στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης μετά τον Τυφώνα Κατρίνα όπου και δεν χρησιμοποιήθηκαν τελικά γιατί δεν υπήρχε πιστοποίηση από την FAA. Η δυνατότητα ταυτοποίησης της θερμότητας ενός ανθρώπινου σώματος με τη χρήση υπέρυθρης κάμερας με ψηφιακά ενισχυμένο ζουμ, μπορεί να γίνει από υψόμετρο 3.000 μέτρων, καθιστώντας το αεροσκάφος ιδανικό εργαλείο έρευνας και διάσωσης.[20]

Σύμφωνα με αναφορά της Wall Street Journal του 2006, «Μετά την διαπρεπή υπηρεσία σε εμπόλεμες ζώνες τα τελευταία χρόνια, τα μη επανδρωμένα αεροπλάνα προκαλούν αναταράξεις μιας και πραγματοποιούν αγώνα με σκοπό να ανατρέψουν το υπάρχον κατεστημένο και να πάρουν τη θέση των πολιτικών αεροπλάνων. Τα drone αντιμετωπίζουν εμπόδια σε κανονισμούς ασφάλειας και τεχνολογίας – αν και η ζήτηση για αυτά είναι μεγάλη. Οι κυβερνητικές αρχές τα θέλουν ως ενισχυτικά μέσα για θεομηνίες, συνοριοφύλαξη και δασοπυρόσβεση, ενώ οι ιδιωτικές εταιρείες ελπίζουν μια μέρα να χρησιμοποιήσουν τα drone για μεγαλύτερη πληθώρα εργασιών, όπως η επιθεώρηση αγωγών και το ψέκασμα καλλιεργειών».[21]

Επίσης τα drone αναψυχής έχουν γίνει δημοφιλή στις Ηνωμένες Πολιτείες τα τελευταία χρόνια, καθώς αναμενόταν πως θα πωληθούν περίπου ένα εκατομμύριο σε ένα χρόνο.[22]

Το πρώτο ΜΕΑ στην Ελλάδα κατασκευάστηκε το 2016. Πρόκειται για το πολιτικό HCUAV RX-1 το οποίο κατασκευάστηκε σε συνεργασία εταιρίας από τα Τρίκαλα με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Το συγκεκριμένο, έχει μήκος 4 μέτρα, ταχύτητα απογείωσης που ανέρχεται στα 2,8 μέτρα ανά δευτερόλεπτο και μέγιστη ταχύτητα πτήσης τα 190 χιλιόμετρα ανά ώρα. Η εμβέλεια του εκτιμάται πως φτάνει τα 150 χιλιόμετρα, με αυτονομία 11 ωρών, πετώντας σε μέγιστο ύψος 2 χιλιομέτρων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη υπηρεσιών και έργων πολιτικής προστασίας και δημόσιας ασφάλειας, όπως η συνοριοφύλαξη, η δασοπροστασία, καταγραφή της ατμόσφαιρας, αεροφωτογράφιση και άλλα. Η πρώτη του πτήση έγινε στις 4 Αυγούστου 2016 και είχε διάρκεια 15 λεπτών.[23]

## 2.2. ΣΜΗΕΑ

Με τον όρο «μη επανδρωμένο αεροσκάφος» θεωρείται οποιοδήποτε αεροσκάφος το οποίο λειτουργεί ή έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με αυτονομία ή να οδηγείται εξ αποστάσεως και χωρίς την παρουσία χειριστή στο σκάφος. Ο ορισμός αυτός εμπεριέχει όλους τους τύπους αεροσκαφών χωρίς χειριστή επί του σκάφους. Επίσης συμπεριλαμβάνονται και τα τηλεκατευθυνόμενα αερομοντέλα, με κάμερα επί στο σκάφος ή όχι.

Στους κανονισμούς χρησιμοποιείται ο όρος UAS (Unmanned Aircraft System / Σύστημα μη επανδρωμένου αεροσκάφους)ο οποίος αναφέρεται σε σύστημα που αποτελείται από ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί αυτό για τον έλεγχο και τη λειτουργία του (π.χ. μονάδα εντολών, πιθανό καταπέλτη για την εκτόξευσή του κ.α.).

Τα drones στις περισσότερες των περιπτώσεων κατασκευάζονται από ελαφριά συνθετικά υλικά τα οποία διακρίνονται για την υψηλή ποιότητα και αντοχή τους. Η βασική κατασκευή στοχεύει στο να περιοριστεί το βάρος του drone στο ελάχιστο, καθώς και να αυξηθεί η ευελιξία των κινήσεών του. Σκοπός των drones είναι να παρέχουν τη μέγιστη ασφάλεια που προβλέπεται σε περιπτώσεις συγκρούσεων ή ακόμα και πτώσεων σε συνδυασμό με την καλύτερη εμπειρία πτήσης.

Έτσι τα βασικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός drone είναι τα θερμοπλαστικά όπως για παράδειγμα ο πολυεστέρας καθώς και διάφοροι τύποι αλουμινίου. Αρχικά, είναι πολύ σημαντικό να δούμε τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα drone ώστε να κατανοήσουμε λίγο καλύτερα την λειτουργία του.

Τα βασικά μέρη ενός drone

Θα μπορούσαμε να πούμε πως ένα drone αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη, το καθένα από αυτά με την δική του ιδιαίτερη σημασία στην συνολική λειτουργία του αεροσκάφους. Τα μέρη αυτά είναι τα εξής:

- ✚ Ο κύριος κορμός – το σώμα του drone
- ✚ Οι έλικες – πτερύγια
- ✚ Η μπαταρία
- ✚ Το σύστημα τηλεχειρισμού

Είναι εύκολο αντιληπτό για τον οποιονδήποτε να διακρίνει τι ακριβώς είναι το καθένα, ωστόσο παρακάτω θα αναλύσουμε εκτενέστερα τα τέσσερα παραπάνω μέρη ενός drone.

Ο κύριος κορμός ενός drone είναι το βασικότερο μέρος του μη επανδρωμένου αφού εκεί βρίσκονται όλα τα εξαρτήματα και οι τεχνολογίες που χρειάζεται ώστε να λειτουργήσει.

Συγκεκριμένα στη δομή ενός drone περιλαμβάνονται, η πλακέτα λειτουργίας, ουσιαστικά ένας υπολογιστής ο οποίος συντονίζει όλες τις λειτουργίες του, οι κινητήρες αυτού, το σύστημα ασύρματης επικοινωνίας από το οποίο επιτυγχάνεται ο τηλεχειρισμός, οι έλικες του και τυχόν πρόσθετες συσκευές όπως κάμερες, gps κ.λ.π..

Οι κινητήρες δίνουν ώθηση σε ένα drone. Χωρίς αυτούς δεν είναι δυνατόν να ξεκινήσει καν η πτήση. Οι κινητήρες συνήθως αποτελούνται από κράμα χαλκού και μαγνητών, ενώ το περίβλημά τους από θερμοπλαστικά ή κράμα αλουμινίου.

Επιπροσθέτως, τα υλικά αυτά θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην δημιουργείται κανένα πρόβλημα όταν υπερθερμαίνονται οι κινητήρες.

Επίσης, οι έλικες αποτελούν βασικό μέρος του κεντρικού κορμού ενός drone, κάτι στο οποίο θα ήταν κρίμα να μην τους δοθεί παραπάνω έμφαση και σημασία. Ένα drone μπορεί να αποτελείται από έναν μέχρι και τέσσερις έλικες, κάτι που είναι και το πιο σύνηθες στα drones του εμπορίου γι'αυτό εξάλλου ονομάζονται και τετρακόπτερα.

Οι έλικες και συγκεκριμένα οι λεπτές λεπίδες που βρίσκονται πάνω τους, είναι ένα από τα μέρη που χρειάζονται πιο συχνά αντικατάσταση λόγω διάφορων φθορών που τυγχάνει να συμβαίνουν σε αυτούς. Ακόμη και με τη χρήση προστατευτικών καλυμμάτων, είναι πολύ πιθανόν να χρειαστεί η αντικατάστασή των λεπίδων τους με την πάροδο του χρόνου.

Οι έλικες κατασκευάζονται από ενισχυμένες ίνες άνθρακα ενώ οι λεπίδες τους από συνθετικά θερμοπλαστικά με σκοπό την μείωση του κόστους σε περίπτωση αντικατάστασής τους.

Οι μπαταρίες λιθίου που χρησιμοποιούνται στα drone αποτελούν μια τεράστια καινοτομία της εποχής, αφού συνδυάζουν την μέγιστη παροχή ενέργειας με το μικρό βάρος στην κατασκευή τους, ώστε να διευκολύνεται η πτήση του drone. Συνήθως η διάρκεια αντοχής μιας μπαταρίας ενός drone το καθιστά ικανό να πετάξει για περίπου μισή με μία ώρα.

Τελευταίο αλλά όχι αμελητέο μέρος ενός drone είναι το σύστημα τηλεχειρισμού, το οποίο επιτρέπει τον ασύρματο έλεγχο εξ'αποστάσεως του αεροσκάφους από τον χειριστή του.

Η επικοινωνία του συστήματος τηλεχειρισμού με αυτό του συστήματος επικοινωνίας, μπορεί να γίνει από αρκετά μεγάλη απόσταση, ανάλογα βέβαια και με τις δυνατότητες του κάθε drone.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο κανόνας του ότι πληρώνεις παίρνεις ισχύει, αφού όσο πιο ακριβό είναι ένα drone, τόσες περισσότερες λειτουργίες και εξαρτήματα έχει, ενώ η ποιότητα της κατασκευής του είναι φυσικά και η αντίστοιχη.

## 2.3. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΠΕΙ ΤΑ DRONE

**Τα drones βάσει της Ευρωπαϊκής και της Ελληνικής νομοθεσίας κατηγοριοποιούνται σε :**

- ✚ όσα λειτουργούν στην «ανοικτή κατηγορία» και:
  1. φέρουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης (CE marking) σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΕ) 2019/945, που κυμαίνεται από 0 έως 4 (ελαφρότερα έως βαρύτερα μοντέλα), ή
  2. κατασκευάζονται ιδιωτικά, ή
  3. διατέθηκαν στην αγορά πριν από την 1η Ιανουαρίου 2023.
- ✚ όσα λειτουργούν στην «ειδική» κατηγορία (δεν καλύπτουν καμία από τις προϋποθέσεις δραστηριοποίησης στην ανοικτή κατηγορία), συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που κατέχουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης (CE marking) 5 ή 6 (σύμφωνα με τον υπάρχον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2019/945) και επιχειρούν σε συγκεκριμένα τυποποιημένα σενάρια.
- ✚ όσα λειτουργούν στην «πιστοποιημένη» κατηγορία διότι απαιτείται πιστοποίηση του drone, αλλά και του εκάστοτε χειριστή λόγω του ρίσκου που επιφέρει η δραστηριοποίησή και χρήση αυτών.

### **Κατηγορίες των διπλωμάτων**

Οι κατηγορίες διπλωμάτων στην ανοικτή κατηγορία (open category), η οποία χαρακτηρίζεται ως χαμηλού ρίσκου, χωρίζονται σε 3 υποκατηγορίες τις A1, A2 και A3 και πιο συγκεκριμένα έχουμε:

- ✚ Την υποκατηγορία A1 όπου ανήκουν τα drones με μέγιστο βάρος 250gr, η οποία χωρίζεται σε drone με δυο διαφορετικές σημάνσεις: α) σήμανση C0 : 0-250gr και β) σήμανση C1: 250-900gr
- ✚ Την υποκατηγορία A2 στην οποία ανήκουν τα drone με βάρος από 900gr έως 4kg και έχουν σήμανση C2
- ✚ Την υποκατηγορία A3 στην οποία ανήκουν τα drone με βάρος από 4 – 25kg και έχουν σήμανση C3 και C4.

### **Ασφάλιση του drone**

Για την ασφάλιση ισχύει ότι ίσχυε και με τον Εθνικό κανονισμό, είναι δηλαδή υποχρεωτική για drone άνω των 4kg ανεξαρτήτου χρήσης και για όλα τα drone ανεξαρτήτως κιλών αν χρησιμοποιούνται ως επαγγελματικά. Είναι απαραίτητη η κατοχή διπλώματος με σκοπό την ασφάλιση ενός drone.

## Διαδικασία έκδοσης διπλώματος

Για την έκδοση διπλώματος η διαδικασία περιγράφεται παρακάτω:

Εγγράφεται σε μια σχολή πιστοποιημένη κατά EASA από την ΥΠΑ, παρακολουθεί τα θεωρητικά μαθήματα τα οποία πλέον δεν έχουν όριο θεωρητικών ωρών (με τον Εθνικό κανονισμό ήταν 50 ώρες πλέον δεν ισχύει αυτό), ο υποψήφιος χειριστής παρακολουθεί λοιπόν την θεωρητική εκπαίδευση, σύμφωνα με την νομοθεσία της EASA και της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.), για την απόκτηση των υποκατηγοριών A1 & A3 των οποίων η θεματολογία αναγράφεται παρακάτω και εν συνεχεία γίνεται εξέταση online πάνω σε 40 ερωτήσεις με βάση το δοθέν ερωτηματολόγιο πολλαπλών επιλογών (multiple choices), όπου και καλύπτει το σύνολο της διδακτέας ύλης, στην οποία θα πρέπει να επιτύχει ποσοστό 75%.

Οι υποψήφιοι εξετάζονται στα παρακάτω κεφάλαια:

- Ασφάλεια Πτήσεων ΣμηΕΑ
- Κανόνες Εναερίου Κυκλοφορίας
- Κανονισμοί Αεροπορίας
- Προστασία από Έκνομες Ενέργειες
- Επιχειρησιακές Διαδικασίες
- Ασφάλιση
- Ανθρώπινος Παράγοντας
- Γενικές Γνώσεις Περί ΣμηΕΑ
- Ιδιωτικότητα και Προστασία Δεδομένων.

Ο υποψήφιος χειριστής έχοντας αποκτήσει τις A1 & A3 υποκατηγορίες, θα πρέπει στη συνέχεια να παρακολουθήσει την θεωρητική εκπαίδευση, η οποία διέπεται από την νομοθεσία της EASA και της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.). Για την απόκτηση της υποκατηγορίας A2 με την παρακάτω θεματολογία και εν συνεχεία εξετάζεται online σε 30 ερωτήσεις με βάση το γνωστό ερωτηματολόγιο πολλαπλών επιλογών, που καλύπτει το σύνολο της διδακτέας ύλης, όπου πρέπει να επιτύχει ποσοστό 75%.

Οι υποψήφιοι εξετάζονται στα παρακάτω κεφάλαια:

- Μετεωρολογία
- Απόδοση Πτήσης ΣμηΕΑ
- Τεχνικά και Λειτουργικά μέτρα μετριασμού Κινδύνων.

## **Πτήσεις πάνω από ανθρώπους και κατοικημένες περιοχές**

Τα drones με σήμα CE κατηγορίας 0 ή αυτά που έχουν κατασκευαστεί από ιδιώτες και ζυγίζουν έως 250gr επιτρέπεται να πετάξουν στην υποκατηγορία A1, κάτι το οποίο σημαίνει πως μπορούν να πραγματοποιήσουν πτήση σχεδόν παντού, εκτός βέβαια πάνω από παρουσία ανθρώπων ή πάνω από κατοικήσιμες περιοχές στις οποίες απαγορεύεται η εναέρια κυκλοφορία (βλέπε χάρτη του DAGR). Τα drones με ετικέτα αναγνώρισης κατηγορίας (CE) 1 μπορεί επίσης να τα χρησιμοποιήσει κάποιος στην υποκατηγορία A1, αρκεί να μειώσει τις πτήσεις αυτών πάνω από κατοικημένες περιοχές.

Εάν υπάρχει στην κατοχή σας ένα drone με σήμανση C2, στην υποκατηγορία A2, κατά γενική ομολογία, μπορεί κάποιος να πετάει σε κατοικημένη περιοχή αρκεί να κρατάει το drone σε οριζόντια απόσταση από τον οποιονδήποτε. Η οριζόντια απόσταση του drone επιβάλλεται να είναι μικρότερη σε σχέση με το ύψος στο οποίο πετάει, με λίγα λόγια εάν το drone πετά σε ύψος 20m, η απόσταση από οποιοδήποτε μη εμπλεκόμενο άτομο θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 20m ή τουλάχιστον 5m εάν το drone έχει τη δυνατότητα low speed mode και δεν αποκτά ταχύτητα ανώτερη των 3m ανά sec.

Τα drones με ετικέτα αναγνώρισης κλάσης (CE) 3 ή 4, ή που έχουν κατασκευαστεί από ιδιώτες και ζυγίζουν έως 25kg, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν στην υποκατηγορία A3. Αυτό σημαίνει ότι είναι παράνομη η χρήση τους σε κατοικημένη περιοχή και πρέπει να κρατούνται τουλάχιστον 150m μακριά από αστικές, εμπορικές ή βιομηχανικές περιοχές.

## 2.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΜΗΕΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑ

Οι εναέριες αποτυπώσεις με μη-επανδρωμένο σκάφος μπορούν να έχουν σημαντικές εφαρμογές, τέτοιες εφαρμογές μπορούμε να έχουμε :

- ✚ Στην Επίβλεψη της εξέλιξης και την Διαχείριση (Project Management) ενός έργου.
- ✚ στον Σχεδιασμό και τη Συντήρηση ενός έργου π.χ. υποδομής (κεραίες), οδοποιίας, γεφυροποιίας, χωροταξίας.
- ✚ την επαληθευμένη Παραλαβή και Τεκμηρίωση εργασιών (δημόσιων ή ιδιωτικών)
- ✚ την Επιθεώρηση και Αυτοψία ακόμα και δυσπρόσιτων εγκαταστάσεων.
- ✚ στη Διαχείριση γεωτεχνικών έργων και εκσκαφών.

Τα βασικά στάδια εκτέλεσης ενός έργου με drone;

- ✚ πρέπει να υπάρχει το σωστό drone και χειριστής με πιστοποίηση για την πτήση.
- ✚ πρέπει να κατατεθεί σχέδιο πτήσης στην ΥΠΑ και να γίνει η έγκρισή του σύμφωνα με τις υπηρεσιακές διεργασίες που προβλέπονται.
- ✚ να υπάρχει κατάλληλη πρόβλεψη και προετοιμασία της πτήσης, για την επίτευξη των δυνατότερων καλύτερων καιρικών συνθηκών (ηλιοφάνεια, άπνια, ξαστεριά, κλπ.) και να αποφευχθούν ανεπιθύμητα εμπόδια (μεταλλικοί πύργοι, καλωδιώσεις).
- ✚ Κατάλληλη προετοιμασία με σκοπό την καταγραφή του εδάφους και ορισμού των απαραίτητων φωτοσταθερών με χρήση GPS.
- ✚ Σχεδιασμός της πτήσης και εισαγωγή δεδομένων με απώτερο σκοπό την απόδοση του φωτογραμμετρικού υλικού (π.χ. ύψος πτήσης, υπερκάλυψη λήψεων, μέγεθος pixel κ.λ.π.).
- ✚ Μετά την επίτευξη των παραπάνω, η πτήση μπορεί να πραγματοποιηθεί αφού πρώτα γίνει το κατάλληλο καλιμπράρισμα στο drone.
- ✚ Μόλις το φωτογραμμετρικό υλικό είναι έτοιμο προς επεξεργασία, εκτελούνται οι ενέργειες που χρειάζονται με χρήση του κατάλληλου λογισμικού. (π.χ. Pix4D).
- ✚ Λαμβάνουμε το επιθυμητό φωτογραμμετρικό αποτέλεσμα.



Από τις εναέριες πτήσεις έχουμε τις εξής εξαγωγές στοιχείων :

- ✚ Ορθοφωτοχάρτες, πρόκειται για 2D αποτύπωση υπό κλίμακα με πραγματικές διαστάσεις.
- ✚ DEM, οριζοντιογραφικοί χάρτες με ισοΰψεις καμπύλες.
- ✚ DTM, χάρτες του φυσικού εδάφους, μετά την αφαίρεση αντικειμένων, όπως βλάστηση, κτήρια, κλπ.
- ✚ Ειδικό χάρτες (DSM) που ανάλογα τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των αντικειμένων που αποτυπώνει, υπάρχει και ο κατάλληλος χρωματισμός (π.χ. θερμοκρασία).
- ✚ 3D αναπαράσταση με υφή των επιφανειών (3D textured mesh), όπως θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω στη περίπτωση μελέτης.
- ✚ 3D νέφος σημείων, ιδανικό για εμπειριστατωμένη αναπαράσταση του αντικειμένου καταγραφής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

### 3.1. AGISOFT METASHAPE

Το Agisoft Metashape είναι ένα λογισμικό τελευταίας τεχνολογίας για φωτογραμμετρική επεξεργασία εικόνων, καλύπτοντας όλες τις επιστημονικές και τεχνολογικές ανάγκες.

Μπορούμε να επεξεργαστούμε εικόνες από RGB ή πολυφασματικές κάμερες, συμπεριλαμβανομένων και των συστημάτων πολλαπλών καμερών και να δημιουργήσουμε πυκνά νέφη σημείων, γεωαναφερμένα 3D μοντέλα με υφή, να υπολογίσουμε δείκτες βλάστησης, να εξάγουμε πληροφορίες για GIS εφαρμογές και πολλά άλλα.

Βασικά Χαρακτηριστικά:

- ✚ Μεγάλη ταχύτητα & κορυφαία ακρίβεια
- ✚ Επεξεργασία είτε μέσω cloud είτε τοπικά
- ✚ Φιλικό περιβάλλον εργασίας χρήστη & stereo mode λειτουργία

Είναι σχεδιασμένο στην αιχμή της τεχνολογίας το οποίο κάνει το Agisoft Metashape ικανό να μας επιτρέπει πολύ γρήγορη επεξεργασία 50.000+ εικόνων, προσφέροντας παράλληλα κορυφαία ακρίβεια είτε πρόκειται για αεροφωτογραφίες είτε για λήψεις κοντινής απόστασης. Το λογισμικό επιτρέπει την χρήση του προγράμματος και από μη εξειδικευμένους χρήστες, ενώ οι επαγγελματίες φωτογραμμέτρες, θα αξιοποιήσουν στο έπακρο προχωρημένες λειτουργίες όπως το stereo mode και θα έχουν τον πλήρη έλεγχο της ακρίβειας των αποτελεσμάτων εξάγοντας μια αναλυτική αναφορέα στο τέλος της επεξεργασίας.

Πλεονεκτήματα:

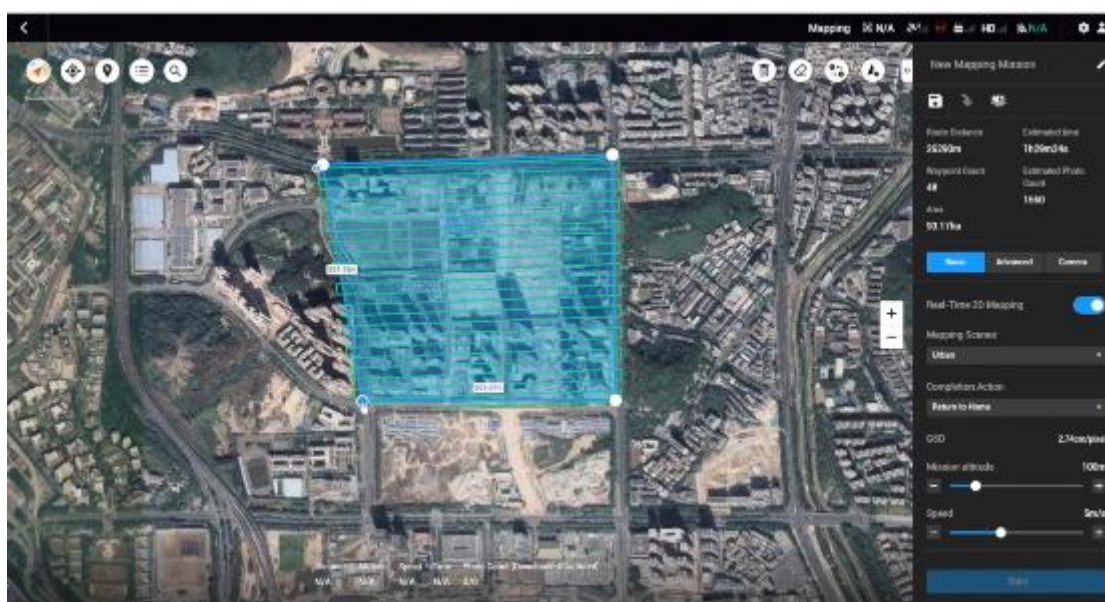
- ✚ Εξαιρετικά ακριβή και λεπτομερή αποτελέσματα.
- ✚ Πλήρως αυτοματοποιημένη και αναλυτική ροή εργασίας.
- ✚ Επιτάχυνση GPU για ταχύτερη επεξεργασία.
- ✚ Επεξεργασία δικτύου για μεγάλα έργα.
- ✚ Επιλογή Agisoft Cloud με σκοπό την επεξεργασία, την απεικόνιση και την κοινή χρήση αποτελεσμάτων.
- ✚ Πανεύκολη κοινή χρήση PDF αρχείων και εξαγωγή δεδομένων Fly Through Video με δυνατότητα άμεσης μεταφόρτωσης στο Internet.
- ✚ Στερεοσκοπικές μετρήσεις για ακριβή εξαγωγή χαρακτηριστικών.

### 3.2. DJI Terra

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα δημιουργεί αποτελεσματικές διαδρομές πτήσης, χρησιμοποιώντας προκαθορισμένα σημεία. Επίσης μπορούμε να ρυθίσουμε παραμέτρους όπως υψόμετρο, ταχύτητα, γωνία gimbal και άλλα. Χρήσιμη για πιο περίπλοκες αποστολές που απαιτούν μεγάλη προσοχή στη λεπτομέρεια, είναι η επιλογή 3D Οπτικοποίηση Πτήσης, κατά την οποία μπορούμε να σχεδιάσουμε και να προσομοιώσουμε εργασίες σε υπάρχοντα 3D μοντέλα.

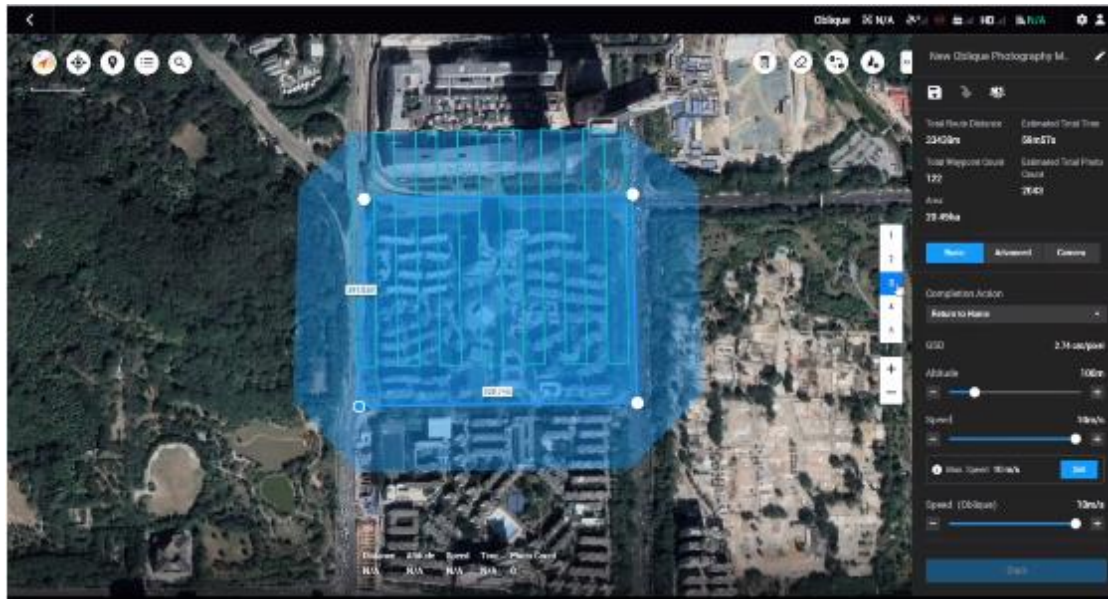


Εικόνα 5. Σχεδιασμός πτήσης με σημεία



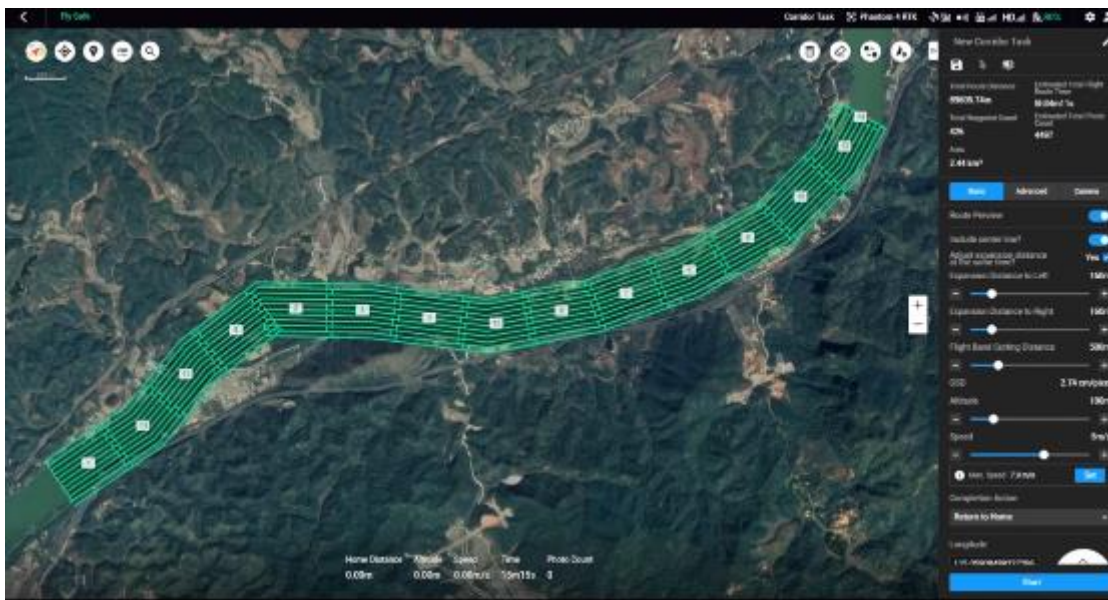
Εικόνα 6. Σχεδιασμός πτήσης μέσω πολυγώνου.

Με λίγα κλικ στην οθόνη, μπορούμε να σχεδιάσουμε την περιοχή ενδιαφέροντος, να τραβήξουμε απρόσκοπτα φωτογραφίες να τις επεξεργαστούμε και να δημιουργήσουμε μια ποικιλία χαρτών και μοντέλων για περαιτέρω ανάλυση που θα μας βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων.



Εικόνα 7. Σχεδιασμός πτήσης με λήψη πλάγιων εικόνων

Όταν η ακρίβεια είναι απαραίτητη και οι λεπτομέρειες είναι ζωτικής σημασίας, η Oblique λειτουργία μας επιτρέπει να κάνουμε λήψη ενός πλούσιου συνόλου δεδομένων 3D μοντέλου, ρυθμίζοντας τη γωνία κλίσης της κάμερας.



Εικόνα 8. Σχεδιασμός πτήσης ορίζοντας απλά μια γραμμή

Επίσης, μπορούμε να δημιουργήσουμε αυτοματοποιημένες αποστολές πτήσεων πάνω από δρόμους και σιδηροδρομικές γραμμές, απλώς σχεδιάζοντας μια γραμμή στον χάρτη. Μπορούμε να προσαρμόσουμε τις ρυθμίσεις, για να αλλάξουμε τη ζώνη της αντιστοιχισμένης περιοχής, δίνοντάς μας την ευελιξία να επιλέξουμε ανάμεσα στη δημιουργία 2D χαρτών υψηλής ευκρίνειας, 3D μοντέλων ή γρήγορων επισκοπήσεων.

Διαθέτει ομαλή ροή εργασίας και δίδει ακριβή αποτελέσματα, απaráμιλλη αποδοτικότητα και εμπειρία στο χρήστη. Μπορούμε επιπλέον στο πρόγραμμα να εισάγουμε εικόνες με ευκολία ενώ πλοηγούμαστε.

Μπορεί να κάνει μαζική επεξεργασία έως και 400 εικόνων / 1 GB μνήμης RAM, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο αναμονής για ψηφιακή οπτικοποίηση.

Η δυνατότητα επεξεργασίας των 400 εικόνων ανά 1 GB μνήμης RAM ισχύει όταν χρησιμοποιείται το μέγεθος των εικόνων που τραβήχτηκαν από το Phantom 4 RTK. Είναι ισοδύναμο με 8 gigapixel ανά 1 GB μνήμης RAM.

Το παραπάνω πρόγραμμα δημιουργεί λεπτομερώς μοντέλα 2D ορθομωσαϊκών και τρισδιάστατων μοντέλων με απόλυτη ακρίβεια ρυθμίζοντας σημεία ελέγχου (GCP).

Διακρίνεται επιπροσθέτως για την συμβατότητα και ευελιξία που δίνει στο χρήστη.

Τέλος, μπορούμε να μετατρέψουμε τις συντεταγμένες των χαρτών και των μοντέλων μας σε 8500+ προβολικά συστήματα συντεταγμένων, επιλέγοντας αυτό που ταιριάζει στις ανάγκες μας.

Με την ενσωμάτωση POS data, GCP ή και τα δύο, μπορούμε να δημιουργήσουμε γεωαναφερμένους χάρτες και μοντέλα με βελτιωμένη ακρίβεια απευθείας στο σύστημα συντεταγμένων που επιθυμούμε.

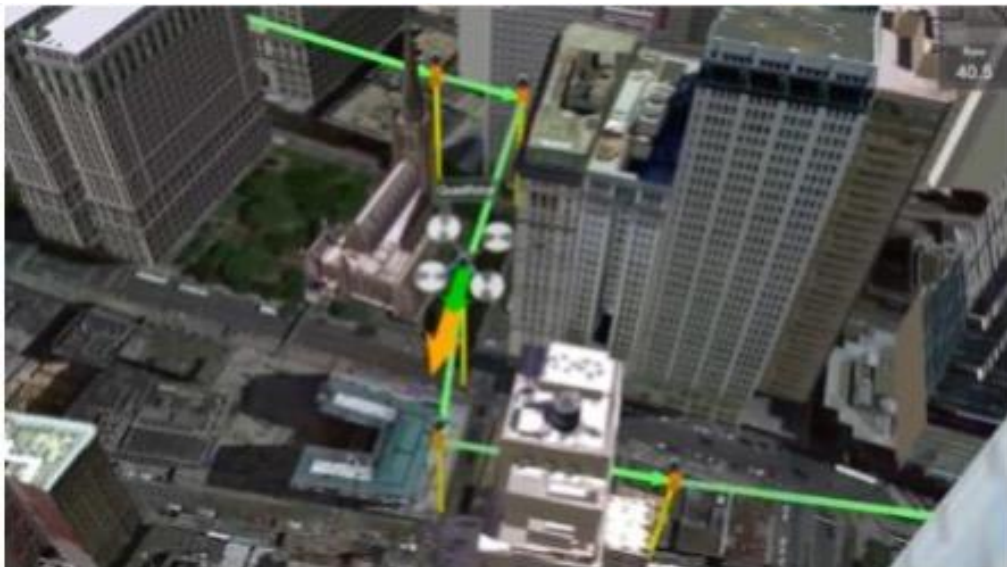
### 3.3. UgCS

Το UgCS είναι το πλέον ικανό λογισμικό δυνατότητας σχεδιασμού και εκτέλεσης αυτόματων πτήσεων με drones. Το λογισμικό καλύπτει ακόμη και τα πιο δύσκολα σενάρια πτήσεων, καθώς διαθέτει ενσωματωμένη σε αυτό, πλήρη χαρτογραφική 3D υποστήριξη με σκοπό την εκτέλεση αυτοματοποιημένων πτήσεων ακολουθώντας το γεωγραφικό ανάγλυφο ή τα φυσικά εμπόδια του περιβάλλοντος.

Το λογισμικό σταθμού εδάφους UgCS είναι η πληρέστερη εφαρμογή σχεδιασμού αναφορικά με αυτόματες πτήσεις για τα drones.

Υποστηρίζει:

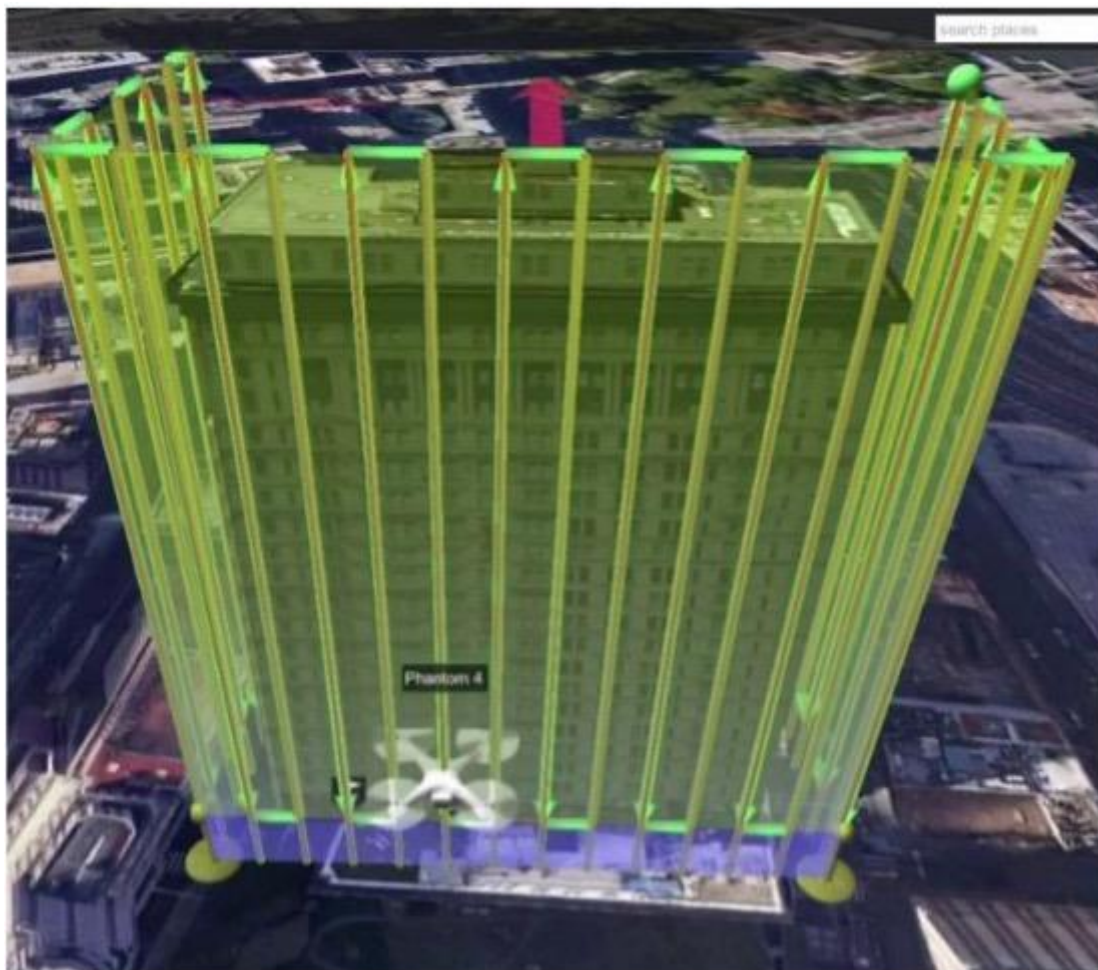
- ✚ Τυποποιημένα μοτίβα αυτόματης πτήσης για φωτογραμμετρική αποτύπωση.
- ✚ Τυποποιημένα μοτίβα αυτοματοποιημένης πτήσης με σκοπό τη συλλογή δεδομένων Airborne Lidar.
- ✚ Μοτίβα Corridor Mapping για φωτογραμμετρία ή Airborne Lidar.
- ✚ Σενάρια μη τυποποιημένα με ελευθερία σχεδιασμού από τον χρήστη.
- ✚ Σενάριο σχεδιασμού αυτοματοποιημένης πτήσης που αποσκοπούν σε αποστολές διάσωσης και έρευνας.
- ✚ Σχεδιασμός πτήσης γύρω από ένα σημείο για επιθεώρηση.



**Εικόνα 9. Διαδρομή πτήσης**

Τα βασικά πλεονεκτήματα του UgCS σε αντίθεση με αντίστοιχα λογισμικά είναι τα εξής:

- ✚ Πλήρη συνεργασία με όλους τους παρόχους on-line χαρτογραφικών δεδομένων (ενδεικτικά αναφέρονται Google, Mapbox, Bing, OSM Mapnik).
- ✚ Off-line χάρτες.
- ✚ Δυνατότητα χρήσης χαρτογραφικών δεδομένων επιλογής του χρήστη.
- ✚ 3D προβολή χαρτών μέσω του SRTM ή άλλης πηγής δεδομένων υψομετρίας.
- ✚ Δυνατότητα εισαγωγής DTM χρήστη.
- ✚ Δυνατότητα εισαγωγής 2D οντοτήτων (σημεία, γραμμές, πολύγωνα).
- ✚ Δυνατότητα εισαγωγής 3D μοντέλων όπως κτίρια, πυλώνες ή άλλες κατασκευές.



Εικόνα 10. Σχεδιασμός κατακόρυφης πτήσης

- ✚ Τρισδιάστατος σχεδιασμός αυτοματοποιημένων πτήσεων ακολουθώντας το γεωγραφικό ανάγλυφο αποφεύγοντας τις 3D οντότητες.
- ✚ Δυνατότητα σχεδιασμού και πραγματοποίηση αυτοματοποιημένων πτήσεων για αποτύπωση οριζόντιων και κάθετων όψεων των 3D οντοτήτων, π.χ. όψεις κτιρίων και κατασκευών.
- ✚ Δυνατότητα εισαγωγής γεωμετρικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια της πτήσης του drone οι οποίες αποσκοπούν στην αποφυγή μιας περιοχής.
- ✚ Παράλληλη πτήση περισσότερων του ενός drone.

Το UgCS είναι συμβατό με σειρά λειτουργικών συστημάτων όπως Microsoft Windows, macOS και Linux όπου εγκαθίσταται ο εξυπηρετητής (server) στον οποίο γίνεται και ο σχεδιασμός των αυτόματων πτήσεων.



**Εικόνα 11. Τρισδιάστατη αποτύπωση μεγάλων δομικών έργων**



### 3.4. Topcon Context Capture

Το Topcon Context Capture είναι το νεότερο λογισμικό επεξεργασίας και τρισδιάστατης τοντελοποίησης (3D modelisation) της Topcon. Πλέον η εργασία με το UAV έγινε πολύ πιο αποτελεσματική.

Τα δεδομένα του drone μπορούν τώρα να εισαχθούν απευθείας στο λογισμικό Topcon Context Capture, για άμεση επεξεργασία. Η δυνατότητα που έχει να μετατρέπει απλές φωτογραφίες σε ζωντανά, 3D μοντέλα υψηλής ανάλυσης αλλά και ακρίβειας υποδεικνύει την αξία ενός τέτοιου λογισμικού. Η ποιότητα του παραγόμενου μοντέλου είναι μακράν καλύτερη από οποιοδήποτε άλλη ανταγωνιστική λύση που κυκλοφορεί στο εμπόριο. Επαγγελματίες σχεδιαστές, κατασκευαστές, τοπογράφους και μηχανικοί χρησιμοποιούν το Topcon Context Capture με σκοπό να παράξουν φωτορεαλιστικά 3D μοντέλα υψηλής ανάλυσης και ευκρίνειας. Τέλος, μπορούν να δημιουργηθούν με τη χρήση του, 3D reality meshes, point clouds, DEMS και ορθοφωτογραφίες για κάθε κλίμακας έργα χρησιμοποιώντας φωτογραφίες που έχουν ληφθεί μέσω του του Falcon 8 UAV ή του Sirius.

Βασικά Χαρακτηριστικά:

- ✚ Υβριδικό registration φωτογραφιών και point clouds: νέος αεροτριγωνισμός για register φωτογραφιών χρησιμοποιώντας point clouds.
- ✚ Καινοτόμο περιβάλλον χρήσης με εξελιγμένες αλληλεπιδράσεις και βοήθεια προς τον χρήστη.
- ✚ Χάρτης Κάλυψης (με αναφορά ποιότητας).
- ✚ Μοντελοποίηση έργων σε πολλαπλές κλίμακες.
- ✚ Υλοποίηση αεροτριγωνισμού/επανασχεδιασμού.
- ✚ Παραγωγή 2D και 3D μοντέλων.
- ✚ Δημοσίευση & θέαση έτοιμων μοντέλων στο web.
- ✚ Ενσωμάτωση δεδομένων γεωαναφοράς.
- ✚ Στο Magnet Collage Web μπορούν να ληφθούν δεδομένα από το Context Capture με την απλή μέθοδο των εντολών drag, drop και share.

Υπάρχουν δύο διαθέσιμες εκδόσεις του λογισμικού:

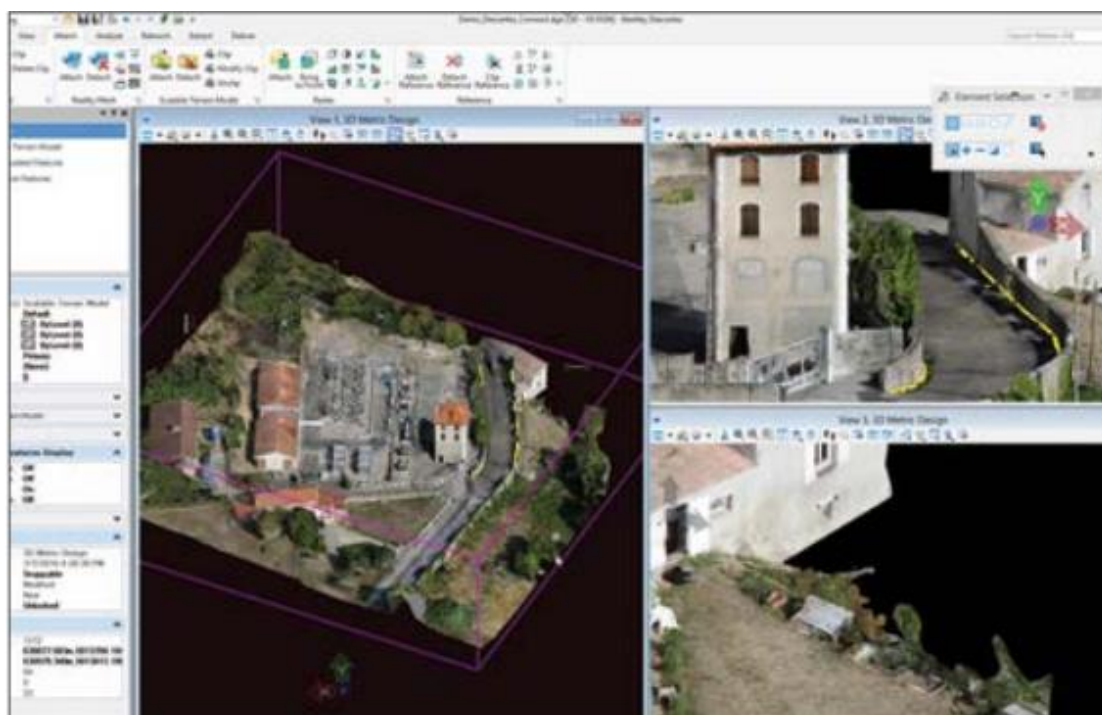
#### Context Capture Standard

Πραγματοποιεί επεξεργασία δεδομένων τα οποία προέρχονται από το Sirius Basic, το Sirius Pro και το Falcon 8 με μέγιστο μέγεθος δεδομένων έως και 150 gigapixels (GPix). Δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας άμεσα, υψηλής τρισδιάστατης και λήψη ορθοφωτογραφιών με σκοπό την απόδοση ακριβών σχεδίων με πλήρη πληροφόρηση για κατασκευές και έργα.

## Context Capture Advanced

Πραγματοποιεί επεξεργασία δεδομένων η οποία προέρχεται από οποιαδήποτε κάμερα με δυνατότητες μεγέθους δεδομένων έως και 300 gigapixel (GPix). Χρησιμοποιώντας όλες τις λειτουργίες του Context Capture Standard μπορούμε να εκμεταλλευτούμαστε ένα αρκετά μεγάλο πλήθος εργαλείων μοντελοποίησης τα οποία θα μας βοηθήσουν να αυξήσουμε την παραγωγικότητά της δουλειάς μας. Η επιλογή Context Capture Advanced από την άλλη, εμπεριέχει τη λειτουργία Bentley Descartes, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν meshes, point clouds, ακόμη και αρχεία raster, αλλά και τεκμηρίωση αυτών κατά τη διάρκεια ροής εργασιών του εκάστοτε έργου.

Ακόμη, περιλαμβάνεται ροή εργασιών CAD, GIS, πολιτικού μηχανικού και τοπογράφου μηχανικού οι οποίες υποστηρίζονται από σταθερές αλλά και κινητές συσκευές, σε πολλαπλά και ιδιόμορφα format.



**Εικόνα 12. Τρισδιάστατη απεικόνιση αποτύπωσης**

Συνδυαστικά και με το νέο λογισμικό Magnet Inspect, καθίσταται δυνατότερη η επεξεργασία εικόνων από οποιαδήποτε φωτογραφική μηχανή στις δύο εκδόσεις του, την Standard και την Advanced.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. 3D ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕ DRONE

### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κτιριακή αποτύπωση με τη χρήση drone αποτελεί μια νέα και αναπτυσσόμενη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή υψηλής ποιότητας μοντέλων κτιρίων και άλλων κατασκευών.

Τα drones χρησιμοποιούνται για τη λήψη εικόνων από διάφορες γωνίες και υψόμετρα, καθώς και για τη λήψη δεδομένων που απαιτούνται για την κατασκευή του μοντέλου. Με τη χρήση drones, μπορούν να καταγραφούν πληροφορίες όπως η γεωμετρία του κτιρίου, οι διαστάσεις των διαφόρων δωματίων, οι λεπτομέρειες της δομής και άλλες σχετικές πληροφορίες. Μετά τη λήψη των δεδομένων, χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα λογισμικά που αναφέρθηκαν παραπάνω για την επεξεργασία των εικόνων και των δεδομένων και τη δημιουργία του μοντέλου.



Εικόνα 13. Διαδικασία αποτύπωσης

Τα μοντέλα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, όπως η ανακαίνιση και η αναβάθμιση των κτιρίων, η πώληση ή η ενοικίαση ακινήτων, η παρακολούθηση της πορείας της κατασκευής και η παραγωγή διαφόρων σχεδίων.

Η παρακάτω αποτύπωση πραγματοποιήθηκε μεσημβρινές ώρες την 16/12/2022 στον περιβάλλοντα χώρο του πρώην Τεχνολογικού Ιδρύματος Πατρών εντός του οποίου βρίσκεται η Βίλα Κόλλα, ένα κτίριο κατασκευασμένο στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα.

Για την εκπόνησή της αποτύπωσης χρειάστηκε να ληφθεί συγκεκριμένη άδεια από την γραμματεία του τμήματος, καθώς πρόκειται για μια εργασία που θα λάμβανε μέρος σε δημόσιο χώρο.



**Εικόνα 14. Λήψη κατά την απογείωση**

Οι καιρικές συνθήκες ήταν ιδανικές, δεν υπήρχε έντονη ηλιοφάνεια, συννεφιά ή βροχόπτωση. Επίσης, δεν υπήρχαν άτομα στον περιβάλλοντα χώρο κατά την διάρκεια της πτήσης κάτι το οποίο σημαίνει ότι τηρήθηκαν όλα τα πρωτόκολλα ασφαλείας.

Αξίζει να αναφερθεί πως για την πλήρη αποτύπωση του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν τρεις μπαταρίες λιθίου, οπότε το drone χρειάστηκε να προσγειωθεί και να απογειωθεί ξανά 3 φορές.

Τέλος, οι μετρήσεις πάρθηκαν μέσω του drone Phantom 3 Standard, ενός drone που θεωρείται από τα πλέον αξιόπιστα στην αγορά αυτή τη στιγμή.



**Εικόνα 15. Λήψη κατά την απογείωση**

## 4.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η βίλα Κόλλα κατασκευάστηκε, σύμφωνα με πηγές, περίπου στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα και συγκεκριμένα το 1828. Αποτέλεσε έπαυλη της γνωστής Πατρικής οικογένειας Κόλλα, η οποία και θεωρείτο μια από τις σπουδαιότερες της περιοχής, καθώς διέπρεψε στο εμπόριο της σταφίδας. Η άνθιση του εμπορίου της σταφίδας, η μεγάλη άνοδος της επιχειρηματικότητας της οικογένειας στον τραπεζικό και εμποροκτηματικό κλάδο, αλλά και το υψηλό προφίλ το οποίο ήθελε να διατηρήσει παραμένοντας στην κοινωνική ελίτ της Πάτρας, συνετέλεσαν στην δημιουργία της έπαυλης, ενός κτιριακού στολιδιού το οποίο θα προσέθετε επιπλέον κύρος.



Εικόνα 16. Άποψη της βίλας σε κάρτ ποστάλ του 1901

Η αρχιτεκτονική του κτιρίου είναι εμφανώς επηρεασμένη από την Ιταλική κουλτούρα και αρχιτεκτονική και συγκεκριμένα από την Ιταλική ύπαιθρο. Πιο συγκεκριμένα, η βίλα με εμβαδόν 385 τ.μ. αποτελείται από δύο ορόφους και σοφίτα. Εξωτερικά, εντύπωση προκαλούν στον κάθε επισκέπτη οι δύο χαρακτηριστικοί πυργίσκοι οι οποίοι προσδίδουν μια διάθεση στιβαρότητας και αυστηρότητας στην κατασκευή. Άξιο να σημειωθεί αναφορικά με τον εξωτερικό χώρο του κτιρίου, είναι ότι ήταν από τις πρώτες κατοικίες πανελλαδικώς που περιείχαν γήπεδο τένις, κάτι το οποίο στις μέρες μας δυστυχώς δεν διασώζεται..



**Εικόνα 17. Σπάνια φωτογραφία από το γήπεδο τένις της βίλας**

Στη δυτική όψη του κτιρίου όπου και βρίσκεται η κύρια είσοδος, εντύπωση κάνει η σκεπαστή βεράντα η οποία διακοσμείται από οξυκόρυφα τόξα και ξύλινα γοθικά μοτίβα. Επίσης, οι οκταγωνικοί πυργίσκοι στους οποίους αναφερθήκαμε νωρίτερα, είναι συμμετρικά τοποθετημένοι στη βόρεια όψη της βίλας και καλύπτονται από οξυκόρυφες στέγες με μεταλλικές φολίδες. Παραπέμπουν σε πυραμοειδείς σχηματισμούς αλλά και σε γοθικού στυλ ακμές κυρίως στα υπέρυθρα αλλά και στις στηρίξεις της βεράντας η οποία είναι φιλοτεχνημένη με αραβουργήματα.

Η σταφιδική κρίση του 1890 σε συνδυασμό με την πτώση της αυτοκρατορίας των Κόλα στους κτηματομεσιτικούς κλάδους όπου δραστηριοποιούνταν, είναι ο βασικός λόγος εγκατάλειψης του πανέμορφου αυτού κτιρίου. Παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει προσπάθειες διατήρησης του σε μια σχετικά καλή κατάσταση, στο παρελθόν υπήρξαν και εποχές όπου η πολιτεία αδιαφόρησε πλήρως για το οίκημα αυτό αλλά και για τον περιβάλλοντα χώρο της βίλας Κόλα. Στις μέρες μας, το κτίριο ανήκει στην υπαιτιότητα του Πανεπιστημίου Πατρών και θα μπορούσε κανείς να πει πως διατηρείται σε σχετικά μέτρια κατάσταση. Τέλος στον όμορφο κήπο της έπαυλης, συνήθως καλοκαιρινούς μήνες, φιλοξενούνται διαφορές πολιτισμικές εκδηλώσεις αλλά και πολιτιστικά δρώμενα, όπως θεατρικές παραστάσεις, συναυλίες αλλά και διαλέξεις.

#### 4.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ

Η διαδικασία αποτύπωσης κάποιου κτιρίου με τη χρήση drone συνήθως περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Προετοιμασία του εξοπλισμού και της περιοχής:  
Πριν από την απογείωση του drone, πρέπει να διασφαλίζεται ότι ο εξοπλισμός είναι σε καλή κατάσταση και ότι η περιοχή είναι ασφαλής για την πτήση. Επίσης, πρέπει να διαπιστωθεί ότι η μπαταρία του drone είναι φορτισμένη και οι κάμερες είναι σωστά ευθυγραμμισμένες.
- Απογείωση του drone:  
Μετά την προετοιμασία του εξοπλισμού, το drone απογειώνεται και πετάει πάνω από το κτίριο. Η πτήση πραγματοποιείται σε διάφορα ύψη και γωνίες, προκειμένου να ληφθούν εικόνες από διαφορετικές προοπτικές.
- Λήψη εικόνων και δεδομένων:  
Κατά τη διάρκεια της πτήσης, οι κάμερες του drone λαμβάνουν εικόνες και δεδομένα από το κτίριο. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία του κτιρίου, τις διαστάσεις των δωματίων, τις λεπτομέρειες της δομής και άλλες σχετικές πληροφορίες.



Στην συγκεκριμένη περίπτωση αποτύπωσης η διαδικασία χωρίζεται στα στάδια της προετοιμασίας και της επιτόπου αποτύπωσης. Ανάλογα όμως με τον εξοπλισμό που διαθέτουμε μπορούμε να απλοποιήσουμε τα βήματα και να κάνουμε γρηγορότερη και ακριβέστερη την εργασία μας.

Μια αυτοψία στον χώρο που επρόκειτο να πραγματοποιήσουμε πτήση με drone είναι απαραίτητη ώστε να διαπιστώσουμε τυχόν προβλήματα που θα επηρεάσουν την πτήση μας. Ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου είναι πολύ σημαντικός διότι αν υπάρχουν πολλά δέντρα και κοντά στο κτίριο, δεν θα μπορούμε να φωτογραφίσουμε άνετα και όλα τα σημεία του κτιρίου. Θα πρέπει να δούμε την περιμετρική προσβασιμότητα, την ύπαρξη εναέριων καλωδίων. Την ώρα της πτήσης δεν θέλουμε να υπάρχουν άνθρωποι στα σημεία που θα πετάει το drone για λόγους ασφαλείας.

Εκτός από τον χώρο που πρόκειται να αποτυπώσουμε υπάρχουν και παράγοντες από τα χαρακτηριστικά του drone που επηρεάζουν την διαδικασία αποτύπωσης. Στην αγορά υπάρχουν διάφορα μοντέλα από διάφορους κατασκευαστές. Ανάλογα το drone που διαθέτουμε, έχουμε τα εξής :

- ✚ Ποιότητα φωτογραφιών. Δεν έχουν όλα τα drone την ίδια κάμερα, οπότε επηρεάζεται η ποιότητα των φωτογραφιών μας. Επίσης, δεν μπορούμε να πετάξουμε σε πολύ μακρινή απόσταση από το αντικείμενο που θέλουμε να αποτυπώσουμε μέσω φωτογραφιών σε περίπτωση που δεν έχουμε μεγάλης ευκρίνειας κάμερα. Επιπλέον, αν χρειαστεί να πετάξουμε πολύ κοντά το drone στο κτίριο που θέλουμε να αποτυπώσουμε θα πρέπει ο χειριστής να έχει εμπειρία και τον έλεγχο του drone σε όλη την διάρκεια της πτήσης.
- ✚ Εμβέλεια χειριστήριου – drone. Ανάλογα το μοντέλο έχουμε και κάποια χαρακτηριστικά που αφορούν την απόσταση που μπορεί να έχει ο χειριστής με το drone κατά την διάρκεια της πτήσης. Αν δεν μας επαρκεί η εμβέλεια που έχει το χειριστήριο θα πρέπει ο χειριστής να ακολουθεί το drone κατά την διάρκεια της πτήσης. Επιπλέον, η χρήση της δυνατότητας μεγάλης εμβέλειας προϋποθέτει από τον χρήστη εμπειρία και καλή αντίληψη του χώρου.
- ✚ Λειτουργία RTK. Αν το drone μας διαθέτει RTK λειτουργία σημαίνει ότι έχει πολύ μεγάλη ακρίβεια στα δεδομένα θέσης του και λήψης των φωτογραφιών που θα πάρουμε. Η λειτουργία RTK μας εξυπηρετεί πέραν της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, στη μη χρήση φωτοσταθερών κατά την διάρκεια την φωτογραφικής αποτύπωσης για την μετέπειτα δημιουργία του τρισδιάστατου φωτογραφικού μοντέλου.

Στη δική μας περίπτωση, η αποτύπωση της βίλας «Κόλλα» είναι μια αρκετά καλή περίπτωση αποτύπωσης κτιρίου διότι :

- ✚ Δεν υπάρχουν εναέρια καλώδια περιμετρικά του κτιρίου.
- ✚ Δεν υπάρχουν πολύ κοντά στο κτίριο δέντρα ώστε να μας εμποδίσουν να πετάξουμε το drone.
- ✚ Οι εξωτερικές τοιχοποιίες του κτιρίου έχουν πολλές ιδιαιτερότητες με αποτέλεσμα να λειτουργούν ως φυσικά φωτοσταθερά για την συνένωση των φωτογραφιών .
- ✚ Δεν έχουμε πολύ μεγάλες αποστάσεις, είτε οριζόντιες είτε κατακόρυφες.

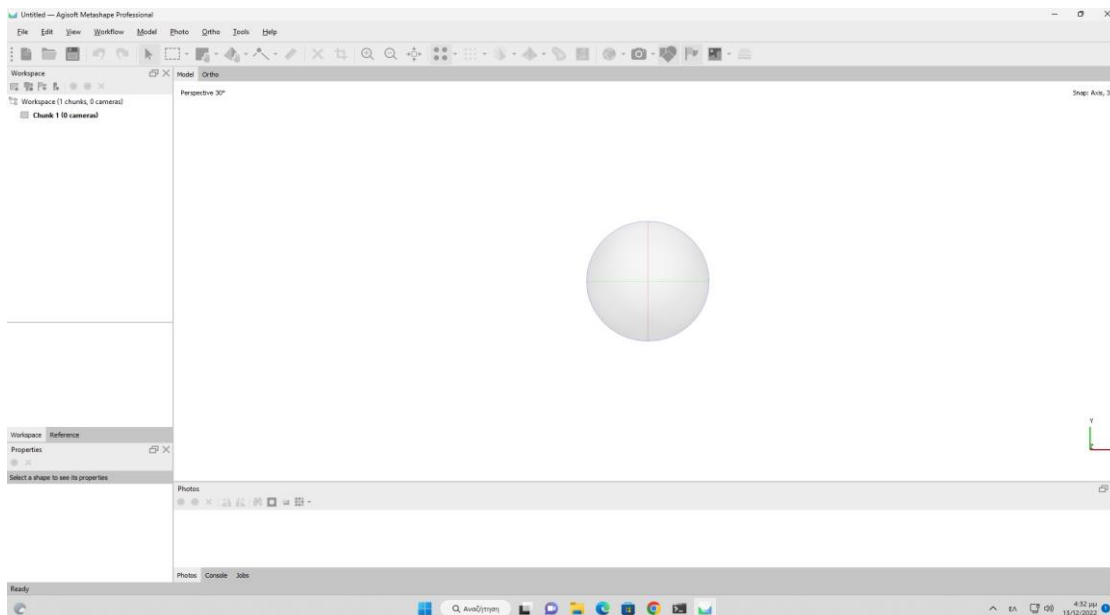
Η πτήση που πραγματοποιήθηκε για την περιμετρική φωτογραφική αποτύπωση της βίλας «Κόλλα» διήρκησε συνολικά σχεδόν μία ώρα και είκοσι λεπτά. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις μπαταρίες. Η πτήση έγινε με σχετικά αργό ρυθμό και με προσοχή ώστε οι λήψεις των φωτογραφιών να γίνονται έτσι ώστε μεταξύ τους να έχουμε ποσοστό αλληλοεπικάλυψης πάνω από 50 %.

Για την πτήση του drone δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο πρόγραμμα προγραμματισμένης πλοήγησης, έτσι τόσο η πτήση του drone όσο και η λήψη των φωτογραφιών έγιναν χειροκίνητα, για αυτό και η μεγάλη διάρκεια πτήσης. Σε περίπτωση που ήταν διαθέσιμο κάποιο πρόγραμμα προγραμματισμού πτήσης, θα μπορούσαμε να έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα και καλύτερο στο 1/3 του χρόνου, δηλαδή με μία μόνο πτήση.

Πρακτικά, πραγματοποιήθηκε πτήση του drone περιμετρικά του κτιρίου, οριζόντια και κάθετα, λήφθηκαν φωτογραφίες γύρω γύρω με επικάλυψη μεταξύ τους. Επίσης, λήφθηκαν φωτογραφίες σε κατακόρυφη προβολή πάνω από το κτίριο για την αποτύπωση της στέγης.

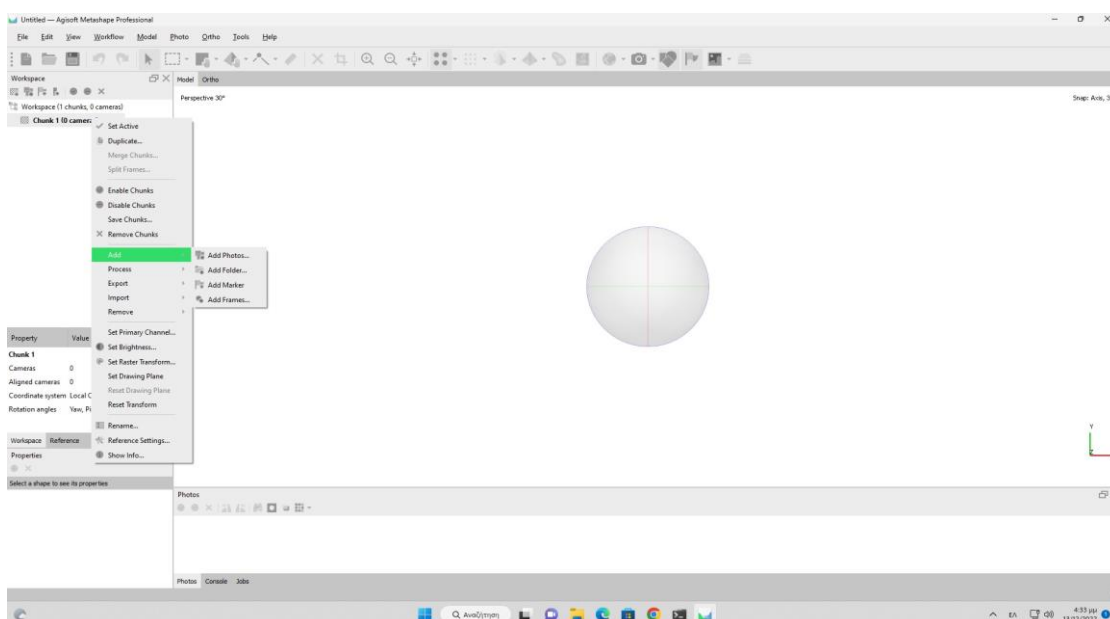
#### 4.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μετά την πτήση που πραγματοποιήθηκε, έγινε η εισαγωγή των φωτογραφιών στο πρόγραμμα Agisoft Metashape. Πριν την εισαγωγή των φωτογραφιών στο πρόγραμμα δεν χρειάζεται να γίνει κάποια επεξεργασία, όλα τα βήματα εντός του προγράμματος παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.



Εικόνα 18. Επιφάνεια εργασίας προγράμματος Agisoft Metashape

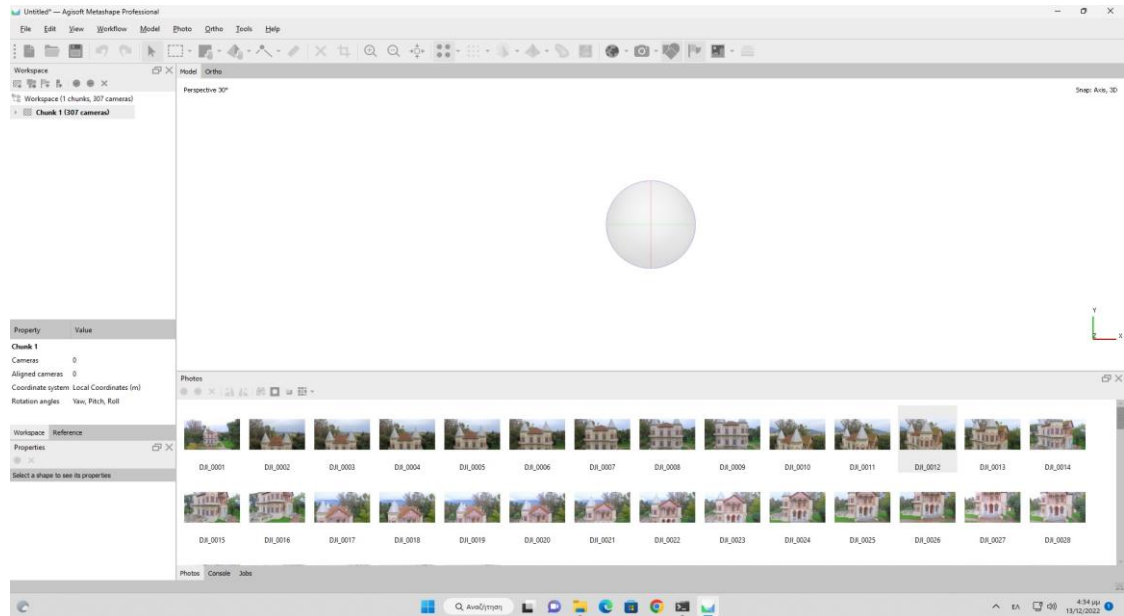
Επάνω αριστερά στην οθόνη είναι οι καρτέλες που εμπεριέχουν τις εντολές εκτέλεσης του προγράμματος.



Εικόνα 19. Εισαγωγή φωτογραφιών στο πρόγραμμα

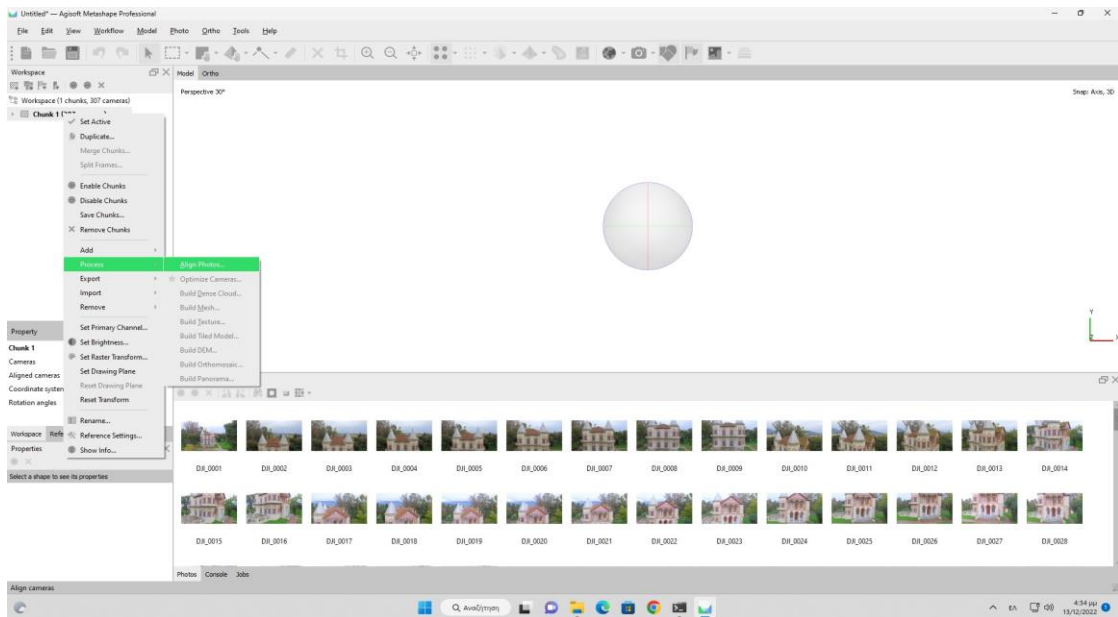
Το πρώτο βήμα που έχουμε να κάνουμε είναι να εισάγουμε τις φωτογραφίες που τραβήξαμε με το drone. Πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «add».

Έπειτα, επιλέγουμε τι θέλουμε να εισάγουμε. Στη περίπτωση μας έχουμε φωτογραφίες, το πρόγραμμα έχει και επιπλέον επιλογές.



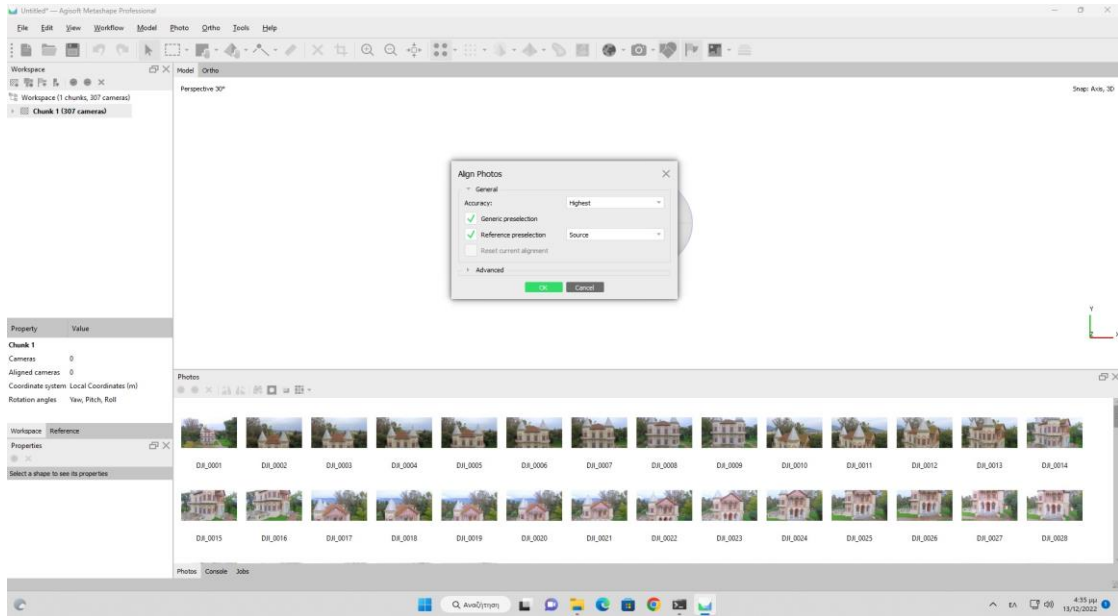
**Εικόνα 20. Εμφάνιση φωτογραφιών**

Μετά την φόρτωση των φωτογραφιών στο πρόγραμμα, θα τις δούμε σε μικρή προεπισκόπηση στο κάτω μέρος της επιφάνειας εργασίας του προγράμματος. Έτσι, οι φωτογραφίες είναι έτοιμες για περαιτέρω επεξεργασία.

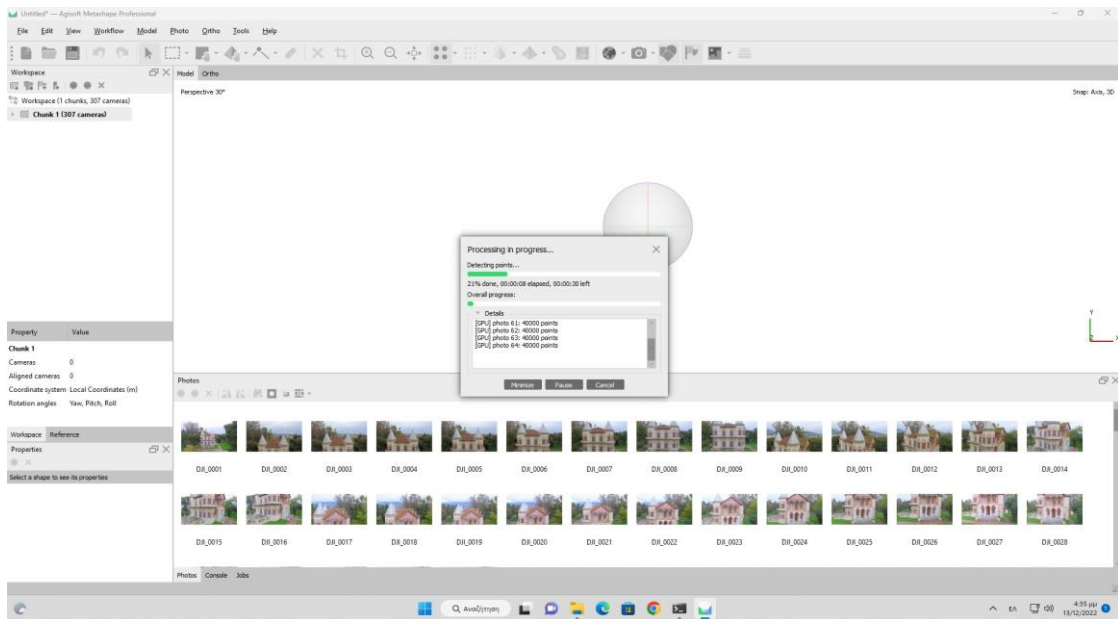


**Εικόνα 21. Ένωση φωτογραφιών**

Πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «Process», στη συνέχεια την επιλογή «Align photos». Στη συνέχεια θα ανοίξει παράθυρο διαλόγου που μας επιτρέπει να επιλέξουμε την ποιότητα της επεξεργασίας, η παραμετροποίηση αυτού του βήματος έχει να κάνει άμεσα με τα χαρακτηριστικά του υπολογιστή που πρόκειται να κάνει την επεξεργασία. Σε περίπτωση που επιλέξουμε υψηλή ανάλυση και ακρίβεια στην επεξεργασία και ο υπολογιστής δεν μπορεί να ανταποκριθεί, η διαδικασία δεν θα ολοκληρωθεί.

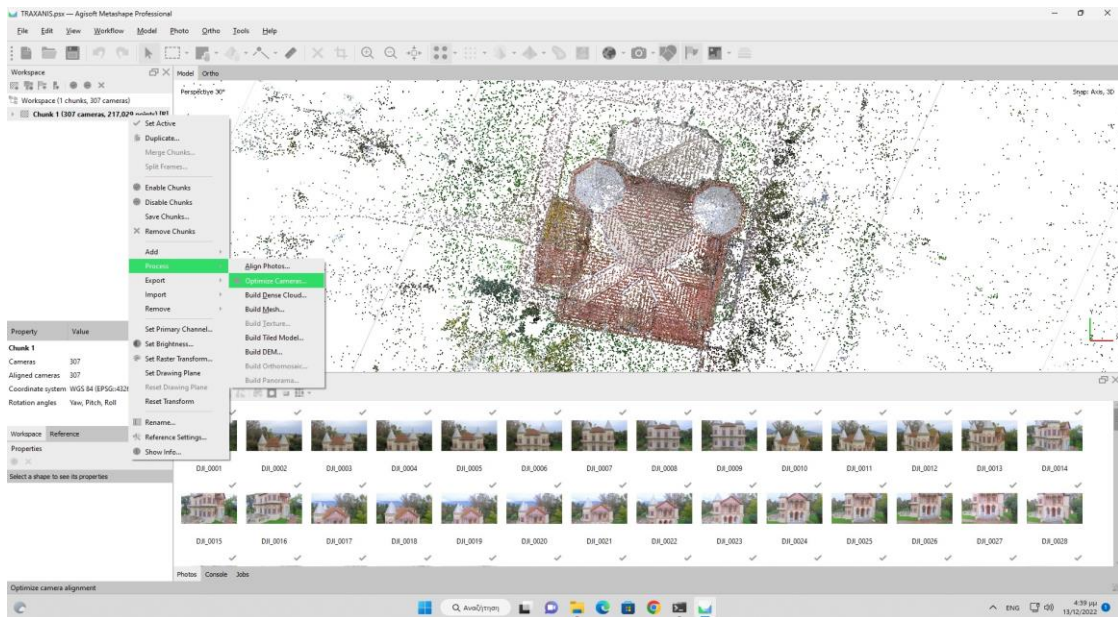


**Εικόνα 22. Επιλογή ακρίβειας επεξεργασίας**



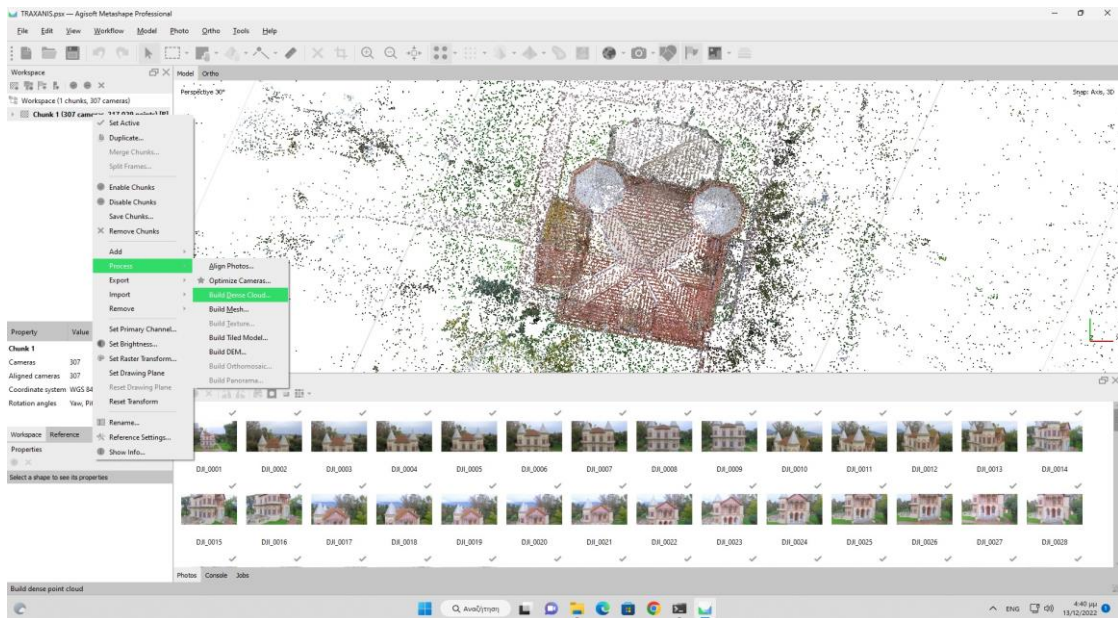
**Εικόνα 23. Διαδικασία επεξεργασίας - ένωσης φωτογραφιών**

Μετά την ολοκλήρωση της ένωσης των φωτογραφιών, βλέπουμε ότι έχει σχηματιστεί ένα ολοκληρωμένο νέφος σημείων προερχόμενο από τις φωτογραφίες που εισαγάγαμε νωρίτερα.



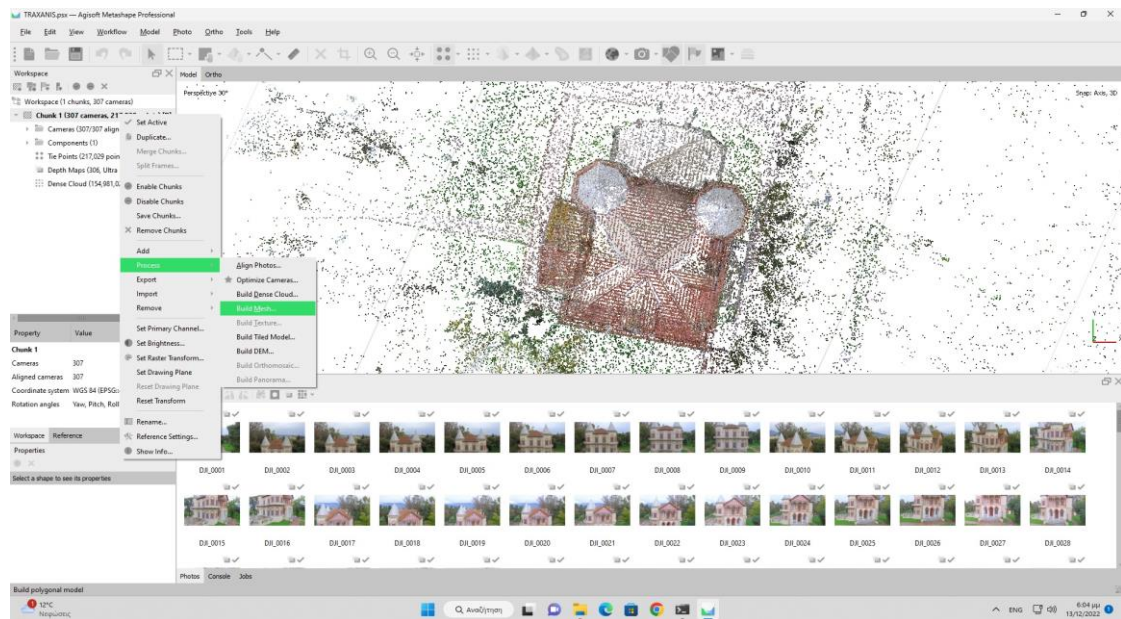
**Εικόνα 24. Ολοκληρωμένο μοντέλο από νέφος σημείων**

Στη συνέχεια, πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «Process», μετά την επιλογή «Optimize Cameras». Σε αυτό το στάδιο, το πρόγραμμα θα κάνει επεξεργασία ώστε να βελτιώσει το μοντέλο του προηγούμενου βήματος.



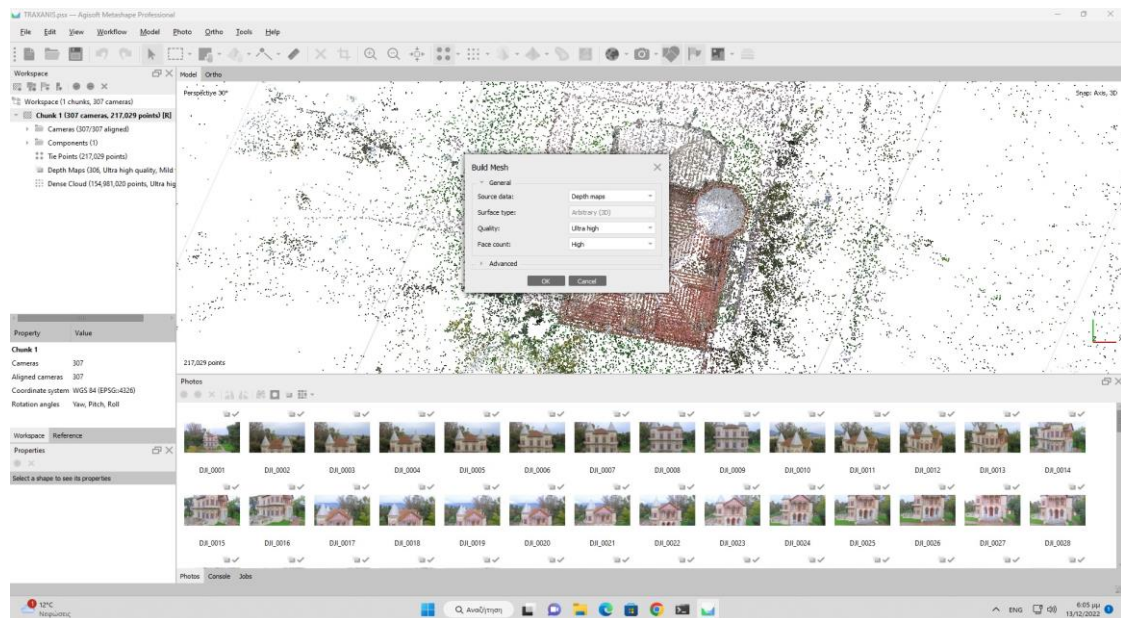
**Εικόνα 25. Dense cloud**

Στη συνέχεια, πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «Process», μετά την επιλογή «Build dense cloud».



Εικόνα 26. Mesh

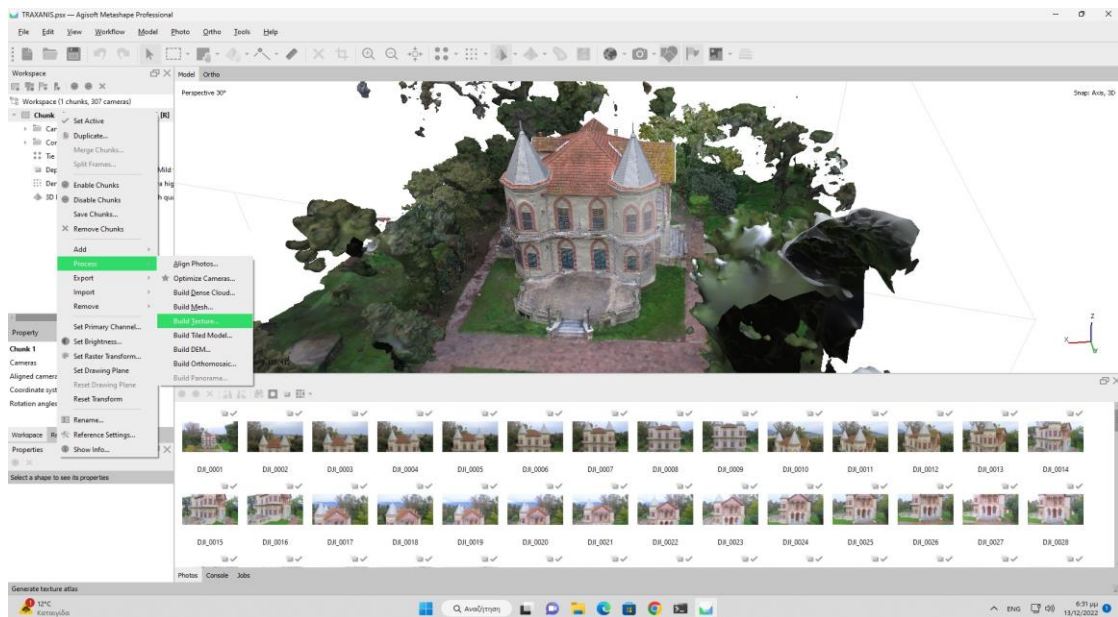
Στη συνέχεια, πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «Process», μετά την επιλογή «Build Mesh». Τα ανωτέρω στάδια, βελτιώνουν και πυκνώνουν τα σημεία που αναγνώρισε το πρόγραμμα από τις φωτογραφίες ώστε να έχουμε καλύτερο και ακριβέστερο αποτέλεσμα.



Εικόνα 27. Παράμετροι για την εντολή Mesh

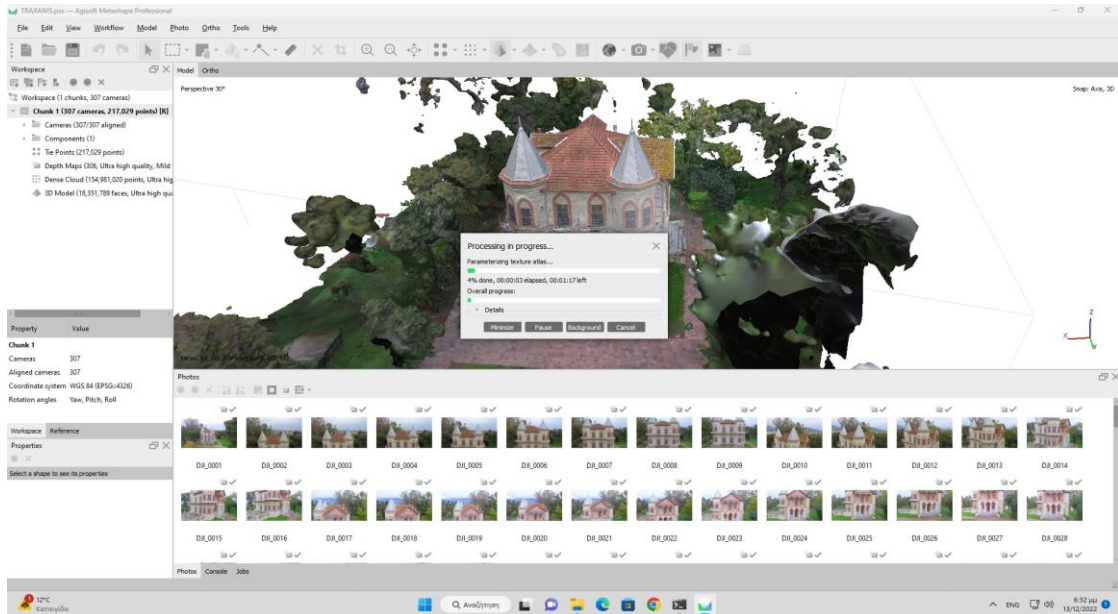


Στη συνέχεια θα ανοίξει παράθυρο διαλόγου που μας επιτρέπει να επιλέξουμε την ποιότητα της επεξεργασίας, η παραμετροποίηση αυτού του βήματος έχει να κάνει άμεσα με τα χαρακτηριστικά του υπολογιστή που πρόκειται να κάνει την επεξεργασία. Σε περίπτωση που επιλέγουμε υψηλή ανάλυση και ακρίβεια στην επεξεργασία και ο υπολογιστής δεν μπορεί να ανταποκριθεί, η διαδικασία δεν θα ολοκληρωθεί.



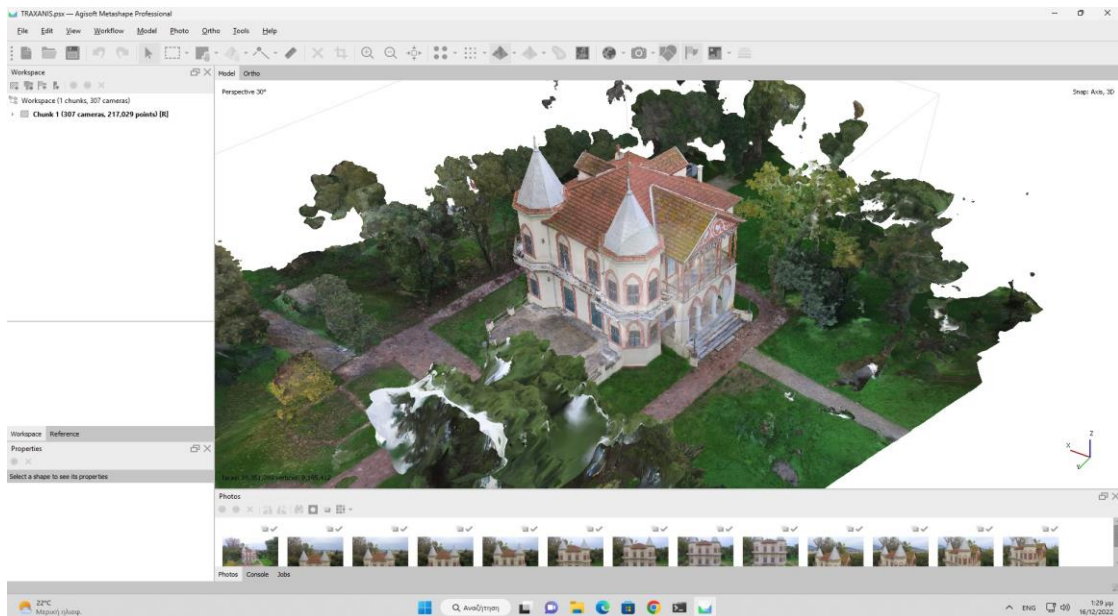
**Εικόνα 28. 3d μοντέλο μετά την επεξεργασία Mesh**

Παρατηρούμε ότι μετά και την επεξεργασία «Mesh» έχουμε ένα ευδιάκριτο 3d μοντέλο του αντικειμένου μας, στη δική μας περίπτωση τη βίλα «Κόλλα».



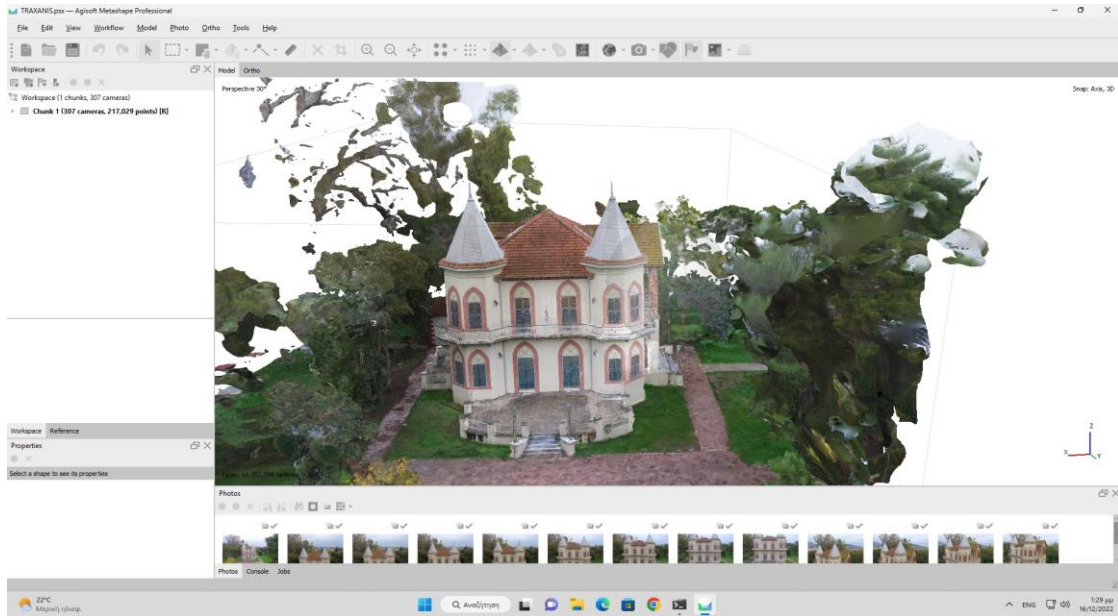
**Εικόνα 29. Εξέλιξη επεξεργασίας "Build Texture"**

Στη συνέχεια, πατάμε δεξί κλικ στο «Chunk», επιλέγουμε από το παράθυρο που ανοίγει την επιλογή «Process», μετά την επιλογή «Build Texture». Πρέπει να σημειώσουμε ότι όλες οι ανωτέρω εντολές για να εκτελεστούν απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα, της τάξεως της μίας ώρας για κάθε εντολή.

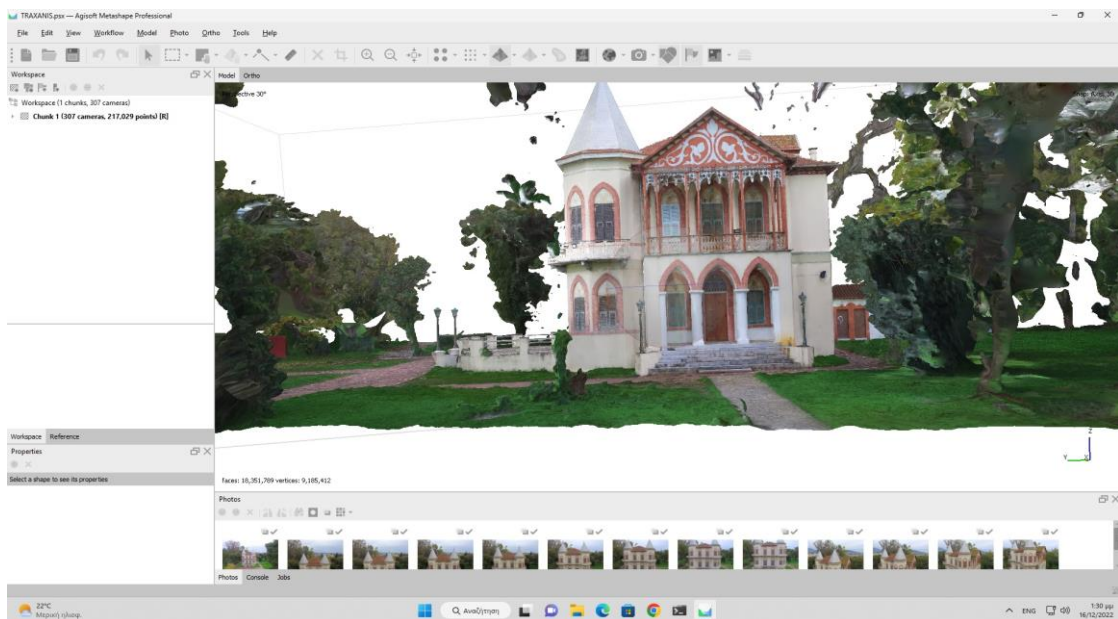


**Εικόνα 30. Αποτέλεσμα μετά την εντολή "Build Texture"**

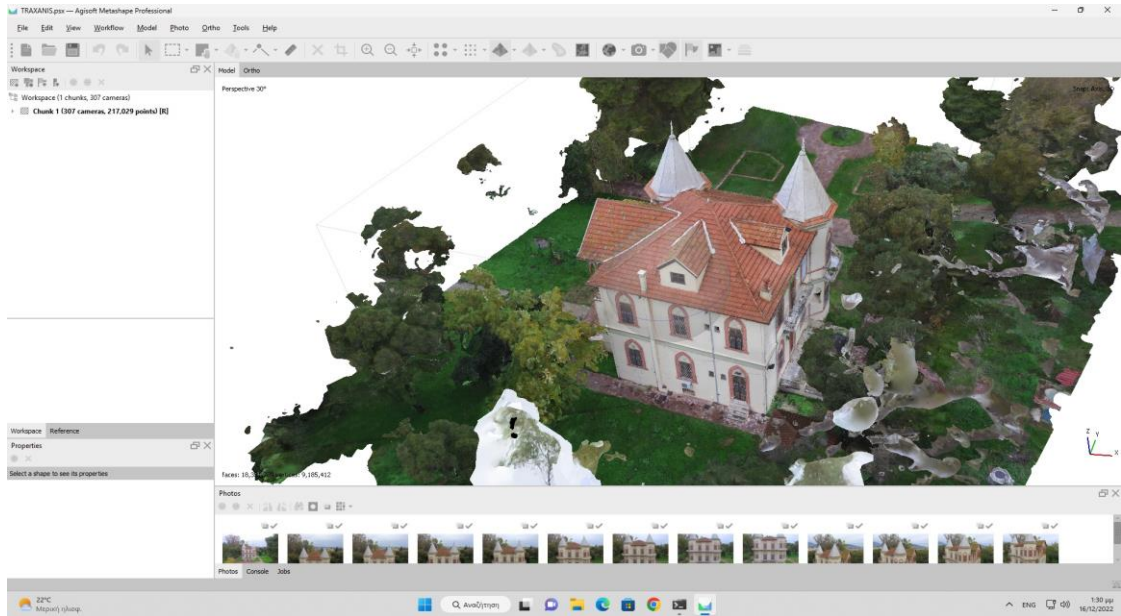
Από αυτό το σημείο και πέρα έχουμε στη διάθεση μας το τρισδιάστατο φωτογραφικό μοντέλο για οποιαδήποτε χρήση επιθυμούμε. Μπορούμε να μετρήσουμε αποστάσεις και ύψη. Να παρατηρήσουμε φθορές, κλπ.



Εικόνα 31. Όψη κτιρίου "Κόλλα"

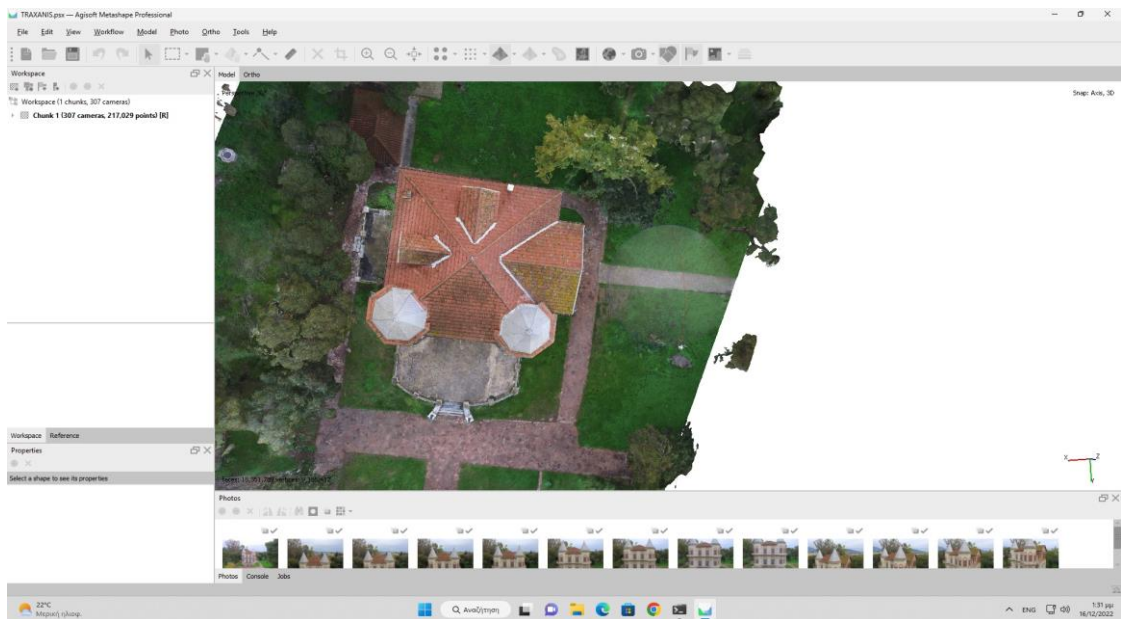


Εικόνα 32. Άλλη θέα του κτιρίου

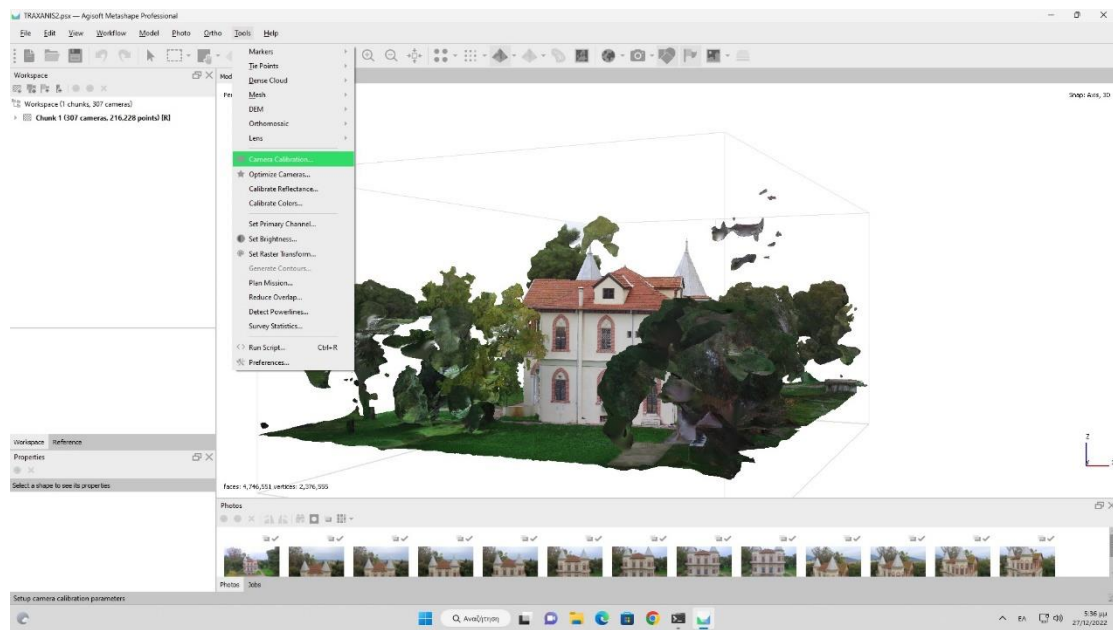


**Εικόνα 33. Άλλη θέα του κτιρίου**

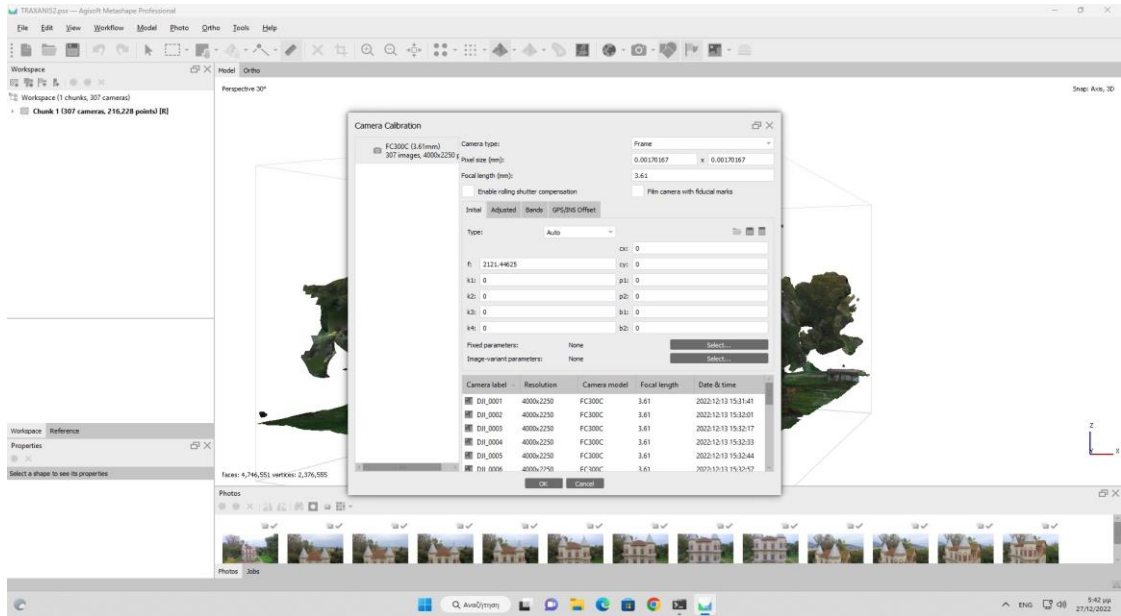
Μπορούμε να δούμε το κτίριο από οποιαδήποτε γωνία και απόσταση επιθυμούμε.



**Εικόνα 34. Κάτοψη στέγης κτιρίου**

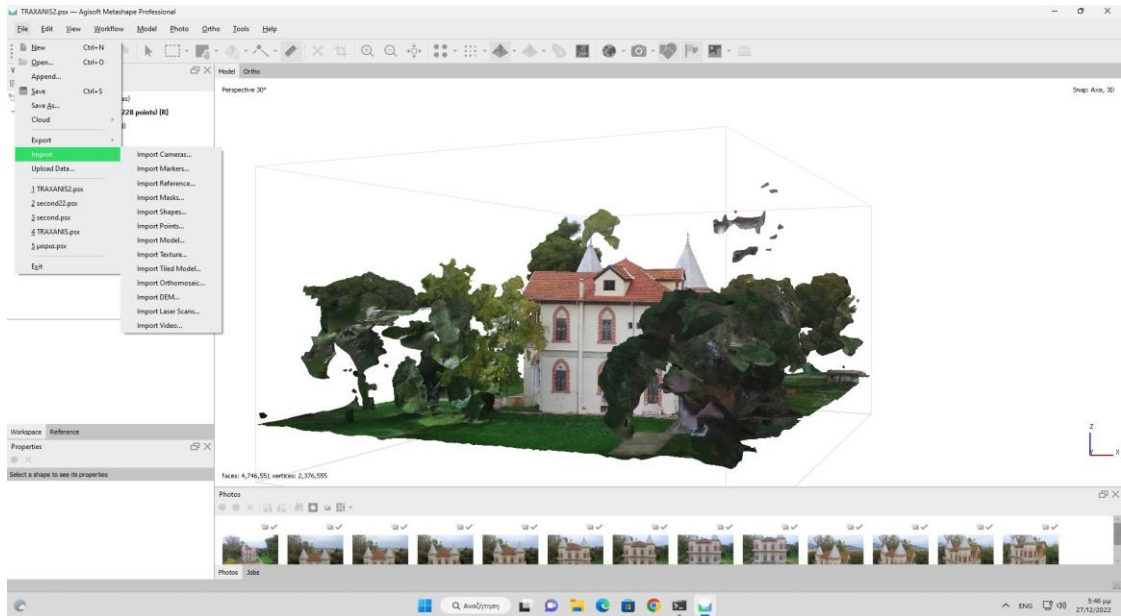


Εικόνα 35. Επεξεργασία κάμερας οργάνου



**Εικόνα 36. Παράμετροι κάμερας του drone**

Το πρόγραμμα αναγνωρίζει αυτόματα την κάμερα του drone και τα στοιχεία της ώστε ανάλογα με αυτά να προβεί στην επεξεργασία των εικόνων και να κάνει το συνολικό συνδυασμό των φωτογραφιών.

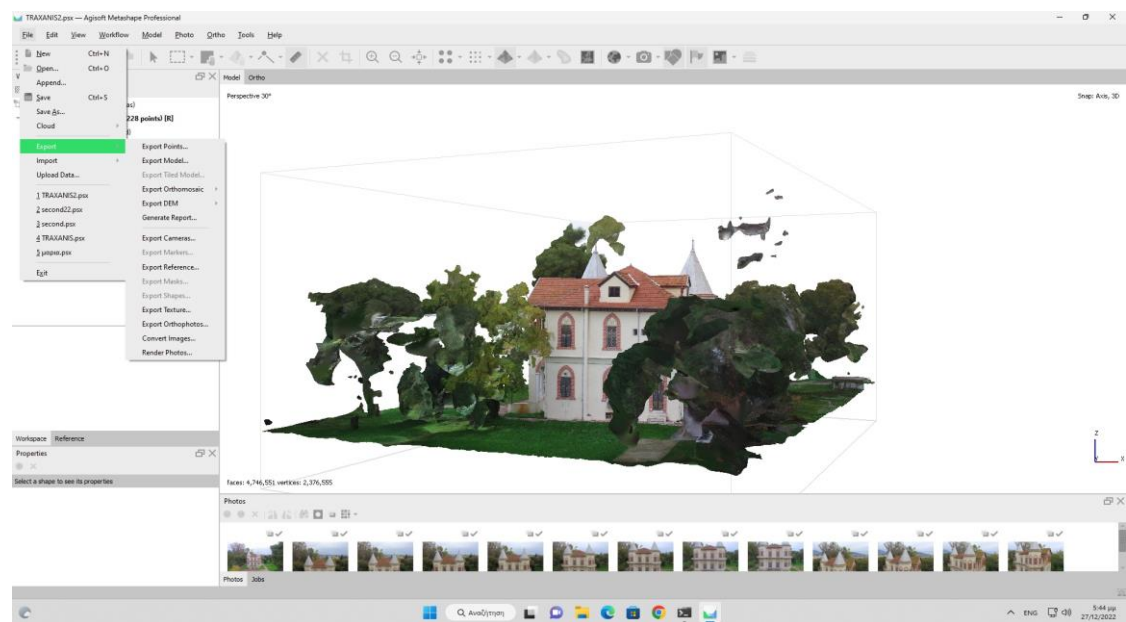


**Εικόνα 37. Επιπλέον τύποι δεδομένων για εισαγωγή**

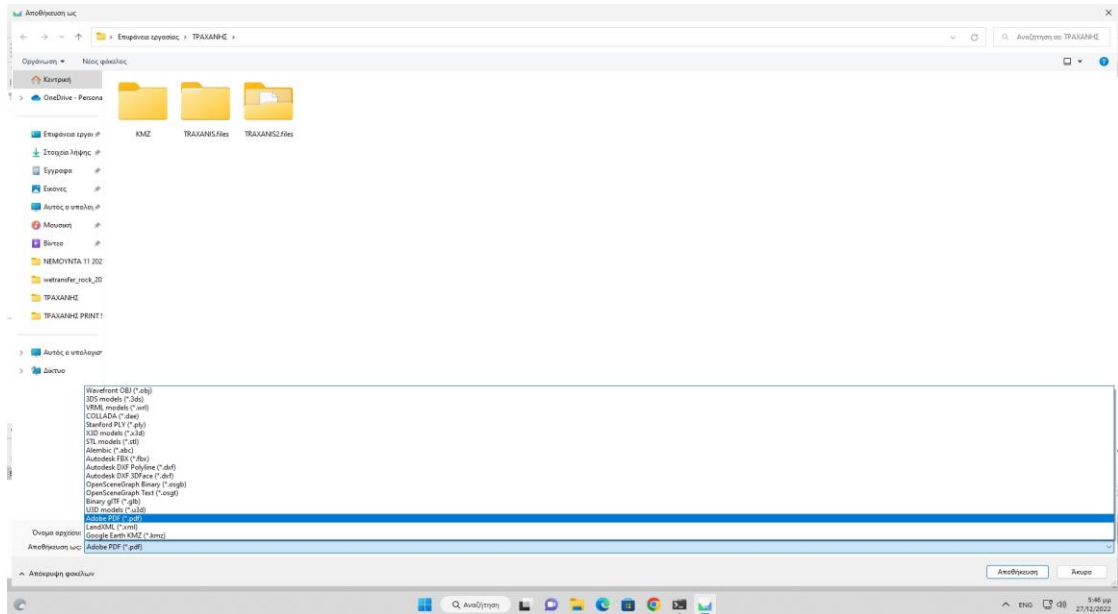
Στο πρόγραμμα εκτός από τις φωτογραφίες μπορούμε να εισάγουμε αρχείο βίντεο αλλά και αρχείο νέφους σημείων από συσκευές lidar ή laser scanner.

### 4.3. ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

Έχοντας στην διάθεση μας το τρισδιάστατο φωτογραφικό μοντέλο μπορούμε να κάνουμε εξαγωγή σε άλλες μορφές αρχείων ώστε να συνεχίσουμε οποιαδήποτε επεξεργασία θέλουμε σε άλλο ηλεκτρονικό πρόγραμμα.

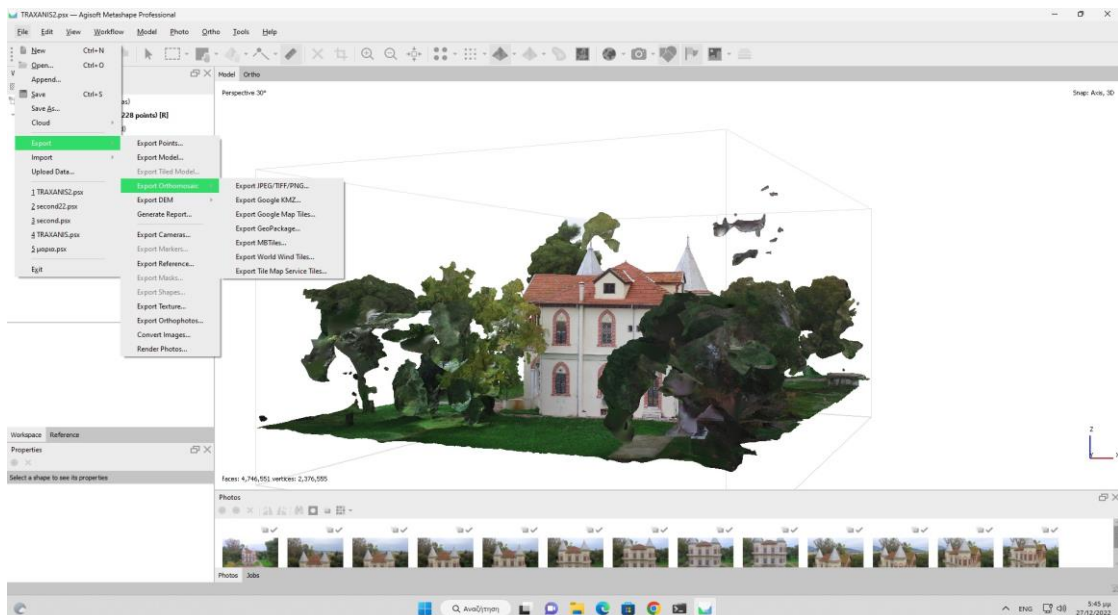


Εικόνα 38. Διαδικασία εξαγωγής



**Εικόνα 39. Επιλογές εξαγωγής του τρισδιάστατου μοντέλου**

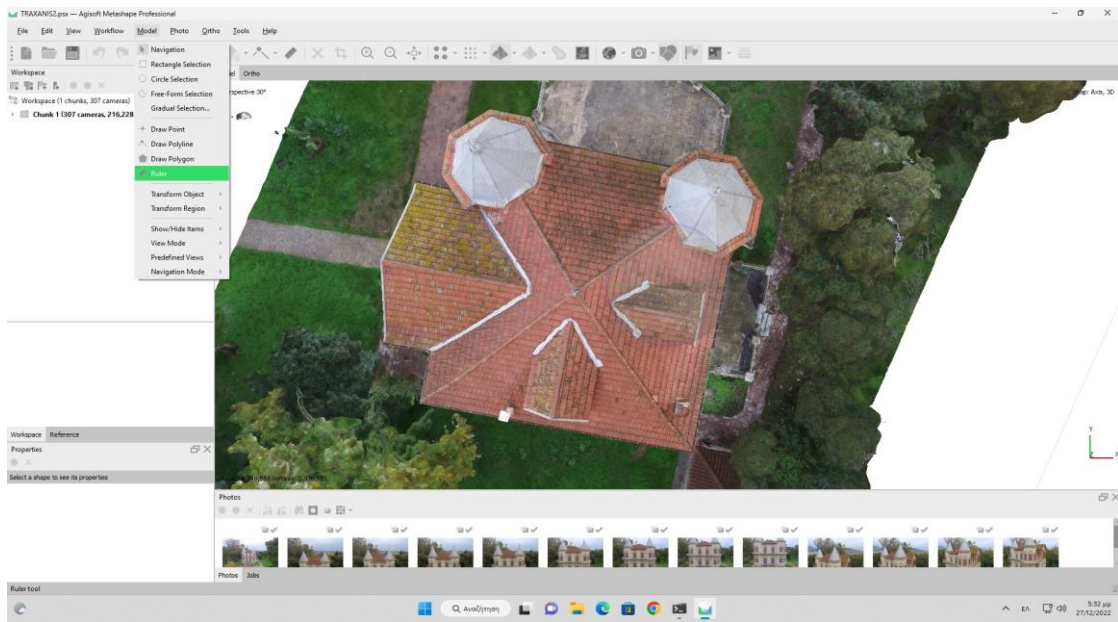
Οι πιο διαδεδομένοι τύποι αρχείων εξαγωγής για περαιτέρω επεξεργασία είναι οι KMZ και dxf.



**Εικόνα 40. Τύποι αρχείων εξαγωγής για μετέπειτα επεξεργασία**

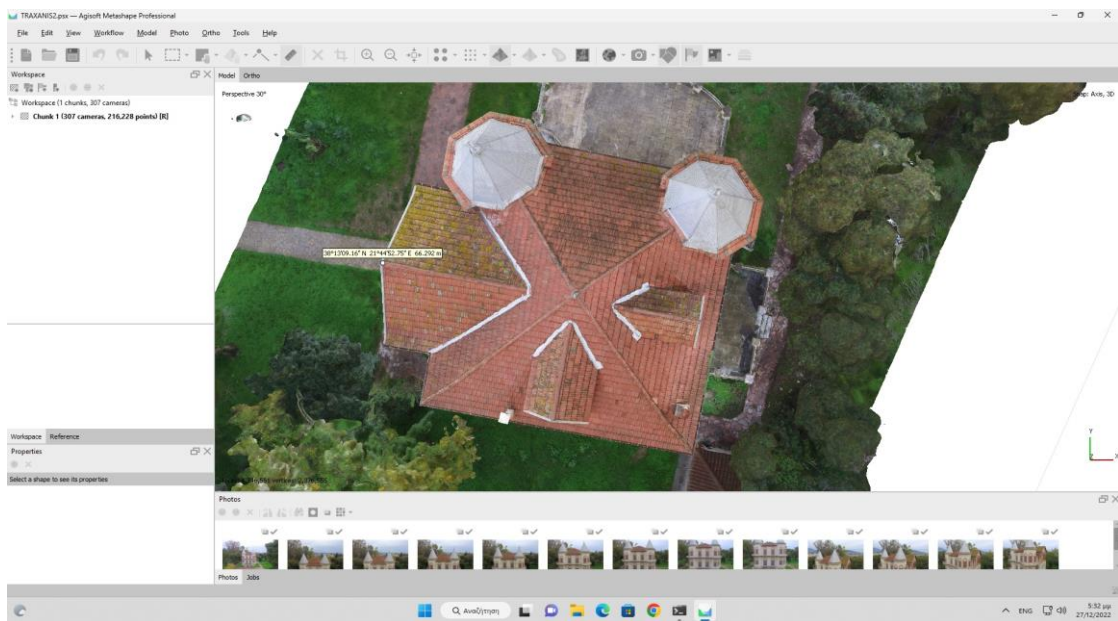
Ένας πολύ χρήσιμος τύπος εξαγωγής είναι ο «KMZ», διότι με αυτό τον τύπο αρχείου μπορούμε να έχουμε το μοντέλο μας στο πρόγραμμα google earth και να το δούμε στην πραγματική θέση που είναι.





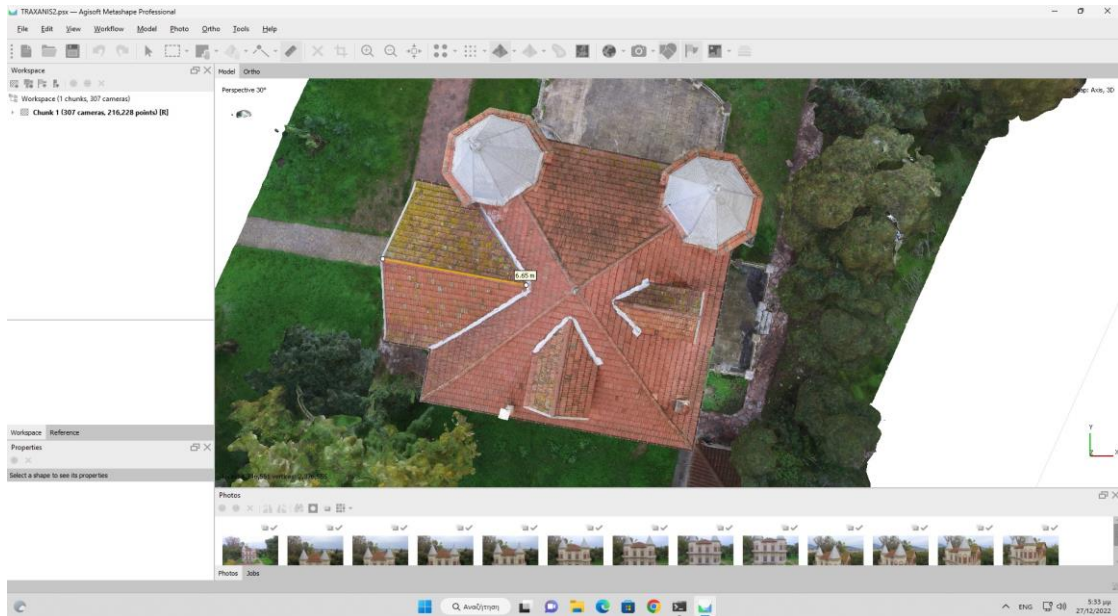
**Εικόνα 41. Μέτρηση αποστάσεων**

Βασική εντολή είναι η «ruler» για την μέτρηση οριζόντιων και καθέτων αποστάσεων.

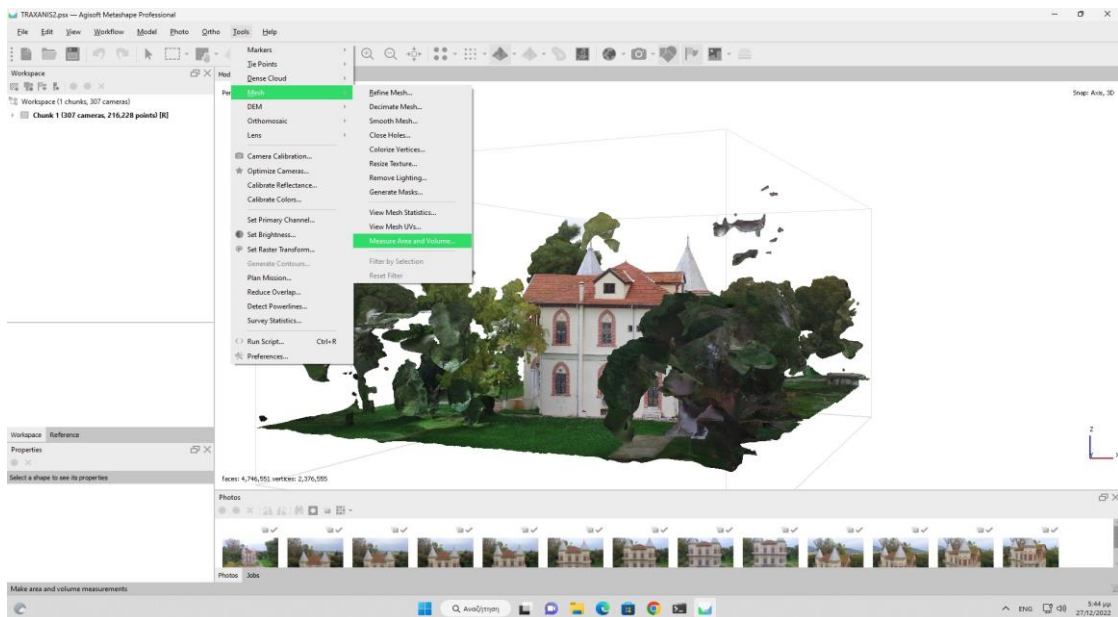


**Εικόνα 42. Πληροφορίες σημείου**

Βασικό πλεονέκτημα του τύπου αρχείου KMZ είναι ότι όποτε και όπου θέλουμε μπορούμε να έχουμε τις συντεταγμένες οποιοδήποτε σημείου από αυτά που κατέγραψε στο κτίριό μας το drone.

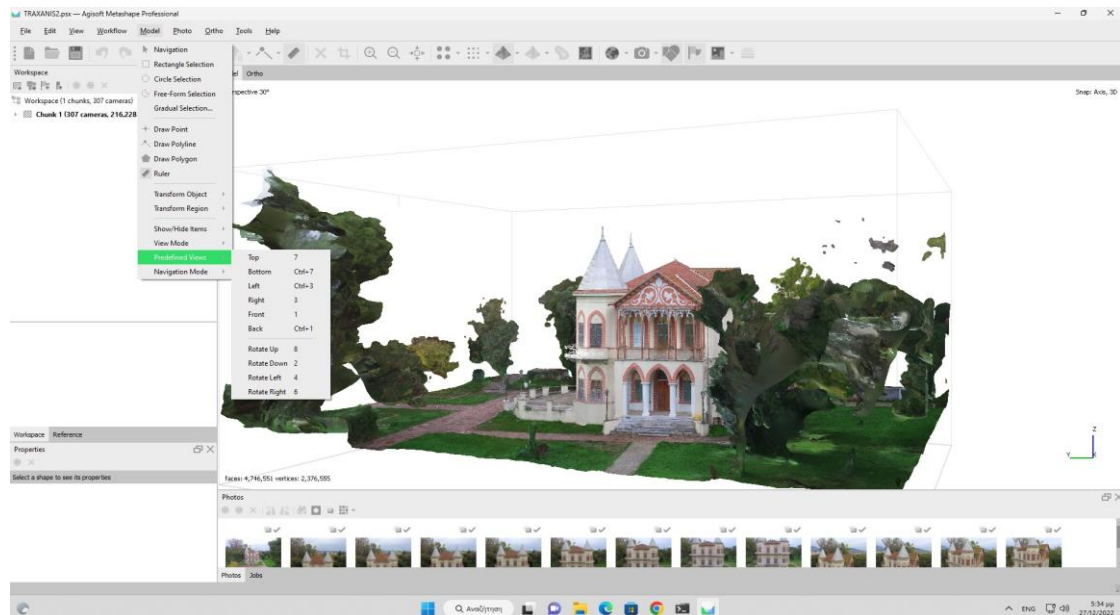


Εικόνα 43. Μέτρηση αποστάσεων



Εικόνα 44. Επιμετρήσεις εμβαδών και όγκων

Το πρόγραμμα μας επιτρέπει να μετρήσουμε εμβαδά και όγκους, έτσι μπορούμε να κάνουμε άμεσα και με ακρίβεια επιμετρήσεις.



Εικόνα 45. Επιλογή όψεων θέασης

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία μοντελοποίησης μπορούμε σε μεταγενέστερο χρόνο και με τη χρήση των δεδομένων που μας παρέχει το Agisoft Metashape υπό μορφή νέφους σημείων, να εξάγουμε μέρος αυτών στο Autocad και με τις γνωστές εντολές «Line» και «Polyline» να δημιουργήσουμε δισδιάστατα σχέδια. Η διαδικασία αυτή δεν παρουσιάζεται διότι αποτελεί μέρος επόμενου σταδίου στην γενικότερη αποτύπωση του κτιρίου αλλά είναι και κάτι το οποίο έχει γίνει στο παρελθόν από αρκετούς φοιτητές και πολιτικούς μηχανικούς. Κλείνοντας, θα ήθελα να αναφέρω ότι η συγκεκριμένη διαδικασία δεν αναδείχθηκε για τον προαναφερθέντα λόγο, αλλά και γιατί δόθηκε περισσότερη έμφαση στην ανάδειξη μιας νέας μεθόδου αποτύπωσης, αυτής δηλαδή με τη χρήση μη επανδρωμένου αεροσκάφους (drone).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ο κλάδος του μηχανικού τόσο για την διεξαγωγή του επαγγέλματος όσο και για την εξέλιξη του είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την πρόοδο της τεχνολογίας. Έτσι και η διαδικασία της αποτύπωσης που είναι μια βασική εργασία ενός πολιτικού μηχανικού εξελίσσεται ανάλογα με την πορεία της τεχνολογίας. Πρέπει να σημειώσουμε ότι όσο και να μας βοηθάει η τεχνολογία, σε πολλές περιπτώσεις το οικονομικό κόστος δεν μας επιτρέπει την ευρεία και καθολική χρήση της. Επίσης, η εξειδίκευση και η τεχνογνωσία είναι απαραίτητη.
- Οι εναέριες αποτυπώσεις με drone πριν δέκα χρόνια ήταν ιδιαίτερα κοστοβόρες και δύσχρηστες. Τα τελευταία χρόνια τόσο το κόστος αγοράς ενός drone όσο και των προγραμμάτων πλοήγησης έχουν μειωθεί κατακόρυφα κάτι το οποίο τα καθιστά προσιτά στον μέσο μηχανικό που επιθυμεί να τα προμηθευτεί.
- Σαφώς η τεχνογνωσία είναι απαραίτητη αλλά λόγω της ευρείας χρήσης των drone σε διάφορους τομείς πλέον όλο και περισσότερος κόσμος έρχεται σε επαφή μαζί τους και αποκτά εμπειρία αναφορικά με την χρήση τους. Τα οφέλη της χρήσης τους λοιπόν είναι πάρα πολλά και σημαντικά καθώς θα μπορούσαμε να πούμε πως κάνουν ευκολότερη τη ζωή ενός μηχανικού από άποψη και χρόνου αλλά και κόπου.
- Μπορούμε λοιπόν κλείνοντας, να καταλήξουμε πως το μέλλον των αποτυπώσεων ανήκει ολοκληρωτικά στην μέθοδο την οποία αναλύσαμε παραπάνω και πως μέρα με τη μέρα όλο και περισσότεροι μηχανικοί θα καταφεύγουν σε τέτοιου είδους αποτυπώσεις.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kristen Boon· Douglas Lovelace (2014). [\*The Domestic Use of Unmanned Aerial Vehicles\*](#). Oxford: Oxford University Press. σελ. 111. ISBN 9780199351053.
2. ↑ [«Remote Piloted Aerial Vehicles»](#). *monash.edu*. Αρχειοθετήθηκε [από το πρωτότυπο](#) στις 20 Μαΐου 2017. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
3. ↑ *Scientific American*, Μάρτιος 1849
4. ↑ Taylor, John William Ransom· Munson, Kenneth (1977). [\*Jane's pocket book of remotely piloted vehicles: robot aircraft today\*](#). USA: Collier Books. σελ. 13.
5. ↑ Pearson, Lee. [«Developing the Flying Bomb»](#) (PDF). *www.history.navy.mil*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 1 Φεβρουαρίου 2013. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023. CS1 maint: Unfit url ([link](#))
6. ↑ [«Kettering Bug»](#). *daviddarling.info*. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
7. ↑ David, Donald (1997). «Standard aircraft». [\*Encyclopedia of World Aircraft\*](#). Etobicoke, Ontario: Prospero Books. σελ. 854.
8. ↑ [«Howeth: Chapter XL \(1963\)»](#). *earlyradiohistory.us*. Ανακτήθηκε στις 16 Μαρτίου 2017.
9. ↑ [«Reginald Denny \(1891-1967\) - Aviation Pioneer»](#). *monash.edu.au*. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
10. ↑ Whittle, Richard (2014). [\*Predator: The Secret Origins of the Drone Revolution\*](#). New York: Henry Holt and Company. σελ. 20. ISBN 9780805099652.
11. ↑ Custers, Bart (2016). [\*The Future of Drone Use: Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives\*](#). Berlin: Springer. σελ. 9. ISBN 9789462651326.
12. ↑ Miller, Jennifer Jean (2014). [\*Marilyn Monroe & Joe DiMaggio - Love In Japan, Korea & Beyond\*](#). New Jersey: J.J. Avenue Productions. σελ. 34. ISBN 9780991429165.
13. ↑ US Patent 2.490.844 τον Μάιο του 1940; Patent 2.408.819 στις 16 Μαΐου 1940 και patent 2.482.804 στις 16 Μαΐου 1940
14. [«A Short History of Unmanned Aerial Vehicles \(UAVs\)»](#). *draganfly.com*. Αρχειοθετήθηκε [από το πρωτότυπο](#) στις 23 Σεπτεμβρίου 2015. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
15. ↑ Auen, Erica Jaye (2007). [\*Unmanned aerial systems conceptual design\*](#). San Diego, California: University of California, San Diego. σελ. 23-24.
16. ↑ Cai, Guowei· Chen, Ben M. (2011). [\*Unmanned Rotorcraft Systems\*](#). London: Springer Science & Business Media. σελ. 1. ISBN 9780857296351.
17. ↑ [«Unmanned Aerial Vehicles»](#). *www.vectorsite.net*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 16 Μαρτίου 2010. Ανακτήθηκε στις 17 Μαρτίου 2017. CS1 maint: Unfit url ([link](#))
18. ↑ [«Model airplane makes nonstop Atlantic crossing»](#). *Flying Magazine* **125** (11): 46. November 1998.

19. Jonathan Karp and Andy Pasztor (7 Αυγούστου 2006). [«Drones in Domestic Skies? They're in Demand for Rescue And Surveillance Missions, But Critics Question Safety»](#). *Wall Street Journal*. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
20. [«FAA authorizes Predators to seek survivors»](#). *www.af.mil*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 29 Ιουνίου 2012. Ανακτήθηκε στις 18 Μαρτίου 2017.CS1 maint: Unfit url ([link](#))
21. ↑ Luna, Taryn (9 Δεκεμβρίου 2015). [«New technology making drones easier, more affordable - The Boston Globe»](#). *BostonGlobe.com*. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
22. ↑ Brewster, Murray (30 Ιουλίου 2012). [«Drones Over Canada: Ottawa Considering Purchase Of Aircraft For Arctic Surveillance»](#). *The Huffington Post*. Αρχειοθετήθηκε [από το πρωτότυπο](#) στις 22 Δεκεμβρίου 2016. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
23. ↑ [«Terrorists Develop Unmanned Aerial Vehicles»](#). *www.armscontrol.ru*. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023..
24. ↑ [«Το πρώτο ελληνικό μη επανδρωμένο drone προσγειώνεται στη ΔΕΘ»](#). *www.iefimerida.gr*. 7 Σεπτεμβρίου 2016. Ανακτήθηκε στις 10-01-2023.

