

## **Σύνταξη νέων επικαιροποιημένων φωτογραμμετρικών υποβάθρων και τρισδιάστατου μοντέλου της ΧΛΖ στην περιοχή ευθύνης ΟΛΠ**

Η σύνταξη νέων επικαιροποιημένων φωτογραμμετρικών υποβάθρων περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις:

### **Αεροφωτογράφιση / Σάρωση Lidar**

Η φάση αυτή αφορά στην αεροφωτογράφιση και ταυτόχρονη σάρωση με δέκτη Lidar της περιοχής μελέτης. Η φωτοληψία της περιοχής θα είναι μεταγενέστερη, με ύψος ήλιου μεγαλύτερο των 30°, χωρίς σύννεφα, ομίχλη, χιόνι ή καπνό. Περιλαμβάνει κατακόρυφες και πλάγιες φωτογραμμετρικές λήψεις πολύ υψηλής ανάλυσης καθώς και ταυτόχρονη σάρωση με αερομεταφερόμενο δέκτη Lidar ενσωματωμένο στο σύστημα αεροφωτογράφισης για όλη την περιοχή μελέτης.

Οι κατακόρυφες αεροφωτογραφίες θα έχουν ανάλυση εικονοψηφίδας στο έδαφος, ίση ή καλύτερη των 5 εκατοστών και θα περιλαμβάνουν τρία κανάλια (RGB). Η πρόσθια και πλευρική επικάλυψη των λήψεων θα είναι αντίστοιχα 80% και 60% ώστε να μπορούν να παραχθούν αληθείς ορθοφωτογραφίες (true orthos). Όλα τα σημεία στην περιοχή μελέτης θα πρέπει να καλύπτονται τουλάχιστον από 5 λήψεις μία κατακόρυφη και 4 πλάγιες στις βασικές διευθύνσεις (εμπρός, πίσω, αριστερά, δεξιά, σε σχέση με την διεύθυνση πτήσης).

Η σάρωση με δέκτη Lidar θα πρέπει να γίνει με πυκνότητα τουλάχιστον 25 σημείων ανά M2. Τα δεδομένα Lidar θα συλλεχθούν ταυτόχρονα με τα δεδομένα της κατακόρυφης και πλάγιας αεροφωτογράφισης. Τα δεδομένα Lidar θα πρέπει να συλλεχθούν με γωνία σάρωσης όχι μεγαλύτερη των 20°.

Το σύστημα αεροφωτογράφισης θα αποτελείται από τουλάχιστον 5 ψηφιακές μετρητικές μηχανές λήψης εκ των οποίων, 1 μηχανή με κατακόρυφο άξονα λήψης (κεντρική εικόνα) και 4 μηχανές με κλίση του οπτικού άξονα ως προς την κατακόρυφο (πλάγιες εικόνες), ώστε να καλύπτουν τις τέσσερις διευθύνσεις περιμετρικά της κεντρικής (μπροστά, πίσω, αριστερά, δεξιά).

Αναλυτικότερα, θα πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, όσον αφορά στην κατακόρυφη μηχανή:

- Ανάλυση αισθητήρα: > 110 Mp
- Μέγεθος εικονοψηφίδας (pixel) > 5  $\mu$ m
- Φασματική ανάλυση: Κανάλια R, G, B, IN (προαιρετικό)

Όσον αφορά στις πλάγιες μηχανές:

- Ανάλυση αισθητήρα: > 110 Mp
- Μέγεθος εικονοψηφίδας (pixel) > 5  $\mu$ m

- Φασματική ανάλυση: Κανάλια R, G, B

Όσον αφορά το σύστημα Lidar θα πρέπει να είναι ενσωματωμένο στο σύστημα της κάμερας, να αποτελεί ένα ενιαίο σύνολο με αυτήν και να διαθέτει:

- Συχνότητα σάρωσης 2 MHz
- Δυνατότητα πολλαπλών παλμών (Gateless Multi-Pulses in the Air – MpiA)
- Πρότυπο πλάγιας σάρωσης (Oblique scan pattern)
- Ομοιόμορφη κατανομή σημείων στο σύνολο δεδομένων

Το σύστημα συνολικά θα πρέπει να διαθέτει:

- Ραδιομετρική ανάλυση αισθητήρων: 14 bit
- Δυναμικό εύρος αισθητήρων > 12 stops
- Δυνατότητα συγχρονισμένων λήψεων
- Σύστημα απόσβεσης εμπρόσθιας κίνησης (FMC)
- Γυροσκοπική βάση ανάρτησης (Gyro Stabilized Automatic Suspension Mount)
- Σύστημα GNSS/IMU (ακρίβεια προσδιορισμού θέσης: 0.05 – 0.30m, ακρίβεια στροφών: 0.005-0.008 deg)
- Δυνατότητα διαδοχικών λήψεων με εδαφοψηφίδα GSD=5cm και επικάλυψη 80% (forward overlap) χωρίς την εμφάνιση θαμπώματος λόγω κίνησης (motion blur)
- Βαθμονομημένο σύστημα (Εσωτερικός και σχετικός προσανατολισμός των 5 μηχανών).
- Δυνατότητα αποθήκευσης συνεχόμενων λήψεων.

Όλα τα στοιχεία προσανατολισμού των αεροφωτογραφιών και υπολογισμού των τροχιών του συστήματος Lidar θα υπολογισθούν στο κρατικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87. Για το γεωδαιτικό σκέλος των εργασιών (επιλύσεις κινηματικών/αδρανειακών δεδομένων καθώς και των απαιτούμενων φωτοσταθερών και σημείων ελέγχου) θα πρέπει να αξιοποιηθεί το σύστημα HEPOS.

Η αεροφωτογράφιση και η σάρωση Lidar θα πραγματοποιηθούν μετά από έκδοση σχετικής έγκρισης από το ΓΕΕΘΑ σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διαδικασίες για αεροφωτογραφήσεις αναπτυξιακού σκοπού. Θα τηρηθούν τα προβλεπόμενα από τους κανόνες πτήσεων αεροφωτογράφισης για μετρητικούς σκοπούς από το ΓΕΕΘΑ και τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Λόγω του χαρακτήρα των εγκαταστάσεων του ΟΛΠ ως διαβαθμισμένων πληροφοριών, η διαχείριση των δεδομένων θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τον Εθνικό Κανονισμό Βιομηχανικής Ασφάλειας και από εταιρεία (ανάδοχο ή υπεργολάβο) πιστοποιημένη κατά ΕΚΒΑ.

Λόγω του ότι οι πτήσεις θα πραγματοποιηθούν σε αστικό περιβάλλον, ο Ανάδοχος θα πρέπει για λόγους ασφαλείας να διαθέτει δικινητήριο αεροσκάφος.

Η αεροφωτογράφιση και η σάρωση Lidar θα πραγματοποιηθούν στο πλαίσιο του έργου σε μεταγενέστερη ημερομηνία. Δεν είναι αποδεκτή η χρήση άλλου φωτογραφικού συστήματος

που δεν πληροί τις προαναφερόμενες προδιαγραφές ενώ όλα τα παραδοτέα θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις που αναφέρονται στο παρόν. Ο υποψήφιος Ανάδοχος πρέπει να αναπτύξει και να υλοποιήσει τις κατάλληλες διαδικασίες εσωτερικών ελέγχων προκειμένου να διασφαλίσει την απαιτούμενη από τις παρούσες προδιαγραφές ποιότητα.

Το αντίγραφο/-α του/των πιστοποιητικών βαθμονόμησης των φωτομηχανής/-ων (γεωμετρική, ραδιομετρική, εκκεντρότητας, συγχρονισμού κλείστρου, GNSS/INS) δεν θα πρέπει να είναι παλαιότερο των 2 ετών.

### **Παραγωγή φωτογραμμετρικού υποβάθρου μεγάλης ανάλυσης**

Η Φάση αυτή περιλαμβάνει την μετέπειτα επεξεργασία των αεροφωτογραφιών για τη παραγωγή τοπογραφικού υποβάθρου πολύ μεγάλης ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένης της πραγματικής ορθοδιόρθωσης (true orthophoto) των αεροφωτογραφιών και του τρισδιάστατου μοντέλου, καθώς και των δεδομένων αναγλύφου: (α) DSM (Digital Surface Model) (β) DTM (Digital Terrain Model) και (γ) τρισδιάστατου μοντέλου πόλης (3D mesh) .

Ο Ανάδοχος θα μετρήσει κατάλληλα γεωδαιτικά σημεία (φωτοσταθερά σημεία και υψομετρικές επιφάνειες ελέγχου) απαραίτητα για τον προσανατολισμό των αεροφωτογραφιών και την βαθμονόμηση του νέφους σημείων που θα προέλθει από την σάρωση Lidar. Οι θέσεις και το πλήθος των φωτοσταθερών σημείων και των επιφανειών ελέγχου θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια του αεροτριγωνισμού, της επίλυσης των τροχιών και της βαθμονόμησης του νέφους σημείων. Κάθε φωτοσταθερό θα πρέπει να συνοδεύεται από φωτογραφική και περιγραφική τεκμηρίωση. Τα σημεία θα προσδιορισθούν σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ'87, χρησιμοποιώντας ως Reference Stations, τους σταθμούς Αναφοράς του HEPOS. Η ακρίβεια προσδιορισμού των οριζόντιων συντεταγμένων των φωτοσταθερών και σημείων ελέγχου στο έδαφος κρίνεται απαραίτητο να είναι καλύτερη από 3 εκατοστά, ενώ αυτή των υψομέτρων 5 εκατοστά.

Τα αποτελέσματα από την επίλυση του αεροτριγωνισμού θα ελεγχθούν με βάση το μέσο τετραγωνικό σφάλμα που θα προκύψει από την επίλυση του καθώς τα εναπομείναντα σφάλματα στα φωτοσταθερά και τα σημεία ελέγχου στο έδαφος.

Τα όρια αποδοχής που τίθενται για τον έλεγχο του αεροτριγωνισμού είναι τα ακόλουθα:

- μέσο τετραγωνικό σφάλμα του συνόλου των σημείων οριζοντιογραφικά  $RMSE_{xy} \leq 7,5$  εκατοστά
- μέσο τετραγωνικό σφάλμα του συνόλου των σημείων υψομετρικά  $RMSE_z \leq 10$  εκατοστά

Σε ότι αφορά στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DTM) θα παραδοθεί, περιλαμβάνοντας το σύνολο της περιοχής μελέτης, σε βήμα κανάβου (grid size) 50 εκατοστών. Αντίστοιχα το βήμα κανάβου για το ψηφιακό μοντέλο επιφανειών (DSM) θα είναι 25 εκατοστά, περιλαμβάνοντας

επίσης το σύνολο της περιοχής μελέτης. Και τα δύο υψομετρικά μοντέλα θα παραδοθούν σε format Geotiff, με υψομετρική ακρίβεια καλύτερη των 15 εκατοστών.

Τα υψομετρικά μοντέλα θα παραδοθούν σύμφωνα με τη διανομή 1:1.000 ΕΓΣΑ '87. Επιπλέον τα αρχεία αυτά θα φέρουν περιμετρική επικάλυψη η οποία θα είναι 40 μέτρα. Έτσι κάθε αρχείο DTM/DSM θα καλύπτει συνολικά επιφάνεια με διαστάσεις: [880 μέτρα A-Δ] x [680 μέτρα B-N].

Σε ότι αφορά στις αληθείς ορθοφωτογραφίες, το πρωτογενές μέγεθος του εικονοστοιχείου στο έδαφος (GSD), όπως αυτό προκύπτει απευθείας προερχόμενο από ψηφιακούς δέκτες δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5 εκατοστά. Επισημαίνεται ότι για τις ορθοφωτογραφίες, απαιτείται η πλήρης ορθοαναγωγή των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς εικόνας (fully rectified images) συμπεριλαμβανομένων, εκτός του εδάφους, όλων των τεχνικών κατασκευών (Κτήρια, Γέφυρες, Τεχνικά Έργα, κλπ.). Οι Ψηφιακοί ορθοφωτοχάρτες, θα παραδοθούν σύμφωνα με τη διανομή 1:1.000 ΕΓΣΑ'87, με οριζοντιογραφική ακρίβεια καλύτερη των 15cm, διαστάσεων 800m A-Δ x 600m B-N.

Το format των ορθοφωτογραφιών θα είναι Tiff Uncompressed και Jpeg2000, ενώ κάθε εικόνα θα συνοδεύεται από το αρχείο Γεωδαιτικής Αναφοράς Ορθοφωτογραφιών (ESRI World file Standard).

Οι συντεταγμένες αναφέρονται στο κέντρο του εικονοστοιχείου που βρίσκεται στο άνω αριστερό σημείο της ορθοφωτογραφίας.

Δεν θα πρέπει να υπάρχει κενό ή επικάλυψη μεταξύ γειτονικών ορθοφωτογραφιών. Τα ορθοφωτομωσαϊκά που θα παραδοθούν θα πρέπει να καλύπτουν όλη την καθορισμένη περιοχή ενδιαφέροντος.

Οι ορθοφωτογραφίες δεν θα πρέπει να εμφανίζουν σύννεφα, σκιές νεφών, ομίχλη, χιόνι, καπνό, σκόνη, πλημμύρες, σε βαθμό τέτοιο ο οποίος επηρεάζει την ευκρίνεια των ζητούμενων επίγειων λεπτομερειών. Το μέγιστο ποσοστό κάλυψης των παραπάνω παραγόντων πρέπει να είναι 0% για το σύνολο της περιοχής ενδιαφέροντος.

Οι ορθοφωτογραφίες δεν θα πρέπει να εμφανίζουν έντονες σκιές που προκαλούνται λόγω του ανάγλυφου. Το ύψος του ηλίου κατά τη διάρκεια των φωτοληψιών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 30°.

Για τις περιπτώσεις εκείνες όπου δύο ή περισσότερες ορθοεικόνες ενώνονται με σκοπό τη σύνθεση φωτομωσαϊκών θα πρέπει όλες οι επιμέρους εικόνες να προσαρμόζουν τα ραδιομετρικά χαρακτηριστικά τους έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι κατά το μέγιστο δυνατό ομοιόμορφο.

Η ορθοαναγωγή θα πρέπει να μην δημιουργεί προβλήματα αλλοίωσης της εικόνας όπως είναι τα φαινόμενα των «τραβηγμένων» / «πολλαπλών» ειδώλων ή αυτών που το σχήμα τους εμφανίζεται αλλοιωμένο σε «κυματοειδή» μορφή. (Ghosting images, Wavy features, Smears).

Η ραδιομετρική ανάλυση των ορθοεικόνων θα είναι 24-bit true color, 256 επίπεδα τιμών για κάθε κανάλι (0 = μαύρο, 255 = λευκό). Το υπόβαθρο (background) των εικόνων ορίζεται για όλες τις πινακίδες στο μαύρο, συνεπώς όλες οι περιοχές χωρίς φασματική πληροφορία θα λάβουν την τιμή 0 (nodata value).

Συνοψίζοντας στα παραδοτέα θα περιλαμβάνονται τα εξής:

#### Ορθοεικόνες

- σε format tiff uncompressed και jpeg2000
- θα περιέχουν 3 κανάλια (RGB)
- διάσταση εικονοστοιχείου στο έδαφος (GSD) στα 5 εκατοστά

#### Τρισδιάστατο μοντέλο πόλης εντός ΧΛΖ

- αρχεία 3D mesh

#### Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους

- Σε μορφή (format) Geotiff floating
- Διάσταση εικονοστοιχείου στο έδαφος 50 εκατοστά
- Με περιμετρική επικάλυψη 40 μέτρων σε σχέση με την περιοχή κάλυψης της αντίστοιχης ορθοεικόνας

#### Ψηφιακά Μοντέλα Επιφανειών

- Σε μορφή (format) Geotiff floating
- Διάσταση εικονοστοιχείου στο έδαφος 25 εκατοστά
- Με περιμετρική επικάλυψη 40 μέτρων σε σχέση με την περιοχή κάλυψης της αντίστοιχης ορθοεικόνας

#### Δεδομένα Lidar

- Αρχεία μορφής \*.laz

Aerial Photography within PPA's jurisdiction with the use of LiDAR receivers

-

Compilation of new updated photogrammetric backgrounds and 3D model

---

Η ονομασία όλων των παραπάνω αρχείων προσδιορίζεται από τον κωδικό της αντίστοιχης πινακίδας διανομής ΕΓΣΑ'87 κλίμακας 1:1.000.