

Είδη σφαλμάτων

- Σφάλμα = μετρημένη - αληθής τιμή
- Τυχαία
 - Εμφανίζονται σχεδόν σε όλες τις παρατηρήσεις και ακολουθούν συνήθως κανονική κατανομή.
- Συστηματικά
 - Εμφανίζονται σε όλες τις παρατηρήσεις και μπορεί να μοντελοποιηθούν μαθηματικά.
- Χονδροειδή
 - Εμφανίζονται μόνο σε κάποιες παρατηρήσεις και έχουν ανεξέλεγκτο μέγεθος.

Θεωρία Σφαλμάτων

Ακρίβεια - Ορθότητα (Accuracy - Precision)
απουσία συστηματικών - απουσία τυχαίων

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ (Reliability): Απουσία χονδροειδών

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Η ικανότητα ανίχνευσης, εντοπισμού και απαλοιφής χονδροειδών σφαλμάτων. Το μέτρο της είναι το ελάχιστο μέγεθος σφάλματος που μπορεί να ανακαλυφθεί με συγκεκριμένη πιθανότητα

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Η επίδραση των μη ανακαλυφθέντων χονδροειδών σφαλμάτων στο τελικό αποτέλεσμα

ΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΔΙΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

Παράγοντες που επηρεάζουν την τελική ακρίβεια:

- Κλίμακα αεροφωτογραφιών
- Είδος φακού
- Ύψος πτήσης
- Είδος των παρατηρούμενων σημείων
- Διαδικασία μέτρησης **μεμονωμένα σημεία - γραμμές**
- Φωτογραμμετρικό σύστημα στερεοαπόδοσης
 - δυνατότητες λογισμικού
 - μέγεθος σκοπευτικής διάταξης (ιπτάμενη μάρκα)
- Αποκατάσταση στοιχείων εσωτερικού προσανατολισμού
- Αριθμός, διάταξη και ακρίβεια φωτοσταθερών
- Διαδικασίες εξωτερικού προσανατολισμού (Σχ.-Απ. ή Α/Τ)

Σφάλματα στις παρατηρήσεις

- Βαθμός λεπτομέρειας και ικανότητα αναγνώρισης στην εικόνα
- Διάθλαση ατμόσφαιρας
- Ακτινική Διαστροφή
- Επιπεδότητα ΦΕΕ (ακόμα και στους ψηφιακούς δέκτες)
- Συρρίκνωση
- Συντεταγμένες εικονοσημάτων
- Ανάλυση και ακρίβεια του Φωτογραμμετρικού σταθμού
- Ακρίβεια του χειριστή
- Σφάλματα στα Φ/Σ

Εκτίμηση του σφάλματος (RMS)

Εφόσον είναι γνωστές οι συνθήκες της φωτογραμμετρικής εφαρμογής ...

- Είδος φωτομηχανής
- Είδος συστήματος απόδοσης
- Συστηματικά σφάλματα και μοντελοποίησή τους
- Αλγόριθμοι που θα εφαρμοστούν
- Μέθοδος συνόρθωσης - λογισμικό
- κ.τ.λ.
- ... τότε είναι δυνατόν να εκτιμηθούν βάσιμα τα σφάλματα (RMS) στα τελικά αποτελέσματα

Εκτίμηση του σφάλματος (RMS)

- Σήμερα διατίθενται λογισμικά προσομοίωσης για την εκτίμηση των τελικών σφαλμάτων, ώστε να γίνουν διορθωτικές κινήσεις στον προγραμματισμό δηλ. πριν την εκτέλεση του έργου.
 - Γεωμετρία των θέσεων λήψης
 - Αριθμός των μετρήσεων ανά σημείο
 - Κατανομή και αριθμός φωτοσταθερών και σημείων ελέγχου.
 - Πρόσθετες παράμετροι, π.χ. GPS
- Με τα λογισμικά προσομοίωσης, είναι δυνατόν να διαπιστώνεται η τελική επίδραση σφαλμάτων σε συγκεκριμένες παραμέτρους

ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Τα φωτογραμμετρικά όργανα επιλύουν συνεχώς το πρόβλημα της εμπροσθοτομίας στο χώρο, προσδιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο τις γεωδαιτικές συνεταταγμένες X , Y και Z κάθε σημείου που σκοπεύεται στερεοσκοπικά, ώστε να αποδίδονται όλες οι λεπτομέρειες του αντικειμένου.

Η Φωτογραμμετρική απόδοση εκτελείται κατευθείαν στο χώρο των τριών διαστάσεων και από το στερεοσκοπικό μοντέλο αποδίδονται ξεχωριστά:

- οι **οριζοντιογραφικές** λεπτομέρειες **γραμμές λεπτομερειών στο χώρο**
- οι **υψομετρικές** λεπτομέρειες **ισοϋψείς γραμμές ή σημειακά υψόμετρα**

Οριζοντιογραφική Ακρίβεια

Μεμονωμένα σημεία

- Ανάλογη της κλίμακας των εικόνων
- Σχεδόν ανεξάρτητη του είδους του φακού

$$\sigma_{xy} = \sqrt{\left(\frac{x}{c} \kappa \lambda_{A/\Phi} \frac{H}{B} \sigma_{px}\right)^2 + (\kappa \lambda_{A/\Phi} \sigma_{xy})^2}$$

Προσημασμένα σημεία: $\pm 6 \mu\text{m}$ στην εικόνα

Φυσικά σημεία: - ακρίβεια υπολογισμού
- αβεβαιότητα ορισμού του σημείου

Ακρίβεια φωτογραμμετρικής απόδοσης

Η ακρίβεια της φωτογραμμετρικής απόδοσης είναι:

Α. Για προσημασμένα σημεία: $\sigma_{xy} = \pm 6\mu\text{m}$ στην εικόνα
($\sigma_H = \pm 0.06\%$ του H)

Β. Για αποστάσεις: $\sigma_s = \sigma_{xy} \sqrt{2}$

Γ. Για συνεχείς γραμμές: $\sigma_{vp} = \pm 45\mu\text{m}$ στην εικόνα
εμπειρικός καθορισμός

Δ. Για ισούψεις γραμμές: $\sigma_H = \pm 0.25\%$ του H

Οριζοντιογραφική Ακρίβεια

Παράγοντες καθορισμού κλίμακας εικόνας:

- Ακρίβεια αποδόσεων μεγάλες κλίμακες χαρτών
- Δυνατότητα ερμηνείας μικρές κλίμακες χαρτών

$$κλ_{A/\Phi} = \text{σταθ}_{\text{διαδ}} \sqrt{κλ_X}$$

6.500 ÷ 9.500 για	1.000	$κλ_X : κλ_{A/\Phi} = 1:7 - 1:8$
14.000 ÷ 21.000 για	5.000	$κλ_X : κλ_{A/\Phi} = 1:3 - 1:4$
20.000 ÷ 30.000 για	10.000	$κλ_X : κλ_{A/\Phi} = 1:2 - 1:3$
45.000 ÷ 67.000 για	50.000	$κλ_X : κλ_{A/\Phi} = 1:1 - 1:1,3$

Ακρίβεια φωτογραμμετρικής απόδοσης

Στις περισσότερες περιπτώσεις η ακρίβεια των οριζοντιογραφικών συντεταγμένων (X και Y) είναι ευθέως ανάλογη προς την κλίμακα της εικόνας. Επισημαίνεται ότι ο τύπος του φακού δεν επηρεάζει σημαντικά τις σ_x και σ_y

Η υψομετρική αβεβαιότητα σ_H καθορίζεται από τη γνωστή εξίσωση της παράλληλης

$$\sigma_H = \frac{H_A H_A}{B \cdot c} \sigma_p$$

Παράλληλη και υψόμετρα

Ακρίβεια της παράλληλης

$$H_A = c \frac{B}{p_{x_A}} \Rightarrow dH_A = -c \frac{B}{p_{x_A}^2} dp = -\frac{H_A^2}{B \cdot c} dp \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sigma_H = \frac{H_A^2 \cdot \sigma_p}{B \cdot c} = \frac{H_A \cdot \sigma_p}{\frac{B}{H_A} \cdot c} \Rightarrow \frac{\sigma_H}{H_A} = \frac{\sigma_p}{\frac{B}{H_A} \cdot c}$$

Υψομετρική Ακρίβεια

Μεμονωμένα σημεία

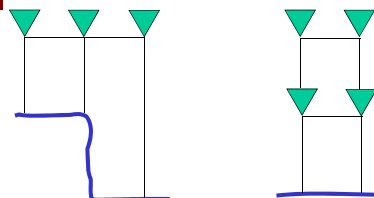
- Εξαρτάται **γραμμικά** ή **τετραγωνικά** από την απόσταση λήψης $\sigma_z = (H/c) (H/B) \sigma_{px}$ **κανονική διάταξη**
- Είδος φακού: κανονικός/ευρυγώνιος - υπερευρυγώνιος
- Επικάλυψη φωτογραφιών (60%)

Προσημασμένα σημεία: $\pm 0.06\% H_{λήψης}$ κανονικός/ευρυγώνιος
 $\pm 0.08\% H_{λήψης}$ υπερευρυγώνιος

Φυσικά σημεία: - ακρίβεια υπολογισμού
 - αβεβαιότητα ορισμού του σημείου

Υψομετρική Ακρίβεια φωτογραμμετρικής απόδοσης

$$\sigma_H = \frac{H_s H_a}{B \cdot c} \sigma_p$$



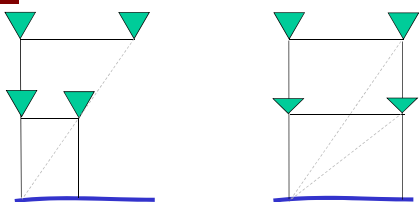
Αμετάβλητα: Η βάση λήψης **B** και Η σταθερά **c** της μηχανής

Μεταβολή: Ύψους πτήσης **H**

Η υψομετρική ακρίβεια εξαρτάται από το **τετράγωνο του H**

Υψομετρική Ακρίβεια φωτογραμμετρικής απόδοσης

$$\sigma_H = \frac{H_s H_a}{B \cdot c} \sigma_p$$



Αμετάβλητα: Ο λόγος **H/B** και Η σταθερά **c** της μηχανής

Μεταβολή: Ύψους πτήσης **H**

Αμετάβλητα: Ο λόγος **H/c** Η βάση **B**

Μεταβολή: Ύψους πτήσης **H**

Η υψομετρική ακρίβεια εξαρτάται **γραμμικά από το H**

Υψομετρική Ακρίβεια

Υψομετρικές γραμμές

- Συνεχείς γραμμές: $\sigma_z = \pm 0.20\% H_{λήψης}$ κανονικός/ευρυγώνιος
 $\sigma_z = \pm 0.25\% H_{λήψης}$ υπερευρυγώνιος
- Ισούψεις: $\sigma_H = \pm 0.25\% H_{λήψης}$ (χονδρική εκτίμηση)
- Διατομές: - ακρίβεια προσδιορισμού υψομέτρου (σ_z)
 - κλίση του εδάφους
- Σημεία κανάβου: $\sigma_{zk} = \pm 0.10-0.15\% H_{λήψης}$

Προδιαγραφές Κτηματικών Χαρτών για Εθνικό Κτηματολόγιο

Κλίμακα χάρτη 1:5.000
Κλίμακα εικόνας 1:15.000 $c=152\text{mm}$

Ακρίβεια Ισοϋψών:

90% των σημείων $\sigma_{H(1/2)}$ ισοδιάστασης = 2m

$$\sigma_H = \pm 0.25\% \cdot H_{\text{λήψης}}$$

Ακρίβεια υψομετρικών σημείων (κανάβου):

$\text{rmse}(Z_K) = 1.25\% \cdot H_{\text{λήψης}} = 2.8\text{m}$ $\alpha = 95\%$

$$\sigma_{Z_K} = \pm 0.15 - 0.25\% \cdot H_{\text{λήψης}}$$