

ΜΕΡΟΣ 1ο

ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑ

1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑΣ

1.1. ΟΡΙΣΜΟΙ - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Φωτοερμηνεία είναι ο οπτικός προσδιορισμός της ταυτότητας των αντικειμένων στην επιφάνεια της γης, καθώς και η ανάλυση και κρίση της σημασίας τους από αεροφωτογραφίες.

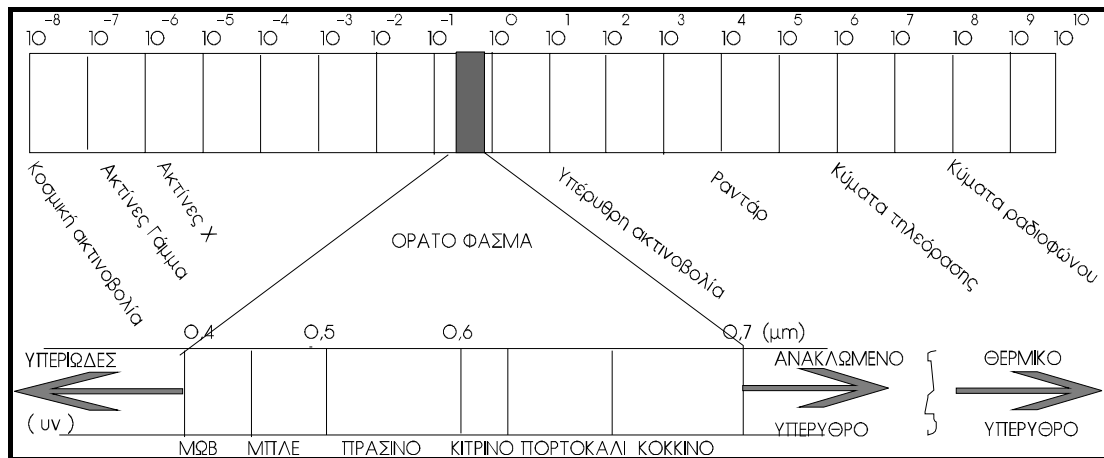
Η αποτύπωση για τον προσδιορισμό των αντικειμένων γίνεται με την βοήθεια ειδικών οργάνων, των τηλε-απεικονιστών (στους οποίους περιέχεται και η φωτογραφική μηχανή-camera) που χρειάζονται να απορροφήσουν κάποια ενέργεια για να παράγουν εικόνες.

Η κυριότερη πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος και η ενέργεια που δίνει είναι γνωστή σαν ηλεκτρομαγνητική. Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια απεικονίζεται αναλόγως του μήκους κύματος που έχει σε κάποιο φάσμα. Το κομμάτι εκείνο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που είναι ορατό από το ανθρώπινο μάτι και δυνατό να καταγραφεί από τους τηλε-απεικονιστές λέγεται ορατό φάσμα. Εκτός από το οπτικό φάσμα και διάφορες άλλες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είναι γνωστές από διάφορες χρήσεις των κυμάτων (ακτινών) που περιέχουν.

Σχηματική κλίμακα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος δίνεται στο σχ. 1 ενώ του ορατού στο σχ. 2.

Σημειωτέο ότι το μήκος κύματος μετράται από μια κορυφή ενός κύματος έως την επόμενη και συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα λ.

ΣΧΗΜΑ 1



Όταν η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προσπίπτει σε μία επιφάνεια (στην περίπτωση μας στην επιφάνεια της γης) υπάρχει περίπτωση ένα μέρος της να ανακλαστεί, ένα άλλο να διαχυθεί και ένα άλλο να απορροφηθεί και να μεταδοθεί στη συνέχεια σ' ένα άλλο μέσο (περίπτωση του νερού).

Επειδή η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανιχνεύεται μόνον κατόπιν αντίδρασής της με οποιοδήποτε υλικό σώμα, οι τηλεαπεικονιστές δέχονται ηλεκτρομαγνητική ενέργεια η οποία δεν προέρχεται κατευθείαν από την πηγή της (ήλιος), αλλά κατόπιν ανάκλασης, διάχυσης και μετάδοσης, κατόπιν απορρόφησης σε άλλα υλικά μέσα (σύννεφα, καθαρή ατμόσφαιρα, επιφάνεια ξηράς, επιφάνεια νερού κ.α.).

Ανάκλαση λέμε τον λόγο της ανακλώμενης προς την προσπίπτουσα ενέργεια, σε κάποιο αντικείμενο.

1.2. (ΒΑΣΙΚΑ) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Τρία είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που καθιστούν την αεροφωτογραφία απαραίτητη στην παρατήρηση της γήινης επιφάνειας:

1ο. Η μεγάλη έκταση που παρουσιάζεται μέσω της αεροφωτογραφίας (π.χ. στην κλίμακα 1:20.000 περίπου εννέα τετραγωνικά μίλια).

2ο. Ο συνδυασμός ζευγών αεροφωτογραφιών μπορεί να μας δώσει τρισδιάστατη εικόνα της επιφάνειας της γης.

3ο. Οι αεροφωτογραφίες είναι ακριβείς και αξιόπιστες παρουσιάσεις της επιφάνειας της γης και των αντικειμένων που βρίσκονται σ' αυτή.

Δεν θα έπρεπε βέβαια να παραλείψουμε να αναφέρουμε την διαχρονικότητα των αεροφωτογραφιών ως μέσο παρατήρησης.

Πραγματικά, με τα μέσα που διαθέτουν η τεχνολογία και η επιστήμη σήμερα, δεν θα μπορούσε να υπάρξει ένα μέσο καταγραφής της επιφάνειας της γης συχνότερο και συστηματικότερο διαχρονικά. Η μόνη σύγκριση που είναι συνατόν να γίνει είναι με τις δορυφορικές εικόνες, αλλά σ' αυτές θα αναφερθούμε υστερότερα.

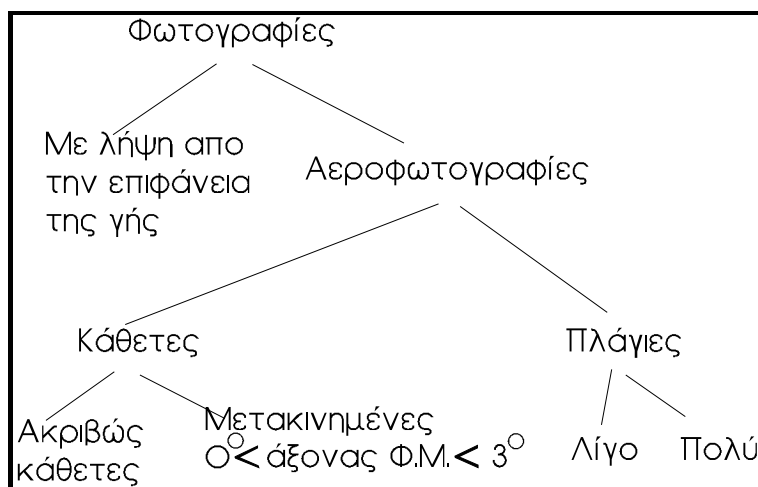
Τέλος, σα μειονέκτημα ίσως, θα έπρεπε να αναφερθούμε στο κόστος των αεροφωτογραφιών που και αυτό σε σχέση με την επιφάνεια-κάλυψη και τη συχνότητα κάλυψης που μας προσφέρουν, δεν είναι σχετικά μεγάλο.

1.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Αν και ένα μεγάλο μέρος της φωτοερμηνείας πραγματοποιείται με κατακόρυφες αεροφωτογραφίες, ο ειδικός που ασχολείται με φωτοερμηνεία πρέπει να λαμβάνει υπόψη του και πλάγιες αεροφωτογραφίες για να σχηματίσει μια πολύπλευρη όψη του υπό εξέταση αντικειμένου.

Έτσι οι φωτογραφίες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό και την εξέταση αντικειμένων στην επιφάνεια της γης μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με το σχήμα 2.

ΣΧΗΜΑ 2



Στο σχήμα 2 πρέπει να προσθέσουμε ότι πλάγιες αεροφωτογραφίες έχουμε όταν ο άξονας της φωτογραφικής μηχανής βρίσκεται μεταξύ 3 και 90 από τον κατακόρυφο άξονα

στην επιφάνεια της γης. Οι πλάγιες πάλι αεροφωτογραφίες, χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες, στις λίγο πλάγιες και στις πολύ. Οι λίγο πλάγιες είναι εκείνες στις οποίες δεν φαίνεται ο ορίζοντας, ενώ αντίθετα στις πολύ φαίνεται.

[βιβλιογρ. 1]

Δεύτερη ταξινόμηση είναι δυνατή και από το μέγεθος του φιλμ που χρησιμοποιείται στην ειδική φωτογραφική μηχανή για την λήψη αεροφωτογραφιών, αλλά δεν θα εξεταστεί εδώ.

1.3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΛΑΓΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

- 1ο. Η κλίμακα είναι η ίδια περίπου σ' όλη την αεροφωτογραφία.
- 2ο. Ο προσδιορισμός διευθύνσεων είναι πιο εύκολος και είναι σχεδόν ο ίδιος μ' αυτόν που χρησιμοποιείται στους χάρτες και στην κάθετη αεροφωτογραφία.
- 3ο. Χωρίς περιορισμούς η κάθετη αεροφωτογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποκατάστατο χάρτη, προσθέτοντας ένα πλαίσιο και επί μέρους στοιχεία.
- 4ο. Δεν υπάρχει επικάλυψη αντικειμένων λόγω ύψους.

5ο. Η στερεοσκοπική μελέτη είναι ευκολότερη και πιο εφαρμόσιμη στην κάθετη αεροφωτογραφία.

1.3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΛΑΓΙΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΘΕΤΗ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

1ο. Η έκταση της επιφάνειας της γης που περιέχεται σε μια πλάγια αεροφωτογραφία είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν στην κάθετη.

2ο. Σε υψηλές νεφώσεις η κάθετη αεροφωτογραφία είναι αδύνατη, ενώ η πλάγια πραγματοποιείται.

3ο. Η θέα της αεροφωτογραφίας είναι πιο φυσική γιατί ο άνθρωπος έχει κυρίως πλάγια αντίληψη της επιφάνειας της γης.

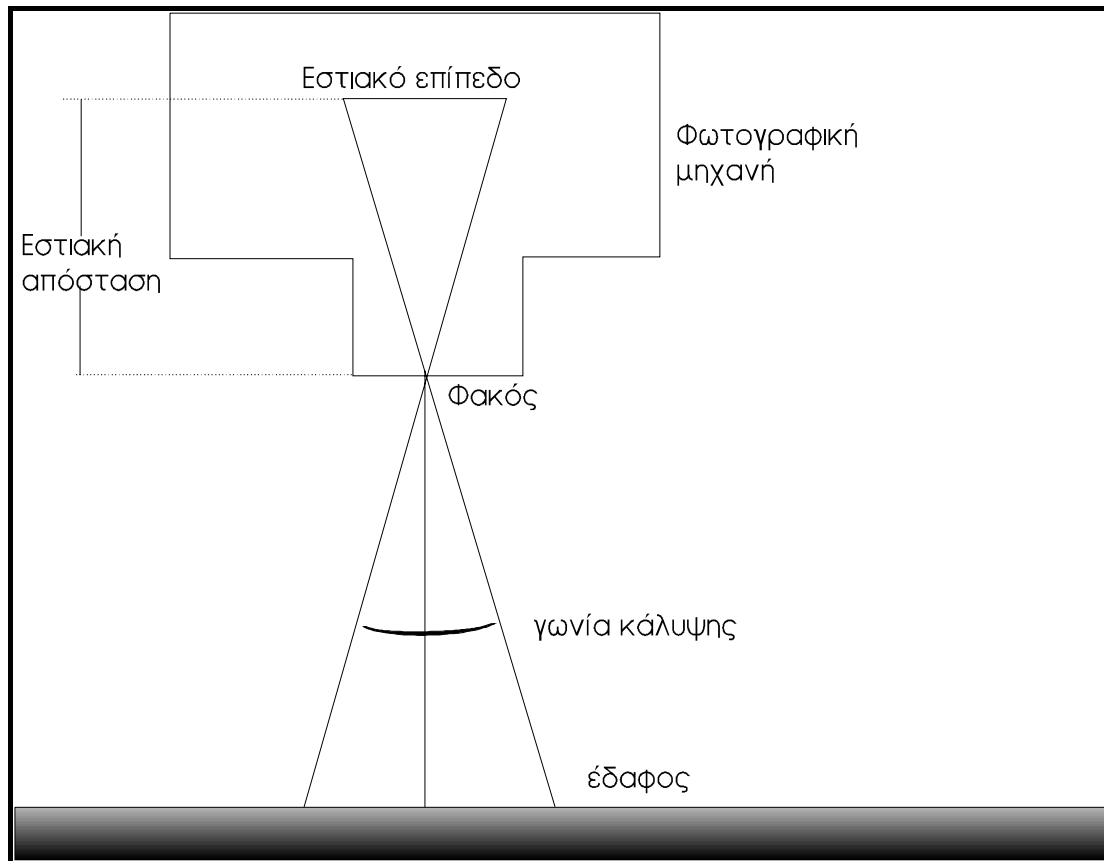
4ο. Είναι δυνατή η θέα των αντισειμένων κάτω από άλλα. Π.χ. κάτω από υπόστεγα, κάτω από δέντρα, κλπ.

1.3.3. ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΓΩΝΙΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

Εκτός από την ποιότητα των φακών, σημαντικό για τις φωτογραφικές μηχανές που χρησιμοποιούνται στην αεροφωτογραφία είναι το μήκος της εστιακής απόστασης. Αυτό το μήκος ουσιαστικά ρυθμίζει και το άνοιγμα σε μοίρες της γωνίας κάλυψης της αεροφωτογραφίας.

Στο σχήμα 3 φαίνεται καθαρά η σχέση αυτή.

ΣΧΗΜΑ 3



Ενδεικτικά παρατίθεται μια ταξινόμηση που προτείνεται από τον D.P.Paine, στο βιβλίο του "An Introduction To Aerial Photography For Natural Resource Management", O.S.U. Bookstores Inc., 1973.

Ταξινόμηση	Εστιακή απόσταση	Γωνία κάλυψης
Φακός ανοίγματος	μικρού 12inch. = 304.8mm	λιγότερο από 60°
Κανονικός φακός	8¼inch = 209.5mm	60° έως 75°
Ευρυγώνιος φακός	6inch = 152.4mm	75° έως 100°
Σούπερ ευρυγώνιος φακός	3½inch = 88,9mm	>100°

1.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σίγουρα ελάχιστοι άνθρωποι είναι συνηθισμένοι να βλέπουν την επιφάνεια της γης κάθετα και από κάποιο ύψος που πλησιάζει το ύψος που πετούν τα αεροπλάνα για τις αεροφωτογραφήσεις. Έτσι χρειάζεται ειδική προσοχή στην αναγνώριση και πολύ περισσότερο στην ερμηνεία της σχέσης) των αντικειμένων, αν όχι συγκεκριμένη γνώση και εμπειρία στο θέμα αυτό. Στην συνέχεια θα εκτεθούν μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά των αεροφωτογραφιών.

1ο. Μέγεθος των αντικειμένων στην αεροφωτογραφία

Στο έδαφος υπάρχουν αντικείμενα τα οποία είναι σχετικά όμοια, με μόνη διαφορά το μέγεθος και τη χρήση τους. Έτσι, ένα σπιτάκι σκύλου, μια απλή μονοκατοικία ή και ένα μονο-μπλόκ εργοστάσιο, με ανάλογη σκεπή, στην αεροφωτογραφία μπορεί να διαφοροποιηθούν μόνο και μόνο από το μέγεθος. Μια από τις προϋποθέσεις σωστής εκτίμησης των αντικειμένων, είναι ο παρατηρητής, λαμβάνοντας υπ' όψη την κλίμακα της αεροφωτο- γραφίας, να γνωρίζει το σχετικό μέγεθος ορισμένων αντικειμένων. **[βιβλιογρ. 2]** Σε κλίμακα 1:20.000 π.χ. μια μεγάλη συγκέμτρωση σπιτιών είναι χωριό και όχι πόλη.

2ο. Σχήμα των αντικειμένων

Το σχήμα των αντικειμένων στην κάτοψή τους από αεροφωτογραφία πολλές φορές είναι αρκετά διαφορετικό από το σχήμα που έχουμε στο νου μας, ειδικά όταν το σχήμα τους σε κάθετη όψη είναι αρκετά πιο περίπλοκο από ένα απλό σήμα, π.χ. ένα τετράγωνο, έναν κύκλο, κλπ. Έτσι έχει συμβεί στην πραγματικότητα, ακόμη και άνθρωποι που ασχολούνται με την φωτοερμηνεία, να μην αναγνωρίζουν στις αεροφωτογραφίες τις κατοικίες που διαμένουν.

Για κάθε κατηγορία αντικειμένων στο έδαφος, μία ή περισσότερες ιδιότητες (όπως εμφανίζεται στην αεροφωτογραφία) του σχήματος τους, τα διαχω- ρίζει από τα άλλα αντικείμενα. Π.χ. για τα δίκτυα συγκοινωνιών μιας χώρας, το στοιχείο διαχωρισμού μεταξύ των σιδηροδρομικών γραμμών και του οδικού δικτύου είναι στις επίσης πολύ ανοικτές καμπύλες, ενώ στο δεύτερο οι

καμπύλες μπορεί να είναι αρκετά κλειστές. (Άσκηση: Πώς θα διαχωρίζατε τις παραπάνω κατηγορίες με την νέα εθνική οδό που κατασκευάζεται π.χ. το τμήμα Θεσσαλονίκης - Κατερίνης, που έχει 2 μεγάλα φύλλα απλής κατεύθυνσης;)

3ο. Σκιές των αντικειμένων

Η σκιά των αντικειμένων είναι αρκετές φορές ένα απαραίτητο χαρακτηριστικό-εργαλείο για την διαφοροποίηση ομάδων αντικειμένων. Ειδικά στις περιπτώσεις που το κοντράστ της αεροφωτογραφίας είναι χαμηλό, μερικά αντικείμενα αναγνωρίζονται μόνον από τις σκιές τους. Φυσικά, εδώ δε θα πρέπει να υπερβάλλουμε ως προς την χρησιμότητα των σκιών και να υπάρχει προσπάθεια πτήσης επάνω-κάτω 2 ώρες από το μεσημέρι του τόπου που θέλουμε να φωτογραφίσουμε.

Ειδικότερα χρήσιμες είναι οι σκιάσεις και ο εντοπισμός τους σε ανώ- μαλα εδάφη, όπου οι σκιάσεις μας δίνουν την εικόνα του αναγλύφου στην αεροφωτογραφία.

4ο. Τόνοι και χρώματα

Η αντίληψη μας για το περιβάλλον επηρεάζεται πάρα πολύ από τα χρώματα που υπάρχουν.

Στην ασπρόμαυρη φωτογραφία το διάφορα χρώματα δεν υπάρχουν παρά σαν τόνοι του γκρι. Έτσι πολλές φορές κάνουμε λάθος στην αντίληψη αντικειμένων λόγω της χρωματικής ιδιότητας που έχουμε στο νου μας. Π.χ. μια επιφάνεια νερού μπορεί να πάρει διάφορες αποχρώσεις του γκρι, ανάλογα με την πτώση της ηλιακής ακτινοβολίας και ανάλογα με τον βαθμό ανατάραξής της.

Ένας μεγάλος αυτοκινητόδρομος μπορεί, εάν είναι πολύ καλά ασφαλωστρομένος (λείος) και παρ' όλο που στη δική μας αντίληψη είναι μαύρος, να φαίνεται σχεδόν λευκός στην αεροφωτογραφία λόγω της στιλπνότητας του. Επίσης τα πολύ φωτεινά αντικείμενα, όπως π.χ. μια μεταλλική σκεπή

(τσίγκος) δεν είναι δυνατόν να διατηρήσουν τις διάφορες λεπτομέρειες που εμπεριέχουν στην αεροφωτογραφία.

Αλλά μια ακόμη γενικότερη δυσκολία είναι για τα αντικείμενα τα οποία, παρ' όλο που έχουν διαφορετικό χρώμα, δίνουν την ίδια απόχρωση του γκρι στην ασπρόμαυρη φωτογραφία. Ακόμα, είναι δύσκολο το ανθρώπινο μάτι να διακρίνει λεπτομέρειες σε πολύ κοντινούς τόνους, π.χ. διάφορα είδη κωνοφόρων δένδρων μέσα στο ίδιο δάσος.

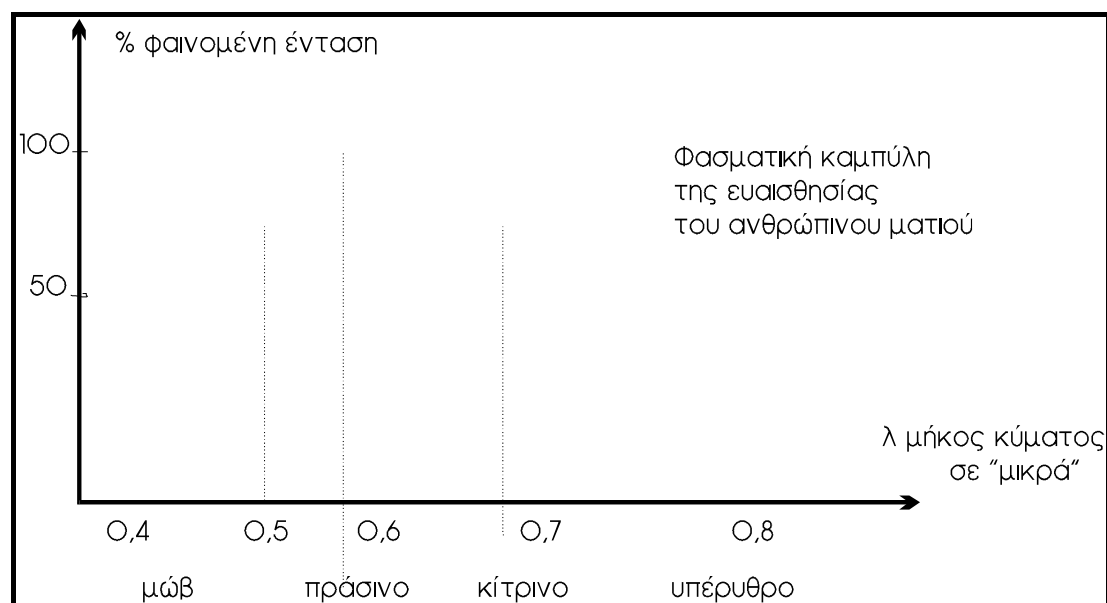
Έτσι εάν το κόστος δεν είναι πολύ μεγάλο χρησιμοποιείται το πανχρωματικό φιλμ για τις αεροφωτογραφίες, το οποίο είναι ευαίσθητο σ' όλα τα μήκη κύματος που το ανθρώπινο μάτι μπορεί να δει και καταγράφει τα διάφορα χρώματα σχεδόν με τον ίδιο τρόπο μ' αυτό. Συνήθως χρησιμοποιείται αυτό το φιλμ με κάποιο φίλτρο του μπλε, που μειώνει την χρωματική σύγχυση. **[βιβλιογρ.3]**

Για ειδικές ανάγκες τώρα, π.χ. στην γεωργία, ή ακόμη και στον στρατό, χρησιμοποιείται το υπέρυθρο φιλμ που είναι ευαίσθητο στην υπέρυθρη ακτινοβολία και έχει σχέση με την θερμοκρασία των αντικειμένων.

Τέλος, δε θα έπρεπε να παραλείψουμε στο σημείο αυτό την ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού στα μήκη κύματος που αντιστοιχούν στα διάφορα χρώματα. **[βιβλιογρ. 4]**

Αυτή δίνεται από το σχήμα 4.

ΣΧΗΜΑ 4



5ο. Υφή της αεροφωτογραφίας

Το χαρακτηριστικό αυτό στην αεροφωτογραφία συνίσταται στην εναλλαγή (συστηματική ή όχι) διαφόρων τονων και προσδιορίζει την ύπαρξη αντικειμένων τα οποία δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν αλλιώς. Φυσικά έχει άμεση σχέση με την κλίμακα της αεροφωτογραφίας. Π. χ. σε δύο ταυτόχρονες καλλιέργειες στο ίδιο αγρόκτημα (οπωροφόρα - δημητριακά) σε μεγάλη κλίμακα αεροφωτογραφίας, υποψιαζόμαστε την ύπαρξη των δύο καλλιεργειών, λόγω της υψής της περιοχής.

6ο. Δομές (μορφών) στην αεροφωτογραφία

Ίσως ακόμα και ο λιγότερο σχετικός με την αεροφωτογραφία να μπορεί να αναγνωρίσει ένα πολεοδομικό συγκρότημα από μια άλλη κάλυψη της επιφάνειας της γης. Και αυτό γιατί η δομή των πόλεων είναι χαρακτηριστική, ασχέτως του τρόπου της ρυμοτομίας τους. Έτσι, ο γεωλόγος-γεωμορφολόγος γνωρίζει κάποιες δομές στην διάταξη των διαφόρων πετρωμάτων, ο γεωπόνος σε κάποιες καλλιέργειες, κλπ.

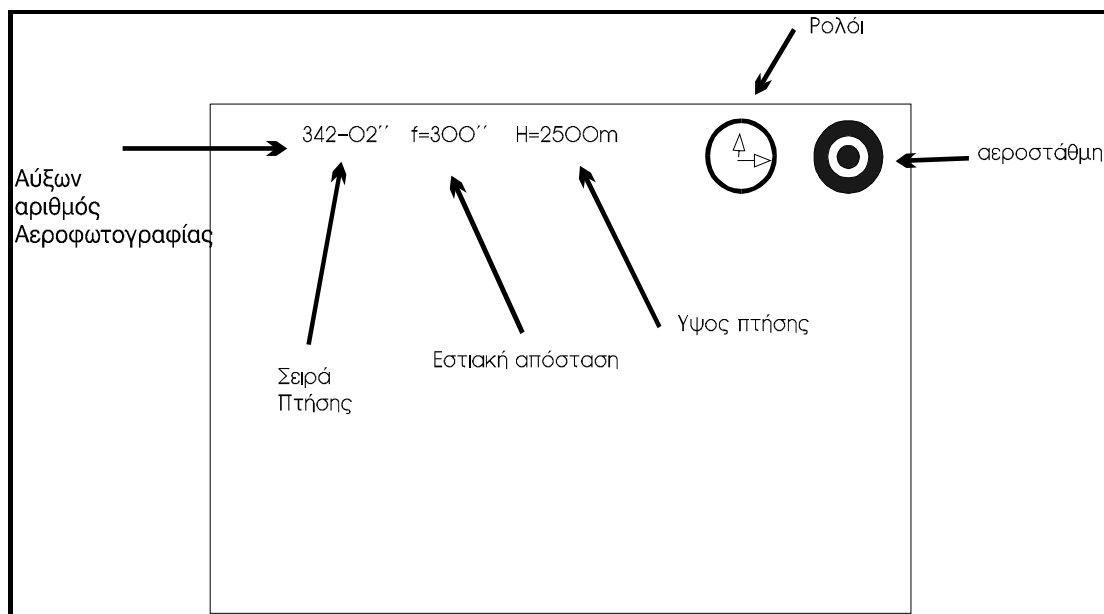
2. ΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι περισσότερες αεροφωτογραφίες λαμβάνονται διαδοχικά κατά μήκος της πτήσης του αεροπλάνου, έτσι ώστε, εκτός από τις επικαλύψεις (κατά μήκος της διεύθυνσης πτήσης του αεροπλάνου ή πλευρικά μεταξύ γειτονικών σειρών πτήσεων) που είναι γνωστές εκ των προτέρων, να έχουν τυπωμένα επάνω τους μερικά στοιχεία πολύ χρήσιμα για τον χρήστη.

Στο σχήμα 5 δίνονται τα στοιχεία αυτά. **[βιβλιογρ. 2]**

ΣΧΗΜΑ 5



Τα φιλμ τα οποία χρησιμοποιούνται είναι διαφόρων ειδών αναλόγως των αναγκών και των δυνατοτήτων: ασπρόμαυρα, πανχρωματικά, υπέρυθρα, έγχρωμα και αρκετές φορές "ψευδοέγχρωμα".

Υπάρχουν διαφόρων τύπων φιλμ, αλλά συνήθως είναι σε ρολά από 50 έως 120m με πλάτος 19 ή 24cm. Διάφοροι τύποι αεροφωτογραφιών παράγονται έτσι: οι πιο συνηθισμένοι είναι 23cm x 23cm, 18cm x 18cm και οι πιο σπάνιοι 13cm x 13cm, 13cm x 18cm, 18cm x 24cm, 30cm x 30cm.

2.2. ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΛΗΨΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Τρεις τουλάχιστον βασικές προϋποθέσεις πρέπει να πληρεί ο φακός (σε συνδυασμό με τη φωτ. μηχανή) για να είναι δυνατές οι χαρτογραφικές εφαρμογές. **[βιβλιογρ.4]**

1ο Εξαπλωμένο πεδίο λήψης: Έτσι ο αριθμός των φωτογραφιών και σε συνέπεια και το κόστος λήψης, μειώνεται.

2ο Ικανοποιητική καθαρότητα των φωτογραφιών (είναι ο λόγος φωτεινότητας στην φωτογραφία προς την φωτεινότητα του αντίστοιχου αντικειμένου) έτσι ώστε να έχουμε χρόνους έκθεσης του φιλμ μικρούς, κατά συνέπεια μεγαλύτερες ταχύτητες του αεροπλάνου, μικρότερους χρόνους πτήσης και συνεπώς μικρότερο κόστος.

3ο Σφάλματα όπως αστιγματικά, καμπύλωση πεδίου, στρέβλωση πεδίου, δυνατού χρωματισμού, μειωμένα έτσι ώστε να μην έχουμε χάσιμο στις λεπτομέρειες.

Γι' αυτό χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά ευρυγώνιοι φακοί, που έχουν όμως και αυτοί ελαττώματα, όπως μεγάλα ποσοστά νεκρών γωνιών (στρεβλώσεις στις γωνίες) και μείωση του φωτισμού στα άκρα των φωτογραφιών. Βέβαια, η σύγχρονη τεχνολογία κάνει άλματα και έτσι ολοένα και μεγαλύτερες διορθώσεις επιτυγχάνονται και σ' αυτού του είδους τους φακούς.

2.3. ΕΚΛΟΓΗ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Η κλίμακα της αεροφωτογραφίας εκλέγεται όσο το δυνατό πιο μικρή έτσι ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό ο αριθμός των αεροφωτογραφιών που χρειάζονται για να καλύψουν την υπό μελέτη περιοχή και άρα και το κόστος πτήσης. Βέβαια, χρειάζεται προσοχή για να μην χαθούν βασικές λεπτομέρειες της επιφάνειας του εδάφους.

Για τοπογραφικές ανάγκες, δύο βασικά σημεία πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα:

1ο Ο προσδιορισμός των απαραίτητων λεπτομερειών στον χάρτη που θα δημιουργηθεί από τις αεροφωτογραφίες.

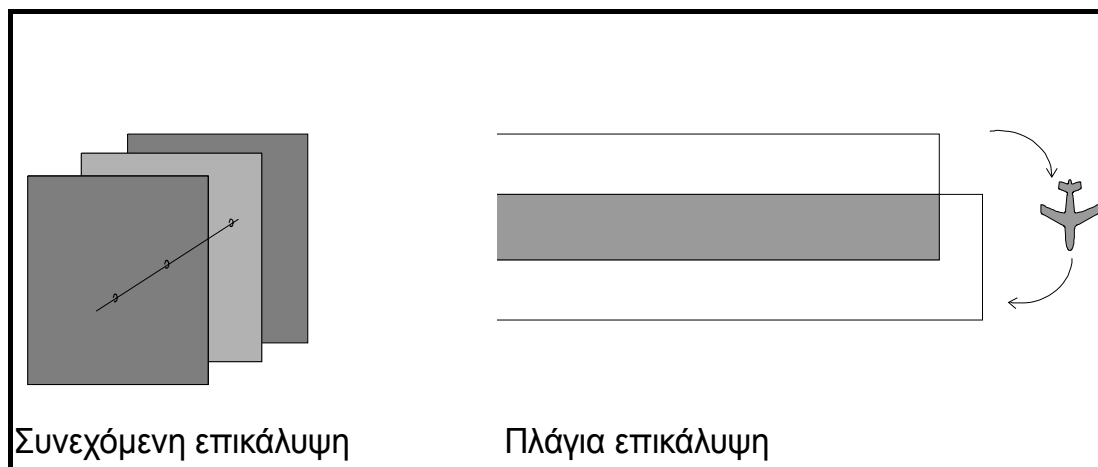
2ο Η υψομετρική ακρίβεια που συνήθως είναι μεγαλύτερη απ' ότι 0,2mm που θεωρείται συνήθως.

Έτσι για παράδειγμα, για να κατασκευαστεί ένας χάρτης 1/25.000, μια εκλογή κλίμακας αεροφωτογραφιών 1/40.000 δίνει ένα πιθανό λάθος 0,80m για την χάραξη των ισουψών (που είναι αρκετά ικανοποιητικό) αλλά χάνει στον προσδιορισμό των λεπτομερειών, έτσι ώστε είμαστε αναγκασμένοι να διαθέσουμε και φωτογραφίες κλίμακας 1/25.000.

2.4. ΟΙ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ

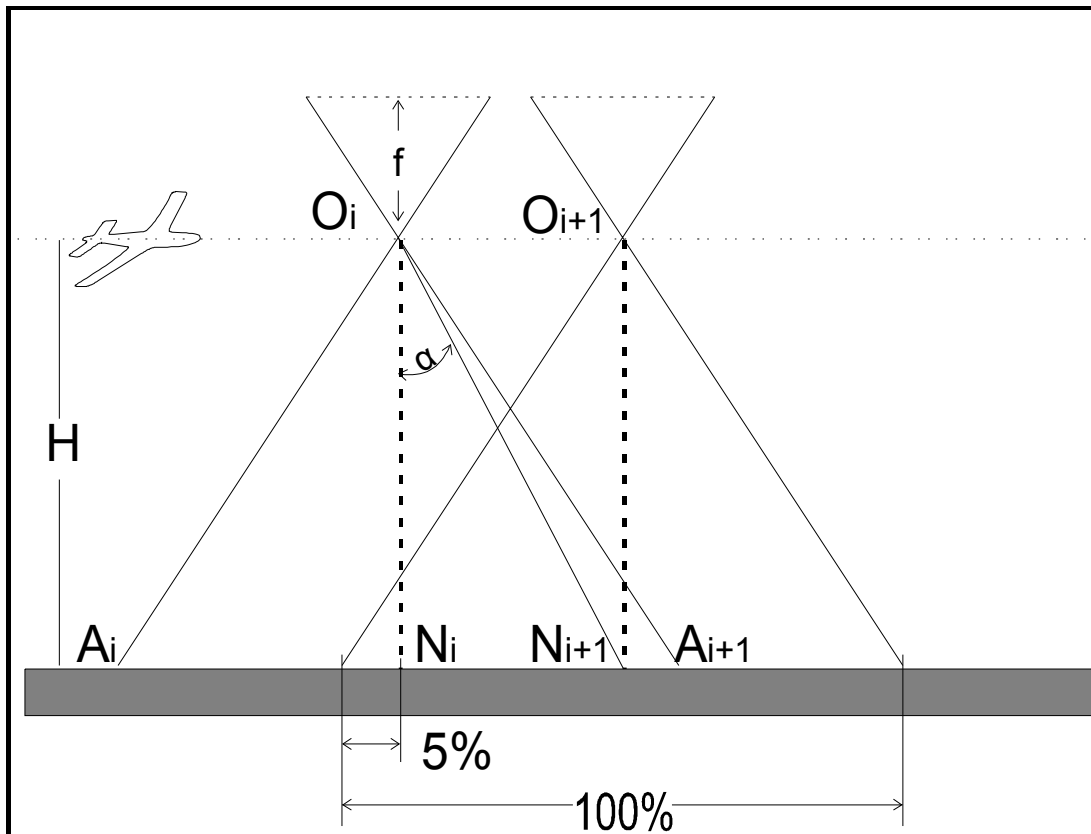
Παρ' όλο το κόστος πτήσης, για τις ανάγκες της στερεοσκοπικής παρατήρησης των αεροφωτογραφιών (στην οποία απαιτούνται ζεύγη αεροφωτογραφιών) είναι αναγκαίες οι επικαλύψεις των αεροφωτογραφιών τόσο κατά μήκος μιας σειράς πτήσης, όσο και μεταξύ δύο γειτονικών σειρών πτήσης. Έτσι και όπως φαίνεται στο σχ.6 στην ίδια σειρά πτήσης έχουμε τουλάχιστον 50% επικάλυψη, ενώ σε διαδοχικές σειρές τουλάχιστον 10%.

ΣΧΗΜΑ 6



Είναι δυνατόν να βρεθεί, αν το έδαφος είναι ικανοποιητικά οριζόντιο και το ύψος της πτήσης σταθερό, το διάστημα του χρόνου μεταξύ των λήψεων δύο διαδοχικών φωτογραφιών. Αυτό φαίνεται στο σχ.7, όπου H το ύψος της πτήσης, f η εστιακή απόσταση της φωτογραφικής μηχανής και $O_i O_{i+1}$ το διάστημα (στην ευθεία πτήσης) που ορίζεται μεταξύ δύο διαδοχικών πτήσεων.

ΣΧΗΜΑ 7



Ισχύει η σχέση $OO_{i+1} = NN_{i+1} = 45/100 (A_iA_{i+1})$ (1)

και από όμοια τρίγωνα $A_iA_{i+1}/H = L/f$ άρα η σχέση (1) γίνεται :

$$OO_{i+1} = 45/100 L (H/f)$$

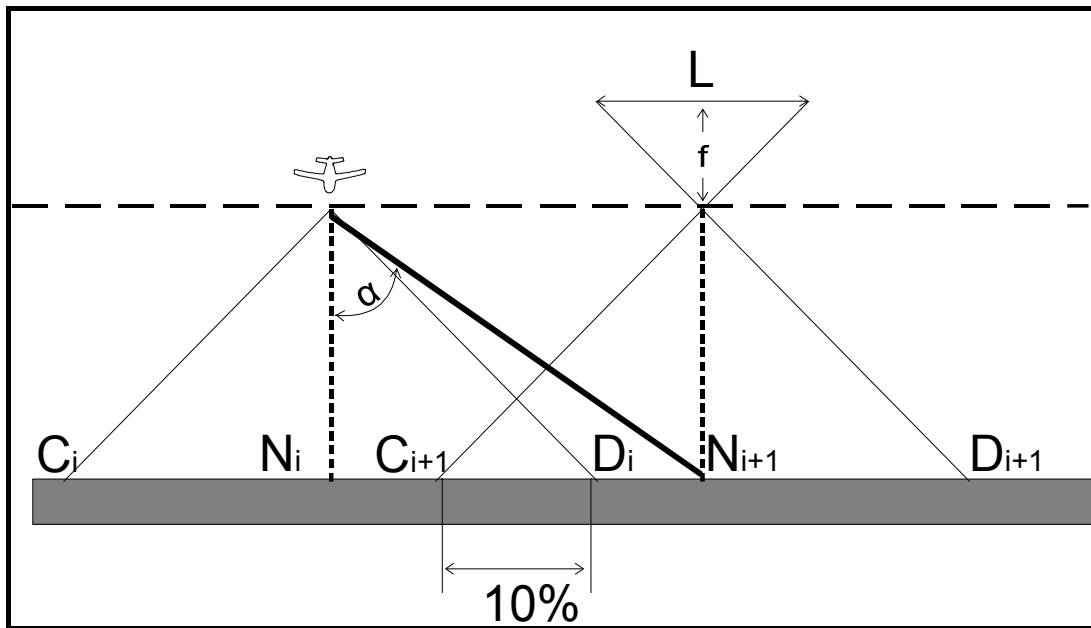
όπου L είναι η διάσταση της (τετράγωνης) φωτογραφικής πλάκας που είναι παράλληλη προς την διεύθυνση της πτήσης.

Αν τώρα ονομάσουμε t το χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών λήψεων συναρτήσει γνωστών μεγεθών εάν θεωρήσουμε ότι η ταχύτητα V του αεροπλάνου είναι σταθερή, δηλ. $t=OO_{i+1}/V$

Για παράδειγμα, για μια κλίμακα 1/25.000 και φωτογραφίες 18x18cm βρίσκουμε για μια ταχύτητα αεροπλάνου 300 Km/h, χρόνο $t=24,3\text{sec}$ μεταξύ δύο διαδοχικών λήψεων.

Με το ίδιο σκεπτικό, το διάστημα (μήκος) μεταξύ των διευθύνσεων δύο γειτονικών σειρών πτήσεων του αεροπλάνου δίνεται σχηματικά στο σχ.8.

ΣΧΗΜΑ 8



Έτσι η απόσταση $N_i N_{i+1} = 90/100(C_i D_i)$ και από όμοια τρίγωνα

$$C_i D_i / H = l / f \quad \text{άρα θα έχουμε } N_i N_{i+1} = 9/10 H (l/f)$$

όπου l το πλάτος των φωτογραφιών.

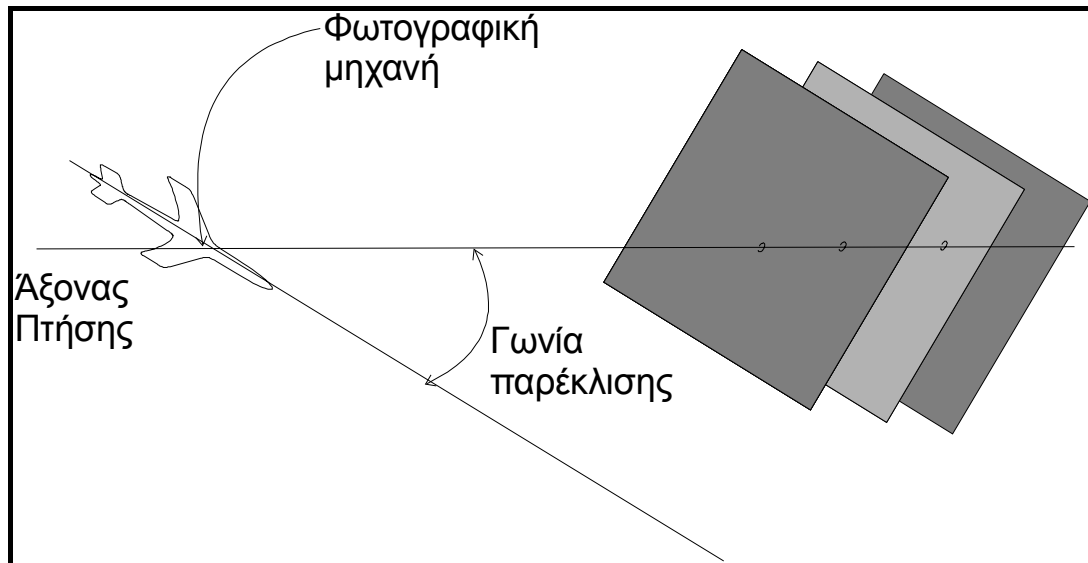
Για παράδειγμα, για φωτογραφίες 18x18cm σε κλίμακα 1/20.000 οι δύο σειρές λήψης φωτογραφιών πρέπει να γίνονται σε απόσταση

2.5. Η ΠΑΡΕΚΤΡΟΠΗ

Ο άνεμος τροποποιεί την ευθεία διεύθυνση του αεροπλάνου του οποίου, έτσι, ο κατά μήκος άξονας σχηματίζει μια ορισμένη γωνία με την πραγματική πορεία του, που την ονομάζουμε γωνία παρεκτροπής ή παρέκλισης. (Σχημα 9)

Έτσι, για να αποφύγουμε να έχουμε φωτογραφίες συνεχόμενες με κλιμακωτή διάταξη, τροποποιούμε την τοποθέτηση της φωτογραφικής μηχανής, έτσι ώστε ο άξονας της μηχανής να στραφεί κατά γωνία αντίθετη της γωνίας παρέκλισης.

ΣΧΗΜΑ 9



2.6. ΣΧΕΔΙΟ ΠΤΗΣΗΣ

Αφού εκλεγεί η κατάλληλη κλίμακα l_0 κάλυψης για ένα ορισμένο υψόμετρο z (δηλ. για ένα επίπεδο κάλυψης σε υψόμετρο z), το σχετικό ύψος πτήσης ορίζεται από την σχέση $H_0 = f/e_0$ και το απόλυτο είναι $H = (f/e_0) + z_0$.

Η επικάλυψη θα πρέπει να είναι ικανοποιητική για το μέγιστο δυνατό ύψος πτήσης. Έτσι βρίσκουμε το διαστήμα μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων φωτογράφισης στην ίδια σειρά πτήσης και ακόμα την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών πτήσεων.

2.7. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

Μερικά χαρακτηριστικά του αεροπλάνου είναι απαραίτητα, ώστε να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα στις αεροφωτογραφίες.

1ο Μεγάλα δυνατά ύψη πτήσης για αεροφωτογραφίες σε μικρές κλίμακες (οπότε αναγκαστικά οι θάλαμοι του αεροπλάνου είναι υπό πίεση).

2ο Μεγάλη σταθερότητα πτήσης, ειδικά σε χαμηλές πτήσεις και ελάχιστες δυνατές δονήσεις.

3ο Δυνατότητες μεγάλης διαφοράς στις ταχύτητες πτήσης: μικρή ταχύτητα για μεγάλες κλίμακες και το αντίθετο, έτσι ώστε να μειώνεται ο χρόνος πτήσης και να εκμεταλλευόμαστε το περισσότερο δυνατό τις κατάλληλες ατμοσφαιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, καθαρότητα, κλπ.).

4ο Μεγάλη αυτονομία πτήσεων.

5ο Δυνατότητα περισσότερων ανοιγμάτων στο κέλυφος του αεροπλάνου, έτσι ώστε να εγκαθίστανται περισσότερες φωτογραφικές μηχανές που φωτογραφίζουν ταυτόχρονα, αλλά με φιλμ με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Έτσι, επειδή είναι αρκετά δύσκολο στον ίδιο οργανισμό να διαθέτει αεροπλάνα με όλες αυτές τις δυνατότητες, χρησιμοποιούνται διάφορων τύπων αεροπλάνα, όπως με έλικες για χαμηλές πτήσεις και συνεπώς για μεγάλες κλίμακες και με αντιδραστήρες για ψηλές πτήσεις.

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΑΣ

3.1. ΟΡΙΣΜΟΙ

Η τέχνη της στερεοσκοπίας συνίσταται στην χρήση της διοφθαλμικής όρασης, ώστε να βλέπουμε (από αεροφωτογραφίες) τρισδιάστατα αντικείμενα.

Ένα στερεοσκοπικό ζεύγος αεροφωτογραφιών (**στερεο-ζεύγος**) αποτελείται από δύο συνεχόμενες, επικαλυπτόμενες φωτογραφίες που έχουν παρθεί στην ίδια ευθεία πτήσης.

Εάν κόψουμε κατάλληλα την μια από τις δύο φωτογραφίες του στερεοσκοπικού ζεύγους και την τοποθετήσουμε δίπλα στην άλλη, ώστε να μπορούμε να δούμε στερεοσκοπικά, λέμε ότι έχουμε ένα στερεόγραμμα.

Για να πάρουμε μια στερεοσκοπική εικόνα, χρησιμοποιούμε το στερεοσκόπιο, που είναι ένα διοφθαλμικό οπτικό όργανο, που με την κατάλληλη τοποθέτηση αεροφωτογραφιών, μας δημιουργεί την νοητή εντύπωση μιας τρισδιάστατης εικόνας.

Υπάρχουν το απλό, με φακούς, στερεοσκόπιο, το στερεοσκόπιο με καθρέφτες, το στερεοσκόπιο σάρωσης με καθρέπτες και το μεγεθυντικό στερεοσκόπιο.

Εκτός από τα στερεοσκόπια, θα έπρεπε να αναφέρουμε και μερικά άλλα όργανα παρατήρησης των αεροφωτογραφιών.

Ο απλός μεγεθυντικός φακός είναι πολύ χρήσιμος για λεπτομέρειες.

Το τραπέζι με φωτισμό έχει ένα ορισμένο βάθος και στην επάνω πλευρά του ένα γαλακτόχροο γυαλί που από κάτω έχει δυνατό φως.

Το εμβαδόμετρο είναι ένα όργανο μέτρησης του εμβαδού περιοχών στην αεροφωτογραφία, σε διάφορες μονάδες μέτρησης εμβαδού.

Το εικονοσκόπιο χρωματικής επεξεργασίας εικόνας (additive color viewer) χρησιμεύει για την ταυτόχρονη παρατήρηση τεσσάρων θετικών φιλμς που έχουν αποτυπώσει την υπό μελέτη περιοχή τέσσερις περιοχές του οπτικού φάσματος.

Οι στερεοσκοπικοί κανόνες μέτρησης της παράλλαξης (βλ. παρακάτω) χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του ύψους αντικειμένων ή φυσιογραφικών σχηματισμών, με στερεοζεύγος φωτογραφιών και στερεοσκόπιο.

3.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΣΤΙΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Υπάρχουν μερικά σημεία σε κάθε αεροφωτογραφία (ή σε κάθε στερεοζεύγος) τα οποία είναι απαραίτητα για οποιονδήποτε περαιτέρω υπολογισμό στις αεροφωτογραφίες (π.χ. ύψους αντικειμένων στην επιφάνεια της γης, παράλλαξης κλπ.). Αυτά τα σημεία είτε είναι σημειωμένα στις αεροφωτογραφίες, είτε βρίσκονται με διάφορους υπολογισμούς.

Τέτοια σημεία είναι:

Τα σημεία εμπιστοσύνης ή ενδεικτικά σημεία (fiducial marks) είναι προσημειωμένα στις φωτογραφίες και εμφανίζονται σαν εγκοπές στο μέσον κάθε πλευράς της αεροφωτογραφίας.

Εκτός της περίπτωσης της ακριβώς κάθετης αεροφωτογραφίας (δηλ. τραβηγμένη σε επίπεδο παράλληλο προς το επίπεδο μηδενικής κλίσης) σε κάθε αεροφωτογραφία έχουμε τρία κέντρα (κεντρικά σημεία). Στην περίπτωση της κάθετης αεροφωτογραφίας τα τρία αυτά κέντρα συμπίπτουν.

Τα τρία αυτά κέντρα είναι:

Το κύριο σημείο (principal point) που είναι το σημείο τομής της καθέτου από το κέντρο του φακού της φωτογραφικής μηχανής προς το επίπεδο της φωτογραφίας. Βρίσκεται εύκολα εάν ενώσουμε τις εγκοπές των απέναντι πλευρών. Η τομή των δύο ευθειών που σχηματίζονται είναι το κύριο σημείο.

Το ναδίρ (nadir) είναι το σημείο τομής της κατακορύφου, που ξεκινά από το κέντρο του φακού με το επίπεδο της φωτογραφίας.

Το ισόκεντρο (isocentre) είναι το μέσο του ευθ. τμήματος που ενώνει το κύριο σημείο με το ναδίρ.

Λόγω της επικάλυψης διπλανών αεροφωτογραφιών, σε κάθε αεροφωτογραφία μπορούν να εντοπισθούν τα κύρια σημεία των διπλανών αεροφωτογραφιών, που ονομάζονται έτσι συζυγή κύρια σημεία (conjugate principal points - C.P.P.)

Η γραμμή πτήσης του αεροπλάνου βρίσκεται εάν τοποθετήσουμε τα ευθ. τμήματα διπλανών φωτογραφιών που ενώνουν το κύριο με το συζυγές κύριο σημείο στην ίδια ευθεία.

Η βασική απόσταση είναι το ημίθροισμα των μηκών των ευθ. τμημάτων που ενώνουν το κύριο σημείο με το συζυγές κ.σ. σε διπλανές φωτογραφίες.

ΑΣΚΗΣΗ: Να σχεδιαστούν δύο διπλανές αεροφωτογραφίες με όλα τα χαρακτηριστικά τους (σημεία και ευθ. τμήματα).

3.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΛΛΑΞΗΣ ΚΑΙ ΥΨΟΥΣ

Κατά τη διάρκεια πτήσης του αεροπλάνου λαμβάνονται διαδοχικές αεροφωτογραφίες. Ένα αντικείμενο π.χ. ένα δέντρο, ένα κτήριο, κλπ. καταγράφεται σε διαφορετική θέση σε δύο διαδοχικές φωτογραφίες. Η αλλαγή της θέσης του αντικειμένου από την μια αεροφωτογραφία στην διπλανή της στην ίδια σειρά πτήσης που είναι συνέπεια της αλλαγής θέσης της φωτογραφικής μηχανής, ονομάζεται στερεοσκοπική παράλλαξη ή απλά παράλλαξη (stereoscopic parallax).

Η διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων του αντικειμένου σε δύο διαδοχικές φωτογραφίες είναι ο κύριος λόγος της στερεοσκοπικής όρασης (της αίσθησης του τρισδιάστατου στον ανθρώπινο εγκέφαλο) και ονομάζεται διαφορά παράλλαξης (parallax difference).

Ο υπολογισμός της διαφοράς παράλλαξης γίνεται με αυτόματα όργανα φωτογραμμετρίας ή με τον στερεομικρομετρικό κανόνα. Εδώ, σχηματικά, παραθέτουμε μια πρακτική μέθοδο εύρεσης της διαφοράς παράλλαξης και συνεπώς της υψομετρικής διαφοράς δύο σημείων σε αεροφωτογραφίες με τη χρήση δύο αεροφωτογραφιών. Απαραίτητα πρέπει ο χρήστης της μεθόδου να έχει τουλάχιστον μεγάλο, διαφανή χάρακα με διαβαθμίσεις σε εκατοστά και χιλιοστά, διαβήτη και δυνατότητα σταθεροποίησης του ζεύγους των αεροφωτογραφιών που χρησιμεύει σε τραπέζι (σιλοτέιπ διαφανές). Ο δυνατός φωτισμός βοηθά πάρα πολύ στον εντοπισμό των αντίστοιχων σημείων στις δύο αεροφωτογραφίες.

Τα βήματα της μεθόδου είναι τα παρακάτω:

1ο Προσδιορίζουμε σε κάθε φωτογραφία το κύριο, το συζυγές κύριο σημείο και τα σημεία των οποίων θέλουμε να βρούμε την υψομετρική διαφορά (προσοχή στην σωστή αναγνώρισή τους στις δύο φωτογραφίες).

2ο Υπολογίζουμε τη βασική απόσταση που είναι το ημίθροισμα των αποστάσεων των κύριων σημείων από τα συζυγή τους στις δύο φωτογραφίες.

3ο Ενώνουμε σε κάθε αεροφωτογραφία τα κύρια με τα συζυγή κύρια σημεία. Σχηματίζονται δύο ευθ. τμήματα. Τοποθετούμε τις αεροφωτογραφίες, έτσι ώστε αυτές τα ευθ. Τμήματα να βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Σταθεροποιούμε έτσι τις δύο φωτογραφίες τη μία δίπλα στην άλλη.

4ο Από το δεύτερο σημείο που θέλουμε να βρούμε την υψομετρική διαφορά στην πρώτη φωτογραφία φέρνουμε μια ευθεία παράλληλη προς την ευθεία που περιέχει τα ευθ. τμήματα, όπως αυτά ορίστηκαν στο 3ο.

5ο Μετράμε την απόσταση μεταξύ των δύο πρώτων σημείων που θέλουμε να μετρήσουμε την υψομ. διαφορά στις δύο φωτογραφίες.

6ο Από το δεύτερο σημείο (στη δεύτερη φωτογραφία) που θέλουμε να βρούμε την υψομ. διαφορά, με άνοιγμα του διαβήτη τόσο όσο η απόσταση που μετρήθηκε στο 5ο βήμα, χαράσσουμε την τομή του τόξου που σχηματίζουμε με την ευθεία που χαράκτηκε στο 4ο βήμα. Η απόσταση του σημείου τομής αυτού με το αρχικό σημείο που χαράκτηκε η ευθεία, είναι η διαφορά παράλλαξης και συμβολίζεται με $\Delta\rho$.

7ο Η διαφορά υψομέτρου μεταξύ των δύο σημείων Δh δίνεται από τον τύπο $\Delta h = H/(b+\Delta b) \Delta\rho$ όπου H είναι το ύψος πτήσης του αεροπλάνου και b η βασική απόσταση.

Για να δούμε καλύτερα τα βήματα αυτά, αναφερόμαστε στο σχήμα 10 και έστω ότι γι' αυτές τις δύο αεροφωτογραφίες υποθετικά βρίσκουμε, αφού:

1ο Προσδιορίσουμε τα κύρια, έστω H_1, H_2 , τα συζυγή κύρια σημεία, έστω H_1, H_2 , και τα σημεία που θέλουμε να υπολογίσουμε την υψομετρική τους διαφορά, έστω A_1, Γ_1 στην πρώτη και A_2, Γ_2 στη δεύτερη.

2ο τη βασική απόσταση $b = (H_1H_1 + H_2H_2)/2$

έστω $H_1H_1 = 5,8, H_2H_2 = 5,8$ και $\beta = 5,8$

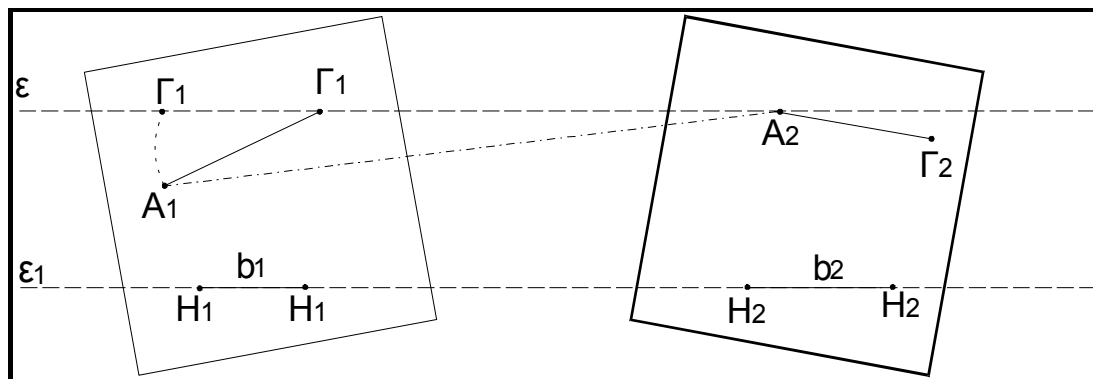
3ο Μετά Χαράσουμε την ευθεία (ϵ) που περιέχει τα σημεία H_1, H_1, H_2, H_2 και στερεώνουμε τις αεροφωτογραφίες.

4ο Φέρνουμε από το Γ_1 ευθεία παράλληλη προς την (ϵ), έστω (ϵ_1).

5ο Μετράμε στην απόσταση A_1A_2 έστω 10cm.

6ο Από το Γ_2 και με άνοιγμα διαβήτη ίσο με A_1A_2 τέμνουμε την (ϵ_1) στο σημείο Γ_1 . Έστω $\Gamma_1\Gamma_1 = 0,4\text{cm}$. Τότε για ύψος πτήσης $H = 1000\text{m}$ θα έχουμε $\Delta h = [1000\text{m} / (5,8 + 0,4)\text{cm}] \cdot 0,4\text{cm} = 400/6,2\text{m} = 64,5\text{m}$ και για ύψος πτήσης $H = 2000\text{m}$ $\Delta h = [2000\text{m} / (5,8 + 0,4)\text{cm}] \cdot 0,4\text{cm} = 129\text{m}$

ΣΧΗΜΑ 10



Η απόσταση $\Gamma_1\Gamma_1 = \Delta\rho$ είναι η διαφορά παράλλαξης και η $\beta = 5,8$ η βασική απόσταση.

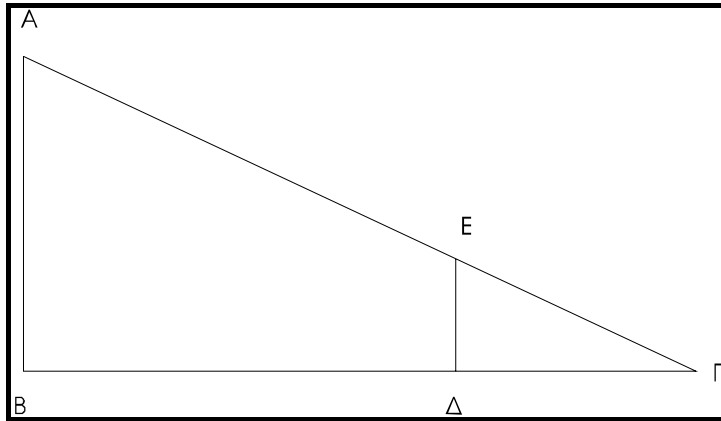
3.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ % ΚΛΙΣΗΣ

Σα συνέχεια του προηγούμενου παραδείγματος, θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε την % κλίση μεταξύ των σημείων Α Γ. Έστω όπιστη φωτογραφία ΑΓ=2 cm και έστω ότι η κλίμακα της αεροφωτογραφίας είναι 1:10.000. Τότε η πραγματική απόσταση μεταξύ των σημείων ΑΓ στο έδαφος θα είναι ΑΓ=2cm x 10.000=200m και η % κλίση θα είναι.

$$(\text{Υψος}/\text{απόσταση})\chi 100 = (129/200)100 = 129/2 = 64,5\%$$

3.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΜΟΝΟΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΧΗΜΑ 11



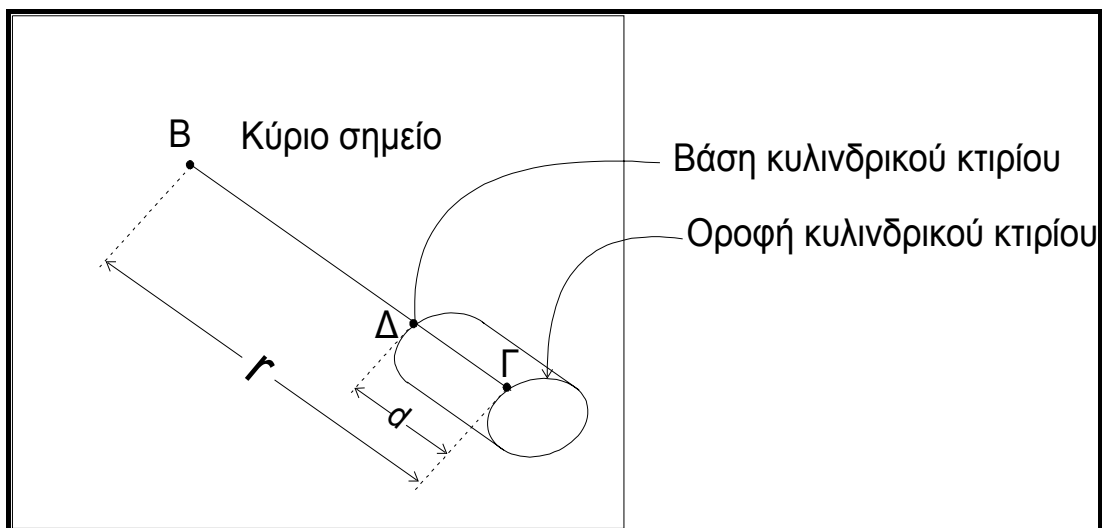
Εάν στο σχήμα 11 θεωρήσουμε ότι στην ευθεία του ΒΓ είναι η επιφάνεια του εδάφους και ότι το αεροπλάνο πετά σε ύψος $AB=H$, θα έχουμε για το ύψος $\Delta E=h$ του αντικειμένου (από τα

όμοια τρίγωνα) $AB/B\Gamma = \Delta E/\Delta\Gamma \Rightarrow h = \Delta\Gamma (AB/B\Gamma)$ ή αν θέσουμε $B\Gamma=r$ την απόσταση του κύριου σημείου της αεροφωτογραφίας από την άκρη του αντικειμένου αντίθετα από την πλευρά του κύριου σημείου και $\Delta\Gamma=d$ το φαινόμενο ύψος στην αεροφωτογραφία, θα έχουμε :

$$h = d(H/r)$$

όπως φαίνεται στο σχ. 12.

ΣΧΗΜΑ 12



Έτσι, έστω ότι $B\Gamma=r=9,8\text{cm}$ και $\Delta\Gamma=d=0,8\text{cm}$ και έστω ότι το ύψος πτήσης είναι $AB=H=1000\text{m}$. Το ύψος του κυλινδρικού κτιρίου του σχήματος 12 θα είναι $h = (1000\text{m} \cdot 0,8\text{cm}) / (9,8\text{cm}) = (800/9,8)\text{m} = 81,63\text{m}$

4. Η ΚΛΙΜΑΚΑ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η γνώση της κλίμακας είναι ίσως το πιο σημαντικό πράγμα στην αεροφωτογραφία. Και αυτό γιατί, χάρις στην κλίμακα, ο ειδικός μπορεί να συσχετίσει την απόσταση μεταξύ δύο σημείων στην αεροφωτογραφία ή το μέγεθος ενός αντικειμένου με τα αντίστοιχα στην πραγματικότητα. **[βιβλιογρ. 5]**

Ειδικότερα, στον επιστήμονα που ασχολείται με τη φωτοερμηνεία, η κλίμακα βοηθά στον υπολογισμό του μεγέθους ενός αντικειμένου και κατά συνέπεια στο διαχωρισμό του από άλλα αντικείμενα του ίδιου σχήματος, αλλά διαφορετικών μεγεθών, όπως είπαμε στην παράγραφο 1.4.

Έτσι, για παράδειγμα, θα είναι αρκετά δύσκολο να ξεχωρίσουμε μια παράγκα ή ένα κοτέτσι από μια απλή μονοκατοικία σε κάποιον αγροτικό χώρο, εάν δε γνωρίζουμε την κλίμακα της αεροφωτογραφίας.

4.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Η κλίμακα εμφανίζεται κατά τρεις τρόπους:

1ο Σαν ένας λόγος της απόστασης στη φωτογραφία προς την ίδια απόσταση στο έδαφος και εκφράζεται σαν ένα απλό κλάσμα του οποίου ο αριθμητής είναι η μονάδα, γράφεται δε π.χ. ή $1/10.000$ ή $1:10.000$ (Representative fraction - R.F.).

2ο Σαν το αντίστροφο του προηγούμενου κλάσματος που ουσιαστικά μας δίνει το πόσες φορές η απόσταση στην αεροφωτογραφία είναι ίση με την απόσταση του εδάφους. Ουσιαστικά, είναι ο λόγος της απόστασης στο έδαφος προς την απόσταση αεροφωτογραφία, επεκφρασμένες στις ίδιες μονάδες.

Αυτό που αξίζει να σημειωθεί, είναι ότι όσο μικρότερη είναι η τιμή της αντίστροφης φωτογραφικής κλίμακας (P.R.S.: photo scale reciprocal) τόσο μεγαλύτερη είναι η κλίμακα.

3ο Σαν το ισοδύναμο κάποιου μήκους στην αεροφωτογραφία με μια χαρακτηριστική μονάδα μήκους στο έδαφος. Ουσιαστικά, ο τρόπος αυτός εκφράζει κάποια ισοδύναμη κλίμακα (γι' αυτό και εκφράζεται στα αγγλικά έτσι: Equivalent Scale). Έτσι, για παράδειγμα, όταν έχουμε την ισοδύναμη κλίμακα 4inches=1 mile ή 4in/1mile για να την εκφράσουμε με τον πρώτο τρόπο επειδή γνωρίζουμε ότι 1 μίλι έχει 5280 πόδια και 1 πόδι 12 ίντσες πολ/με:

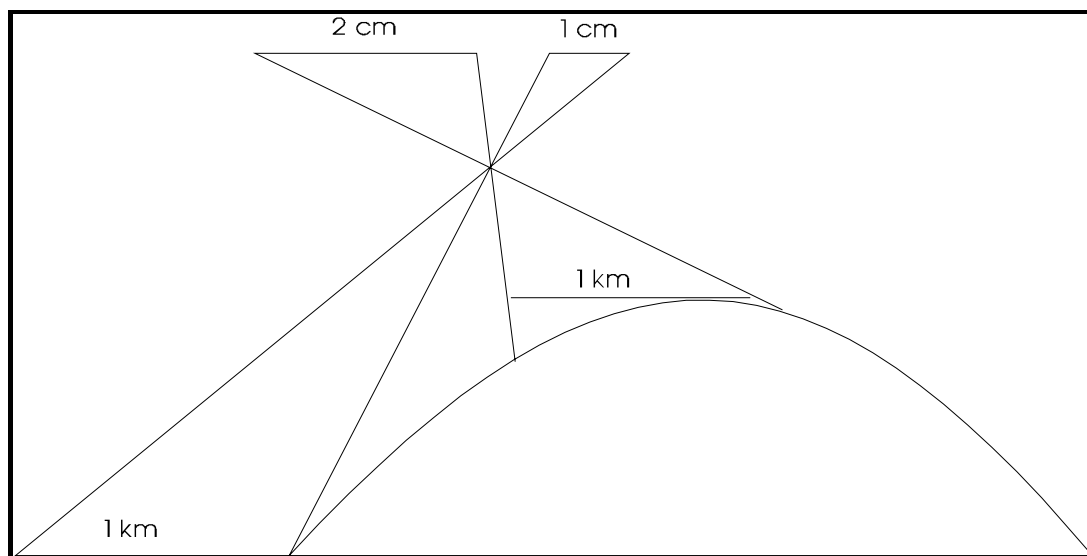
$(4\text{in}/1\text{mile}) (1\text{mile}/5280 \text{ ft}) (1\text{ft}/12\text{in}) = 1/15840$ η κλίμακα και 15840 σύμφωνα με το δεύτερο τρόπο.

Όσον αφορά τους τύπους της κλίμακας, υπάρχουν δύο είδη:

Η μέση κλίμακα που είναι δυνατόν να αναφέρεται σε μια αεροφωτογραφία, σε μέρος μιας αεροφωτογραφίας ή ακόμα και σε πολλές σειρές αεροφωτογραφιών. Εκτός από μια εντελώς επιπεδη περιοχή, η μέση κλίμακα είναι μόνον μια προσέγγιση των τιμών της σημειακής κλίμακας.

Η σημειακή κλίμακα που είναι ακριβής και αναφέρεται σε συγκεκριμένα σημεία του εδάφους με γνωστό υψόμετρο. Κάθε σημείο του εδάφους με διαφορετικό υψόμετρο έχει και διαφορετική σημειακή κλίμακα (σχ. 13). Αυτό είναι ένα σημείο επηρεασμού της κλίμακας.

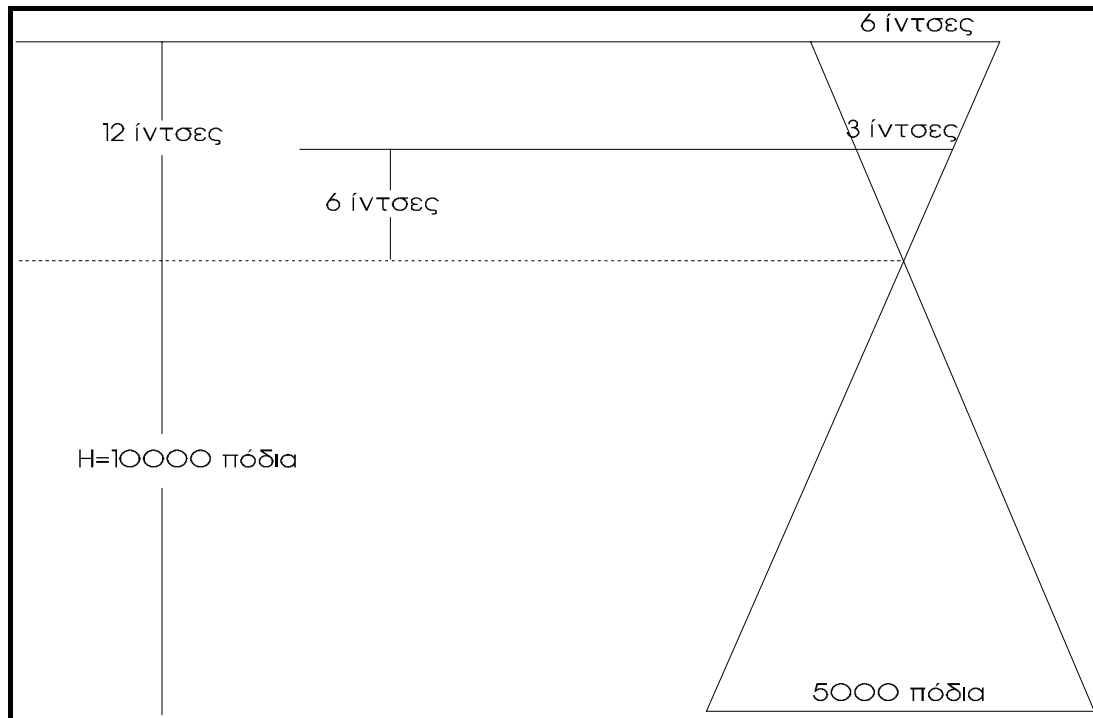
ΣΧΗΜΑ 13



Ένα δεύτερο σημείο που επηρεάζει την κλίμακα στην αεροφωτογραφία είναι η εστιακή απόσταση της φωτογραφικής μηχανής. Χρησιμοποιώντας μια φωτογραφική μηχανή με μεγαλύτερη εστιακή απόσταση παρατήρουμε ότι η κλίμακα στις αεροφωτογραφίες αυξάνεται. Το σχ. 14 μας δείχνει ότι αυξάνοντας την εστιακή απόσταση κατά μια φορά, δηλ. από τρεις σε έξι ίντσες, η κλίμακα στην αεροφωτογραφία γίνεται από 1/20.000 σε 1/10.000. Σημειώνουμε ότι η μετρούμενη απόσταση στο έδαφος είναι 5.000 πόδια.

[βιβλιογρ. 1]

ΣΧΗΜΑ 14



Τέλος, σαν τρίτο σημείο επηρεασμού της κλίμακας πρέπει να αναφέρουμε την κλίση του αεροπλάνου ή της φωτογραφικής μηχανής ως προς το οριζόστιο επίπεδο, με αποτέλεσμα να αλλάζει η κλίμακα στην αεροφωτογραφία από τη μια πλευρά της στην άλλη, ανάλογα με την κλίση.

Γενικά ο τύπος της κλίμακας είναι όπου

f : η εστιακή απόσταση της φωτογρ. μηχανής

H : το ύψος του αεροπλάνου από το έδαφος

H : το ύψος του αεροπλάνου από την επιφάνεια της θάλασσας

H : το ύψος του εδάφους που φωτογραφίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας

AB : το μήκος του αντικειμένου στην αεροφωτογραφία

$\Gamma\Delta$: το μήκος του αντικειμένου στο έδαφος

