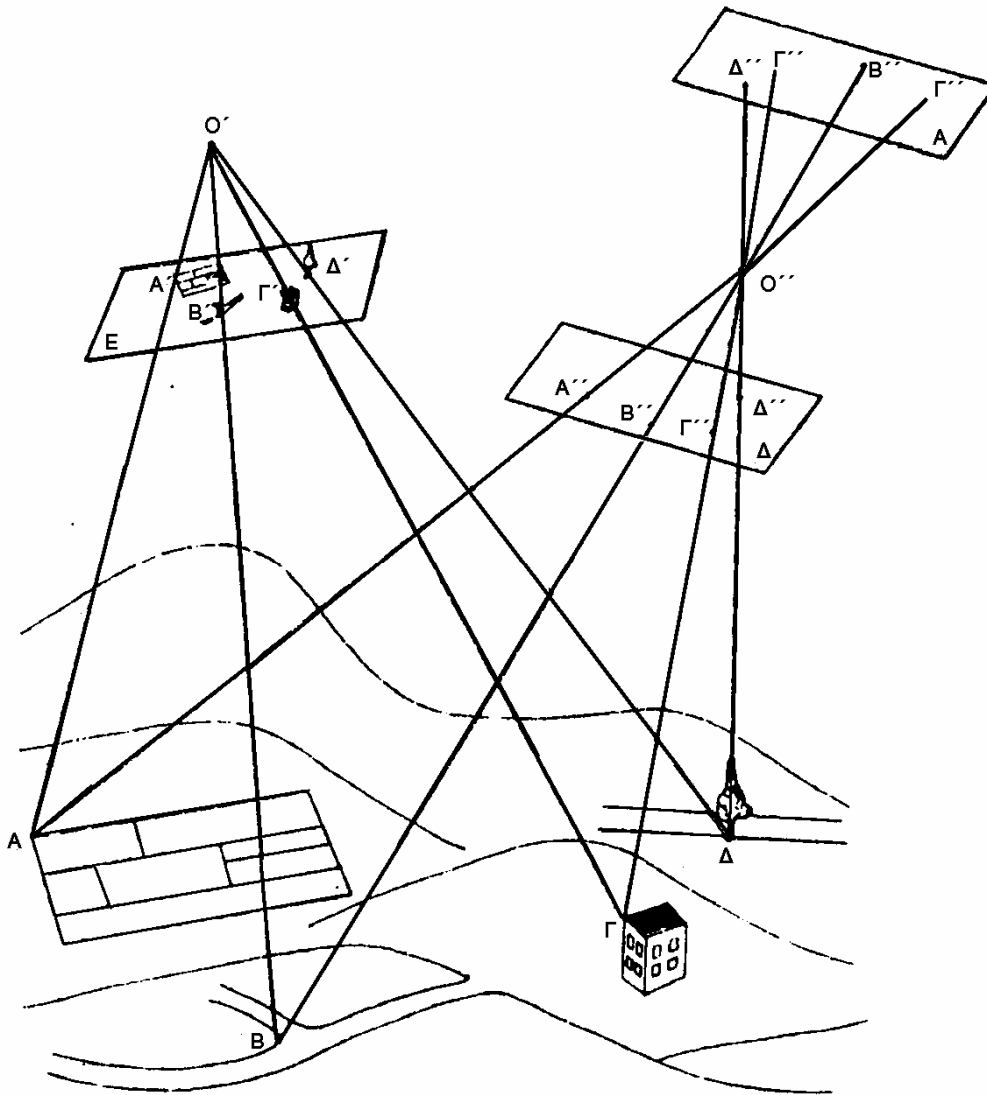


1.7. Γενικές βάσεις της Φωτοερμηνείας/Τηλεπισκόπησης

Ο πρώτος θεμελιώδης χειρισμός της Φωτογραμμετρίας αλλά και της Φωτοερμηνείας/ Τηλεπισκόπησης, είναι η λήψη των φωτογραμμάτων/ τηλεπισκοπικών απεικονίσεων που κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και μόνο για τους φωτογραφικούς δέκτες, μπορούν να θεωρηθούν ως αποτέλεσμα της λειτουργίας κάποιας μορφής προοπτικής απεικόνισης.



Σχήμα 1

Πραγματικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1, η φωτογραφική λήψη αποτελεί την εγγύτερη ισοδυναμία προοπτικής απεικόνισης ενός τμήματος της φυσικής γήινης επιφάνειας.

Έτσι με προοπτικό κέντρο το μαθηματικό σημείο O' μπορούμε να πάρουμε πάνω στο επίπεδο E , την προοπτική απεικόνιση του εδάφους, ως το σχήμα που ολοκληρώνει το σύνολο των σημείων τομής, των προβολικών ακτίνων από τα σημεία λεπτομερειών του εδάφους, (ή του αντικειμένου/ φαινομένου συμβάντος, που μας ενδιαφέρει, γενικότερα) προς το σημείο O' , με το επίπεδο E .

Με προοπτικό σημείο τώρα, το φυσικό σημείο O'' (φακός της φωτομηχανής), το διαστατό δηλ. σημείο που πραγματώνει, στη διαδικασία της φωτογράφισης, τη λειτουργία του (αδιάστατου) μαθηματικού σημείου (του προοπτικού κέντρου), μπορούμε να πάρουμε μια

αρνητική εικόνα του εδάφους A, (πάνω στο επίπεδο της φωτογραφικής πλάκας ή του φιλμ) και μετά από κατάλληλη φωτογραφική διεργασία, ένα θετικό φωτότυπο ή ένα διαθετικό Δ όμοιο με την αρνητική εικόνα.

Το όριο συνεπώς της αεροφωτογράφισης (ή και της επίγειας φωτογράφισης) για προοπτικό κέντρο φυσικό σημείο που τείνει προς μαθηματικό, παρέχει το φωτόγραμμα, ιδεώδη μορφή φωτογραφικής προοπτικής απεικόνισης.

Γίνεται φανερό, ότι το φυσικό σημείο του φακού θα τείνει να γίνει μαθηματικό μοντέλο, στο μέτρο που ο φακός απαλλάσσεται απ' τα σφάλματα του και ιδιαίτερα απ' την διαστροφή, οπότε και θα συμπεριφέρεται κατά την εγγύτερη ισοδυναμία, ως μαθηματικό προοπτικό κέντρο.

Για τον δεύτερο θεμελιώδη χειρισμό της Φωτογραμμετρίας, την εκμέτρηση δηλ. κι απόδοση φωτογράμματος, ή συζυγών φωτογραμμάτων είναι απαραίτητη η γνώση κι αποκατάσταση των στοιχείων του εσωτερικού κι εξωτερικού προσανατολισμού κατά την στιγμή της φωτογραμμετρικής λήψης. Των στοιχείων δηλ που επαρκούν για την πιστή ανακατασκευή στα κατάλληλα αποδοτικά όργανα των οπτικών δεσμών της φωτογράφισης απ' τη μιά και για την αναφορά τους απ' την άλλη μεριά, με κατάλληλους χειρισμούς, υπό κλίμακα, στον απαραίτητο γεωδαιτικό έλεγχο.

Απ' την πλευρά της Φωτοερμηνείας, της ποιοτικής θα μπορούσαμε να πούμε έκφρασης κι ολοκλήρωσης των φωτογραμμετρικών δυνατοτήτων, ο δεύτερος θεμελιώδης χειρισμός, θα μπορούσε να μεταφρασθεί στην, με απλές διαδικασίες και σε απλά όργανα, (τα στερεοσκόπια κ.λ.π.), ανακατασκευή από συζυγή φωτογράμματα, του στερεογράμματος της περιοχής ή του αντικειμένου στο κοινό τους τμήμα.

1.8. Φωτογραφικές βάσεις

Το βασικό μέσο Φωτοερμηνείας είναι το φωτόγραμμα, που θα πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις ακρίβειας και απαιτήσεις ποιότητας, για να είναι δυνατή κι αποτελεσματική, η επιτυχημένη μετρητική και ποιοτική του αξιοποίηση.

Αυτές οι προϋποθέσεις κι απαιτήσεις αφορούν, (στην κύρια σημερινή εφαρμογή της Φωτοερμηνείας):

στα όργανα λήψης φωτογραμμάτων για φωτοερμηνεία (περισσότερο δηλ. στις φωτογραμμετρικές φωτομηχανές εναέριων κι απόγειων τελευταία φωτολήψεων),

στα φωτογραφικά υλικά,

στον κατάλληλο προγραμματισμό των ειδικών κατά περίπτωση και πεδίο εφαρμογής της φωτοερμηνείας φωτολήψεων,

στους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και την καταλληλότητα μιας φωτοερμηνευτικής λήψης.

Όργανα φωτολήψεων

Η βασική αρχή του “σκοτεινού θαλάμου”, (που περιγράφηκε για πρώτη φορά απ' τον Έλληνα φυσικό και φιλόσοφο Αριστοτέλη ως “Το φως, διερχόμενο από μικρό άνοιγμα σκοτεινού θαλάμου, μπορεί να σχηματίσει στην απέναντι έδρα του, τις εικόνες των αντικειμένων που το ανακλούν”), υλοποιεί την φωτογραφική ισοδυναμία της προοπτικής αντιστοίχισης με τη βοήθεια της Φωτογραμμετρικής φωτομηχανής, (Οπτικομηχανικού συγκροτήματος: φακού -κλείστρου - ηθμού, μέσα σε αμετάβλητο θάλαμο που συνδέεται με σχετικές διατάξεις κι εξοπλισμούς).

Οι φωτογραμμετρικές φωτομηχανές εναέριων λήψεων χαρακτηρίζονται:

απ' την εστιακή απόσταση του αντικειμενικού τους φακού, f ,

απ' τον λόγο ανοίγματος του φακού f/d , (όπου d η διάμετρος της κύριας εισόδου του φακού),

απ' τις διαστάσεις του φωτογραφικού υλικού που χρησιμοποιούν,

απ' την γωνία του εικονοπεδίου κ.λ.π.

Γενικά όταν λέμε, φωτογραμμετρική φωτομηχανή 152/23 εννοούμε την μηχανή με εστιακή απόσταση $f=152\text{mm}$ και διαστάσεις φωτογραφικού υλικού $23\text{cm} \times 23\text{cm}$.

Όπως μέχρι τώρα έχει αναφερθεί, ο πιο σημαντικός συντελεστής στην λήψη μιας κατά το

δυνατό ιδανικό φακό φωτογραφική κεντρικής προοπτικής εικόνας, είναι ο φωτογραμμετρικός φακός, που συνηθέστατα αποτελεί αριστούργημα τεχνικής τελειότητας, γιατί στην κατασκευή του καταβλήθηκε η μέγιστη προσπάθεια : για να μηδενισθούν τα σφάλματα των μερών που τον απαρτίζουν,

- για την μέγιστη δυνατή οξύτητα κι ενέργεια στην φωτογραφική εικόνα,
- για να επιτρέπει ομοιόμοφο φωτισμό του φωτογραφικού υλικού.

Επειδή κατά την αεροφωτογράφιση, το σημείο λήψης κινείται με την ταχύτητα του αεροσκάφους που μεταφέρει τη φωτογραμμετρική φωτομηχανή, καταβλήθηκε προσπάθεια, η ταχύτητα του κλείστρου να είναι τόσο μεγάλη, ώστε ο χρόνος έκθεσης του φωτογραφικού υλικού να είναι ελάχιστος δυνατός (π.χ. 1/100 - 1/1000 sec)

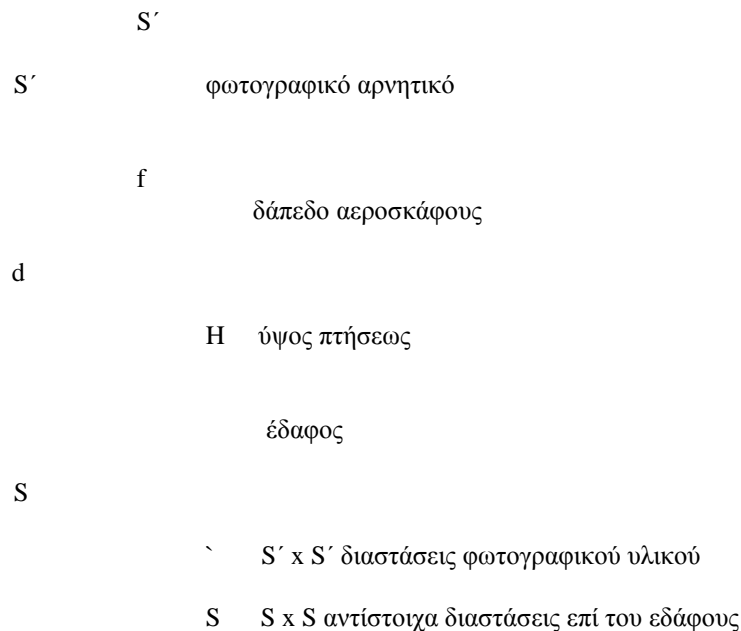
Ακόμα, επειδή μεταξύ του σημείου λήψης και του εδάφους, παρεμβάλλεται τη στιγμή της εναέριος ή απόγειας διαστημικής φωτογράφισης, μεγάλο πάχος ατμόσφαιρας, ίσο με το ύψος πτήσης του αεροσκάφους/ή της διαστημικής πλατφόρμας, η ύπαρξη σκόνης, ομίχλης κ.λ.π. αιωρημάτων, προκαλεί, λόγω της πάνω σ' αυτά ανάκλασης και διάχυσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ένα κυανίζον στρώμα φωτός, που εξασθενεί την ποσότητα φωτισμού η οποία προορίζεται να δημιουργήσει το φωτογραφικό αρνητικό του εδάφους.

Γι' αυτό, αλλά και για να παρεμποδισθεί, ή να ελεγχθεί η διέλευση απ' το φακό, ανεπιθύμητων, (ή ειδικών, κατά περίπτωση εφαρμογής), μηκών κύματος φωτός, χρησιμοποιούνται οι ηθμοί (φίλτρα).

Ο φωτογραμμετρικός εικονοθάλαμος, με την αμετάβλητη σε εξωτερικές επιδράσεις κατασκευή του, εξασφαλίζει τη σταθερότητα της ισότητας της εστιακής απόστασης του φακού με την σταθερά της φωτομηχανής.

Η φωτογραμμετρική φωτομηχανή με τους απαραίτητους σχετικούς εξοπλισμούς, τοποθετείται πάνω σε μια διάταξη τέτοια, που να εξασφαλίζει κατά το δυνατό, την κατακορυφότητα του άξονα λήψης (μια που το μεγαλύτερο ποσοστό φωτογραμμάτων για σκοπούς φωτοερμηνείας παίρνεται με άξονα κατακόρυφο), αλλά και ανεμπόδιο οπτικό πεδίο για το φακό.

Ακολουθεί παραστατικό διάγραμμα τομής της φωτογραμμετρικής φωτομηχανής τη στιγμή της λήψης (Σχήμα 2)



Σχήμα 2

1.9. Φωτογραφικά υλικά

Κατά τη στιγμή της λήψης, (1/100 - 1/1000 sec συνήθως), μιας αεροφωτογραφίας, το φως ανακλώμενο από το προς φωτογράφιση αντικείμενο (έδαφος) διέρχεται από το φακό της φωτομηχανής και προσπίπτει στο φωτογραφικό υλικό (π.χ. γυάλινη πλάκα, ή φιλμ/φύλλο από celluloid, επιστρωμένα με φωτοπαθές γαλάκτωμα βρωμιούχου αργύρου πάχους μερικών εκατοστών του χιλιοστού).

Οι φωτεινές ακτίνες από τα σημεία της επιφάνειας του αντικειμένου προκαλούν μια φωτοχημική αντίδραση με την οποία ο βρωμιούχος άργυρος του φωτογαλακτώματος διασπάται σε βρώμιο και μεταλλικό άργυρο και σχηματίζεται έτσι μια λανθάνουσα φωτογραφική εικόνα.

Ακολουθεί η χημική διεργασία: της εμφάνισης, της στερέωσης και του πλυσίματος, μετά την οποία τελικά δημιουργείται η αρνητική φωτογραφική εικόνα του εδάφους που παρουσιάζει τις διαφορές φωτεινότητας των επιφανειών των αντικειμένων, ως διαφορές τόνου αμαύρωσης των μορίων του μεταλλικού αργύρου.

Απ' την αρνητική φωτογραφική εικόνα, (ή απ' το αρνητικό της φωτογραφίας όπως συνήθως λέμε), μπορούμε με κατάλληλη επεξεργασία να πάρουμε θετικά φωτότυπα (δηλ. αεροφωτογραφίες ή αεροφωτογράμματα) που είναι και τα κύρια μέσα της Φωτοερμηνείας.

Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι οι αεροφωτογραφίες είναι τα αρνητικά των αρνητικών φωτογραφικών εικόνων, κι αυτό εξηγεί και τη διαδικασία δημιουργίας τους.

Ανάλογα με την ευαισθησία τους σε ορισμένων μηκών κύματος ακτινοβολίες τα φωτοπαθή φωτογαλακτώματα διακρίνονται σε παγχρωματικά και υπέρυθρα.

Τα παγχρωματικά φιλμς (που είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σε φωτογραμμετρικές και φωτοερμηνευτικές εφαρμογές), είναι τα ασπρόμαυρα αρνητικά φωτογραφικά υλικά, που παρουσιάζουν περίπου το ίδιο πεδίο ευαισθησίας μ' εκείνο του ανθρώπινου ματιού, (με κάπως αυξημένη ευαισθησία στο κόκκινο φως και μειωμένη στο πράσινο φως). Με τα παγχρωματικά φιλμς χρησιμοποιούμε συνήθως, ένα ανοικτό κίτρινο (που απορροφά τις ανεπιθύμητες υπεριώδεις, ιώδεις και κάπως τις κυανού χρώματος ακτινοβολίες) ή ένα κανονικό κίτρινο φίλτρο (που απορροφά τις υπεριώδεις, ιώδεις και τις περισσότερες κυανού χρώματος ακτινοβολίες).

Τα υπέρυθρα φιλμς, είναι ασπρόμαυρα φιλμς ευαίσθητα κυρίως στην περιοχή των υπέρυθρων ακτινοβολιών χρώματος κυανού και ιώδους.

Με τα υπέρυθρα φιλμς, χρησιμοποιούνται κόκκινα, (που απορροφούν τις υπεριώδεις, ιώδεις και κυανού και πράσινου χρώματος ακτινοβολίες) ή σκούρα κόκκινα φίλτρα, (που απορροφούν όχι μόνο τις υπεριώδεις, αλλά και το μεγαλύτερο τμήμα των ακτινοβολιών του ορατού φάσματος).

Ενώ στα παγχρωματικά φιλμς οι διαφορές τόνου απηχούν τις διαφορές χρώματος της επιφάνειας ενός ή πολλών αντικειμένων, στα υπέρυθρα φιλμς οι διαφορές τόνου σημαίνουν διαφορές ανακλασιμότητας των υπέρυθρων ακτινοβολιών στην επιφάνεια ενός ή πολλών αντικειμένων.

Υπάρχουν ακόμη τα έγχρωμα φιλμς και τα ψευδοχρωματικά φιλμς.

1.10. Φωτοερμηνευτικές λήψεις

Από τα τρία είδη φωτολήψεων, δηλαδή,

- τις Εναέριες Φωτολήψεις
- τις Επίγειες Φωτολήψεις
- τις Απόγειες/Διαστημικές Φωτολήψεις

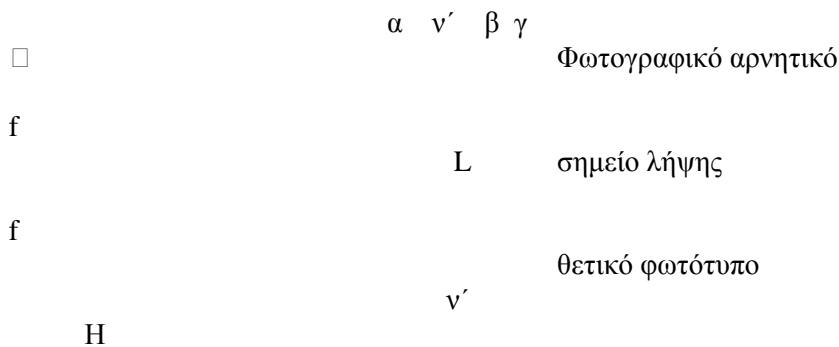
οι γενικά χρησιμοποιούμενες για τις περισσότερες φωτοερμηνευτικές εφαρμογές είναι οι εναέριες, δηλ. οι φωτολήψεις από αεροσκάφος με φωτογραμμετρική φωτομηχανή και άξονα λήψης κατακόρυφο, ή κεκλιμένο. Οι επίγειες φωτολήψεις χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις, ενώ από το 1972 σημειώνεται μια αυξανόμενη τάση χρησιμοποίησης απόγειων λήψεων για φωτοερμηνευτικές εφαρμογές στη διερεύνηση των φυσικών διαθεσίμων κ.λ.π. (LANDSAT, SPOT, SOYUZ, MOS, προγράμματα τηλεπισκοπικών εφαρμογών).

Αν και οι φωτοερμηνευτικές φωτογραφίες με κεκλιμένο άξονα λήψης, μας δίνουν πιο οικείες απόψεις του εδάφους, μια που αποτελούν την εγγύτερη ισοδυναμία με την

συνηθισμένη αντίληψη του χώρου που δίνει η φυσική μας όραση, χρησιμοποιούμε κατά κανόνα τις φωτολήψεις με κατακόρυφο άξονα:

- (α) Γιατί έτσι οι γεωμετρικές σχέσεις φωτογράμματος - εδάφους είναι απλούστερες, άρα οι μετρήσεις ενδιαφερόντων μεγεθών και οι μετασχηματισμοί γίνονται ευκολότερα,
- (β) Γιατί τα σχήματα του εδάφους στα φωτογράμματα ελάχιστα διαφέρουν απ' την ορθή προβλή τους, άρα αναγνωρίζονται ευκολότερα,
- (γ) Γιατί στις με κατακόρυφο άξονα λήψης αεροφωτογραφίες υπάρχει μια κοινή, (έστω κι ενδεικτικά), κλίμακα απεικόνισης, ενώ στις κεκλιμένες, η κλίμακα ελαττώνεται με ιλιγγιώδη ρυθμό, απ' τα σημεία τα πλησιέστερα στο σημείο λήψης, προς τα πιο απομακρυσμένα απ' αυτό,
- (δ) Γιατί στα φωτογράμματα κατακορύφων αεροφωτολήψεων απεικονίζεται ανεμπόδιστα, η μέγιστη δυνατή επιφάνεια δοσμένου εδάφους, ενώ στις κεκλιμένες αεροφωτολήψεις, φυσικά εμπόδια καλύπτουν, (λόγω προοπτικής εκτροπής), και αποκρύπτουν μεγάλες επιφάνειες, ("το δένδρο κρύβει το δάσος").

Σχηματική παράσταση των πλεονεκτημάτων των κατακορύφων αεροφωτολήψεων δίνεται στα σχήματα (3), (4), (5), και (6) που ακολουθούν:



Σχήμα 3

v' = ναδίρ εικόνας : (σημείο τομής της κατακορύφου που περνάει απ' το σημείο λήψης με το επίπεδο της εικόνας)

N = ναδίρ εδάφους

Από τα όμοια τρίγωνα $L\alpha v'$ και $L\alpha N$ προκύπτει η απλούστατη σχέση

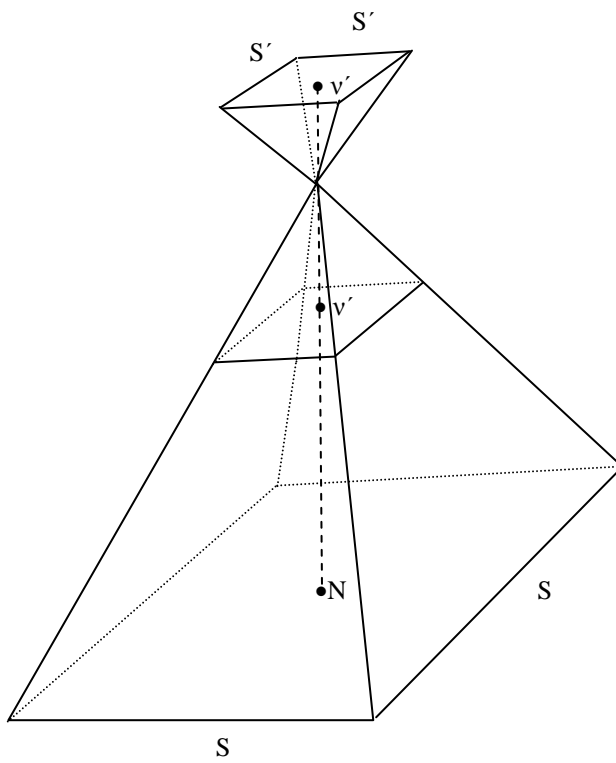
$$\frac{NA}{v' \alpha} = \frac{H}{f} \quad \text{και} \quad NA = \frac{v' \alpha \cdot H}{f}$$

Ακόμα:

$$\frac{AB}{\alpha\beta} = \frac{B\Gamma}{\beta\gamma} = \frac{A\Gamma}{\alpha\gamma} = m_b = \frac{H}{f}$$

όπου m_b ο παρανομαστής της εικονοκλίμακας

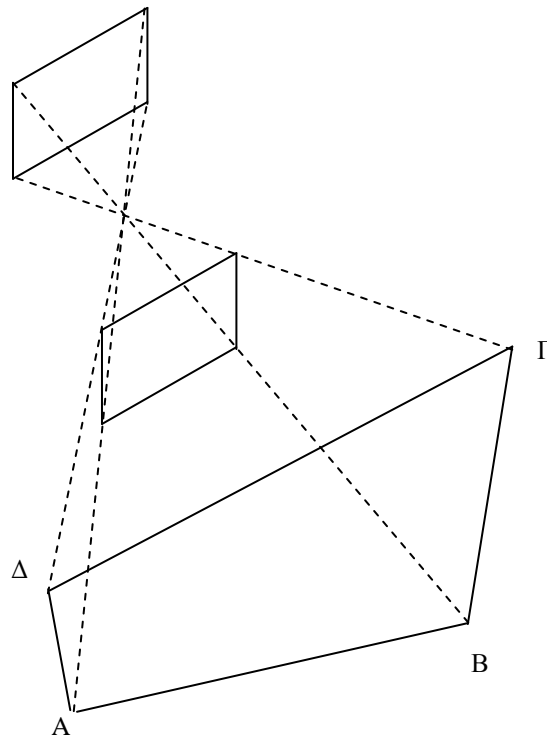
Κατακόρυφη Αεροφωτολήψη



Σχήμα 4

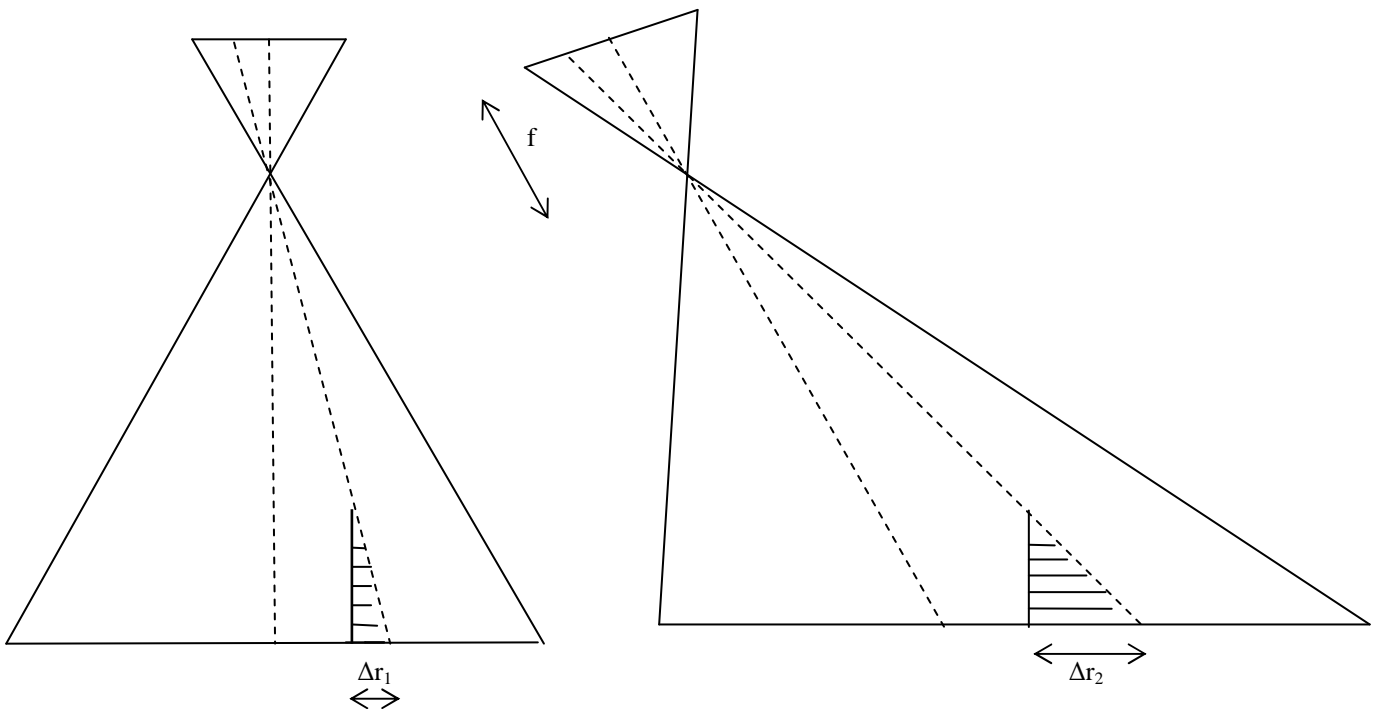
Τετράγωνο πάνω στο έδαφος διαστάσεων $S \times S$ απεικονίζεται στο φωτογράμμο ως τετράγωνο διαστάσεων $S' \times S'$

Κεκλιμένη Αεροφωτολήψη



Σχήμα 5

Στο τετράγωνο διαστάσεων $S' \times S'$ του φωτογράμματος σε κεκλιμένη αεροφωτολήψη απεικονίζεται το τυχόν σχήμα $AB\Gamma\Delta$ του εδάφους



Σχήμα 6

Είναι φανερό ότι η μη ορατή περιοχή Δr_1 σε κατακόρυφη αεροφωτολήψη που προκύπτει από ένα εμπόδιο δοσμένου ύψους Δh_1 είναι εξαιρετικά μικρότερη απ' την αντίστοιχη Δr_2 σε κεκλιμένη αεροφωτολήψη (κάτω απ' τις ίδιες συνθήκες λήψης)

Παρά τα μειονεκτήματά τους όμως, οι κεκλιμένες αεροφωτολήψεις εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται για αναγνωριστικούς κι εποπτικούς σκοπούς, για τον έλεγχο προόδου έργων για την απόκτηση μιας γενικής αίσθησης της περιοχής κ.λ.π.

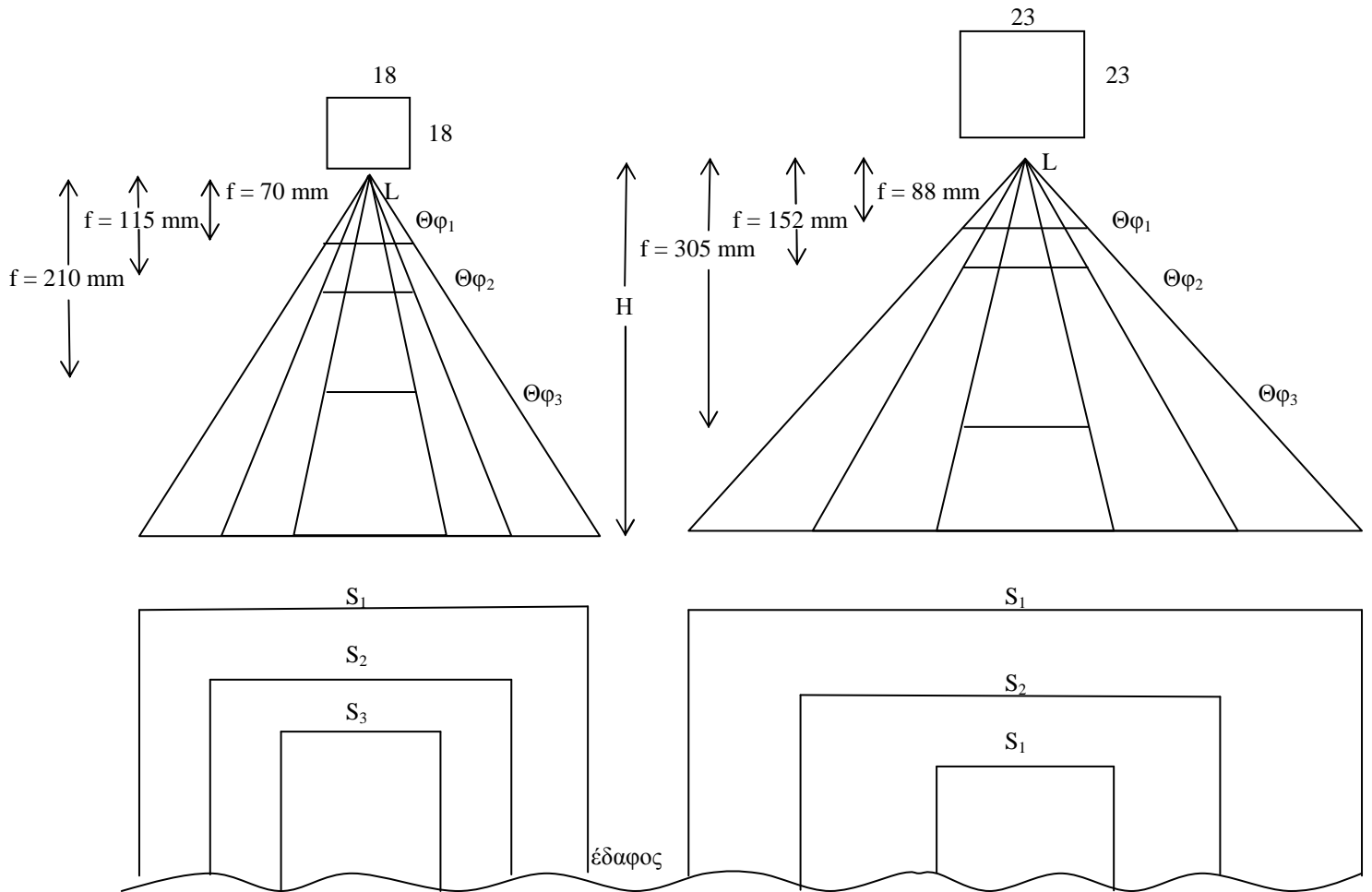
Σε κάθε περίπτωση, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, η παράλληλη και συμπληρωματική αξιοποίηση κατακόρυφων/κεκλιμένων αεροφωτογραφιών, αν αυτές είναι διαθέσιμες ή μπορούν να ληφθούν κατά τη φάση του επίγειου ελέγχου, από κατάλληλα σημεία επισκόπησης της περιοχής.

Στις κατακόρυφες αεροφωτολήψεις για φωτοερμηνεία χρησιμοποιούμε τις γνωστές φωτογραμμετρικές φωτομηχανές:

- (α) με εστιακές αποστάσεις $f=88\text{mm}$, $f=152\text{mm}$ και $f=305\text{mm}$ και διαστάσεις φωτογραφίας $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ και
- (β) με εστιακές αποστάσεις $f=70\text{mm}$, $f=115\text{mm}$ και $f=210\text{mm}$ και διαστάσεις φωτογραφίας $18\text{cm} \times 18\text{cm}$
- Οι αεροφωτομηχανές 70/18 και 88/23 λέγονται υπερευγώνιες γιατί το εικονοπεδίο τους είναι από 120° - 139° (ή μικροεστιακές).
- Οι αεροφωτομηχανές 115/18 και 152/23 λέγονται ευρυγώνιες γιατί το εικονοπεδίο τους είναι από 100° - 105° (ή μεσοεστιακές).
- Και οι αεροφωτομηχανές 210/18 και 305/23 λέγονται οξυγώνιες γιατί το εικονοπεδίο τους είναι από 60° - 70° (ή μακροεστιακές).

Για τις συνήθεις φωτογραμμετρικές φωτομηχανές που χρησιμοποιούμε στη Φωτοερμηνεία, η συγκριτική γεωμετρία λήψης δίνεται στο σχήμα 7.

(Επειδή ο φωτοερμηνευτής χρησιμοποιεί συνήθως θετικά φωτότυπα, με το $\Theta\Phi_{1,2,3}$ κ.λ.π. θα εννοούμε παρακάτω σ' όλα τα σχήματα τα θετικά φωτότυπα = θετικά αεροφωτογραφιών).



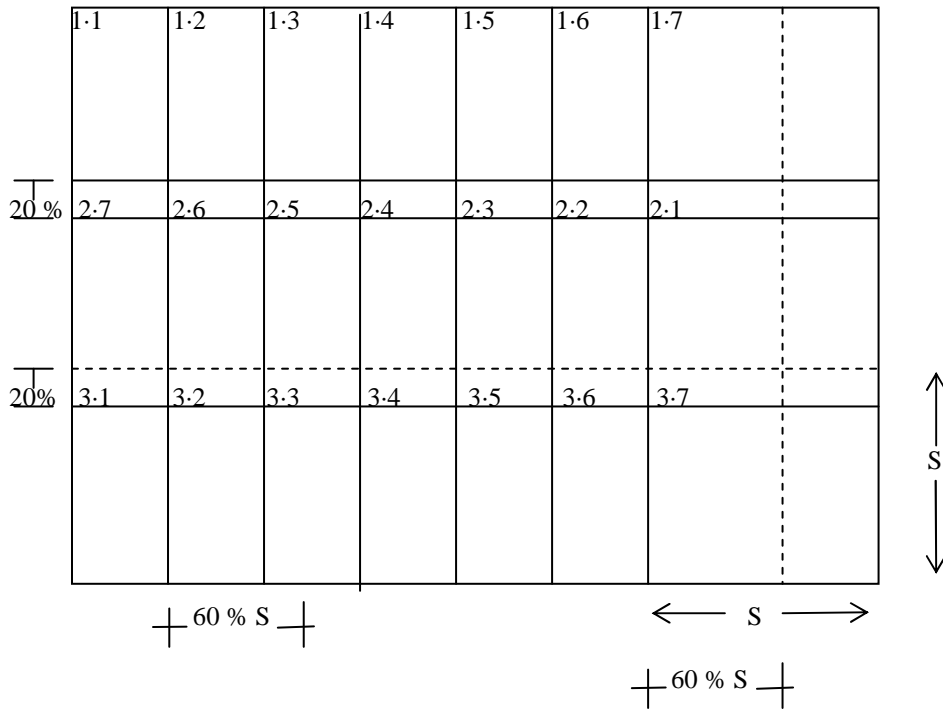
Σχήμα 7

Είναι φανερό ότι απ' το αυτό ύψος πτήσης, οι μικροεστιακές φωτομηχανές απεικονίζουν την μεγαλύτερη έκταση απ' όλες τις άλλες φωτομηχανές αναλογικά.

Προκειμένου ν' απεικονισθεί σε αεροφωτογραφίες μια ενδιαφέρουσα έκταση του εδάφους και με δοσμένα τα πλεονεκτήματα, για τη φωτοερμηνεία, (και φυσικά και για τη φωτογραμμετρία), που παρέχει η στερεοσκοπική αντίληψη του εδάφους, προγραμματίζουμε κατάλληλα την κατακόρυφη αεροφωτολήψη σε επικαλυπτόμενες λωρίδες κατά μήκος επικαλυπτομένων αεροφωτογραφιών.

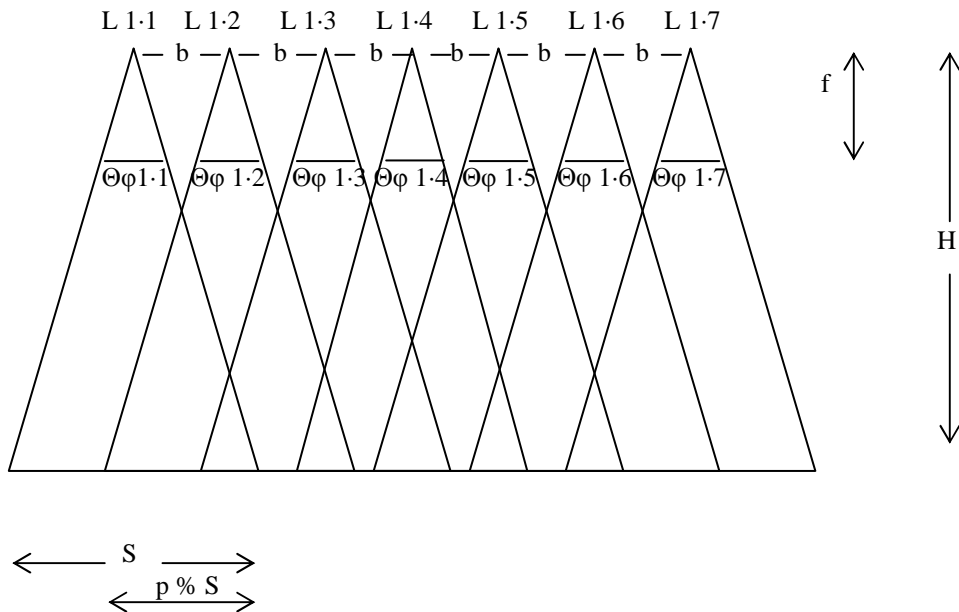
Πραγματικά η κατά πλάτος επικάλυψη (επικάλυψη λωρίδων) που για λόγους ασφάλειας είναι $q=20-30\%$ εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξει κενό στην αεροφωτογράφιση, ενώ η κατά μήκος επικάλυψη $P=60\%$ εξασφαλίζει την δυνατότητα στερεοσκοπικής όρασης των αεροφωτογραμμάτων με την βοήθεια στερεοσκοπίου.

Έτσι η σχεδίαση σε κάτοψη της αεροφωτολήψης μιας ενδιαφέρουσας περιοχής με τρεις λωρίδες των επτά αεροφωτογραφιών η κάθε μια, με $P=60\%$ και $q=20\%$ δίνεται στο σχήμα 8. (Να σημειωθεί ο τρόπος αρίθμησης λωρίδων και φωτογραμμάτων).



Σχήμα 8

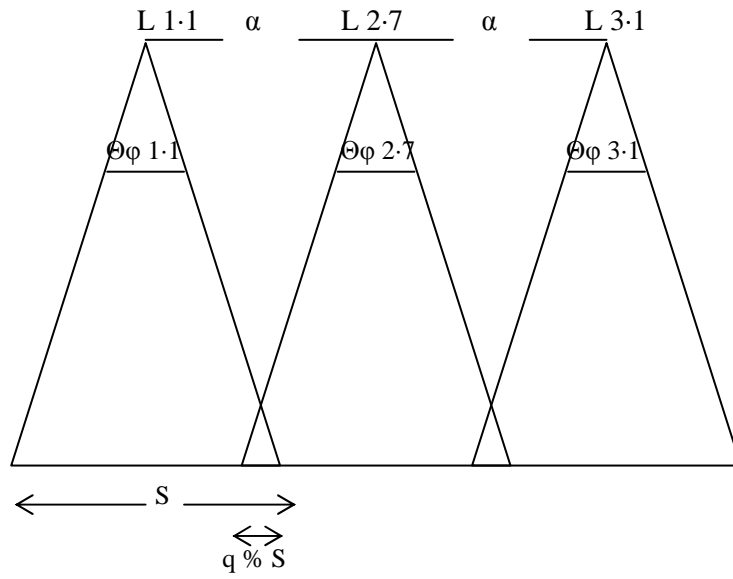
Η κατά μήκος τομή μιάς λωρίδας αεροφωτογραφιών κατά τη στιγμή της κατακόρυφης αεροφωτόληψης του παραδείγματος δίνεται στο σχήμα 9.



Σχήμα 9

όπου b η απόσταση δύο κατά μήκος διαδοχικών σημείων λήψης.

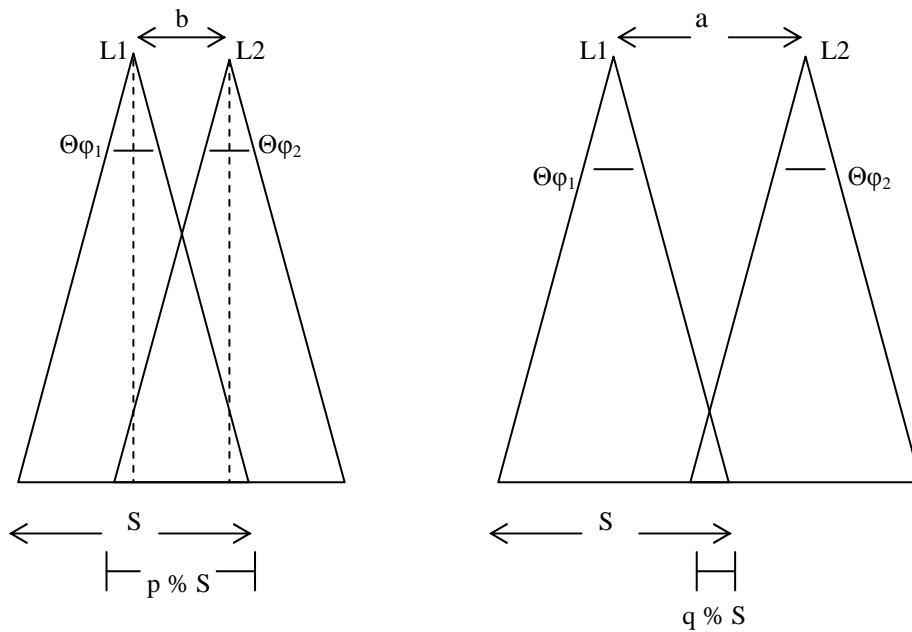
Η κατά πλάτος τομή της φωτολήψης δίνεται στο σχήμα 10



Σχήμα 10

όπου α η απόσταση δύο διαδοχικών κατά πλάτος σημείων λήψης.

Απ' τα τυπικά σχήματα της κατά μήκος και κατά πλάτος επικάλυψης (σχήμα 11) εύκολα προκύπτουν οι σχέσεις:



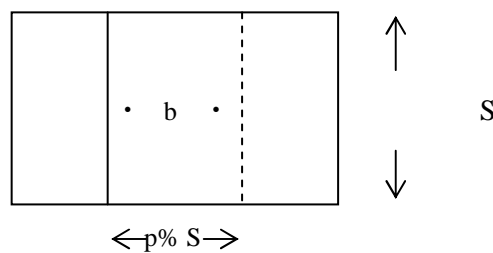
Σχήμα 11

$$S = b + \frac{P}{100} S \quad \text{και} \quad S = a + \frac{q}{100} S$$

$$\text{και} \quad b = S - \frac{P}{100} S \quad \text{και} \quad a = S - \frac{q}{100} S$$

$$\text{και} \quad b = S \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right) \quad \text{και} \quad a = S \cdot \left(1 - \frac{q}{100}\right)$$

οπότε το ωφέλιμο εμβαδόν του στερεοσκοπικού ζεύγους των αεροφωτογραμμάτων είναι (σχήμα 12)



Σχήμα 12

$$E_n = S \cdot \frac{p}{100} S = \frac{p}{100} \cdot S^2$$

κι επειδή η ποιότητα της εικόνας δεν είναι παραδεκτή στα άκρα, μπορούμε να δεχθούμε:

$$E_n = b \cdot a$$

Έτσι, αν η ενδιαφέρουσα έκταση στο έδαφος έχει εμβαδόν E, ο αριθμός των απαιτούμενων για την φωτοερμηνευτική λήψη αεροφωτογραφιών θα είναι:

$$n = \frac{E}{E_n} = \frac{E}{a \cdot b}$$

Παράγοντες που επηρεάζουν την φωτοερμηνευτική λήψη

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την φωτοερμηνευτική λήψη (και συνεπώς και τις συγκεκριμένες κάθε φορά φωτοερμηνευτικές δυνατότητες), τόσο όσον αφορά στην ποιότητα των φωτογραμμάτων, όσο και στη μορφή των διαφόρων χαρακτηριστικών στοιχείων που μπορούν ν' αναγνωρισθούν πάνω σ' αυτά είναι:

- ◆ Η αξιοποίηση όλων των διατιθέμενων γενικών, τοπογραφικών, χαρτογραφικών, βιβλιογραφικών, αεροφωτογραφικών και λοιπών τηλεπισκοπικών και άλλων στοιχείων, προκειμένου να προσδιορισθούν οι γενικοί τύποι προτύπων και χαρακτηριστικών που επικρατούν, ή πρέπει λεπτομερέστερα να αναλυθούν.
- ◆ Η εκλογή του αεροσκάφους με το οποίο θα γίνει η αεροφωτολήψη.
- ◆ Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες.
- ◆ Η εκλογή της εποχής και της ώρας λήψης.
- ◆ Η θέση του ήλιου κατά τη διάρκεια της λήψης.
- ◆ Η εκλογή της διεύθυνσης του άξονα πτήσης.
- ◆ Η εκλογή του φωτογαλακτώματος του φιλμ σε συνδυασμό με τα κατάλληλα φίλτρα.

- ♦ Το ύψος πτήσης.
- ♦ Η εκλογή της, ή των φωτογραμμετρικών φωτομηχανών, ή και άλλων τηλεπισκοπικών δεκτών και συστημάτων και των κατά μήκος και πλάτος επικαλύψεων.

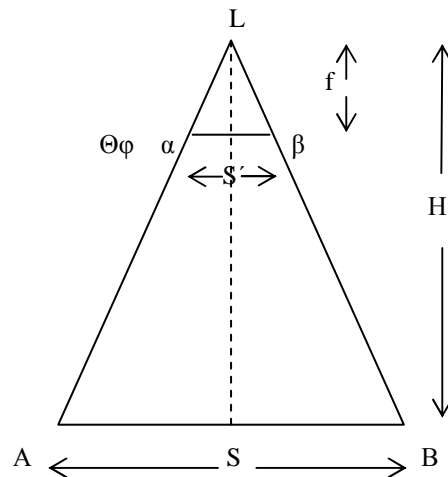
Στοιχειώδεις Μετρήσεις στη Φωτοερμηνεία

Κλίμακα αεροφωτογραφίας

Απλές μετρήσεις σε μια φωτογραφία και σ' ένα ζευγάρι αεροφωτογραφιών μπορούν να δώσουν στον φωτοερμηνευτή μια ουσιαστική δυνατότητα ολοκλήρωσης της δουλειάς του σε κάθε φάση της.

Ακόμη, παράλληλη μελέτη αεροφωτογραφιών και χαρτών της ίδιας περιοχής, (που ενδεχόμενα υπάρχουν) και μετρητικές παραβολές μεγεθών που απεικονίζονται, τόσο στην αεροφωτογραφία, όσο και στο χάρτη, μπορούν να υποβοηθήσουν σημαντικά τη φωτοερμηνευτική διαδικασία.

Θεμελιακή έννοια συνεπώς είναι η κλίμακα της αεροφωτογραφίας, που στην ιδεώδη περίπτωση κατακόρυφου άξονα λήψης και για έδαφος οριζόντιο κι επίπεδο, θα μπορούσε να γίνει εύκολα κατανοητή με τη βοήθεια του σχήματος 13 που περιγράφει τη γεωμετρία της λήψης σε κατακόρυφη τομή.



Σχήμα 13

όπου: L= το σημείο λήψης, f = η εστιακή απόσταση της φωτογραμμετρικής φωτομηχανής, H = το ύψος πτήσης
 $\Phi\phi$ = θετικό φωτότυπο φωτογράμματος,
 $\alpha\beta$ = τομή θετικού φωτότυπου,
 AB = αντίστοιχη τομή του εδάφους,

Είναι φανερό ότι τα μεγέθη $A B$ στο έδαφος συσχετίζονται με τα αντίστοιχα τους $\alpha \beta$ στο φωτόγραμμα με απλές σχέσεις ομοιότητας. Πραγματικά απ' τα όμοια τρίγωνα $La\beta$ και LAB έχουμε:

$$\frac{\alpha\beta}{AB} = \frac{s'}{S} = \frac{f}{H} = \frac{1}{m_b} = M_b$$

όπου M_b η εικονοκλίμακα (κλίμακα της αεροφωτογραφίας)

$$\text{και } S = s' \cdot m_b \quad S = \frac{s' \cdot H}{f} \quad H = f \cdot m_b$$

Παράδειγμα

Να βρεθεί η κλίμακα των αεροφωτογραφιών που πάρθηκαν με φωτογραμμετρική φωτομηχανή 305/23 από ύψος $H = 2000\text{m}$.

Να βρεθεί ακόμα το μήκος στο έδαφος που απεικονίζεται στη διάσταση $s' = 23\text{cm}$ της αεροφωτογραφίας.

Απάντηση

$$\text{Είναι} \quad M_b = \frac{1}{m_b} = \frac{f}{H} = \frac{0,305}{2.000} = \frac{1}{6.557}$$

$$S = s' \cdot m_b = 0,23 \times 6.557 = 1.508\text{m}$$

Στην συνηθισμένη πραγματική περίπτωση κατακόρυφης αεροφωτογράφισης του τυχαίου εδάφους, θεωρούμε ως (ενιαία) κλίμακα αεροφωτογραφίας αυτή που αναφέρεται σ' ένα οριζόντιο συμβατικό επίπεδο που περνάει απ' το μέσο υψόμετρο του εδάφους που απεικονίζεται στη δοσμένη αεροφωτογραφία.

Έτσι με τη γνώση αυτής της συμβατικής εικονοκλίμακας, μπορούμε, μετρώντας στη φωτογραφία ένα μήκος που μας ενδιαφέρει, να υπολογίσουμε την περίπου αληθή τιμή του στο έδαφος, (όταν βέβαια το επίπεδο στο οποίο κείται παρουσιάζει μικρή κλίση). Η μετρητική αυτή εκτίμηση μπορεί να μας βοηθήσει σε συνδυασμό βέβαια και μ' άλλα στοιχεία στην διατύπωση συμπερασμάτων ποιοτικής φύσης.

Παράδειγμα

Σε φωτόγραμμα κλίμακας 1:6.000 μετριέται η διάσταση ενός κτίσματος που ανήκει σ' ένα αγροτικό οικισμό και είναι $k' = 5,0\text{mm}$.

Ποιά μπορεί να είναι η πιθανή χρήση του κτίσματος.

Απάντηση

Είναι φανερό ότι το αληθές μέγεθος της διάστασης του κτίσματος είναι περίπου

$$K = k' \cdot m_b = 5,0\text{mm} \times 6.000 = 30\text{m}$$

Άρα αποκλείεται να είναι σπίτι. Ενδεχόμενα είναι αγροτική αποθήκη, εκκλησία ή κ.λ.π. (περισσότερα σχετικά στο κεφάλαιο της Φωτοερμηνευτικής Μεθοδολογίας).

Φωτόγραμμα και Χάρτης

Προοπτική αντιστοίχιση

Η ύπαρξη χάρτη, ή χαρτών μιας περιοχής, για την οποία διαθέτουμε αεροφωτογραφίες αποτελεί βασικής σημασίας υποστήριξη για τη δουλειά του φωτοερμηνευτή.

Θα πρέπει εδώ να θυμίσουμε με λίγα λόγια τη θεμελιώδη σχέση χάρτη - αεροφωτογραφίας.

Όπως είναι γνωστό ο πρώτος θεμελιώδης χειρισμός της Φωτογραμμετρίας είναι η λήψη των φωτογραμμάτων που στην εγγύτερη μαθηματική ισοδυναμία τους, αποτελούν κεντρικές προοπτικές του εδάφους. Επειδή οποιοδήποτε τεχνικό έργο για να προγραμματισθεί να μελετηθεί και να κατασκευαστεί αλλά και οποιοσδήποτε σχεδιασμός ανάπτυξης, προϋποθέτουν κι απαιτούν την ύπαρξη αξιόπιστης μετρητικής υποδομής (οριζοντιογραφικής και υψομετρικής) της ευρύτερης περιοχής στην οποία το έργο χωροθετείται, ή ο σχεδιασμός ανάπτυξης αναφέρεται, η κύρια τοπογραφική εφαρμογή της Φωτογραμμετρίας, αφορά στην μετατροπή, με κατάλληλα όργανα και τεχνικές, των φωτογραμμάτων σε χάρτη οριζοντιογραφικό κι υψομετρικό (δεύτερος θεμελιώδης χειρισμός της Φωτογραμμετρίας).

Έτσι ένα φωτόγραμμα μπορεί να θεωρηθεί ως προοπτικά αντίστοιχο ομαλού επιπέδου εδάφους, ενώ το στερεόγραμμα του κοινού τμήματος δύο επικαλυπτομένων κατά μήκος $q \geq$

60% φωτογραμμάτων μπορεί να θεωρηθεί, ως προοπτικά αντίστοιχο της αληθινής τρισδιάστατης μορφής του εδάφους.

Η μονοεικονική λοιπόν Φωτογραμμετρία, με βάση την προοπτική αντιστοίχιση επιπέδων και με κατάλληλα (μονοεικονικά) όργανα και τεχνικές, μετατρέπει το φωτόγραμμα σε οριζοντιογραφική αποτύπωση του εδάφους, η δε διεικονική με βάση την προοπτική αντιστοίχιση χώρων, και με \

κατάλληλα φωτοαποδοτικά (διεικονικά) όργανα και τεχνικές, μετατρέπει το στερεόγραμμα σε πλήρες τοπογραφικό σχέδιο (φωτογραμμετρικό, οριζοντιογραφικό κι υψομετρικό χάρτη).

Με τις συνθήκες ποιότητας των κλασικών φωτογραμμετρικών οργάνων απόδοσης ο φωτογραμμετρικός χάρτης που μπορούμε να πάρουμε, με βάση εμπειρικές εκτιμήσεις θα έχει κλίμακα της τάξης:

$$M_k = \frac{1}{m_k} \quad \text{όπου} \quad m_b = c \sqrt{m_k}$$

και c ένας συντελεστής που ορίζεται ως c = 200

Άρα από φωτογράμματα εικονοκλίμακας $\frac{1}{m_b} = \frac{1}{8.000}$ μπορούμε

να πάρουμε φωτογραμμετρικό χάρτη

με $m_k = \left(\frac{m_b}{c} \right)^2 = \left(\frac{8.000}{200} \right)^2 = 1.600$

δηλαδή κλίμακας M_k της τάξης του $M_k = \frac{1}{2.000}$

Ως μεγάλες κλίμακες χαρτών θεωρούμε τις κλίμακες 1:500, 1: 1.000, 1: 2.000

Ως μέσες κλίμακες τις 1: 5.000, 1: 10.000 και 1:20.000

και ως μικρές τις 1:50.000, 1:100.000 και 1:200.000 κ.λ.π.

Μέση Κλίμακα Αεροφωτογραφιών

Όπως είναι φανερό το έδαφος παρουσιάζει ανάγλυφο, οπότε η κλίμακα της απεικόνισης του θα είναι διαφορετική στις εξάρσεις (μεγαλύτερη) και στις κοιλάδες (μικρότερη).

Δεχόμαστε τότε ως μέση κλίμακα της αεροφωτογραφίας εκείνη που προκύπτει όταν το έδαφος θεωρηθεί σαν το οριζόντιο επίπεδο που περνά απ' το μέσο υψόμετρο της περιοχής h_μ .

Τότε για ύψος πτήσης H πάνω απ' την επιφάνεια της θάλασσας, το ύψος πτήσης πάνω απ' το επίπεδο αναφοράς που περνά απ' το μέσο υψόμετρο θα είναι

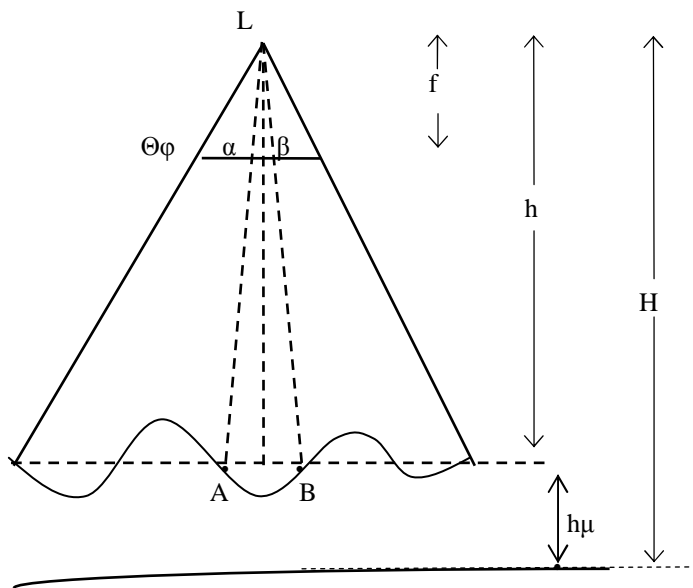
$$h = H - h_\mu$$

οπότε θα ισχύουν οι γνωστοί τύποι

$$M_b = \frac{l}{m_b} = \frac{f}{h} = \frac{f}{H - h_\mu}$$

$$\frac{S}{s'} = \frac{H - h_\mu}{f} \quad \text{και} \quad S = \frac{s' \cdot (H - h_\mu)}{f}$$

$$\text{και} \quad AB = \alpha\beta \cdot mb = \alpha\beta \cdot \frac{(H - h_\mu)}{f}$$



Σχήμα 14

Παράδειγμα

Γίνεται αεροφωτολήψη από ύψος $H = 2.000$ πάνω απ' την επιφάνεια της θάλασσας για φωτογράφιση περιοχής που ορίζεται απ' τα σημεία 1: με $Z_1 = 387,90m$ 2: με $Z_2 = 412,18m$ 3: με $Z_3 = 394,52m$ και 4: με $Z_4 = 371,24m$ με αεροφωτομηχανή 88/23. Ποιά είναι η εικονοκλίμακα, πόσο είναι το S και πόσο το αληθές μήκος l ενός δρόμου που το ανάπτυγμά του στο φωτόγραμμα μετρήθηκε και είναι $l' = 19,45$ cm

Απάντηση

Το μέσο υψόμετρο της περιοχής πάνω απ' την επιφάνεια της θάλασσας είναι:

$$h_{\mu} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4}{4} = \frac{387,90 + 412,18 + 394,52 + 371,24}{4} = 391,46m$$

Οπότε $h = H - h_{\mu} = 2000 - 391,46 = 1608,54m$

$$M_b = \frac{1}{m_b} = \frac{f}{H - h_{\mu}} = \frac{0,088}{1.608,54} = \frac{1}{18.278}$$

$$S = s' \cdot m_b = 0,23 \times 18.278 = 4.204m$$

$$\text{και } l = l' \cdot m_b = 0,1945 \times 18.278 = 3.555m$$

Εκτροπές λόγω αναγλύφου

Στην ιδεώδη περίπτωση οριζοντίου εδάφους μηδενικού αναγλύφου και για αυστηρά κατακόρυφη λήψη, το φωτόγραμμα μπορεί να θεωρηθεί οριζοντιογραφικός χάρτης του εδάφους κλίμακας.

$$M_k = M_b = \frac{1}{m_b} = \frac{f}{h}$$

Τότε κάθε σημείο Γ στο οριζόντιο έδαφος θα έχει ως ορθή προβολή του πάνω στον οριζοντιογραφικό φωτογραφικό χάρτη κλίμακας $1/m_b$ το σημείο γ , δηλ. την απεικόνιση του Γ στο φωτόγραμμα. Η ύπαρξη όμως και της πιο μικρής υψομετρικής διαφοράς π.χ. Δh ,

προκαλεί εκτροπή της απεικόνισης του σημείου απ' την αληθινή χαρτογραφική (στο φωτόγραμμα) θέση του.

Π.χ το σημείο A στο έδαφος με υψομετρική διαφορά Δh απ' το οριζόντιο επίπεδο μέσου υψομέτρου, θα όφειλε ν' απεικονίζεται στο φωτογραφικό χάρτη στο α' (προοπτική απεικόνιση της ορθής προβολής A' του A στο οριζόντιο επίπεδο).

Στην πραγματικότητα όμως απεικονίζεται στη θέση α'' (που απέχει απ' την αληθινή α' κατά την ακτινική απ' το ναδίρ εικόνας απόσταση δr = α''α' της εκτροπής) αντιστοιχεί δε σε σημείο A'' κατά την ακτινική απ' το Ναδίρ εδάφους απόσταση A''A' = Δr.

Τα μεγέθη Δr και δr συνδέονται μεταξύ τους και με το Δh με τις απλές σχέσεις που προκύπτουν απ' τα όμοια τρίγωνα La''v' και A''A' και από τα όμοια τρίγωνα La''α' και LA''A'.

Πραγματικά είναι:

$$\frac{v'α''}{Δr} = \frac{f}{Δh} \quad \text{και} \quad Δr = \frac{v'α'' \cdot Δh}{f}$$

όποτε $Δr = \frac{r \cdot Δh}{f}$ (1) (όπου v'α'' = r = ακτινική απόσταση του εικονοσημείου απ' το Ναδίρ εικόνας)

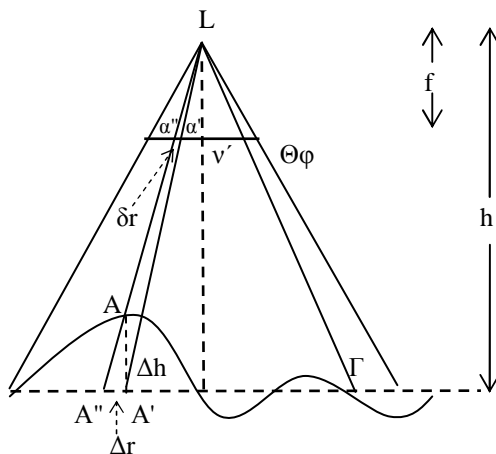
Αλλά ακόμα είναι:

$$\frac{Δr}{δr} = \frac{h}{f} \quad \text{και} \quad Δr = \frac{δr \cdot h}{f} \quad (2)$$

οπότε $Δr = \frac{r \cdot Δh}{f} = \frac{δr \cdot h}{f}$

$r \cdot Δh = δr \cdot h$

και συνεπώς $Δh = \frac{δr \cdot h}{r}$ (3) και $δr = \frac{r \cdot Δh}{h}$ (4)



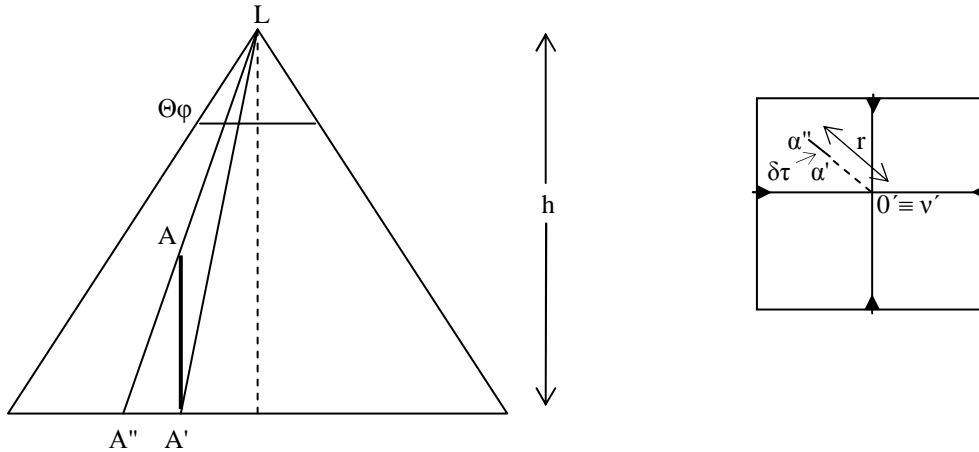
Σχήμα 15

Η σχέση (3) δίνει τη δυνατότητα απλού υπολογισμού κατακορύφων αποστάσεων από μετρήσεις σ' ένα φωτόγραμμα, οι δε σχέσεις (4) κι (1) ειδικολογούν τις επιδράσεις του αναγλύφου, στο μέγεθος των εκτροπών που προκαλεί κάθε φορά, σε εικονοσημεία:

- (α) με διαφορετική απόσταση (ακτινική) απ' το ναδίρ εικόνας,
- (β) σε λήψεις με διαφορετική αεροφωτομηχανή,
- (γ) σε λήψεις από διαφορετικά ύψη πτήσεων,

(Να γίνει σχετική διερεύνηση και να διατυπωθούν τα σχετικά πορίσματα με μορφή τεχνικής έκθεσης).

Παράδειγμα υπολογισμού κατακόρυφης απόστασης από μετρήσεις σε μια εικόνα (επίδραση αναγλύφου).



Σχήμα 16

Στο οριζόντιο επίπεδο μέσου υψομέτρου της περιοχής που απεικονίζεται σε μια αεροφωτογραφία βασίζεται κατακόρυφη καμινάδα εργοστασίου AA' που απεικονίζεται στο φωτόγραμμα σαν α''α' = 3mm (αεροφωτομηχανή 305/23, ύψος πτήσης 800m πάνω απ' το οριζόντιο επίπεδο μέσου υψομέτρου). Τα α'' απέχει απ' το ναδίρ εικόνας ν' απόσταση r = 9,012cm. Να υπολογισθεί το ύψος της καμινάδας.

Απάντηση

$$\text{Εφαρμόζοντας τον τύπο (3)} \quad \Delta h = \frac{\delta r \cdot h}{r} \quad \text{για τα δεδομένα του προβλήματος έχουμε}$$

$$\Delta h = \frac{3\text{mm} \times 800\text{mm}}{90,12\text{mm}} = 26,63\text{m}$$

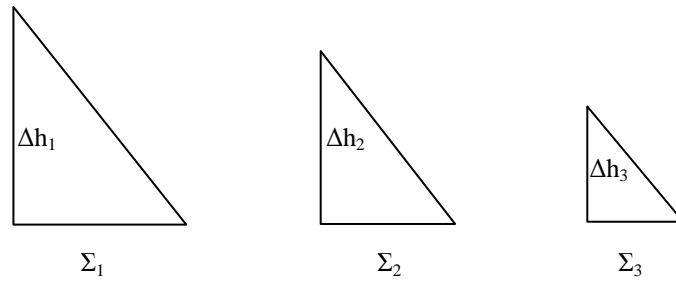
Εδώ θα πρέπει να τονισθεί η χρησιμότητα του υπολογισμού κατακόρυφων αποστάσεων από τον Αγρ. Τοπ. Μηχανικό, ή τον Μηχανικό γενικότερα, γιατί χωρίς κανένα εργαλείο και με μια μόνο φωτογραφία κατάλληλης κλίμακας, θα μπορεί να εκτιμά ύψη δένδρων, κτισμάτων κ.λ.π. ώστε να μπορεί ν' αποκτά πληρέστερη εικόνα για τις συνθήκες (ορατότητας κ.λ.π.) που επικρατούν στην περιοχή που ενδιαφέρει.

Υπολογισμός κατακόρυφων αποστάσεων από μετρήσεις σε μια εικόνα με τη μέθοδο των σκιών

Κατά τη στιγμή της λήψης ενός φωτογράμματος, η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του ήλιου είναι η ίδια και όπως είναι φανερό, υπάρχει μια απλή αναλογία κατακόρυφων αποστάσεων αντικειμένων και των αντίστοιχων σκιών τους σ' όλη την έκταση της περιοχής που καλύπτει η αεροφωτογραφία.

Έτσι σε έδαφος ενιαίας κλίσης και σύμφωνα με το σχήμα 17, (στην οριακή περίπτωση που το έδαφος είναι οριζόντιο επίπεδο) θα ισχύει

$$\frac{\Delta h_1}{\Sigma_1} = \frac{\Delta h_2}{\Sigma_2} = \frac{\Delta h_3}{\Sigma_3} \quad (\alpha)$$



Σχήμα 17

Όπου $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$, τα ύψη των κατακόρυφων στελεχών και $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$ οι αντίστοιχες απεικονίσεις τους στο φωτόγραμμα συνδέονται με τη σχέση:

$$\Sigma_1 = \sigma_1 \cdot m_b \qquad \Sigma_2 = \sigma_2 \cdot m_b \qquad \Sigma_3 = \sigma_3 \cdot m_b$$

όπου m_b ο παρανομαστής της εικονοκλίμακας και $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, οι απεικονίσεις των σκιών στο φωτόγραμμα.

Άρα οι σχέσεις (α) με την κατάλληλη αντικατάσταση γίνονται

$$\frac{\Delta h_1}{\sigma_1 m_b} = \frac{\Delta h_2}{\sigma_2 m_b} = \frac{\Delta h_3}{\sigma_3 m_b} \quad (\beta)$$

και στη συνέχεια

$$\frac{\Delta h_1}{\sigma_1} = \frac{\Delta h_2}{\sigma_2} = \frac{\Delta h_3}{\sigma_3} \quad (\gamma)$$

Έτσι αν γνωρίζουμε (ή αν μπορούμε με κάποιο τρόπο να μετρήσουμε στο ύπαιθρο) την σκιά που ρίχνει στο έδαφος αντικείμενο γνωστού υψομέτρου, μπορούμε να υπολογίσουμε τα ύψη άλλων αντικειμένων με βάση το μέγεθος των απεικονίσεων των σκιών τους στο φωτόγραμμα.

Παράδειγμα

Δένδρο ύψους $\Delta h_1 = 35m$ ρίχνει στο έδαφος $\Sigma_1 = 15m$ και συναπεικονίζεται σε φωτόγραμμα που πάρθηκε από ύψος πτήσης $h = 1000m$ και με φωτομηχανή 152/23, με πύργο της Ε.Ρ.Τ. που ρίχνει σκιά Σ_2 στο έδαφος. Η απεικόνιση της σκιάς του πύργου στο φωτόγραμμα μετρείται και είναι $\sigma_2 = 3,5mm$. Να υπολογισθεί το ύψος του πύργου.

Απάντηση

είναι $\frac{\Delta h_1}{\Sigma_1} = \frac{\Delta h_2}{\Sigma_2}$ και $\frac{\Delta h_1}{\sigma_1} = \frac{\Delta h_2}{\sigma_2}$ Αλλά $\Sigma_1 = \sigma_1 \cdot m_b = \sigma_1 \cdot \frac{h}{f} = \sigma_1 \cdot \frac{1000}{0,152}$

και συνεπώς $\sigma_1 = \Sigma_1 \cdot \frac{0,152}{1000} = 15m \cdot \frac{0,152m}{1000m} = 2,28mm$

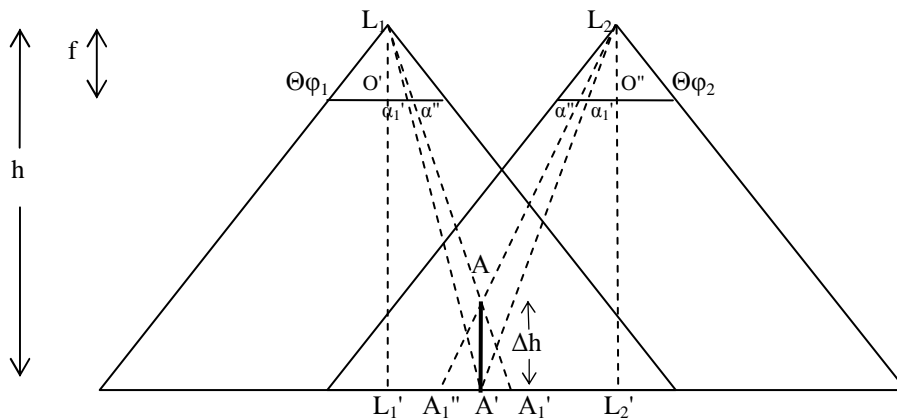
$$\frac{35m}{2,28mm} = \frac{\Delta h_2}{3,5mm} \quad \text{και} \quad \Delta h_2 = \frac{35 \times 3,50}{2,28} = 53,72m$$

Άρα το ύψος του πύργου της Ε.Ρ.Τ. είναι $\Delta h_2 = 53,72m$.

Γεωμετρία στερεοράματος αεροφωτογραμμάτων

Υπολογισμός κατακορύφων αποστάσεων από μετρήσεις σε ζευγάρι αεροφωτογραφιών

Στην τυπική περίπτωση δύο επικαλυπτομένων κατά $p \geq 60\%$ φωτογραμμάτων, θεμελιώδης έννοια, για την αντίληψη του βάθους και για τον υπολογισμό κατακορύφων αποστάσεων από μετρήσεις πάνω σ' αυτά, είναι η απόλυτη παράλλαξη ενός σημείου και η διαφορά παραλλάξεων δύο σημείων που απεικονίζονται στο κοινό τμήμα τους.



Σχήμα 18

Απ' το σχήμα 18 που παριστάνει σε προβολή πάνω στο κατακόρυφο επίπεδο που περνάει από δύο διαδοχικά σημεία λήψης L_1 και L_2 , την γεωμετρία της απεικόνισης κατακορύφου στελέχους AA' , γίνονται αποτελεσματικά κατανοητές τόσο οι έννοιες, της παράλλαξης και της διαφοράς παραλλάξεων όσο και η σχέση τους με το Δh του AA' .

(Στην περίπτωση που εξετάζουμε, ο πόδας του κατακόρυφου στελέχους κείται στο οριζόντιο επίπεδο αναφοράς).

Το σημείο A (η κορυφή του κατακόρυφου στελέχους) λέμε ότι έχει παράλλαξη Π_A (απόλυτη στερεοσκοπική παράλλαξη, ή X παράλλαξη, παράλλαξη δηλ. κατά την κατεύθυνση του άξονα, πτήσης) και την ορίζουμε $\Pi_A = O'a' + O'a''$ (1), ή μ' άλλα λόγια, ως το άθροισμα των προβολών στον άξονα πτήσης, των αποστάσεων των συζυγών*, εικονοσημείων του A στα δύο φωτογράμματα, από τα αντίστοιχα εικονοκέντρα τους.

Έτσι το σημείο A' (βάση του κατακόρυφου στελέχους) έχει απόλυτη παράλλαξη $\Pi_{A'}$ όπου $\Pi_{A'} = O'a_1' + O'a_1''$ (2)

Η απόλυτη παράλλαξη μετριέται πάντα παράλληλα προς την κατεύθυνση πτήσης.

Παραλληλίζοντας τη λήψη δύο κατά μήκος επικαλυπτομένων αεροφωτογραφιών που απεικονίζουν το κατακόρυφο στέλεχος AA' , με τη διαδικασία όρασης του, εναλλακτικά με το αριστερό μάτι (L_1) και μετά με το δεξί (L_2), (οπότε έχουμε την αίσθηση της μετακίνησης (εκτροπής) του από μια θέση σε μια άλλη), θα μπορούσαμε να πούμε ότι παράλλαξη γενικά είναι η φαινόμενη μετατόπιση ενός αντικειμένου που προκαλείται απ' την αλλαγή του σημείου παρατήρησής του.

Είναι γνωστό ότι αυτή η έννοια της παράλλαξης αποτελεί τη βάση για τη στερεοσκοπική όραση, (του ύψους δηλ. του κατακόρυφου στελέχους AA' π.χ.) οφείλεται στη διαφορά των μετατοπίσεων των απεικονίσεων του σε δύο διαδοχικές αεροφωτογραφίες.

Η διαφορά δηλ. παραλλάξεως των A και A' , μ' άλλα λόγια, η διαφορά των απολύτων παραλλάξεων των δύο σημείων A και A' (της κορυφής της βάσης του κατακόρυφου στελέχους) θα συσχετισθεί με την κατακόρυφη απόσταση $\Delta h = AA'$

Από τα όμοια τρίγωνα $AA_1'A_1'$ και AL_2L_1 έχουμε

* συζυγή εικονοσημεία του A θεωρούνται οι απεικονίσεις του A στο κοινό τμήμα δύο επικαλυπτομένων κατά μήκος αεροφωτογραμμάτων αντίστοιχα

$$\frac{A_1''A_1'}{L_1L_2} = \frac{\Delta h}{h - \Delta h} \quad \text{και} \quad A_1''A_1' \cdot h - A_1''A_1' \cdot \Delta h = L_1L_2 \cdot \Delta h$$

$$\text{και} \quad \Delta h = \frac{A_1''A_1' \cdot h}{L_1L_2 + A_1''A_1'} \quad \text{ή} \quad \Delta h = h \left(\frac{A_1''A_1'}{L_1L_2 + A_1''A_1'} \right) \quad (3)$$

Αλλά από όμοια τρίγωνα $L_1O'a_1'$ και $L_1L_1'A'$
 και τα όμοια τρίγωνα $L_2O''a_1''$ $L_2L_2'A'$
 έχουμε αντίστοιχα $L_1'A' = O'a_1' \cdot \frac{h}{f}$ $L_2'A' = O''a_1'' \cdot \frac{h}{f}$

οπότε $L_1L_2' = (O'a_1' + O''a_1'') \cdot \frac{h}{f} = \Pi A' \cdot \frac{h}{f}$ (σύμφωνα με την (2))

Επίσης είναι φανερό ότι οι αποστάσεις A''_1A' και $A'A_1'$ στο έδαφος, σχετίζονται με τις αντίστοιχες τους $a_1''a_1''$ και $a_1'a_1'$ στις συζυγείς αεροφωτογραφίες με το λόγο της κλίμακας τους.

Είναι δηλαδή $A_1''A' = a_1''a_1'' \cdot \frac{h}{f}$
 $A'A_1' = a_1'a_1' \cdot \frac{h}{f}$
 οπότε $A_1''A_1' = A_1''A' + A'A_1' = (a_1''a_1'' + a_1'a_1') \cdot \frac{h}{f}$

Αλλά το μέγεθος $(a_1''a_1'' + a_1'a_1')$ δεν είναι τίποτε άλλο από τη διαφορά των απόλυτων παραλλάξεων Π_A και $\Pi_{A'}$ των σημείων A και A', γιατί αφαιρώντας απ' την (1) τη (2) κατά μέλη έχουμε:

$$\begin{aligned} \Pi_A - \Pi_{A'} &= O'a_1' + O''a_1'' - O'a_1' - O''a_1'' = \\ &= (O'a_1' - O'a_1') + (O''a_1'' - O''a_1'') = \\ &= a_1'a_1' + a_1''a_1'' = dp \end{aligned}$$

Έτσι η (3) γίνεται

$$\Delta h = h \frac{dp \cdot \frac{h}{f}}{(\Pi A' \cdot \frac{h}{f} + dp \cdot \frac{h}{f})}$$

και $\Delta h = h \cdot \frac{dp}{\Pi A' + dp}$ (4)

Χωρίς βλάβη της ακρίβειας και με την προϋπόθεση, ότι η φωτογράφιση είναι κατακόρυφη, ότι οι αεροφωτογραφίες πάρθηκαν απ' το ίδιο ύψος πτήσης κι ότι το έδαφος που φωτογραφίζουμε είναι ομαλό κι επίπεδο, μπορούμε ν' αντικαταστήσουμε στον παρανομαστή της (4) την τιμή της απόλυτης παράλλαξης, της βάσης A' του κατακόρυφου στελέχους με την κατά προσέγγιση τιμή της απόστασης των δύο διαδοχικών κύριων εικονοσημείων του στερεοσκοπικού ζευγαριού δηλαδή με την φωτοβάση $b_{\text{εικ}}$ (photo base) (απόσταση δύο διαδοχικών σημείων λήψης στην κλίμακα της αεροφωτογράφισης).

Έτσι η 4 γίνεται

$$\Delta h = h \cdot \frac{dp}{b_{\text{εικ}}}$$

$$b_{\text{εικ}} + dp \quad (5)$$

οπότε με την μέτρηση της διαφοράς παραλλάξεων βάσης και κορυφής dp οποιουδήποτε κατακόρυφου αντικειμένου που απεικονίζεται σ' ένα ζευγάρι αεροφωτογραφιών, είμαστε, (με βάση τον τύπο (5)), σε θέση να λογαριάσουμε το ύψος του Δh .

Παράδειγμα

Σε στερεοζεύγος που πάρθηκε από ύψος $h = 1.500\text{m}$ μετρήθηκε η διαφορά παραλλάξεων της βάσης και της κορυφής κωδωνοστασίου και βρέθηκε $1,12\text{mm}$, και η απόσταση των δύο εικονοκέντρων που βρέθηκε $b_{\text{εικ}} = 92\text{mm}$. Να υπολογισθεί το ύψος του κωδωνοστασίου.

Απάντηση

$$\text{Είναι} \quad \Delta h = h \cdot \frac{dp}{b_{\text{εικ}} + dp} = \frac{1.500 \times 1,12}{92 + 1,12} = 18,04\text{m}$$

Άρα το ύψος του κωδωνοστασίου είναι $\Delta h = 81,04\text{m}$

Σημείωση: Πολλές φορές, για περιπτώσεις που το dp είναι πολύ μικρό και οι πράξεις γίνονται με ακρίβεια κανόνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο απλουστευμένος τύπος

$$\Delta h = h \frac{dp}{b_{\text{εικ}}}$$

$$\text{Στο παραπάνω παράδειγμα το } \Delta h \text{ υπολογίζεται} \quad \Delta h = \frac{1.500 \times 1,12}{92} = 18,26\text{m}$$

1.11. Πλατφόρμες λήψης τηλεπισκοπικών απεικονίσεων

Μια απ' τις βασικότερες κι ουσιαστικότερες δυνατότητες της Φωτοερμηνευτικής και Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας, απ' τα πρώτα χρόνια των παραδοσιακών εφαρμογών της, (συμβατικές αεροφωτογραφίες), μέχρι τις σημερινές σύνθετες εφαρμογές των πολύπλοκων και συνδυασμένων τηλεπισκοπικών συστημάτων διαφόρων τύπων απεικονίσεων, ήταν και είναι η ταυτόχρονη και / ή επαναληπτική απεικόνιση, κάτω απ' τις ίδιες κάθε φορά, ή και διαφορετικές συνθήκες, μιας απειρίας ποσοτικών και ποιοτικών πληροφοριών, για μια εξαιρετικά εκτεταμένη (ανάλογα με την κλίμακα λήψης) περιοχή της φυσικής γήινης επιφάνειας.

Η δυνατότητα αυτή υλοποιήθηκε κι υλοποιείται, φανερά, σε συνάρτηση και παράλληλα με τη βελτίωση, εξέλιξη κι ανάπτυξη των ιπταμένων μέσων, που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται ως πλατφόρμες λήψης των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων.

Σ' αυτή λοιπόν τη θέση, θα αναφερθούμε ιδιαίτερα στην αλληλεπίδραση της εξέλιξης των ιπτάμενων αυτών μέσων, στην πιο πέρα ανάπτυξη των τηλεπισκοπικών εφαρμογών.

Πλατφόρμες λήψης τηλεπισκοπικών απεικονίσεων είναι: τα Μπαλόνια (Ελεύθερα, Αυτοκινούμενα κι Ελεγχόμενης θέσης), τα Ελικόπτερα, Πηδαλιουχούμενα Αερόστατα, τα Ανεμοπλάνα, Ειδικά (μη συμβατικά, μη επανδρώμενα) αεροσκάφη, τηλεκατευθυνόμενες πλατφόρμες, τα Συμβατικά Αεροσκάφη και τέλος Διαστημικές Πλατφόρμες* (Προγράμματα Nimbus, Tiros, ERTS/LANDSAT, A.T.S., NOAA, ITOS, Mariner, Viking, Pioneer, Mercury, Apollo, Gemini, Skylab, Soyuz, Meteor, SPOT, MOS κ.λ.π.)

* Δες Δημ. Ρόκου : “ Φυσικά Διαθέσιμα και Ολοκληρωμένες Αποδόσεις” Εκδ. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1981 και 1985

** “Manual of Remote Sensing”, της A.S. Photogrammetry A.S.P., 1975

1. Μπαλόνια

1.1 Ελεύθερα Μπαλόνια

Τα ελεύθερα μπαλόνια χρησιμοποιήθηκαν μέχρι το 1950 ευκαιριακά και μόνο.

Μόλις το 1950 έγινε το πρώτο πείραμα για συστηματική εφαρμογή Τηλεπισκοπικών Τεχνικών και το 1972 έγινε δυνατή η λήψη τηλεπισκοπικών απεικονίσεων από ύψος 49km.

Συνήθως τα ελεύθερα μπαλόνια χρησιμοποιούνται χωρίς πλήρωμα κι οι βασικοί περιορισμοί που τίθενται στη λειτουργία τους αφορούν φυσικά, στις επικρατούμενες κάθε φορά μετεωρολογικές συνθήκες.

Η επίδραση ισχυρών ανέμων π.χ., βάζει μέχρι και απαγορευτικούς περιορισμούς, στην οποιαδήποτε τηλεπισκοπική τους χρησιμότητα.

Σε συνθήκες όμως νηνεμίας, η σταθερότητα τους διαμορφώνει ιδεώδεις, από άποψη, έλλειψης κραδασμών, κατακορυφότητας λήψης κ.λ.π. προϋποθέσεις.

Για να εκτιμήσουμε τώρα ενδεικτικά, το κόστος ενός μπαλονιού, από πολυαιθυλένιο, (χωρίς τις δαπάνες πλήρωσης του με ήλιο, μεταφοράς, εργατικών κ.λ.π.), θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ένα ελεύθερο μπαλόني 10.000m³ σε τιμές του 1974 κόστιζε 74.000 δρχ. ενώ ένα μπαλόني όγκου 1.000.000m³ κόστιζε 1.850.000 δρχ.

1.2. Αυτοκινούμενα Μπαλόνια

Βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Σύμφωνα με στοιχεία του Aviation Week and Space Technology (1973) **, το 1972 πραγματοποιήθηκε με επιτυχία πειραματική λειτουργία αυτοκινούμενου μπαλονιού όγκου 20.200m³ για τρεις ώρες, μέχρι ένα ύψος 18.300m. Στο βαθμό που η δυνατότητα τηλεκατεύθυνσης κι ελέγχου, του επιτρέπει την λήψη απεικονίσεων πάνω από μια δοσμένη ενδιαφέρουσα περιοχή, (με φανερούς τους περιορισμούς από πνέοντες ισχυρούς ανέμους κ.λ.π.), το αυτοκινούμενο μπαλόني μπορεί να αποτελέσει, αξιόλογης σημασίας πλατφόρμα τηλεπισκοπικών εφαρμογών.

1.3 Μπαλόνια ελεγχόμενης θέσης

Είναι μπαλόνια που δένονται πάνω από συγκεκριμένες ενδιαφέρουσες περιοχές και παίρνουν τηλεπισκοπικές απεικονίσεις κατάλληλες για εφαρμογές π.χ. στην Αρχαιολογία, στην αποτύπωση της προόδου τεχνικών έργων κ.λ.π.

Χρησιμοποιούν συνήθως ελαφρές, αλλά αξιόπιστες φωτογραφικές μηχανές (Hasselblad, Linhof, Graflex κ.λ.π.), έχουν όγκο μέχρι 20m³, βάρος από 1,4 - 2,8 kgr και φωτογραφίζουν από ύψη 10 - 610m.

Σφαιρικά μπαλόνια ελεγχόμενης θέσης λειτουργούν σε συνθήκες σχετικής νηνεμίας (ταχύτητα ανέμου μέχρι 10km/h).

2. Ελικόπτερα

Χρησιμοποιούνται για φωτοερμηνευτικές - τηλεπισκοπικές εφαρμογές που απαιτούν την διατύπωση άμεσων συμπερασμάτων φωτοαναγνώρισης και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που η λήψη τηλεπισκοπικών απεικονίσεων με αεροσκάφη, αποτελεί περίπλοκη ως εξαιρετικά δύσκολη, ή αδύνατη διαδικασία.

Ακόμα ελικόπτερα όπως π.χ. το Bell Model 47G -3B1 χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές (π.χ. απ' τη Δασική Υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α., για λήψη με IR σαρωτή, υπέρυθρων απεικονίσεων κι εντοπισμό μικρών εστιών πυρκαϊών).

3. Πηδαλιουχούμενα Αερόστατα Goodyear - Ανεμοπλάνα

Ελαφρά σκάφη με 2 εξακύλινδρους κινητήρες 210 HP, με δυνατότητα λήψης από μέγιστο ύψος 2.290m (συνήθως 300 -910m) με ταχύτητα από 55 - 80 km/h, μέγεθος: 58,5m μήκος, 15m πλάτος και 18m ύψος και όγκος 5.800m³ (τύπος Columbia).

Έχουν βάρος, άδεια 4.100kg και μέγιστο 5.600kgr και δυνατότητα να μεταφέρουν 6 επιβάτες και πιλότο, σε απόσταση 805km με αυτοδυναμία καυσίμων και για διάρκεια πτήσης 20 ωρών.

Συνήθης τηλεπισκοπικός εξοπλισμός των πηδαλιουχούμενων αερόστατων, είναι κάμερες και φωτομηχανές κι η κύρια εφαρμογή τους, αφορά σε απεικονίσεις γεγονότων και συμβάντων με ειδησεογραφικό, εποπτικό, περιγραφικό, παρά αναλυτικό-επιστημονοτεχνικό χαρακτήρα.

Ανεμόπλانا σαν το Schweizer Sailplane SG S 2- 32, έχουν μέγιστο βάρος 610kg , ταχύτητα από 77 - 225 km/h και δυνατότητα μεταφοράς πιλότου και δύο επιβατών.

Μπορούν να μεταφέρουν μόνο ελαφρούς τηλεπισκοπικούς δέκτες.

4. Αεροσκάφη Τηλεπισκοπικών Λήψεων

Στους πίνακες που ακολουθούν, επιχειρείται μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών και στοιχείων, ενδεικτικών τύπων σε λειτουργία αεροσκαφών τηλεπισκοπικών λήψεων, με κύριες πηγές πληροφοριών, το “ Manual of Remote Sensing της American Society of Photogrammetry” (1975), υλικό απ’ την εμπειρία τεχνικής πράξης του συγγραφέα, και στοιχεία απ’ τον Οργανισμό Ανάπτυξης της Αεροδιαστημικής Τηλεπισκόπησης της Γαλλίας (GDTA).

Μια ειδικότερη αναφορά στις ομάδες αεροσκαφών τηλεπισκοπικών λήψεων: (α) από ύψη μέχρι 9km, (β) από ύψη μέχρι 15km και (γ) από ύψη μεγαλύτερα από 15km, συσχετίζονται οι συγκεκριμένες δυνατότητες κάθε τύπου αεροσκάφους, (σε όρους: ταχύτητας, ανωτάτου και συνήθους ύψους λειτουργίας, εύρους πτήσης με αυτοδυναμία καυσίμων, ή και ανεφοδιασμό στον αέρα, κ.λ.π.), με τα όρια των τηλεπισκοπικών τους δυνατοτήτων, που εξαρτώνται απ’ το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο τηλεπισκοπικών δεκτών/συστημάτων και τ’ αποτελέσματα της πειραματικής ή συστηματικής πρακτικής εφαρμογής των διαφόρων τύπων τηλεπισκοπικών συστημάτων.

Για τους απλούστερους τύπους αεροσκαφών, δίνονται στον πίνακα I κι ενδεικτικά μεγέθη κόστους σε τιμές 1970 για την Ελλάδα κι ο ενδιαφερόμενος σπουδαστής μπορεί να τα συμπληρώσει με δικά του στοιχεία, κι ακόμη να εκτιμήσει κάτω από ποιές προϋποθέσεις είναι, στις συγκεκριμένες σήμερα συνθήκες, δυνατή, οικονομικά σκόπιμη και εφικτή, η αυτοδυναμία ενός φορέα στον τομέα των τηλεπισκοπικών λήψεων.

Το σημαντικότερο αρχικό κόστος επένδυσης για απόκτηση του καταλληλότερου συστήματος Αεροσκάφους - Τηλεπισκοπικών Δεκτών από μια χώρα, απαιτεί υπεύθυνη και διεξοδική ανάλυση, κι απόφαση, που θα συνεκτιμά τις συγκεκριμένες ανάγκες της, τις ιδιομορφίες της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής της πραγματικότητας και των τάσεων μεταβολών τους κι ακόμη τα οικονομικά της διαθέσιμα, σε σχέση και με το λειτουργικό κόστος και τις δυνατότητες ολόπλευρης και συστηματικής αξιοποίησης των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων που θα μπορεί να παίρνει.

Το τι συμβαίνει σήμερα στην Ελλάδα, όπου μόνη η δυνατότητα λήψης παγχρωματικών αεροφωτογραφιών, εξαντλεί τα περιθώρια αυτοδύναμης τηλεπισκοπικής τεχνολογίας λήψεων (και μάλιστα μόνο απ’ τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού), αποτελεί ένα σημαντικό θέμα για ειδική διερεύνηση απ’ τους ενδιαφερόμενους σπουδαστές.

Τύποι αεροσκαφών τηλεπισκοπικών λήψεων (**Daedalus Ent. Inc**)

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι**ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΚΩΝ ΔΗΨΕΩΝ ΑΠΟ ΥΨΗ μέχρι 9 km**1. ΤΥΠΟΣ: Cessna 180 Skywagon

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	5.940m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	93 - 260 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	1120 - 1920 km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	180 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός τυπικών R.S. συστημάτων
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ 1970	:	40.000 \$
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	1968/1270 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	1/230 hp

2. ΤΥΠΟΣ : Cessna 337.Turboprop Super
Skymaster

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	8930m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	113 - 305 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	1900 - 2500 km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	165 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	1RC8, 1 M.S. σύστημα 1 RS - 310 IRSc (R.S. Inc.)
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ 1970	:	90.000 \$
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	1965/2000 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	2/turboprop

3. ΤΥΠΟΣ : Beechcraft A36Bonanza

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	4.870m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	120 - 315 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	1290 - 1430 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	360 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Τυπικά R.S. συστήματα+ Μαγνητόμετρο (U.S.G.S.)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	1968/1630 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	1/285 hp

4. ΤΥΠΟΣ: Beechcraft B80 Queen Air

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	8.170m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	360 km/h (max)
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	2.500 km (max)
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	820 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμοί τυπικών R.S. συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	1972 (τύπος RS99)/ 4000kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	2/380 hp

5. ΤΥΠΟΣ: Grumman OV - I Mohawk

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	7.620m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (OV - 1A)	:	110 - 490 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ (OV - 1A)	:	2.260 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	2250 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	SLAR, T. IR. Sc.

ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	230 mm cam. 1.M. S. σύστημα (U.S.G.S)
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	1971 / 6820kgr 2/1160 hp

6. ΤΥΠΟΣ: FAIRCHILD HILLER PORTER

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	7.700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	280 km/h (max)
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	970 -1600 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	910 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	πλήρες ραδιοτηλεπικοινωνιακό σύστημα 3Φμηχανές P -2 και συστήματα για νυχτερινή φωτογράφιση (στρατ. Εφαρμ.)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	- / 2200kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ / ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	1/ turbine eng.

7. ΤΥΠΟΣ :Aero - commander 680 FL

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	8.700m
ΣΥΝΗΘΕΣ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	7.000m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	250 -280 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	2100 - 2400km (6-8 ώρες)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	300 kgr (max)
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός 2 R.S. Συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα/ 2800 3855 kgr

8. ΤΥΠΟΣ: Dornier Skyservant

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	7680m (Δικινητήριο) 2620m(Μονοκινητήριο)
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	:	272 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	1600km (2525 km με πρόθετα καύσιμα)
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	2 φωτομηχανές, ή συνδυασμοί R.S. συστημάτων (οπή στο δάπεδο του αεροπλάνου 0,53 x 1,70m)
ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	:	2/ 380 hp

9. ΤΥΠΟΣ : HUREL DUBOIS HD - 34

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	7.000m
ΣΥΝΗΘΕΣ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	6.000m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	200 - 280 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.600 km (15 -20 ώρες)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	1.500 kgr (max)
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός 2 R.S. Συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα/12.300 - 18.600 kgr

Πέρα απ' τους παραπάνω (ή και άλλους) τύπους αεροσκαφών τηλεπισκοπικών λήψεων από ύψη μέχρι 9.000m θα πρέπει να σημειωθεί εδώ και πάλι η δυνατότητα αξιοποίησης των ελικοπτέρων, για κατακόρυφες αλλά και για κεκλιμένες τηλεπισκοπικές λήψεις.

Ένας ενδεικτικός τύπος ελικοπτέρου κατάλληλου για προγράμματα τηλεπισκοπικών λήψεων που χρησιμοποιείται εκτεταμένα απ' το Εθνικό Γεωγραφικό Ινστιτούτο της Γαλλίας (I.G.N.) είναι το ALOUETTE 3 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	4.000m
ΣΥΝΗΘΕΣ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	10m - 4.000m

ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	0- 195 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	630kgf (3 ώρες και 50')
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	450kgf (max)
ΤΥΠΙΚΟΣ ΡΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	1 Τηλεπισκοπικό Σύστημα
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ / ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα / 1.150 - 2.260kgf

Με φανερό το μειονέκτημα των κραδασμών, (που καθιστούν πρακτικά αδύνατη τη χρήση του για φωτογραμμετρικές εφαρμογές), το ελικόπτερο, για την φωτοερμηνεία και την τηλεπισκόπηση είναι εξαιρετικά χρήσιμο, τόσο για την αμεσότητα της δυνατότητας αξιοποίησής του, όσο και για τις επαναληπτικές/σταθερές όπου χρειάζεται, (ταχύτητα 0), ή από διαφορετικά ύψη πτήσης λήψεις, τις ταυτόχρονα κατακόρυφες αλλά και κεκλιμένες τηλεπισκοπικές απεικονίσεις που μπορεί να πάρει, με την ίδια, ή διαφορετικές, αλλά και πολυφασματικές μηχανές κ.λ.π.

Έτσι το ελικόπτερο θα μπορούσε να θεωρηθεί (ιδανικά), ως μια πλατφόρμα ολοκληρωμένης αξιοποίησης των περισσοτέρων δυνατοτήτων της φωτοερμηνευτικής - τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, (για περιορισμένες, εκπαιδευτικές, ερευνητικές, πειραματικές και τοπικές εφαρμογές).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ**ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΚΩΝ ΔΗΨΕΩΝ ΑΠΟ ΎΨΗ 9 ΜΕΧΡΙ 15km****1. ΤΥΠΟΣ: MYSTERE 20 (IGN Air
Survey Version)**

ΑΝΩΤΑΤΟ ΎΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	13.700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	800 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ (με ρεζέρβα καυσίμων)	:	4.250 (1.600)km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	700kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Σύστημα 2 Φωτογραμμετρικών Φωτομηχανών (εφαρμ.Ι.G.N)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα IGN/ 7.350 - 12.800 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	C.F. 700
(ΎΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 12.600m)	:	turbofan

**2. ΤΥΠΟΣ: ROCKWELL STANDARD JET
COMMANDER 1121**

ΑΝΩΤΑΤΟ ΎΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	13.700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	160 -805 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	2695 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	725 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός R.S. Συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Το 1967 οι ΗΠΑ πήραν τα δικαιώματα παραγωγής (από την Israel, Aircrafts Industries)/ 7640 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	2 / turboprop

3. ΤΥΠΟΣ:GATES LEARJET 24

ΑΝΩΤΑΤΟ ΎΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	13.700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	155 -885 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	2.400 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S.ΔΕΚΤΩΝ	:	800 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R. S.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	(Με το μοντέλο 23 απ' το Πανεπιστήμιο RICE: Ιπτάμενο IR τηλεσκ. για φωτ. άστρων)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	1966/ 5900 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	2/ C turbine eng.

4. ΤΥΠΟΣ: LOCKHEED NP 34 ORION

ΑΝΩΤΑΤΟ ΎΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	9.100m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	280 - 610 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.700 - 3.900 km
ΦΟΡΤΙΟ R. S. ΔΕΚΤΩΝ	:	9.000 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμοί R.S. συστημάτων KA62, MB (4) RC8, IR Scanner, IR Rad. spect., NASA
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	- / 51.400kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	4/ turbo

5. ΤΥΠΟΣ: B17

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	10.000m
ΣΥΝΗΘΕΣ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	8.500m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	250 - 380 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	4.000 km (11/15 ώρες)
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός 6 R.S. Συστημάτων (max)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα IGN / 15.500 - 27.000 kg

6. ΤΥΠΟΣ: DOUGLAS SKYWARRIORRA - 3B

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	13.720m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	270 - 1020 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	4650 km (5 ώρες + 15 με ανεφοδ. στον αέρα)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	9.000 kg
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Δυνατότητες για 16 R.S. δέκτες Συνδ. IR+ Radar, 12 Φωτογραμμ. Φωτομ. f= 45 - 910 mm
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι το 1967/ 19.800 kg
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	2/jet

7. ΤΥΠΟΣ: LOCKHEED NC130B (RC 130)Earth Resources Aircraft
(NASA 929)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	10.700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	590 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	4000 km (9 ώρες)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	9.230 kg
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Δυνατότητες για 4 RC8, SLAR κ.λ.π.(NASA)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	- / 61.400 kg
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	4/ turbo prop.

8. ΤΥΠΟΣ: BOEING RC 135AStratolifter (4, μόνο για
R.S. εφαρμογές)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	9100 - 13700m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	855 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	7400 km
ΦΟΡΤΙΟ ΔΕΚΤΩΝ	:	10.000 kg
ΤΥΠΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Σύστημα A.N. <u>USQ28</u> SHIRAN φωτογραμμ. φωτ. πανοραμικές κ.λ.π. συστήματα RS δεκτών
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι το 1972 για R.S. εφαρμογές /125.000 kg
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	Turbo jet Engines

9. ΤΥΠΟΣ: E - SYSTEMS L 450 F
Reconnaissance Aircraft
 (Δυνατότητα πτήσης
 και χωρίς πιλότο)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	13.700 -15.300m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	170 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	9700 km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	160 - 320 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμοί R.S. συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	/ 2140 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	Ειδική Turboprop Eng.

10. ΤΥΠΟΣ: SUPER KING - AIR 200 T

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	
ΣΥΝΗΘΕΣ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	9.000m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	460 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.100 km (10 ώρες και 20 λεπτά)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	450 kgr (max)
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός 2 R.S. Συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ /ΒΑΡΟΣ	:	Μέχρι σήμερα /3.600 kgr - 6.350 kgr

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΚΩΝ ΔΗΨΕΩΝ ΑΠΟ ΥΨΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΤΩΝ 15km1. ΤΥΠΟΣ: NORTH AMERICANROCKWELL x 15

(3 συνολικά)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	108000m (NASA 22.8.63)
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	6620 km/h (27.6.62)
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	Συνολική δυνατότητα του σκάφους σε πτήση 24 ώρες
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	590 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	KC -1 (152 mm) K S25 (610 mm)
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ΒΑΡΟΣ	:	1959 /23140 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	Ειδικοί κινητήρες

2. ΤΥΠΟΣ: GENERAL DYNAMICSMARTIN WB 57F

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	18900m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	145 -740 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	5320 km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	2160 kgr
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Doppler, Radar, M.S.S., IR. Sc., T.V. Sc. κ.λ.π.
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ΒΑΡΟΣ	:	1972/28600 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	4/turbofan turbojet

3. ΤΥΠΟΣ: MC DONNELL DOUGLASRF-4C

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	15.200m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	2.240 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.700 km
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Οπτικοί I.R. και ηλεκτρονικοί σαρωτές για μέρα και νύχτα, SLAR
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ΒΑΡΟΣ	:	- /24.800 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	Ειδικοί κινητήρες

4. ΤΥΠΟΣ: LOCKHEED U -2

(υψηλής σταθερότητας)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	21.300m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	798 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.550 km (5ώρες)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συστήματα φωτομηχανών μέχρι f= 610 mm M.S.S. πανοραμική Φ. κ.λ.π.
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ΒΑΡΟΣ	:	1971/7850 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	Ειδικοί κινητήρες

5. ΤΥΠΟΣ: LOCKHEED SR71 (YF -12)

ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	:	24.400m
ΕΥΡΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	:	3.340 km/h
ΕΥΡΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	:	3.220 km (Με ανεφοδιασμό στον αέρα μπορεί να καλύψει όλη τη γη)
ΦΟΡΤΙΟ R.S. ΔΕΚΤΩΝ	:	
ΤΥΠΙΚΟΣ R.S. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	:	Συνδυασμός R.S. Συστημάτων
ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ΒΑΡΟΣ	:	-/76.500 kgr
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	:	2/turbo jets

1.12. Απλά όργανα φωτοερμηνείας

Βασικά όργανα για την παρατήρηση, αναγνώριση κι αξιοποίηση του πλούτου των πληροφοριών που περιέχουν τα φωτογράμματα (και γενικότερα οι φωτογραφικές μορφές των απεικονίσεων (imagery) που προκύπτουν, με τη χρησιμοποίηση, άλλων τηλεπισκοπικών τεχνικών), είναι πρώτα απ' όλα το ανθρώπινο μάτι (που παράλληλα αποτελεί και αυτοδύναμο τηλεπισκοπικό δέκτη), ο μεγεθυντικός φακός, το στερεοσκόπιο τσέπης και το κατοπτρικό στερεοσκόπιο με παραλλακτική ράβδο.

Άλλα όργανα όπου ενδεικτικά αναφέρονται εδώ είναι:

τα πρισματικά στερεοσκόπια, διάφοροι τύποι κατοπτρικών στερεοσκοπίων ειδικών εφαρμογών όπως π.χ. το στερεοσκόπιο λωρίδων, μερικά απ' τα απλά αποδοτικά όργανα της Φωτογραμμετρίας, το Interpretoscope, το Zoom Stereoscope κ.λ.π.

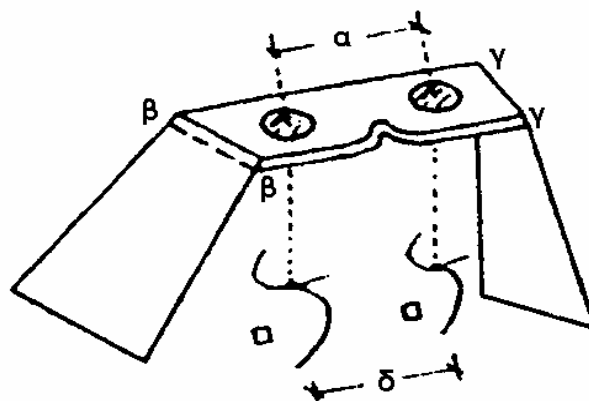
Οι τελευταίες εξελίξεις στο πεδίο της Φωτοερμηνείας και της Τηλεπισκόπησης σηματοδοτούνται αποφασιστικά από τις ραγδαίες εξελίξεις που σημειώνονται, κυρίως από τη δεκαετία του '60, στον Τομέα της Πληροφορικής και ειδικότερα από τη δεκαετία του '80 στην ανάπτυξη των προσωπικών συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών (PC/AT και XT).

Έτσι οι τηλεπισκοπικές απεικονίσεις των πολυφασματικών τηλεπισκοπικών δεκτών, φωτογραφικών και μη, που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη δεκαετία του '70 και μετά στα προγράμματα: δορυφορικής τηλεπισκόπησης, παρακολούθησης και διερεύνησης των φυσικών κι ανθρωπίνων διαθέσιμων του πλανήτη μας, μπορούν πια στην ψηφιακή μορφή τους ν' αποτελέσουν και αντικείμενο αυτόματης ψηφιακής επεξεργασίας σε ειδικά σχετικά συστήματα.

Τα συστήματα αυτά Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνων, (Digital Image Processing), θα τα εξετάσουμε σε άλλη θέση.

Στερεοσκόπιο τσέπης

Το στερεοσκόπιο τσέπης μπορεί να περιγραφεί απλά ως σύστημα φακών που απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση, (ή ρυθμιζόμενη σύμφωνα), με την οφθαλμική βάση, πάνω σε έλασμα που στηρίζεται σε αρθρωτά (πτυσσόμενα) στελέχη κατά τους άξονες ββ και γγ, ώστε όταν δεν χρησιμοποιείται, να μπορεί να τοποθετείται σε μικρή θήκη και να μεταφέρεται εύκολα στην τσέπη του φωτοερμηνευτή.



α Βάση οφθαλμών

δ απόσταση διαχωρισμού

Σχήμα 19

Βασική αρχή του στερεοσκοπίου είναι ο εξαναγκασμός κάθε ματιού, ανεξάρτητα, να παρατηρεί κατακόρυφα κάτω του, μέσα απ' τον αντίστοιχο φακό του (και κατά διεύθυνση παράλληλη κάθε φορά προς την κατεύθυνση πτήσης), συζυγείς περιοχές στο κοινό τμήμα δύο επικαλυπτομένων αεροφωτογραφιών, στην αντίστοιχη αεροφωτογραφία. Έτσι ο παρατηρητής αποκτά την τρισδιάστατη αντίληψη, (το στερεόγραμμα), του κοινού τμήματος δύο διαδοχικών επικαλυπτομένων κατά 60% συνήθως, αεροφωτογραφιών, σε δύο διαδοχικές φάσεις, μια που η απόσταση των συζυγών (ομολόγων) σημείων πρέπει να είναι ίση με την οφθαλμική βάση, (απόσταση διαχωρισμού), που αντικειμενικά είναι περίπου το μισό του μήκους (στην κατεύθυνση του άξονα πτήσης) του κοινού τμήματος της επικάλυψης του στερεοσκοπικού ζευγαριού των αεροφωτογραφιών.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ενώ στη φυσική όραση οι οπτικές ακτίνες προς το κάθε σημείο τέμνονται, στην τεχνητή στερεοσκοπική όραση οι οπτικές ακτίνες είναι περίπου παράλληλες.

Πλεονεκτήματα του στερεοσκοπίου τσέπης

Το στερεοσκόπιο τσέπης είναι φθινό, ανθεκτικό, μεταφέρεται και χρησιμοποιείται εύκολα στο γραφείο και στο ύπαιθρο και βρίσκεται πλατιά διαδεδομένο στο εμπόριο. Έτσι ο κάθε μηχανικός αλλά κι ο κάθε σπουδαστής ακόμα, μπορεί να τ' αποκτήσει και ν' αξιοποιήσει, με βάση τη φωτοερμηνευτική μεθοδολογία τις δυνατότητες του, στην καθημερινή του δουλειά, σ' ένα ευρύτατο φάσμα επιστημονοτεχνικών και οικονομικοκοινωνικών εφαρμογών.

Ακόμα, τα περισσότερα στερεοσκόπια τσέπης, πέρα απ' την τρισδιάστατη αντίληψη του χώρου που παρέχουν, διαθέτουν και μεγεθυντική ικανότητα, συνήθως από 2X έως 3X, που διευκολύνει σημαντικά την αναγνώριση λεπτομερειών.

Μειονεκτήματα του στερεοσκοπίου τσέπης

Λόγω της φθηνής κατασκευής τους, οι φακοί δεν είναι απαλλαγμένοι εντελώς απ' τη δυσμενή επίδραση της διαστρόφης (distortion) τους, με όλες τις απ' αυτό συνέπειες.

Επειδή οι τυπικές διαστάσεις των αεροφωτογραφιών είναι 18cm x 18cm, ή 23cm x 23cm και η οφθαλμική βάση (απόσταση των κέντρων των φακών του στερεοσκοπίου) ίση με την απαραίτητη απόσταση διαχωρισμού, δηλ. περίπου 6,5cm, κι επειδή το μήκος $p=60\%$. S, της επικάλυψης, είναι για αεροφωτογραφίες 18 x 18: 11cm και για αεροφωτογραφίες 23 x 23 =14cm, γίνεται φανερό όπως λέχθηκε και προηγουμένως, ότι με το στερεοσκόπιο δεν μπορούμε ν' αποκτήσουμε ταυτόχρονα το στερεόγραμμα ολόκληρης της επικάλυψης, αλλά σε δύο δόσεις, κατά τις οποίες, πρώτα το αριστερό φωτόγραμμα θα καλύπτει ένα τμήμα του δεξιού, οπότε βλέπουμε στερεοσκοπικά το μισό του κοινού τμήματος της επικάλυψης, ενώ, στη συνέχεια, το δεξιό φωτόγραμμα θα καλύπτει ένα τμήμα του αριστερού οπότε θα βλέπουμε στερεοσκοπικά το άλλο μισό του κοινού τμήματος της κατά μήκος επικάλυψης των αεροφωτογραφιών.

Επειδή το ύψος των αρθρωτών στελεχών που στηρίζουν το σύστημα των φακών του στερεοσκοπίου τσέπης είναι μικρό, όπως μικρές είναι γενικότερα όλες οι διαστάσεις του, δυσχεραίνεται σημαντικά η δυνατότητα χρησιμοποίησης μολυβιού, τόσο για σημειώσεις στις αεροφωτογραφίες, όσο και για σχεδιάσεις-παραστάσεις περιοχών συγκεκριμένων ποιοτικών πληροφοριών.

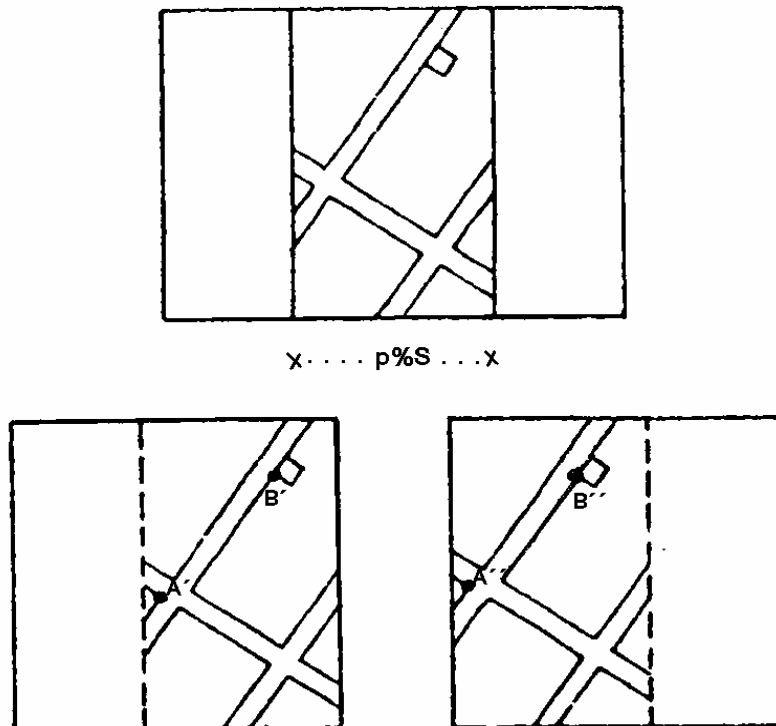
Τέλος, επειδή η κατά μήκος επικάλυψη συνήθως ποικίλει, για να επιτευχθεί η στερεοσκοπική αντίληψη ορισμένων περιοχών της, απαιτείται η αναδίπλωση, ή το σήκωμα μιας απ' τις δυο αεροφωτογραφίες, γεγονός που δυσχεραίνει τη φωτοερμηνευτική δουλειά.

Παρά όμως αυτά τα μειονεκτήματα, τα στερεοσκόπια τσέπης χρησιμοποιούνται ευρύτατα και η συμβολή τους στις εφαρμογές, στην εξάσκηση και στην εκπαίδευση είναι τεράστιας σημασίας για την υπόθεση της Φωτοερμηνείας και τη συμβολή της στους πολυδιάστατους τομείς ευθύνης και δραστηριότητας των επιστημόνων και μηχανικών που ασχολούνται με την παρατήρηση, μελέτη, αξιολόγηση και παρακολούθηση της φυσικής και

της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας μιας περιοχής και την συγκρότηση της απαραίτητης υποδομής ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών για Σχεδιασμούς Ανάπτυξης.

Χρησιμοποίηση του Στερεοσκοπίου τσέπης

Η αποκατάσταση του στερεοράματος δύο επικαλυπτομένων, κατά $p\% S'$ (όπου $p\% S' \geq 60/100 S'$) αεροφωτογραμμάτων, επιτυγχάνεται εμπειρικά με στροφές και μικροκινήσεις τους κάτω απ' το στερεοσκόπιο, εφ' όσον τα ομόλογα σημεία π.χ. $A', A'' - B', B''$ κ.λ.π. (σχήμα 20) του τμήματος που παρατηρούμε, βρίσκονται σε απόσταση ίση με την απόσταση διαχωρισμού.

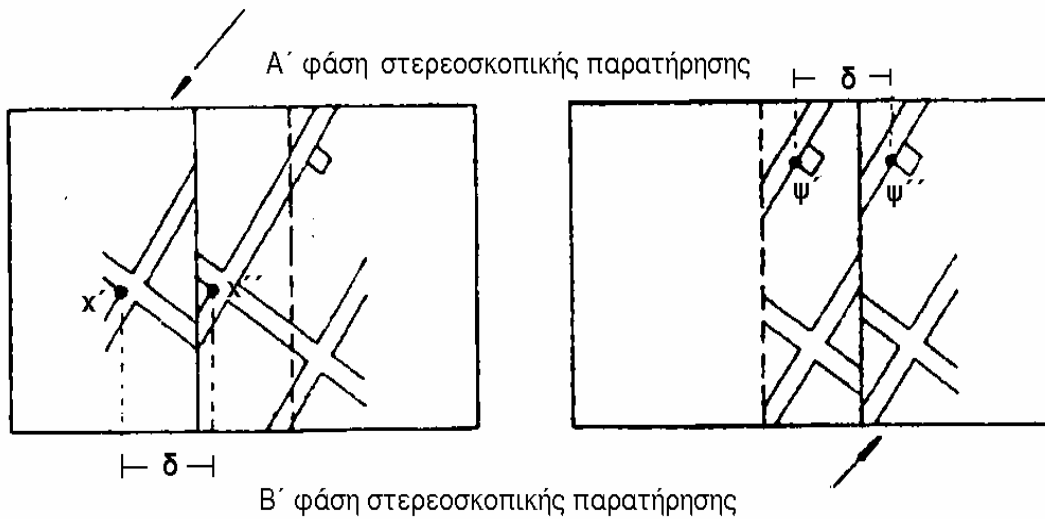


(Η ευθεία που συνδέει τα κέντρα των φακών του στερεοσκοπίου πρέπει να είναι κάθε φορά περίπου παράλληλη με τον άξονα πτήσης)

Σχήμα 20 (α,β)

Παρά την απλότητα της παραπάνω εμπειρικής μεθόδου, για λόγους άσκησης, αλλά κι επιβεβαίωση της δυνατότητας στερεοσκοπικής αντίληψης, παραθέτουμε ένα σχολαστικό τρόπο χρησιμοποίησης του στερεοσκοπίου τσέπης για στερεοσκοπική παρατήρηση ολόκληρης της επικάλυψης δύο συζυγών αεροφωτογραφιών.

Η διαδικασία εικονογραφείται στο σχήμα 20 (γ,δ).



Σχήμα 20 (γ,δ)

(α) Αναγνωρίζουμε πάνω σε κάθε μια απ' τις συζυγείς (επικαλυπτόμενες κατά 60% περίπου) αεροφωτογραφίες, το ομόλογο (συζυγές) του εικονοκέντρου της άλλης και χαράσσουμε με αχνή γραμμή τις ευθείες που τα ενώνουν με τα εικονοκέντρα των αεροφωτογραφιών αντίστοιχα. (Είναι φανερό ότι αυτά τα ευθύγραμμα τμήματα ορίζουν πάνω στις αεροφωτογραφίες το αντίστοιχο τμήμα του άξονα πτήσης μεταξύ των δύο διαδοχικών σημείων λήψης των συζυγών αεροφωτογραφιών).

(β) Για να δούμε το αριστερό μισό της επικάλυψης στερεοσκοπικά, τοποθετούμε το δεξιό φωτόγραμμα πάνω στο αριστερό με τέτοιο τρόπο ώστε τα συζυγή τμήματα του άξονα πτήσης να γίνουν συγγραμμικά.

(γ) Μετακινούμε το δεξιό φωτόγραμμα κατά τη διεύθυνση της πτήσης μέχρι τη στιγμή που δύο συζυγή (ομόλογα) σημεία, βρεθούν κάτω απ' το παράλληλο με τη διεύθυνση της πτήσης στερεοσκόπιο, σ' απόσταση ίση με την απόσταση διαχωρισμού. (Τη στιγμή δηλ. που το αριστερό μάτι βλέπει το σημείο X' στην αριστερή φωτογραφία και το δεξιό, το ομόλογο του X'' στη δεξιά).

(δ) Μετακινώντας τώρα το στερεοσκόπιο παράλληλα προς τον άξονα πτήσης, μπορούμε ν' αποκτήσουμε κατά λωρίδες στερεοσκοπική αντίληψη για το αριστερό μισό της επικάλυψης των δύο συζυγών αεροφωτογραφιών.

(ε) Για να δούμε τώρα, το δεξιό μισό της επικάλυψης, στερεοσκοπικά, τοποθετούμε το αριστερό φωτόγραμμα πάνω στο δεξιό, με τέτοιο τρόπο, ώστε τα συζυγή τμήματα στην εικόνα του άξονα πτήσης να γίνουν συγγραμμικά.

(στ) Μετακινούμε το αριστερό φωτόγραμμα πάνω στην διεύθυνση άξονα πτήσης, αλλά με αντίθετη φορά, (προς τ' αριστερά δηλ.), μέχρι τη στιγμή που δύο συζυγή (ομόλογα) σημεία, βρεθούν κάτω απ' το παράλληλο με τον άξονα πτήσης στερεοσκόπιο, σ' απόσταση ίση με την απόσταση διαχωρισμού (τη στιγμή δηλ. που τ' αριστερό μάτι βλέπει το σημείο Ψ' στην αριστερή φωτογραφία και το δεξιό, το ομολόγο του Ψ'' στη δεξιά).

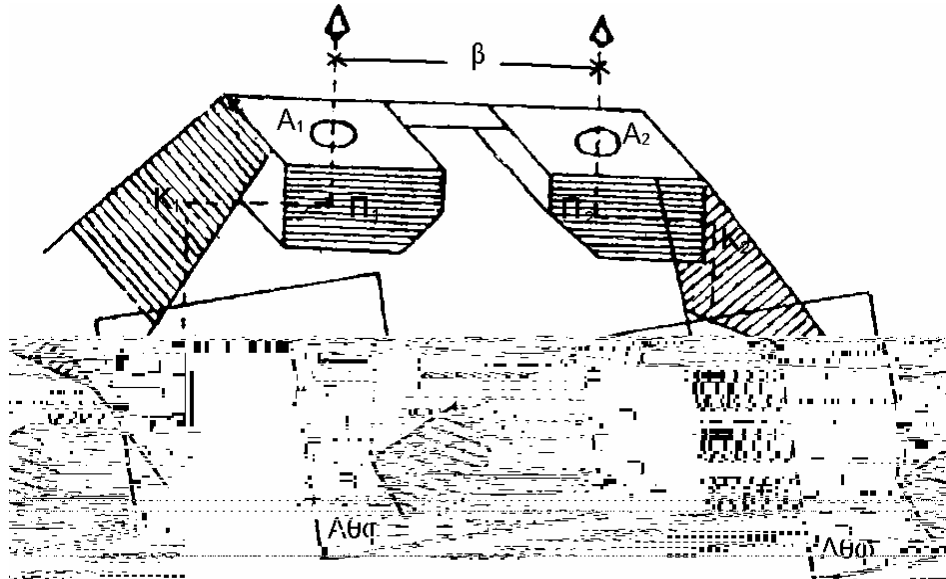
(ζ) Μετακινώντας τώρα το στερεοσκόπιο παράλληλα προς τον άξονα πτήσης, μπορούμε ν' αποκτήσουμε κατά λωρίδες στερεοσκοπική αντίληψη για το δεξιό μισό της επικάλυψης των δύο συζυγών αεροφωτογραφιών.

Κατοπτρικό Στερεοσκόπιο

Το κατοπτρικό στερεοσκόπιο βασίζεται στην αρχή του στερεοσκοπίου του HELMHOLTZ, κατά την οποία, οι οπτικές ακτίνες, με διαδοχικές ανακλάσεις σε σύστημα κατόπτρων, (ή πρισμάτων και κατόπτρων), οδεύουν τελικά και πάλι παράλληλα, (όπως και

στα στερεοσκόπια τσέπης), αλλά προς ομόλογα σημεία στο στερεοζεύγος που απέχουν απόσταση διαχωρισμού 21 -26cm, έτσι που ν' αποκτούμε στερεοσκοπική αντίληψη ολόκληρης της επικάλυψης δύο συζυγών αεροφωτογραφιών 18cm x 18cm και του μεγαλύτερου τμήματος της επικάλυψης δύο συζυγών αεροφωτογραφιών 23cm x 23cm.

Η γενική μορφή ενός κατοπτρικού στερεοσκοπίου περιγράφεται στο σχήμα 21.

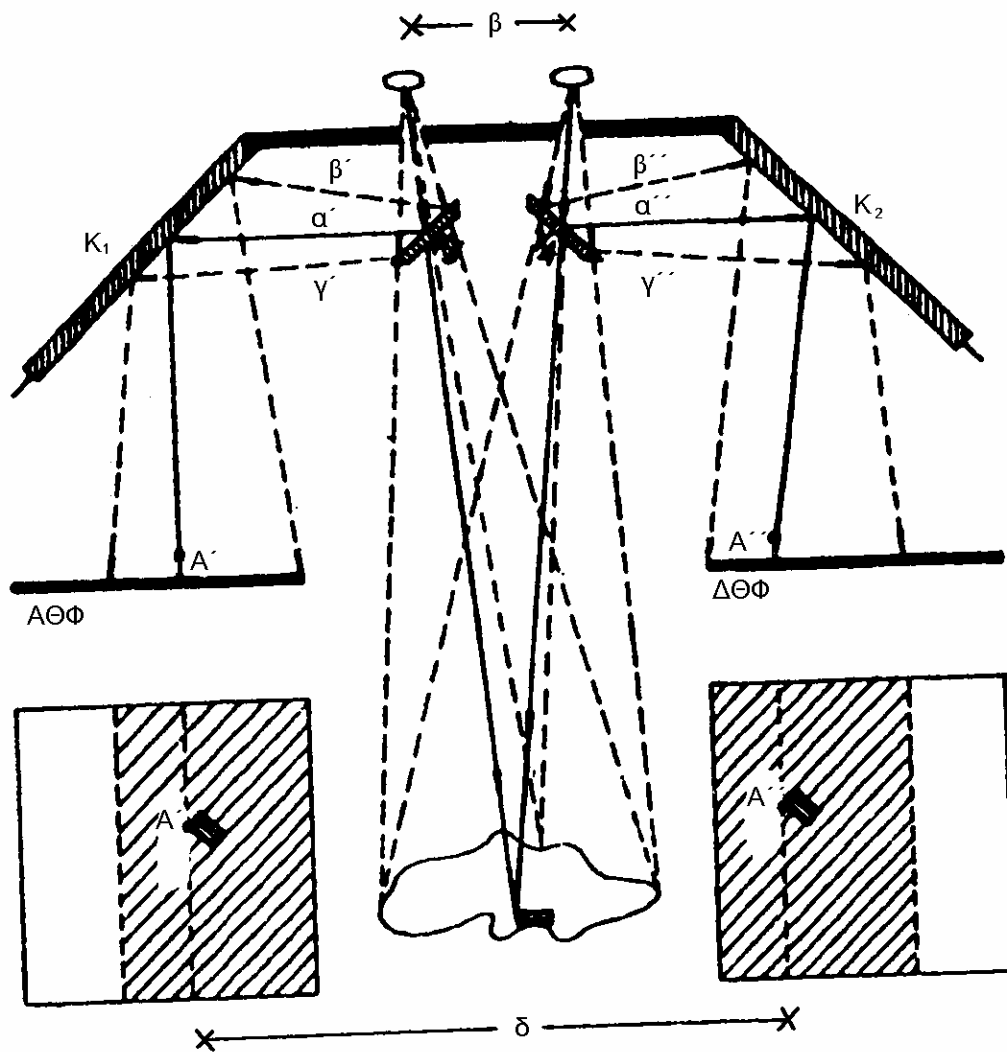


- Όπου A_1 A_2 : προσοφθάλμιο σύστημα
 Π_1 Π_2 : σύστημα κατόπτρων
 ή πρισμάτων
 K_1 K_2 : κάτοπτρα
 $A\Theta\Phi$:αριστερό θετικό φωτότυπο
 $\Delta\Theta\Phi$:δεξιό θετικό φωτότυπο

Σχήμα 21

Στο σχήμα 22 περιγράφεται, η αρχή του WILD ST4 κατοπτρικού στερεοσκοπίου, (σύμφωνα με την αρχή του HELMHOLTZ).

Σε τομή φαίνεται η πορεία των ομόλογων ακτίνων α' , α'' , β' , β'' , γ' , γ'' .



- K_1, K_2, K_3, K_4 : κάτοπτρα
- β : βάση προσοφθάλμιου συστήματος
(προσαρμοζόμενη στην οφθαλμική
βάση του παρατηρητή)
- δ : απόσταση διαχωρισμού
- A', A'' : συζυγή εικονοσημεία
- $A\Theta\Phi$: αριστερό θετικό φωτότυπο
- $\Delta\Theta\Phi$: δεξιό θετικό φωτότυπο

Σχήμα 22

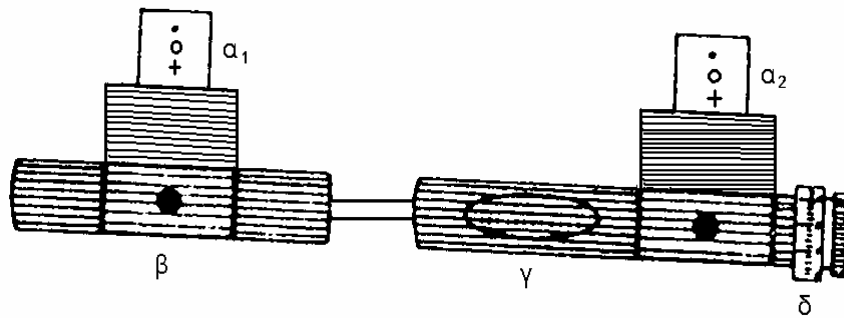
Στην αγορά, διατίθενται πολλοί τύποι κατοπτρικών στερεοσκοπίων διαφόρων εργοστασίων (WILD, ZEISS JENA, CARL ZEISS, FAIRCHILD, OMI, VARIMEX, KEUFFEL και ESSER κ.λ.π.), με κοινές βασικές ιδιότητες, αλλά και με διάφορες, πολλές φορές βελτιωτικές ευρηματικές διατάξεις το καθένα.

Ο πίνακας που ακολουθεί αναφέρεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπευτικών τύπων κατοπτρικών στερεοσκοπίων.

<u>Τεχνικά Χαρακτηριστικά</u>	<u>WILD ST4</u>	<u>ZEISS N-2</u>
Ρύθμιση προσοφθάλμιου συστήματος	5,6 - 7,4 cm	Ναι
Απόσταση διαχωρισμού	25 cm	21 cm
Διαστάσεις στερεοράματος	18 cm x 18cm	19 cm x 23 cm
Σύζευξη Μεγεθυντικών Προσοφθάλμιων Συστημάτων	3x (7 cm) 8 x (2,6 cm)	3x (6 cm) 6 x (3,3 cm)
Παραλλακτική Ράβδος	Ναι	Ναι

Παραλλακτική Ράβδος

Οι περισσότεροι τύποι κατοπτρικών στερεοσκοπίων συνοδεύονται από παραλλακτικές ράβδους, απλές μετρητικές διατάξεις για τον υπολογισμό των διαφορών παραλλάξεων και στη συνέχεια προσδιορισμό υψών κατακορύφων στελεχών, ή υψομετρικών διαφορών σημείων που ενδιαφέρουν. Το σχήμα 23 περιγράφει ένα αντιπροσωπευτικό τύπο παραλλακτικής ράβδου.



Σχήμα 23

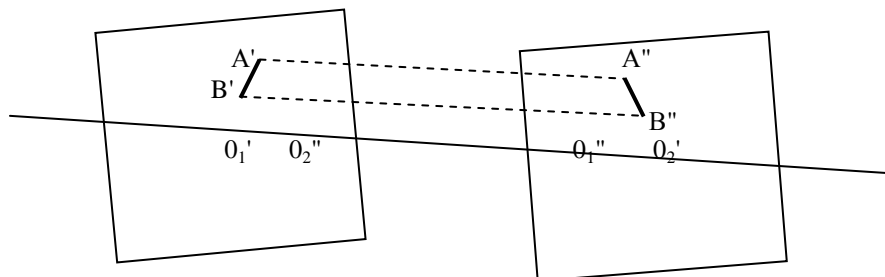
α_1 και α_2 : γυάλινες πλάκες με ενδείξεις σημείων αναφοράς (στιγμή - κυκλίσκος - σταυρός)

β : κοιλίας για πρόχειρη τοποθέτηση του σημείου αναφοράς της πλάκας α_1

γ : τύμπανο αναγνώσεων μηκών σε χιλιοστά

δ : τύμπανο μικρομετρικών αναγνώσεων σε εκατοστά του χιλιοστού

Με βάση τώρα το σχήμα 24, μπορούμε να καταλάβουμε την λειτουργία της παραλλακτικής ράβδου.



Σχήμα 24

Ξέρουμε ότι η διαφορά παραλλάξεων δύο σημείων A και B που ζητάμε την υψομετρική τους διαφορά είναι $dp = dp_1 = dp_2$.

Αλλά από το σχήμα 24, $dp = B'B'' - A'A''$. Η παραλλακτική ράβδος μας βοηθά στη μέτρηση των μηκών $B'B''$ και $A'A''$ σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία.

Με το ένα σημείο αναφοράς της γυάλινης πλάκας a_1 ορίζουμε το σημείο B' , και με το αντίστοιχο του στην πλάκα a_2 (μετακινώντας τον κοιλία του μικρομέτρου δ) ορίζουμε το συζυγές του B' , έτσι ώστε κατά την στερεοσκοπική αντίληψη της επικάλυψης η μάρκα (σημείο αναφοράς) να βρίσκεται σ' επαφή με το σημείο B του στερεογράμματος.

Η ανάγνωση τώρα του μήκους $B'B''$ γίνεται σε εκατοστά του χιλιοστού (Χιλιοστά απ' το τύμπανο αναγνώσεων γ , κι εκτίμηση εκατοστού του χιλιοστού απ' το τύμπανο αναγνώσεων του μικρομέτρου δ).

Όμοια μετράται το μήκος $A'A''$ οπότε $dp = B'B'' - A'A''$ και η υψομετρική διαφορά Δh των A,B υπολογίζεται εύκολα απ' τον γνωστό τύπο

$$\Delta h = h \cdot \frac{dp}{b_{\text{εικ}} + dp}$$

Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Κατοπτρικών Στερεοσκοπίων

Η αύξηση της απόστασης διαχωρισμού, από 6cm (στερεοσκόπια τσέπης) σε 21 ως 26cm (κατοπτρικά στερεοσκόπια), συνεπάγεται τα δύο θεμελιώδη πλεονεκτήματα των κατοπτρικών στερεοσκοπίων δηλ:

- την ουσιαστική αύξηση των διαστάσεων του στερεογράμματος που αποκτάται με την χρήση τους, (που φυσικά διευκολύνει τη φωτοερμηνευτική εργασία, μια που την ίδια στιγμή μπορούμε νάχουμε στερεοσκοπική αντίληψη της ευρύτερης δυνατής περιοχής που απεικονίζεται σ' ένα στερεοσκοπικό ζευγάρι αεροφωτογραφιών και να παρατηρούμε αποτελεσματικότερα στη γενική τους διάταξη, τα αντικείμενα, τις χαρακτηριστικές λεπτομέρειες και τα φαινόμενα του χώρου που μας ενδιαφέρουν).
- την αύξηση της απόστασης προσοφθάλμιου συστήματος - στερεοζεύγους, (που διευκολύνει αντικειμενικά την άνετη σημείωση πάνω στις φωτογραφίες, όλων των λεπτομερειών, ειδικολογήσεων και εμφανίσεων που ενδιαφέρουν).

Άλλο πλεονέκτημα των κατοπτρικών στερεοσκοπίων είναι η δυνατότητα μεγέθυνσης του στερεογράμματος που παρέχουν με τη χρήση κατάλληλων προσοφθάλμιων συστημάτων που ενισχύουν τις δυνατότητες παρατήρησης κι αναγνώρισης, (κύρια η μεγέθυνση 3x), του φωτοερμηνευτή και διευκολύνουν την επιλογή φωτοσταθερών σημείων και την ανάλυση λεπτομερειών, (κύρια η μεγέθυνση 8x).

Ακόμα η παραλλακτική ράβδος που διατίθεται με τους περισσότερους τύπους κατοπτρικών στερεοσκοπίων, είναι φανερό ότι υποβοηθά σημαντικά την φωτοερμηνευτική δουλειά, στις περιπτώσεις που η γνώση υψομετρικών διαφορών έχει ουσιαστικό αντίκτυπο, (σε συνδυασμό φυσικά και με άλλα στοιχεία), στην αναγνώριση συγκεκριμένων λεπτομερειών ή κανόνων που διέπουν τις μορφές και τα πρότυπα των αντικειμένων (π.χ. ύψη αραβοσίτου, αμπελιών, οπωροφόρων, λαχανικών κ.λ.π.).

Προφανή μειονεκτήματα των κατοπτρικών στερεοσκοπίων, (φυσικές συνέπειες των παραπάνω πλεονεκτημάτων), είναι το αυξημένο κόστος διάθεσης τους, οι μεγαλύτερες διαστάσεις τους, το πολυπλοκότερο και ευαισθητότερο της κατασκευής του κ.λ.π., που συντελούν τόσο στην δαπανηρότερη σε σχέση με τα στερεοσκόπια τσέπης απόκτησή τους απ' τους Μηχανικούς, όσο και στη δύσκολη χρησιμοποίησή τους στο ύπαιθρο.

Ακόμα, θα πρέπει να σημειωθεί η κάποια απώλεια φωτισμού λόγω του μεγάλου μήκους που διατρέχουν οι οπτικές ακτίνες κατά την παρατήρηση του στερεογράμματος, κι ότι τα κατοπτρικά στερεοσκόπια, απαιτούν προσεκτική χρήση, συντήρηση και προφύλαξη απ' τη σκόνη και την υγρασία.

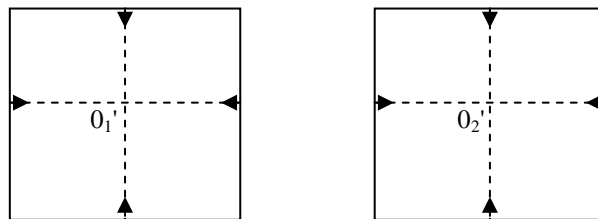
Χρησιμοποίηση του Κατοπτρικού Στερεοσκοπίου

Ο χειρισμός του στερεοζεύγους κάτω από το κατοπτρικό στερεοσκόπιο για αποκατάσταση της τρισδιάστατης αντίληψης του χώρου που απεικονίζεται στο επικαλυπτόμενο τμήμα δύο αεροφωτογραφιών, είναι όμοιος με τον χειρισμό του κάτω από στερεοσκόπιο φακών (τσέπης), με μόνη διαφορά, την απόσταση διαχωρισμού ομολόγων σημείων, που είναι (σταθερή βέβαια για κάθε τύπο κατοπτρικού στερεοσκοπίου), της τάξης των 21 -26cm.

Μπορούμε λοιπόν με μικροκινήσεις του στερεοζεύγους, (που το έχουμε ήδη τοποθετήσει στην περίπου απόσταση διαχωρισμού του συγκεκριμένου κατοπτρικού στερεοσκοπίου, ν' αποκτήσουμε εμπειρικά κι εύκολα το στερεόγραμμα.

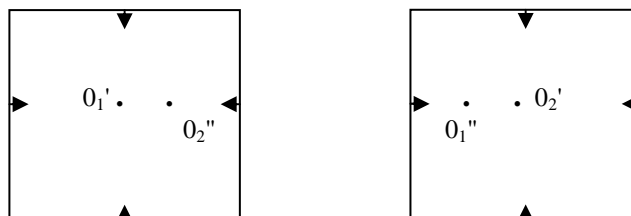
Για φωτοερμηνευτική δουλειά όμως ακριβείας, για την οποία θ' απαιτηθούν και μετρήσεις με παραλλακτική ράβδο για υπολογισμό υψομετρικών διαφορών σημείων, ή αντικειμένων που μας ενδιαφέρουν, προκρίνεται ο παρακάτω τρόπος χειρισμού των αεροφωτογραφιών.

1. Εξασφαλίζουμε την αποφυγή ψευδοστερεοσκοπικού φαινομένου, (όπου οι βαθιές γραμμές φαίνονται σαν κορυφές και τ' αντίστροφο), με την τοποθέτηση των αεροφωτογραφιών με τέτοια διάταξη ώστε το αριστερό μάτι να βλέπει την αριστερή αεροφωτογραφία και το δεξιό την δεξιά.
(Σε άλλη θέση θα δούμε ότι το ψευδοστερεόγραμμα είναι χρήσιμο σε συγκεκριμένες φωτοερμηνευτικές εφαρμογές, π.χ. στην γεωμορφολογία, στην υδρολογία κ.λ.π.)
2. Βρίσκουμε σε κάθε αεροφωτογραφία το κύριο εικονοσημείο - εικονοκέντρο της, ως τομή των ευθυγράμμων τμημάτων που ορίζονται απ' τα απέναντι εικονοσήματά της (fiducial marks).



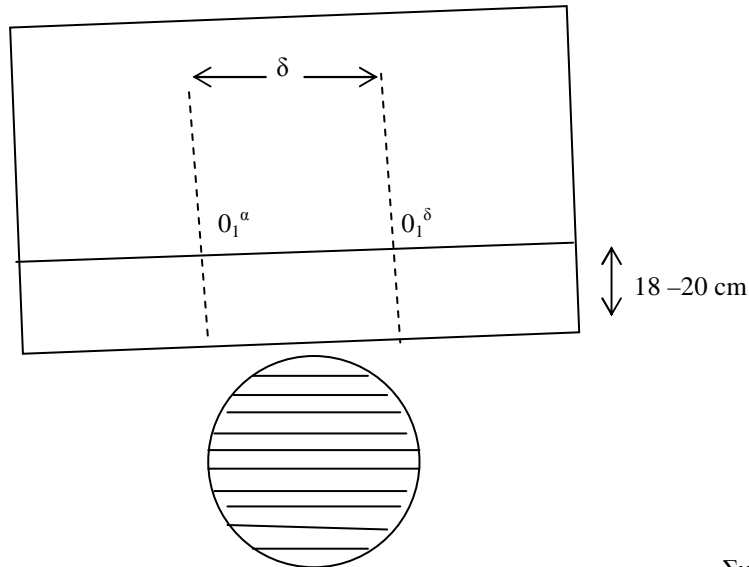
Σχήμα 25

3. Βρίσκουμε σε κάθε αεροφωτογραφία του στερεοζεύγους το ομόλογο του εικονοκέντρου της άλλης, (είτε με συσχετισμό προς τα ευδιάκριτα σημεία της γειτονιάς του εικονοκέντρου, ή με πρόχειρη αποκατάσταση εμπειρικά τοπικού στερεοσκοπικού φαινομένου και σημείωμα πάνω στη φωτογραφία του ομολόγου σημείου, στη θέση εκείνη, που θα ταυτίζεται, στην τρισδιάστατη αντίληψη της περιοχής με το συζυγές του).



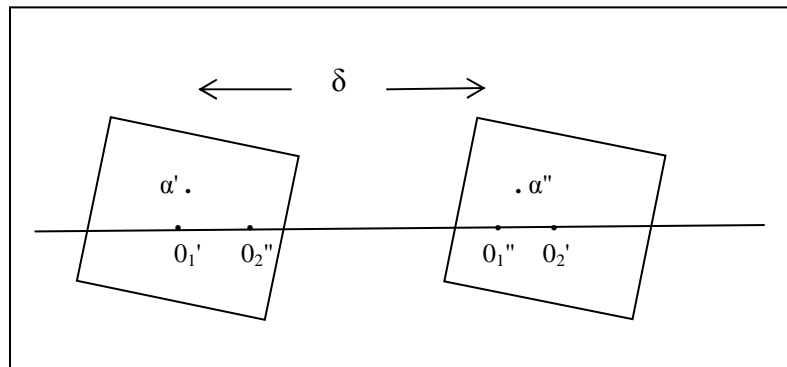
Σχήμα 26

4. Χαράζουμε πάνω στο σχεδιαστήριο και σε απόσταση 18 -20cm απ' την πλησιέστερη σε μας ακμή του, μια ευθεία, που δηλώνει την εικόνα του άξονα πτήσης της αεροφωτολήψης και φέρουμε δύο κάθετες ευθείες σ' αυτή, στα σημεία O_1^a και $O_1^δ$, σε απόσταση ίση με την απόσταση διαχωρισμού του συγκεκριμένου κατοπτρικού στερεοσκοπίου.



Σχήμα 27

5. Με μια καρφίτσα που περνάει απ' το O_1' αρθρώνουμε την αριστερή αεροφωτογραφία στο O_1^alpha και την στρέφουμε έτσι ώστε η $O_1'O_2''$ να κείται πάνω στην $O_1^alpha O_1^delta$. Σ' αυτή τη θέση στερεώνουμε την αριστερή φωτογραφία.
6. Εξασφαλίζουμε ότι η δεξιά αεροφωτογραφία βρίσκεται στην απόσταση διαχωρισμού, (π.χ. το O_1'' να συμπίπτει με το O_1^delta , ή δύο οποιαδήποτε συζυγή σημεία του στερεοζεύγους που θεωρούμε ότι κείνται στο μέσο επίπεδο αναφοράς της περιοχής που απεικονίζεται στις αεροφωτογραφίες, ν' απέχουν την απόσταση διαχωρισμού), κι ότι η $O_1'' O_2'$ κείται πάνω στην $O_1^alpha O_1^delta$ και στερεώνουμε και τη δεύτερη (δεξιά) αεροφωτογραφία.



Σχήμα 28

7. Πάνω στις έτσι διευθετημένες αεροφωτογραφίες τοποθετείται το κατοπτρικό στερεοσκόπιο με την ευθεία που συνδέει τα κέντρα των φακών του προσοφθάλμιου συστήματος παράλληλα (και στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο) με την εικόνα του άξονα πτήσης. Ο Φωτοερμηνευτής είναι έτοιμος πια να αξιοποιήσει με την παρατήρησή του και με βάση τη φωτοερμηνευτική μεθοδολογία, τις αρχές της λογικής και τα φωτοερμηνευτικά κλειδιά, τον πλούτο των ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών που περιέχει το στερεόγραμμα, που με την παραπάνω διαδικασία απέκτησε.