

### 1.13. Επίγειοι έλεγχοι - Φωτοερμηνευτικά κλειδιά

Πολλές φορές στη Φωτοερμηνεία και την Τηλεπισκόπηση χρειάζεται να δουλέψουμε, παραβάλλοντας δειγματοληπτικά, χαρακτηριστικά τμήματα απεικονίσεων διαφόρων τηλεπισκοπικών δεκτών, φωτογραφικών και μη, με στοιχεία, γεγονότα και φαινόμενα της αντίστοιχης φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας, όπως αυτά έχουν απομνημονευθεί εμπειρικά, ή καταχωρίστηκαν σε κατάλληλες μορφές, σε εικόνες, πίνακες, εκθέσεις κ.λ.π.

Στη θέση αυτή θα εξετάσουμε, με ποιά λογική και τεχνική μπορούμε να παραβάλουμε συγκεκριμένα στοιχεία μιας αεροφωτογραφίας με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του πεδίου και πως τελικά είναι δυνατό ν' αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα αυτής της δουλειάς, ως οδηγός παράσταση, έτσι ώστε κάθε φορά που βλέπουμε μια συγκεκριμένη μορφή, μ' αυτά τα εξωτερικά και εσωτερικά χαρακτηριστικά σε μια εικόνα, να μπορούμε με σημαντικό βαθμό αξιοπιστίας να βεβαιώσουμε την ταυτότητα ενός, ή μιας σειράς από εναλλακτικές πιθανές κατηγορίες, αντικειμένων ή προτύπων.

Έτσι δημιουργούμε τα πολύ χρήσιμα εργαλεία, στη φωτοερμηνευτική διαδικασία, τα "Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά".

Οριακή περίπτωση φωτοερμηνευτικού κλειδιού θα μπορούσε να θεωρηθεί, η εικονιστική, ή και περιγραφική έκφραση ενός επίγειου ελέγχου.

Με τον όρο λοιπόν αυτό, εννοούμε, εικονιστικά, αριθμητικά (ψηφιακά), ή και περιγραφικά στοιχεία τεκμηρίωσης κι αναφοράς της συγκεκριμένης πραγματικότητας, τα οποία ανάγονται σε θεμελιώδεις γνώσεις κάποιου επιστημονοτεχνικού πεδίου, απ' τη σκοπιά του οποίου κάνουμε ερμηνεία κάποιων απεικονίσεων.

Έτσι, όταν π.χ. κάνουμε εφαρμογή της φωτοερμηνείας στην Εδαφολογία και ξέρουμε, ότι κάποιου τύπου εδάφη έχουν για αντικειμενικούς λόγους, (που ανάγονται στις φυσικές, βιολογικές και χημικές του ιδιότητες), μεγάλη πιθανότητα ν' απεικονίζονται, (σε μεγάλο βαθμό και κάτω από διαφορετικές ακόμα συνθήκες), με μια συγκεκριμένη κι άμεσα αναγνώσιμη, αναγνωρίσιμη, ή συνεπαγόμενη μορφή, το φωτοερμηνευτικό κλειδί που μπορούμε να υλοποιήσουμε με μια καθαρή και κατάλληλης κλίμακας φωτογραφία, μ' ένα ψηφιακό μοντέλο, ή μ' ένα κατάλληλο κείμενο περιγραφής, ή και με τα τρία μαζί, αποτελεί από κει και πέρα, ένα στοιχείο αναφοράς, όχι πια στη βάση θεμελιωδών γνώσεων που κατέχει ένας ειδικός φωτοερμηνευτής, αλλά στη βάση θεμελιακών χαρακτηριστικών, όπως αυτά "φαίνονται" στην εικόνα, φωτογραφικά, ή ψηφιακά και μπορούν να γίνουν αντιληπτά με παραβολή, ακόμα κι από ένα μη έμπειρο και μη ειδικό φωτοερμηνευτή, στο βαθμό που ασκηθεί κατάλληλα.

Απ' την άλλη μεριά, αν ξέρουμε ότι ένας τηλεπισκοπικός δέκτης, ευαισθητοποιείται, ειδικά και μόνον αυτός, από μια συγκεκριμένη φυσική, χημική, ή βιολογική ιδιότητα ενός αντικειμένου, μπορούμε να προετοιμάσουμε μια σειρά από άλλου τύπου φωτοερμηνευτικά κλειδιά, σε χαρακτηριστικές δειγματοληπτικές περιοχές, (πολλές φορές και με επίγειες μετρήσεις π.χ. της φασματικής υπογραφής συγκεκριμένων εμφανίσεων, της αγωγιμότητας, της διηλεκτρικής σταθεράς κ.λ.π.) και με κατάλληλες αναγωγές και διορθώσεις, (για τις συνθήκες εναέριας ή διαστημικής λήψης), να αναγνωρίσουμε ταχύρρυθμα, με παραβολές, οπτικής, ή αυτόματης μορφής περιοχές με ομόλογα χαρακτηριστικά.

Αρα, το φωτοερμηνευτικό κλειδί, είναι υλικό αναφοράς και τεκμηρίωσης, είτε στο πεδίο της επιστήμης, απ' τη σκοπιά του οποίου κάνουμε εφαρμογή της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας, είτε στο πεδίο των δυνατοτήτων ειδικών τηλεπισκοπικών δεκτών.

Σε μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας μπαίνει το ερώτημα "Φθάνει μόνο του, ένα Φωτοερμηνευτικό Κλειδί;"

Η απάντηση είναι, ότι αυτό βέβαια είναι πάντα συνάρτηση των συνθηκών μέσα στις οποίες είμαστε κάθε φορά αναγκασμένοι να εργασθούμε. Όταν π.χ. δεν έχουμε γνώση του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου, όταν δεν έχουμε καμία απολύτως πληροφόρηση για τις συνθήκες που επικρατούν στον υπό διερεύνηση χώρο, τότε ενδεχόμενα δεν υπάρχει άλλη επιλογή, παρά να καταφύγουμε στη χρησιμοποίηση κάποιου τύπου Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών.

Σ' ένα άλλο μέρος της βιβλιογραφίας, αναφέρεται, ότι η χρήση των Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών, έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό και τον ευνουχισμό της νοητικής διαδικασίας και κατά συνέπεια και της επιστημονικής μεθοδολογίας. Αυτό φανερά είναι λογικό κι αληθινό στη βάση του, στο βαθμό που η μηχανιστική και μόνο παραβολή δύο εικόνων, αντικειμενικά μειώνει την εμβέλεια της νοητικής διερεύνησης, ανάλυσης, κι επεξεργασίας των χαρακτηριστικών της απεικόνισης, αλλά και των σχέσεων κι αλληλεξαρτήσεων τους με το περιβάλλον.

Η αλήθεια όμως αυτή είναι μισή, γιατί ενώ η χρήση Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών σίγουρα δεν αποτελεί ολοκληρωμένη φωτοερμηνευτική μεθοδολογία, σε μια εξαιρετικά επείγουσα μελέτη στην οποία χρειάζεται να επεξεργασθούμε ένα τεράστιο όγκο πληροφοριακού υλικού σε ελάχιστο χρόνο, τότε σίγουρα υπάρχει ο μονόδρομος της υποχρεωτικής καταφυγής, στις καταλληλότερες δυνατές, εφικτές, κι οσοδήποτε μηχανιστικές, ή και στοιχειώδεις μεθόδους.

Η σημασία και ο βαθμός επείγοντος ενός αντικειμένου, μπορεί να επιβάλλει π.χ. την ταχύρρυθμη εκπαίδευση, έκτατου, κι ακόμα, μη τεχνικού προσωπικού, στη χρησιμοποίηση Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει δυνατή, έστω και μία πρώτη χονδρική εκτίμηση κι αξιολόγηση, ουσιαστικής χρησιμότητας για το σκοπό της συγκεκριμένης μελέτης πληροφοριών.

Γι' αυτό και δεν μπορούν να υπάρξουν μονοδιάστατες και μονοσήμαντες απόψεις, για την "τεράστια", ή "μηδενική" αξία των Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών και έτσι το αρχικό ερώτημα είναι κατά βάση ψευδοερώτημα.

Η ουσία είναι, ότι πρέπει πάντα να συναρτούμε την χρησιμοποίηση ή όχι Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών με τις συγκεκριμένες συνθήκες της πραγματικότητας κάτω απ' τις οποίες είμαστε υποχρεωμένοι να αντιμετωπίσουμε ένα πρόβλημα και να ξέρουμε, όταν πρόκειται να τα χρησιμοποιήσουμε, ποιές είναι αντικειμενικά οι δυνατότητες και οι περιορισμοί τους, σ' επίπεδο συσχετισμού της αξιοπιστίας, της ταχύτητας επεξεργασίας, του βαθμού ανάλυσης κ.λ.π. που απαιτούνται για το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Τα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά μπορεί να είναι χρήσιμα:

- α) γιατί εξασφαλίζουν ταχύτητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου αεροφωτογραφιών/ απεικονίσεων
- β) γιατί μπορούν να βοηθήσουν στη συλλογή ταυτόχρονα πολλών τύπων πληροφοριών, μια που είναι εύκολη η εκπαίδευση σε σύντομο χρόνο, μεγάλου αριθμού προσωπικού στη χρήση ειδικών Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών, έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται, "εν σειρά" και με ειδικό καταμερισμό η φωτοερμηνευτική αναγνώριση, κι ακόμα
- γ) όταν δεν υπάρχει δυνατότητα καμιάς άλλης πληροφοριακής υποδομής και προσπέλασης σε μια μεγάλη περιοχή, στη οποία διατίθενται κάποιες σειρές παλιών αεροφωτογραφιών και για την οποία πρέπει, πολύ σύντομα να διατυπώσουμε κάποιου τύπου εκτίμηση και συμπεράσματα.

Τα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ανάλογα:

- (α) είτε με τις συνθήκες και τα πρότυπα, ή τα είδη/ αντικείμενα μιας περιφέρειας,
- (β) είτε με τη χρήση τους και το συντάκτη τους, ή
- (γ) με τον τρόπο και τη μέθοδο παρουσίασης των αναγνωριστικών χαρακτηριστικών.

### **(1). Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά ειδών / αντικειμένων και συνθηκών / προτύπων μιας περιφέρειας**

Θεωρώντας μια περιφέρεια ως ένα μαθηματικό μοντέλο σημειακών, επιφανειακών ή χωρικών στοιχείων/ εμφανίσεων, μπορούμε να τη δούμε:

- (α) είτε ως ένα σύνολο ειδών-αντικειμένων,
- (β) είτε ως πεδίο στο οποίο επικρατούν ενότητες προτύπων, ή συνθηκών. Την περιφέρεια δηλαδή αυτή μπορούμε να την δούμε, είτε οριζόντια, ή κατακόρυφα.

Σύμφωνα μ' αυτή τη θεώρηση, μπορούμε να έχουμε φωτοερμηνευτικά κλειδιά ειδών/ αντικειμένων μιας περιφέρειας και κλειδιά συνθηκών/ προτύπων μιας περιφέρειας.

Κάθε μιας απ' τις δύο αυτές κατηγορίες διακρίνεται στις παρακάτω υποκατηγορίες κλειδιών.

#### **(1.1) Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά ειδών/ αντικειμένων μιας περιφέρειας "Κ<sub>Πα</sub>"**

Μελετώντας (οριζόντια) μια πευκόφυτη περιοχή ως περιφέρεια, βλέπουμε ως ενότητα ίδιων αντικειμένων τα πεύκα, και ως συγκεκριμένα είδη/ αντικείμενα, π.χ. τα υγιή και τα προσβεβλημένα από έντομα ή άλλες ασθένειες πεύκα..

Όταν πρόκειται λοιπόν να μελετήσουμε τα πεύκα μιας περιφέρειας και πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε φωτοερμηνευτικά κλειδιά, τότε αυτά θα είναι εικονιστικές και περιγραφικές απεικονίσεις μιας πευκόφυτης περιοχής. Όταν πρόκειται να ερευνήσουμε για προσβεβλημένα από ασθένειες πεύκα, τότε το φωτοερμηνευτικό κλειδί μας πρέπει φανερά να είναι περισσότερο εξειδικευμένο απ' το προηγούμενο. Έτσι, όσο εμβαθύνουμε στην έρευνα, τόσο περισσότερες απαιτήσεις έχουμε απ' το αντίστοιχο φωτοερμηνευτικό κλειδί, οπότε καταλήγουμε να μπορούμε να επιτυγχάνουμε τη διάκριση ειδών, μόνο στο βαθμό, που μετά από επίγειους ελέγχους κ.λ.π.

μπορούμε ν' αποδώσουμε, εικονιστικά ή περιγραφικά, (ή και με τους δύο τρόπους), τα συγκεκριμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, που τα διαφορίζουν απ' το συγγενικό τους περιβάλλον.

Με βάση τα προηγούμενα μπορούμε να έχουμε:

(1.1.1) Κλειδιά συγκεκριμένων ειδών/ αντικειμένων "K<sub>α</sub>"

(που είναι η απλούστερη μορφή Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών).

Η εικονιστική/ περιγραφική απεικόνιση ενός αμπελώνα, μιας δενδροκαλλιέργειας εσπεριδοειδών, μιας κηπευτικής καλλιέργειας, ενός λιβαδιού, ενός ελαιώνα κ.λ.π., αποτελούν τέτοια φωτοερμηνευτικά κλειδιά.

(1.1.2.) Κλειδιά συγκεκριμένων ενότητων ίδιων αντικειμένων "K<sub>ε/α</sub>"

Αυτά, είναι συνδυασμός Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών συγκεκριμένων αντικειμένων. Παράδειγμα: πεύκα μικρά ή μεγάλα, υγιή ή ασθενή, πυκνά ή αραιά, δηλ. μια σειρά από διατάξεις που αποτελούν μια ενότητα.

Τα κλειδιά αυτής της κατηγορίας αναφέρονται σε γενικά περιφερειακά χαρακτηριστικά των ειδών/αντικειμένων.

Το σύνολο, όλων των Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών: ενότητων ίδιων ειδών/αντικειμένων και συγκεκριμένων ειδών/αντικειμένων, δίνουν τα κλειδιά ειδών/αντικειμένων μιας περιφέρειας,

$$K_{\Pi\alpha} = \Sigma K_{\alpha} + \Sigma K_{\epsilon/\alpha}$$

(1.2.) Κλειδιά συνθηκών/προτύπων μιας περιφέρειας "K<sub>Πσ</sub>"

Όπως μια περιφέρεια μπορεί να θεωρηθεί ως σύνολο ειδών/αντικειμένων κι ενότητων ειδών/αντικειμένων όπως είπαμε πιο πάνω, από μια άλλη οπτική, μπορεί να χαρακτηρισθεί και από την άποψη των συνθηκών και των προτύπων των δομών και των λειτουργιών της, είτε ως ένα άθροισμα γενικών περιφερειακών συνθηκών, ή ως ένα άθροισμα γενικών περιφερειακών λειτουργιών.

Έτσι π.χ. μια πόλη μπορεί να νοηθεί και ως άθροισμα συγκεκριμένων ζωνών ομοιογενών συνθηκών, δηλ. των συνθηκών των ζωνών κατοικίας, των τόπων δουλειάς, των περιοχών αναψυχής, των συνθηκών κυκλοφορίας, των συνθηκών κίνησης πεζών, των συνθηκών ποιότητας ζωής, δόμησης κ.λ.π.

Με την ίδια λογική, οι αρδευόμενες π.χ. καλλιέργειες μιας περιοχής, ενώ μπορούν να θεωρηθούν ως μια ενότητα συγκεκριμένων ειδών/αντικειμένων (των συγκεκριμένων αρδευόμενων καλλιεργειών), μπορούν ταυτόχρονα και παράλληλα να χαρακτηρισθούν και ως περιοχές, με ενδεχόμενα ομοιογενείς υδρολογικές, υδρογεωλογικές, εδαφικές, παραγωγικές, καλλιεργητικές κ.λ.π. συνθήκες.

Και φυσικά, κάτω απ' αυτή τη λογική, ο διαφορισμός τους απ' τις διπλανές τους καλλιέργειες μπορεί να γίνει και σύμφωνα μ' αυτά τα κριτήρια.

Σ' αυτή λοιπόν τη βάση, μπορούμε να συγκροτήσουμε και τα αντίστοιχα εργαλεία, δηλ. τα κατάλληλα φωτοερμηνευτικά κλειδιά, τα οποία και ορίζουμε ως κλειδιά συγκεκριμένων συνθηκών/προτύπων μιας περιφέρειας. Αυτά διακρίνονται όπως ακριβώς και στην προηγούμενη περίπτωση σε δύο βασικές υποκατηγορίες.

- Τα Κλειδιά συγκεκριμένων συνθηκών "K<sub>σ</sub>" και
- Τα Κλειδιά συγκεκριμένων ζωνών ομοιογενών συνθηκών "K<sub>ε/σ</sub>"  
(που είναι συνδυασμός Κλειδιών συγκεκριμένων συνθηκών)

Θα πρέπει εδώ να σημειώσουμε ότι ο διαχωρισμός των Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών σε δύο κατηγορίες δεν βοηθάει πάντα στη λύση των προβλημάτων, αλλά αντίθετα, πολλές φορές δημιουργεί πρόσθετα, όταν ο φωτοερμηνευτής μένει μονοδιάστατα προσκολλημένος στη χρήση τους.

Και μόνο το γεγονός ότι "οι συνθήκες" επιδρούν αποφασιστικά στην έκφραση βασικών χαρακτηριστικών συγκεκριμένων αντικειμένων, (ή ακόμα, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και τα καθορίζουν επακριβώς, π.χ. βλάστηση σε αλπικό τοπίο, ή σε υψόμετρο πάνω από 2000m σε συγκεκριμένη περιοχή), αποδεικνύει τη διαλεκτική σχέση ανάμεσα στις δύο αυτές βασικές κατηγορίες Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών. Έτσι, το πιθανό δίλημμα: λοιπόν "κλειδιά ειδών/αντικειμένων, ή κλειδιά συνθηκών"; είναι ψευδοδίλημμα και η σαφής απάντηση είναι "και τα δύο", μιας και το καθ' ένα απ' αυτά δίνει τη δυνατότητα διαφορετικής προσέγγισης στην έρευνα της

περιοχής που μας ενδιαφέρει, απ' αυτή που δίνει το άλλο. Αυτό φαίνεται και από το εξής παράδειγμα:

Μια αγροτική μικρή πόλη, δεν μπορεί να νοηθεί μόνο ως άθροισμα συγκεκριμένων ειδών/αντικειμένων, αλλά και ως σύνολο συγκεκριμένων ζωνών, ομοιογενών συνθηκών και προτύπων δομών και λειτουργιών.

Έτσι, πως π.χ. θα μπορούσαμε, απ' την ανάλυση συγκεκριμένων ειδών/αντικειμένων να διαπιστώσουμε μεγέθη όπως “ενδεχόμενη μετανάστευση”;

Κάνουμε το συλλογισμό, ότι υποβάθμιση συγκεκριμένων λειτουργιών που αφορούν π.χ. στις καλλιέργειες και στα λοιπά φυσικά διαθέσιμα, μπορεί να σημαίνει, (κάτω από προϋποθέσεις), σε μεγάλο βαθμό μη ύπαρξη του απαραίτητου ανθρώπινου δυναμικού.

Συνεπώς, εγκαταλειμμένες καλλιέργειες, εγκαταλειμμένα ορυχεία, εγκαταλειμμένες μικρές βιομηχανίες, χαλασμένοι δρόμοι και κτίρια σημαίνουν εγκατάλειψη της περιοχής και μια απ' τις πιθανές αιτίες της, μπορεί να είναι η μετανάστευση.

Από ποιοτικά λοιπόν χαρακτηριστικά συγκεκριμένων ειδών/αντικειμένων και συγκεκριμένων συνθηκών διαπιστώνουμε την πιθανότητα ύπαρξης μετανάστευσης. Και γι' αυτό ο συνδυασμός φωτοερμηνευτικών κλειδιών, ειδών/αντικειμένων και συνθηκών/προτύπων μιας περιφέρειας είναι φανερά, η αποτελεσματικότερη μέθοδος αξιοποίησης των δυνατοτήτων τους, ως συμπληρωματικών εργαλείων της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας.

Γενικά θα μπορούσαμε κι εδώ να πούμε, ότι τα Κλειδιά συνθηκών μιας περιφέρειας θα μπορούσαν να εκφραστούν ως

$$K_{\Pi\sigma} = \Sigma_{K\sigma} + \Sigma_{K\epsilon/\sigma}$$

## (2). Αναλογικά Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά

Είναι κλειδιά που προκύπτουν απ' την ολοκλήρωση και συνδυασμένη χρήση των Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών που προαναφέραμε, σε συγκεκριμένες προσπελάσιμες περιοχές, για, με προεκβολή και συσχέτιση ερμηνεία αντικειμένων και ενοτήτων αντικειμένων και / ή συνθηκών/προτύπων και ζωνών ομοιογενών συνθηκών/προτύπων σε απροσπέλαστες περιοχές, που εκτιμούμε ότι μπορεί να παρουσιάζουν ανάλογα χαρακτηριστικά.

## (3). Τεχνικά Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά

Είναι φωτοερμηνευτικά κλειδιά που μπορούν να διαμορφωθούν με βάση συγκεκριμένες αρχές του πεδίου της επιστήμης απ' τη σκοπιά του οποίου κάνουμε τη φωτοερμηνευτική έρευνα. Παράδειγμα: ο έμπειρος Δασολόγος που έχει ειδικές γνώσεις φωτοερμηνείας φτιάχνει ένα αρχείο φωτογραφιών με περιπτώσεις ασθενειών πεύκων για κάποιες συνθήκες και κάποια χρονική περίοδο. Αυτό το υλικό είναι ένα τεχνικό κλειδί που μπορεί να φτιαχτεί όχι από κάποιο Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό-Φωτοερμηνευτή, αλλά από τον ειδικό επιστήμονα του πεδίου στο οποίο γίνεται φωτοερμηνεία. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το Κλειδί που φτιάχνει ένας αρχαιολόγος και που δείχνει καθαρά ότι:

“αυτή η περίπτωση χαρακτηριστικών ιχνών ενός τείχους” π.χ. είναι “αυτής της περιόδου”.

Το πρώτο παράδειγμα αφορά σε Φωτοερμηνευτικό Κλειδί συνθηκών και το δεύτερο σε Φωτοερμηνευτικό κλειδί ειδών-αντικειμένων.

Ένα τεχνικό κλειδί μπορεί να είναι και συνδυασμός κλειδιών ειδών/αντικειμένων και συνθηκών/προτύπων.

## (4). Μη τεχνικό Φωτοερμηνευτικό Κλειδί

Το κλειδί αυτό φτιάχνεται για να χρησιμοποιηθεί από φωτοερμηνευτές μη ειδικούς κι έμπειρους στο πεδίο της επιστήμης στο οποίο γίνεται η φωτοερμηνευτική έρευνα.

## (5). Άμεσα και έμμεσα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά

Τα κλειδιά αυτά, μπορεί να είναι Κλειδιά ειδών/αντικειμένων, και/ή συνθηκών/προτύπων μιας περιφέρειας.

Άμεσα είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για είδη/αντικείμενα και συνθήκες/πρότυπα που μπορούν με απλή διαδικασία ν' αναγνωρισθούν σ' αεροφωτογραφίες, ή άλλες τηλεπισκοπικές απεικονίσεις π.χ. στάδιο, κοιμητήριο, διωλιστήριο, λιμένας κ.λ.π.

Έμμεσα, είναι τα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά που χρησιμοποιούνται για συναγωγή πληροφοριών με έμμεσο τρόπο (π.χ. υπολογισμός πληθυσμού μιας περιοχής από τον αριθμό των σπιτιών και μια σειρά άλλες εκτιμήσεις).

#### **(6). Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά Επιλογής / Αποκλεισμού**

Ανάλογα με τον τρόπο και τη μέθοδο παρουσίασης των χαρακτηριστικών φωτοερμηνευτικής αναγνώρισης, τα φωτοερμηνευτικά κλειδιά μπορούν να διακριθούν σε κλειδιά επιλογής και κλειδιά αποκλεισμού.

##### (6.1.) Κλειδιά επιλογής

###### *(6.1.1.) Κλειδιά συγκεκριμένης περιγραφής*

Είναι αυτά που προσδιορίζουν περιγραφικά τα είδη/αντικείμενα, ή τις συνθήκες/πρότυπα μιας περιφέρειας, με μια τεχνική έκθεση π.χ. Η φωτογραφική τεκμηρίωση σ' αυτού του τύπου τα κλειδιά είναι ενδεικτική και μόνο.

###### *(6.1.2.) Κλειδιά συγκεκριμένης αναφοράς*

(περιγραφικής/εικονιστικής, σε εμπειρία προηγούμενης δουλειάς του φωτοερμηνευτή).

Με τη βοήθεια τους επιδιώκεται η αξιοποίηση της σωρευμένης αντίστοιχης εμπειρίας του φωτοερμηνευτή και εικονιστικού/περιγραφικού υλικού απ' το αρχείο του.

###### *(6.1.3.) Κλειδιά συστηματικής αναφοράς σε περιγραφική/εικονιστική τεκμηρίωση*

Είναι αυτά που προκύπτουν από τη συστηματική αρχειοθέτηση με περιγραφές και φωτογραφίες, όλων των φωτοερμηνευτικών εργασιών και ερευνών που είναι σχετικές με το προς έρευνα αντικείμενο.

##### (6.2.) Κλειδιά Αποκλεισμού

###### *(6.2.1.) Μηχανικά φωτοερμηνευτικά κλειδιά.*

Είναι φωτοερμηνευτικά κλειδιά σε δίσκους ή διάτρητες κάρτες, που με επίθεση αποκλείουν με βάση κάποιο κώδικα, όλα τα αντικείμενα, συνθήκες και πρότυπα, εκτός απ' αυτά που ενδιαφέρουν.

###### *(6.2.2) Διχτομοικά Φωτομετρικά Κλειδιά*

Είναι αυτά που με διαδοχικούς λογικούς αποκλεισμούς καταλήγουν στην εξακρίβωση της ταυτότητας του αντικειμένου, ή τις συνθήκες που μας ενδιαφέρουν να ερμηνευθούν.

Είναι φανερό ότι για την διαμόρφωση χρήσιμων κι αποτελεσματικών Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών όλων των τύπων, απαιτούνται συστηματικοί και κατάλληλοι για κάθε περίπτωση επίγειοι έλεγχοι.

Θα μπορούσαμε γενικά να πούμε ότι τα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά αποτελούν γενικά, ή υποκαθιστούν συχνά και σε μεγάλο βαθμό, τους απαραίτητους επίγειους ελέγχους, που διασφαλίζουν, ή απλά επιβεβαιώνουν την αξιοπιστία της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας.

Να ταξινομηθούν οι παρακάτω τύποι φωτοερμηνευτικών κλειδιών

#### 1.14. Αντικειμενικές δυνατότητες και περιορισμοί της τηλεπισκόπησης

Όπως φάνηκε απ' τα προηγούμενα, η σωστή αξιοποίηση των μεθοδολογιών και τεχνικών της τηλεπισκόπησης, απ' τον ειδικό σε κάθε πεδίο επιστήμονα/μηχανικό φωτοερμηνευτή, προϋποθέτει μια σαφή και καθαρή -απ' την αρχή- αντίληψη, για τις αντικειμενικές δυνατότητες και τους αναγκαστικούς (σε κάθε περίπτωση) περιορισμούς τους.

Κι ανάγονται αυτές οι δυνατότητες κι οι περιορισμοί βασικά, τόσο στη φύση, τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, την υφή, τις ιδιότητες, και την αλληλεξάρτηση των προς ερμηνεία αντικειμένων, γεγονότων, φαινομένων, ή λειτουργιών, με το ευρύτερο φυσικό και χτισμένο περιβάλλον τους, όσο βέβαια και στον κάθε φορά βαθμό ευαισθησίας των συγκεκριμένων τηλεπισκοπικών δεκτών και συστημάτων στις φυσικές, χημικές, βιολογικές κ.λ.π., ιδιότητες των θεμάτων, που με κάποια φωτοοπτική, οπτικομηχανική, ηλεκτρονική, ή και άλλη διαδικασία, μπορούν να απεικονίσουν, ή να καταγράψουν σε κάποια μορφή.

Στο μέτρο βέβαια που η τηλεπισκοπική απεικόνιση είναι, αμέσως ή εμμέσως αντιλήψιμη απ' τον άνθρωπο (π.χ. συμβατική αεροφωτογραφία, ή Computer Compatible Tapes των LANDSAT, SPOT, MOS, αντίστοιχα), είναι φανερό ότι τίθενται διαφορετικής ποιότητας κριτήρια για την οριοθέτηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών της τηλεπισκόπησης.

Έτσι η δυνατότητα ή όχι (σήμερα) στερεοσκοπικής όρασης π.χ. ενός ζευγαριού τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, είναι πλήρης και ολοκληρωμένη για σωστά και κατάλληλα προγραμματισμένες αεροφωτογραφήσεις με συμβατικές αεροφωτογραμμετρικές φωτομηχανές ( $p=60\%$ ,  $q=20\%$ ) και μερική και μονοδιάστατη για τις LANDSAT M.S.S. πολυφασματικές απεικονίσεις ( $p=0\%$ ,  $q=14-85\%$  για  $0^\circ$  και  $80^\circ$  γεωγραφικό πλάτος αντίστοιχα). Αυτό βέβαια μας βοηθάει να καταλάβουμε, ότι αν π.χ. με την εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνικής γίνει δυνατή, με κάποιο τηλεπισκοπικό δέκτη (π.χ. με μιας μεγάλης εστιακής απόστασης αλλά και διαστάσεων φωτογραφικού υλικού συμβατική μετρητική αεροφωτογραμμετρική φωτομηχανή), λήψη από διαστημικά ύψη, απεικονίσεων με ικανοποιητική για στερεοσκοπική όραση κατά μήκος επικάλυψη και σχέση  $b:H$  δύο διαδοχικών απεικονίσεων, οι δυνατότητες ερμηνείας τους διευρύνονται αποφασιστικά.

Ο ευρηματικός σχεδιασμός λήψης του διαστημικού τηλεπισκοπικού προγράμματος SPOT, για το οποίο θα ασχοληθούμε αναλυτικά σε άλλη θέση, ανοίγει συγκεκριμένες προοπτικές, όχι μόνο για τρισδιάστατη παρατήρηση, αλλά και για στερεοφωτογραμμετρική απόδοση των σχετικών κατάλληλων απεικονίσεων.

Αλλά οι δυνατότητες της τηλεπισκόπησης, μοιραία περιορίζονται ακόμα, κι απ' τις συγκεκριμένες φυσιολογικές δυνατότητες του φωτοερμηνευτή, μια που παρά την σε μεγάλο βαθμό εξέλιξη των συστημάτων αυτόματης φωτοερμηνευτικής επεξεργασίας, με την τηλεπισκοπική μεθοδολογία, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υποκατασταθεί ο παράγων άνθρωπος, ως βασικός υπεύθυνος για τη διατύπωση λογικών απαντήσεων στα συγκεκριμένα ερωτήματα που βάζει η προσπάθεια ερμηνείας της "εικόνας" της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας που μας παρέχει κάποιος δέκτης.

Γι' αυτό, ή από βλάβη του συστήματος όρασης, έλλειψη της ικανότητας στερεοσκοπικής παρατήρησης, ή ο περιορισμός της διακριτικής ικανότητας του φωτοερμηνευτή, (όσο κι αν μπορούν να βελτιωθούν με συστηματική άσκηση και θεραπεία), περιορίζουν αντικειμενικά μέχρι το ακραίο σημείο του μηδενισμού, τη δυνατότητα φωτοαναγνώρισης, φωτοανάλυσης και φωτοερμηνείας.

Πιο πέρα, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση, η γενικότερη παιδεία και μόρφωση του φωτοερμηνευτή, η νοητική του ικανότητα, η φαντασία, η υπομονή, η ικανότητα κριτικής ανάλυσης και σύνθεσης, η παρατηρητικότητα, η εμπειρία και η ορθολογική κατά περίπτωση χρησιμοποίηση Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών ως βοηθημάτων που οργανώνουν και συστηματοποιούν τη σωρευμένη πείρα, (στοιχεία βέβαια που τον χαρακτηρίζουν περισσότερο ως άνθρωπο κι επιστήμονα, παρά ως "ειδικό"), δρουν αντικειμενικά ως σημαντικοί καταλύτες αξιοποίησης των δυνατοτήτων της τηλεπισκόπησης.

Επειδή τέλος κάθε τηλεπισκοπικός δέκτης μπορεί να καταγράψει πληροφορίες σε απεικονίσεις διαφορετικής ποιότητας, με συμβατικά (διαβάθμιση τόνου, διαχωριστική ικανότητα, σαφήνεια κ.λ.π., ή ειδικά κριτήρια (απώλειες έντασης σήματος επιστροφής ραντάρ κ.λ.π.), αυτή η ποιότητα του βασικού μέσου φωτοερμηνείας, προσδιορίζει όπως είναι φυσικό και τις δυνατότητες της, τόσο σε επίπεδο ατελειών, βλαβών, εσφαλμένων επιλογών, ή κακών χειρισμών οργάνων, μέσων και τεχνικών, όσο και σε σχέση με τις συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούν στο χώρο του προς ερμηνεία αντικειμένου (κακός φωτισμός, νέφωση, αιωρήματα ατμόσφαιρας, κ.λ.π.), αλλά

και τους όρους διέλευσης και αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας, απ' τα, και με τα μέσα/στόχους/αντικείμενα που "τηλεπισκοπεί".

### **Παράγοντες βελτιστοποίησης των δυνατοτήτων της Φωτοερμηνείας /Τηλεπισκόπησης.**

Ένα στοιχείο βασικής σημασίας για την καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της τηλεπισκόπησης, είναι βέβαια η συστηματικότητα κι η μεθοδικότητα της ανάλυσης των "εν δυνάμει" πληροφοριών της κάθε τηλεπισκοπικής απεικόνισης.

Έτσι επιχειρώντας σ' αυτή τη θέση μια συνολική θεώρηση των σημείων στα οποία η πρακτική πείρα μπορεί να συνοψίσει τα θετικότερα δυνατά αποτελέσματα στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των σε χρήση τηλεσκοπικών μεθόδων και τεχνικών θα πρέπει να πούμε ότι:

#### **1. Ο Φωτοερμηνευτής οφείλει να είναι :**

- (α) υψηλού νοητικού επιπέδου, (για να χειρίζεται με επάρκεια τα διαλεκτικά νοητικά εργαλεία),
- (β) ειδικός στο επιστημονικό πεδίο της συγκεκριμένης διερεύνησης, (για να μπορεί να προγραμματίζει σωστά και να επιλέγει τα καταλληλότερα κατά περίπτωση συστήματα δεκτών, τις πλέον αξιόπιστες κι αποτελεσματικές τεχνικές επεξεργασιών αλλά και δειγματοληψιών επίγειου ελέγχου κ.λ.π.)
- (γ) ευρείας γενικής μόρφωσης, (για να μπορεί να την αξιοποιεί μαζί με τα απαραίτητα βιβλιογραφικά, χαρτογραφικά, στατιστικά, μετεωρολογικά κ.λ.π. στοιχεία ως υποδομή της αναλυτικής διαδικασίας),
- (δ) ικανοποιητικής όρασης και στερεοσκοπικής αντίληψης, (για να μπορεί ν' αξιοποιεί στο έπακρο όλα τα αναγνωριστικά στοιχεία μιας, ή ενός ζευγαριού απεικονίσεων) (τόνο/χρώμα, σχήμα, μέγεθος, υφή, πρότυπα, σκιά, αίσθηση 3D, θέση, σχήμα με το Περιβάλλον),
- (ε) σημαντικής πρακτικής εμπειρίας στο συγκεκριμένο πεδίο διερεύνησης, (για να μπορεί να τεκμηριώνει πάνω σ' αυτή, με τη βοήθεια φωτοερμηνευτικών παραβολών, κριτικών αναλύσεων και Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών, την διαδικασία παρατήρησης κι ανάλυσης των πληροφοριών),
- (στ) εξοικειωμένος με τις αρχές, τις μεθόδους και τις τεχνικές της διεπιστημονικής συνεργασίας και της ολοκληρωμένης προσέγγισης των προς διερεύνηση θεμάτων.

#### **2. Η Φωτοερμηνεία οφείλει να γίνεται μεθοδικά, ώστε:**

- (α) Να αναλύεται ένα θέμα κάθε φορά, (για να αποφεύγεται η σύγχυση, ο πιθανός αποπροσανατολισμός, κι η κατά συνέπεια αναποτελεσματικότητα της) και μάλιστα ξεκινώντας απ' τα πιο οικεία, προς τα λιγότερο οικεία κάθε φορά χαρακτηριστικά του, (ανάλογα βέβαια με το αντικείμενο, και την ειδικότητα και πείρα του φωτοερμηνευτή). Έτσι μια ενδεικτική σειρά ανάλυσης για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο φωτοερμηνείας θα ήταν:
  - Γεωμορφολογικά πρότυπα / χαρακτηριστικά,
  - Χαρακτηριστικά / πρότυπα Χρήσεων Γης,
  - Αστικά πρότυπα / χαρακτηριστικά,
  - Συγκοινωνιακά - Κυκλοφοριακά πρότυπα / χαρακτηριστικά
  - Αποστραγγιστικά - υδρολογικά πρότυπα / χαρακτηριστικά,
  - Πρότυπα / χαρακτηριστικά Φυσικής Βλάστησης,
  - Καλλιεργητικά - Γεωργικά πρότυπα / χαρακτηριστικά,
  - Εδαφολογικά πρότυπα / χαρακτηριστικά
  - Βιομηχανικά πρότυπα / χαρακτηριστικά,
  - Χαρακτηριστικά / πρότυπα Διάβρωσης - Αποσάθρωσης,
  - Χαρακτηριστικά / πρότυπα Μικροαναγλύφου - Τοπογραφίας,
  - Χαρακτηριστικά / πρότυπα Διάθρωσης Ιδιοκτησιών,
  - Αγροτικά (μη καλλιεργητικά) πρότυπα / χαρακτηριστικά, (Δάση, Λιβάδια, Δασικές Εκτάσεις)
  - Γεωλογικά - Τεκτονικά πρότυπα / χαρακτηριστικά
  - Ακτογραφικά πρότυπα / χαρακτηριστικά



- Στρατιωτικά πρότυπα / χαρακτηριστικά κ.λ.π. σε συσχέτισμό πάντα με τυχόν υφιστάμενο υλικό Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών
- (β) Να ακολουθείται η πορεία, απ' τη θεώρηση και μελέτη του γενικού, στη θεώρηση και μελέτη του ειδικού, με ανάλυση π.χ. πρώτα, των γενικών προτύπων της υπό διερεύνηση περιοχής σε LANDASAT, SPOT, MOS κ.λ.π. δορυφορικές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις, φωτομωσαϊκά της ευρύτερης περιφέρειας και φωτογραφίες και μη συμβατικές απεικονίσεις μικρής κλίμακας, και στη συνέχεια, με λεπτομερέστερη και διεξοδική μελέτη ειδικότερων προτύπων/χαρακτηριστικών σε μεγάλης κλίμακας, αεροφωτογραφίες/απεικονίσεις ή μεγενθύσεις αεροφωτογραφιών/απεικονίσεων.
  - (γ) Να επιχειρείται πρώτα, η συναγωγή ειδικών συμπερασμάτων απ' τη μελέτη γενικών προτύπων. (Deductive Evaluation) Οπότε π.χ. απ' τη θεώρηση του γενικού επιφανειακού αποστραγγιστικού δικτύου μιας περιοχής, μπορούν να υπάρξουν αξιόπιστα στοιχεία για τα υλικά του εδάφους, κι απ' τη γεωμορφολογική δομή της περιοχής στοιχεία για τη γονιμότητα των εδαφών.
  - (δ) Να ολοκληρώνεται η συναγωγή συμπερασμάτων επαγωγικά, απ' τη μελέτη και γνώση του ειδικού, στην αποκάλυψη γενικών προτύπων μιας περιοχής. Οπότε π.χ. απ' την μορφή της διατομής και το μήκος μιας ρεματίας να είναι δυνατή η διατύπωση αξιόπιστων συμπερασμάτων για τη γεωλογία της ευρύτερης περιοχής στην οποία συστηματικά εμφανίζονται τέτοιες ρεματιές (Inductive Evaluation).
  - (ε) Να επιτυγχάνεται η διαδοχική αξιοποίηση των πορισμάτων της φωτοερμηνευτικής διαδικασίας. Οπότε π.χ., με βάση τα στοιχεία/ πρότυπα/ χαρακτηριστικά που έχουν ήδη αποκαλυφθεί και είναι πια γνωστά, να μπορούμε (με συγκρίσεις και παραβολές) ν' αποκαλύπτουμε νέα στοιχεία.
  - (στ) Να λαμβάνονται υπ' όψη πάντα, ως βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις δυνατότητες φωτοερμηνείας, η ποιότητα των αεροφωτογραφιών/ απεικονίσεων κι οι συνθήκες λήψης, γιατί είναι δυνατό πολλές φορές, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, μια ενότητα πληροφοριών να υποβαθμίζεται, ή και να εξαφανίζεται, (ή ακόμα και να υπερτονίζεται σε οριακές περιπτώσεις), ως αποτέλεσμα της ώρας, της εποχής, και των κλιματολογικών συνθηκών κ.λ.π. που επικρατούσαν τη στιγμή της λήψης (π.χ. στάδια ανάπτυξης μιας ετήσιας καλλιέργειας).
  - (ζ) Να αξιοποιείται στη συνέχεια, η νοητική διαδικασία των διαδοχικών προσεγγίσεων/ αποκλεισμών, ώστε να ολοκληρώνονται τα παραπάνω βήματα, με τελική κατάληξη, είτε την αποκάλυψη της ταυτότητας των ενδιαφερόντων αντικειμένων/εμφανίσεων/ χαρακτηριστικών, ή τουλάχιστον τον περιορισμό της διερεύνησης, σε μια μικρή ομάδα πιθανών εναλλακτικών λύσεων.
  - (η) Να μη παραβλέπεται ποτέ η διαλεκτική φύση της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας, οι μεταξύ τους σχέσεις, εξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις, καθώς και οι τάσεις μεταβολών τους διαμέσου του χρόνου.
3. Τα βασικά αναγνωριστικά χαρακτηριστικά, (σχήμα, μέγεθος, αίσθηση τρίτης διάστασης, τόνος/χρώμα, υφή, σκιάς, πρότυπα, θέση σχέση με το περιβάλλον), να αξιοποιούνται συστηματικά, απ' τα πιο άμεσα και οικεία για το φωτοερμηνευτή, προς τα έμμεσα και πιο σύνθετα.
  4. Η υφιστάμενη βιβλιογραφική, χαρτογραφική, γεωγραφική, αεροφωτογραφική κ.λ.π. υποδομή για την υπό έρευνα περιοχή, ή για το υπό διερεύνηση αντικείμενο, να αξιοποιείται, σε σχέση με τη φύση και τα αντικειμενικά μεγέθη της ενδιαφέρουσας κάθε φορά ποιοτικής πληροφορίας, που είναι συνάρτηση βέβαια της διαδικασίας γέννησης, διαμόρφωσης κι εξέλιξης της δια μέσου του χρόνου, στις συγκεκριμένες συνθήκες σχέσεων κι αλληλεπιδράσεων του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντός της.
  5. Να αξιοποιείται στο έπακρο η καταλληλότερη τεχνική τηλεπισκοπικής επεξεργασίας, σε σχέση πάντα και με τα διατιθέμενα κάθε φορά μέσα. Όπως π.χ.: η δυνατότητα στερεοσκοπικής παρατήρησης για συμβατικές ασπρόμαυρες, IR, έγχρωμες και ψευδοχρωματικές αεροφωτογραφίες, η δυνατότητα ταυτόχρονης παρατήρησης από δύο, ή και περισσότερους φωτοερμηνευτές και συγκριτικής φωτοερμηνείας στερεοζευγών αεροφωτογραφιών και λοιπών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων στη φωτογραφική μορφή τους, διαφόρων κλιμάκων, χρονικών περιόδων, εποχών και ωρών λήψης, μεγενθύσεων,

συνδυασμών, φίλμς/φίλτρων, κ.λ.π., η δυνατότητα παράλληλης αξιοποίησης απεικονίσεων για την ίδια περιοχή των καταλληλότερων κάθε φορά τηλεπισκοπικών δεκτών/συστημάτων, η δυνατότητα αυτόματης ανάλυσης κι επεξεργασίας του τόνου, των προτύπων και της υφής μιας, .ή μιας σειράς πολυφασματικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, η δυνατότητα αξιοποίησης πληροφοριών για τις φασματικές υπογραφές και άλλες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες διαφόρων αντικειμένων, η δυνατότητα χρήσης των καταλληλότερων κάθε φορά Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών στην φωτογραφική ή ψηφιακή μορφή τους.

6. Να αξιοποιούνται πάντα οι υφιστάμενες “βιβλιοθήκες” Φωτοερμηνευτικών Κλειδιών.

### **Διαδικασία Εφαρμογής και Τηλεπισκόπησης**

Προκειμένου να επιχειρηθεί η μελέτη ενός τμήματος της Φυσικής Γήινης Επιφάνειας, ή ενός θέματος γενικότερα, με εργαλείο την Φωτοερμηνεία και τις Τηλεπισκοπικές τεχνικές, προϋποτίθεται ότι ο ειδικός επιστήμονας ή τεχνικός, κατέχει τη γενική μεθοδολογία που θα εφαρμόσει και που βέβαια βρίσκεται σε στενή αλληλεξάρτηση με τις βασικές αρχές της επιστημονικής περιοχής, κάτω από το πρίσμα της οποίας πραγματοποιεί την έρευνά του.

Τα βήματα όμως που θ’ ακολουθήσει, θα μπορούσαν, σε κάθε θέμα ή πρόβλημα, να συνοψισθούν στα παρακάτω, με γνώμονα την ανάγκη ολόπλευρης, συστηματικής κι ολοκληρωμένης θεώρησης και προσέγγισής τους.

Τα βήματα αυτά είναι:

1. Η εξέταση των στοιχείων της “θέσης του προβλήματος”, με όλες τις διαστάσεις, τις πτυχές, και τις σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις τους με το περιβάλλον στο οποίο “τίθεται το πρόβλημα”.
2. Η συλλογή και η κριτική αξιολόγηση κι αξιοποίηση του γενικού και ειδικού πληροφοριακού υλικού που υπάρχει για την περιοχή
3. Η επιλογή της μεθοδολογίας ή του συνδυασμού μεθοδολογικών που κρίνονται ως οι καταλληλότερες για το υπό διαπραγμάτευση πρόβλημα.
4. Η επιλογή των μέσων που είναι δυνατό να διατεθούν και που θεωρούνται βασικά για τη μελέτη του προβλήματος.
5. Η επιλογή των τηλεπισκοπικών τεχνικών που είναι δυνατό να εφαρμοσθούν στις δοσμένες κάθε φορά συνθήκες.
6. Η επιλογή των εξοπλισμών λήψης κι επεξεργασίας των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων σε σχέση με τα παραπάνω.

#### **(1) Η θέση του προβλήματος**

Ξεκινώντας τη μελέτη οποιουδήποτε θέματος πρέπει να εκτιμήσουμε κατ’ αρχήν και συνολικά:

- (α) Ποιά είναι τα στοιχεία του προβλήματος κι οι συγκεκριμένες δυνατότητες της επιστήμης και τεχνικής που μπορούμε να αξιοποιήσουμε, κάτω απ’ τις συγκεκριμένες κάθε φορά συνθήκες, και που αφορούν:
1. στο επίπεδο της βασικής γνώσης του ανθρώπου για το θέμα,
  2. στο επίπεδο των μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί πάνω στο θέμα αυτό και που ενδεχόμενα μπορούν να ενισχυθούν απ’ τις δυνατότητες της τηλεπισκόπησης,
  3. στο επίπεδο της σχετικής τεχνολογίας που έχει κατακτηθεί κι είναι έτσι άμεσα εφαρμόσιμη
- (β) Ποιοι είναι οι περιορισμοί του προβλήματος, και που αφορούν:
1. στα αποτελέσματα των μεθόδων που δοκιμάστηκαν μέχρι σήμερα στην πράξη κάτω από πραγματικές φυσικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες.
  2. στα περιθώρια που επιτρέπουν οι σε χρήση τεχνικές σε σχέση με το κόστος και τον βαθμό ετοιμότητας εφαρμογής τους.
  3. στα διατιθέμενα μέσα-εξοπλισμούς που είναι δυνατόν κάθε φορά να χρησιμοποιηθούν.

Για να γίνει κατανοητό το θέμα των περιορισμών στη θεωρητική και πρακτική του διάσταση, θα μπορούσαμε ως παράδειγμα να χρησιμοποιήσουμε, ότι: ενώ π.χ. σήμερα είναι αδύνατο να προσδιορίσει κανείς τι κάνει κάποιος γεωργός σ’ ένα αγρό, με τηλεπισκοπικές τεχνικές, είναι πολύ πιθανό αύριο αυτό να γίνει δυνατό, στο βαθμό που η επιστήμη κι η τεχνική έχουν δυναμικό εξελικτικό χαρακτήρα, κι η Διακριτική/Διαχωριστική, Ικανότητα/Δυνατότητα των τηλεπισκοπικών συστημάτων βελτιώνεται αλματωδώς.

Απ' την άλλη μεριά, ή έλλειψη της οποιαδήποτε δυνατότητας λήψης ψευδοχρωματικών, π.χ. αεροφωτογραφιών στην Ελλάδα σήμερα, οριοθετεί μιας άλλης ποιότητας περιορισμούς που ανάγονται σε θεσμικά κι οργανωτικά -διοικητικά πλαίσια, ανεξάρτητα τις πιο πολλές φορές απ' την εξέλιξη της επιστήμης και τεχνικής.

- (γ) Ποιά είναι η απαιτούμενη υποδομή από τις αντίστοιχες βασικές γνώσεις που διαθέτουν οι επιστήμονες και τεχνικοί που πρόκειται ν' ασχοληθούν με το συγκεκριμένο φωτοερμηνευτικό αντικείμενο.

Στην περίπτωση π.χ. της εφαρμογής της Φωτοερμηνείας στην Δασολογία, θα πρέπει πριν απ' όλα ο Φωτοερμηνευτής να κατέχει σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο την διαδικασία π.χ. της φωτοσύνθεσης, μιας από τις βασικότερες και χαρακτηριστικότερες λειτουργίες των φυτών, που έχει φανερή σχέση, τόσο με τη φύση και τα στοιχεία της συγκεκριμένης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται από ένα τηλεπισκοπικό δέκτη, όσο και με τη συγκεκριμένη απεικόνιση που μπορεί να δημιουργήσει πάνω σ' ένα φωτοπαθές υλικό. Με άλλο π.χ. τρόπο θα αντιδράσει στον τηλεπισκοπικό δέκτη ένα φυτό στο οποίο η φωτοσύνθεση γίνεται με μια συγκεκριμένη ένταση και ρυθμό και με άλλο τρόπο ένα άλλο φυτό, στο οποίο η διαδικασία της φωτοσύνθεσης γίνεται διαφορετικά. Δηλαδή, θα ευαισθητοποιηθεί αλλιώς το φωτοπαθές γαλάκτωμα στην φωτογραφία που απογράφει κάθε φορά την συγκεκριμένη πραγματικότητα μιας στιγμής, με δοσμένους πάντα τους περιορισμούς, ότι η έγχρωμη π.χ. αεροφωτογραφία, μπορεί να καταγράψει πολύ περισσότερες αποχρώσεις χρωμάτων, απ' όσες διαβαθμίσεις του γκριζου η ασπρόμαυρη κ.λ.π.

Έτσι ο Φωτοερμηνευτής θα ξέρει κάθε φορά, ότι ένα σύνολο φυτών μπορεί να απεικονισθεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την ποιότητα και την ποσότητα του φωτισμού, την επιφανειακή ταχύτητα τους, τις συνθήκες υγρασίας του εδάφους κ.λ.π. και βέβαια πάντα σε σχέση με την περιοχή του φάσματος στην οποία γίνεται η τηλεπισκοπική λήψη, την εποχή και την ώρα λήψης, την φασματική ανακλαστικότητα κ.λ.π.

- (δ) Ποιά είναι τα στοιχεία της πραγματικότητας που είναι δυνατό να συλλεγούν για τη ευρύτερη περιοχή. Δηλαδή στοιχεία για τη συγκεκριμένη φυσική και κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα της περιοχής, (χαρτογραφικά, βιβλιογραφικά, κλιματολογικά κ.λ.π. στοιχεία), που είναι απαραίτητα ως υποβοηθητικό υλικό για τη μελέτη του προβλήματος.

Μερικά απλά κι ενδεικτικά παραδείγματα τώρα, για βασικές, κατ' αρχή και συνολικές εκτιμήσεις στη "θέση" του προβλήματος θα μπορούσαμε ν' αναφέρουμε:

- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στη Χαρτογράφηση και το Κτηματολόγιο, ως αντικειμενικές δυνατότητες της μπορεί να θεωρηθούν η αναγνώριση κι απογραφή των φυσικών ορίων των καλλιεργειών, που εύκολα κι απλά προσδιορίζουν ως ένα βαθμό όρια μοναδιαίων ιδιοκτησιών/χρήσεων/εκμεταλλεύσεων γης (ΜΙΧΕΓ).

Ως αντικειμενικός περιορισμός μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός, ότι λόγω της προοδευτικής εγκατάλειψης της αγροτική γης απ' τους αγρότες που μεταναστεύουν στα όρια των μοναδιαίων ιδιοκτησιών/χρήσεων/εκμεταλλεύσεων γης προοδευτικά ισοπεδώνονται, με άμεση συνέπεια την όλο και δυσχερέστερη διάκρισή τους.

- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στη Γεωλογία, ως δυνατότητες της μπορούν να θεωρηθούν: αμέσως αναγνωρίσιμα ή εμμέσως συνεπαγόμενα στοιχεία, όπως τα ρήγματα, ή διαστρωμάτωση, ο προσανατολισμός, οι κλίσεις, οι πτυχώσεις, τα αντίκλινα κ.λ.π.

Ως περιορισμός θα μπορούσε να θεωρηθεί π.χ. η ύπαρξη βλάστησης, που πολλές φορές δυσκολεύει την αναγνώριση γεωλογικών στοιχείων. Όμως είναι δυνατό, με υποδομή τις κατάλληλες βασικές γνώσεις, (Δασολογία-Εδαφολογία), η βλάστηση να εξυπηρετεί, αντί να περιορίζει την φωτοερμηνευτική διαδικασία στο βαθμό που συγκεκριμένες εμφανίσεις φυσικής βλάστησης μπορεί να συνεπάγονται ύπαρξη συγκεκριμένων γεωλογικών στοιχείων/χαρακτηριστικών/εμφανίσεων.

- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στη Γεωμορφολογία, κι η πρώτη ανάγνωση ακόμα μιας αεροφωτογραφίας, μπορεί να μας πείσει ότι το έδαφος είναι π.χ. προσχωσιγενές, με αιολική μορφολογία, ή δέλτα ποταμού κ.λ.π.

- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στα τεχνικά έργα, το γεγονός ότι μπορούμε να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη ενός έργου ακόμα και με επίγειες ερασιτεχνικές λήψεις, οριοθετεί τις πραγματικά τεράστιες δυνατότητες συμβολής της.

- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στην Χωροταξία, κατ'έξοχην διεπιστημονική και συνθετική επιστημονοτεχνική και κοινωνικοοικονομική λειτουργία, που απαιτεί την ολοκληρωμένη συμβολή πολλών ειδικοτήτων, οι πολλαπλές της δυνατότητες αφορούν: στην διερεύνηση, στην απογραφή, στη χαρτογράφηση, στη μελέτη, την παρακολούθηση και τον συσχετισμό των στοιχείων της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας και στην ανάλυση φαινομένων και συμβάντων που με, ή χωρίς την επέμβαση του ανθρώπου, αφήνουν δια μέσου του χρόνου "ίχνη" στη φυσική γήινη επιφάνεια. Ίχνη, που οι απεικονίσεις τους με τηλεπισκοπικά συστήματα μπορούν να αποκωδικοποιηθούν με τις κατάλληλες (και φυσικά διατιθέμενες) κάθε φορά μεθόδους και τεχνικές.
- Στην εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στην υδρολογία, η ύπαρξη υδατικών οριζόντων μπορεί να ερευνηθεί συστηματικά με τη χρήση κατάλληλων αεροφωτογραφιών, οι λεκάνες απορροής μπορούν να προσδιορισθούν σαφέστατα, (όπως κι ο όγκος νερού που χωρά σ' αυτές για την πρόβλεψη πλημμύρων), σε σχέση βέβαια και με τα υπόλοιπα απαιτούμενα βοηθητικά στοιχεία, (πίνακες υψών βροχόπτωσης κ.λ.π.).

## (2). Η συλλογή κι αξιοποίηση του υφιστάμενου για την περιοχή πληροφοριακού υλικού

Όπως επισημάναμε και σε άλλη θέση, η συστηματική έρευνα και συλλογή και η μεθοδική αξιολόγηση κι αξιοποίηση του υφιστάμενου για την περιοχή πληροφοριακού υλικού υποδομής, (χάρτες τοπογραφικοί και διαγράμματα διαφόρων κλιμάκων, γεωλογικοί, υδρογεωλογικοί, υδρολογικοί, γεωμορφολογικοί κι εδαφολογικοί χάρτες και στοιχεία, αεροφωτογραφίες διαφόρων φωτογαλακτωμάτων, χρονολογιών λήψης και κλιμάκων, τυχόν υπάρχουσες Radar ή Landsat κ.λ.π. Μ.Σ.Σ. απεικονίσεις, κλιματολογικά στοιχεία, παρατηρήσεις και μετρήσεις, στατιστικά στοιχεία και βιβλιογραφικό υλικό από ειδικές και γενικές μελέτες που αφορούν στα στοιχεία της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας της υπό διερεύνηση περιοχής), διαμορφώνουν τις προϋποθέσεις για βελτιστοποίηση των τηλεπισκοπικών γενικά δυνατοτήτων στη μελέτη συγκεκριμένων προβλημάτων.

Η σωστή κι αποτελεσματική αξιοποίηση του υφιστάμενου πληροφοριακού υλικού για μια περιοχή δυναμιτοποιεί τις τηλεπισκοπικές δυνατότητες στο βαθμό που αποκαλύπτει, ή απλά υπαινίσσεται, θεμελιώδεις, ή απλές σχέσεις κι αλληλεξαρτήσεις των στοιχείων της πραγματικότητας της περιοχής αυτής, που αμέσως ή εμμέσως συσχετίζονται με τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες, που αντιλαμβάνεται καθολικά, ή μερικά, η τηλεπισκοπική διαδικασία.

## (3) Η επιλογή της ειδικής μεθοδολογίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει και θα αναλύσουμε διεξοδικότερα σε άλλη θέση, η Γενική Φωτοερμηνευτική Μεθοδολογία, είναι η επιστημονική νοητική διαδικασία, που αναπτύσσεται κι ολοκληρώνεται με τις φάσεις: της αναγνώρισης, της ανάλυσης κι επεξεργασίας των στοιχείων και της ερμηνείας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων με βάση: την μονοεικονική, διεικονική κι ηλεκτρονική παρατήρηση, την αρχή των συγκλινουσών μαρτυριών, την επαγωγική κι απαγωγική μεθοδολογία, τη λογική γενικότερα αλλά και την διαλεκτική αναφορά κάθε στοιχείου ως προς το περιβάλλον και τις αλληλεξαρτήσεις του με την φυσική και κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα της ευρύτερης περιοχής.

Υπάρχει όμως κάθε φορά και μιά ειδική μεθοδολογία, (ή ένας συνδυασμός ειδικών μεθοδολογιών που επιβάλλεται να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη συγκεκριμένων θεμάτων ή προβλημάτων.

Έτσι π.χ. αν πρόκειται να εφαρμόσουμε τηλεπισκοπικές τεχνικές στη Δασολογία, ακόμα και μια πρώτη θεώρηση βασικών γνώσεων στο πεδίο της δασολογίας μπορούμε να διαπιστώσουμε εύκολα ότι βάζει τις βάσεις για μια ειδική μεθοδολογία.

Και φανερά είναι ο Δασολόγος (και συνάμα Φωτοερμηνευτής) ο καταλληλότερος επιστήμονας για να εφαρμόσει τη φωτοερμηνεία και την τηλεπισκόπηση στη δασολογία.

Στο βαθμό όμως που είναι αντικειμενικά δύσκολο ένας καλός δασολόγος, που κάποτε σπούδασε και φωτοερμηνεία, να τηρείται ενήμερος για τις ραγδαίες εξελίξεις στις μεθοδολογίες και τεχνικές της Τηλεπισκόπησης, προκύπτει η ανάγκη της διεπιστημονικής συνεργασίας, που αποτελεί στις μέρες μας βασική καθημερινή πρακτική.

Παράδειγμα για τεκμηρίωση των παραπάνω, είναι π.χ. η αποκάλυψη με φωτοερμηνεία ενός στρατιωτικού έργου που έχει καμουφλαριστεί με κλαδιά αιθαλών δένδρων. Ένας δασολόγος, που

γνωρίζει τη βασική διαδικασία της φωτοσύνθεσης, αλλά έχει φωτοερμηνευτική παιδεία που σταματά στην αξιοποίηση μόνο των παγχρωματικών αεροφωτογραφιών, αδυνατεί να διακρίνει το καμουφλαρισμένο στρατιωτικό έργο, αρκετές μέρες μετά την κοπή των κλαδιών, μια που το παγχρωματικό φιλμ πολύ αργά αντιλαμβάνεται την διαφοροποίηση της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης.

Με την ίδια λογική, ένας φωτοερμηνευτής ενήμερος στις νέες τεχνικές των ψευδοχρωματικών αεροφωτογραφιών, είναι δυνατό να παρατηρήσει μια διαφορά απόχρωσης στην περιοχή του στρατιωτικού έργου, (μια που οι ψευδοχρωματικές φωτογραφίες αντιλαμβάνονται τη διαφοροποίηση της διαδικασίας φωτοσύνθεσης), χωρίς όμως να μπορεί να την αποδώσει με αυστηρότητα στις ακριβείς αιτίες της.

Έτσι, μόνο η συστηματική συνεργασία του Δασολόγου και του ειδικού στην τηλεπισκόπηση επιστήμονα, μπορεί να διαμορφώσει την καταλληλότερη για κάθε περίπτωση ειδική μεθοδολογία.

Γενικεύοντας, μπορούμε να πούμε ότι, σε μια πολυδιάστατη φωτοερμηνευτική εφαρμογή π.χ. στη συλλογή ποιοτικών πληροφοριών υποδομής για μια αναπτυξιακή μελέτη, η ειδική μεθοδολογία που θα επιλεγεί, πρέπει να αποτελεί ολοκλήρωση των ειδικών μεθοδολογιών, με βάση τα γνωστικά πεδία της κάθε μίας οπτικής, κάτω απ' την οποία γίνεται η φωτοερμηνευτική διερεύνηση.

Απαιτείται συνεπώς ως ειδική μεθοδολογία για ένα τέτοιο αντικείμενο, η μεθοδολογία των Ολοκληρωμένων Αποδόσεων, που βασική εφαρμογή της έχουμε στη Διερεύνηση των Φυσικών κι Ανθρώπινων Διαθεσίμων μιας περιοχής και των βασικών μεγεθών της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής της πραγματικότητας.

#### **(4) Η Επιλογή των μέσων Φωτοερμηνείας**

Είναι φανερό, ότι αποφασιστικός παράγον επίτευξης των στόχων εφαρμογής της Φωτοερμηνείας σε μια επιστημονική, ή τεχνική περιοχή, είναι τα διατιθέμενα κάθε φορά μέσα, που επιτρέπουν ή όχι τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων μεθοδολογιών και τεχνικών, με αποτέλεσμα τον διαφορετικό βαθμό δυνατότητας αποκάλυψης μιας σειράς χαρακτηριστικών της αεροφωτογραφίας/απεικόνισης.

Έτσι η ύπαρξη ασπρόμαυρων, έγχρωμων, υπέρυθρων κι έγχρωμων υπέρυθρων αεροφωτογραφιών για μία περιοχή, σε κατάλληλες ή όχι κλίμακες, με καλή ή όχι ποιότητα σε κατάλληλες ή όχι εποχές, με ή χωρίς δυνατότητα στερεοσκοπικής ανάλυσης κ.λ.π. κι ακόμα, η δυνατότητα ή όχι, παράλληλης αξιοποίησης :Radar, πολυφασματικών, Landsat, SPOT, MOS ψηφιακών μαγνητικών ταινιών, θερμικών υπέρυθρων απεικονίσεων, που πάρθηκαν μια φορά, ή σε τακτά χρονικά διαστήματα και σε διαδοχικές εποχές, μπορούν σε μεγάλο βαθμό να καθορίσουν το εύρος συμβολής της Φωτοερμηνείας.

#### **(5) Επιλογή της καταλληλότερης τεχνικής**

Ως τηλεπισκοπική τεχνική μπορούμε να ορίσουμε, την ολοκλήρωση των δυνατοτήτων της μεθοδολογίας, της γνωστικής βάσης, των μέσων και των υπολογισμών, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η διαμόρφωση κι η επιλογή της καταλληλότερης για κάθε αντικείμενο τηλεπισκοπικής τεχνικής, προϋποθέτει την αξιοποίηση των βασικών επιστημονικών αρχών του προς έρευνα πεδίου, των καταλληλότερων διατιθέμενων μέσων και μιας μεθοδολογίας, η οποία μπορεί να είναι είτε μαθηματική, είτε απλά εποπτική ή και άλλου τύπου.

Μπορούμε έτσι να διακρίνουμε τις τηλεπισκοπικές τεχνικές σε :

■ Απλές

■ Συμβατικές και

■ Ειδικές

(α) Απλές τεχνικές απαιτούν τη χρήση απλών στερεοσκοπίων και μετρητικών διατάξεων.

(β) Οι συμβατικές, είναι οι πιο βελτιωμένες απ' τις απλές αλλά δουλεύονται αρκετά, (π.χ.) συμβατική τεχνική είναι αυτή που χρησιμοποιεί ένα διπλό στερεοσκόπιο, στερεοσκόπια με δυνατότητα μεταβολής της μεγένθυσης, απλούς μετρητές διαβάθμισης του τόνου κ.λ.π.).

(γ) Ειδικές τεχνικές, είναι οι τεχνικές που χρησιμοποιούν ειδικά μέσα, ειδικούς εξοπλισμούς και προγράμματα αυτόματης επεξεργασίας LANDSAT, πολυφασματικών, Radar κ.λ.π. απεικονίσεων. Είναι τεχνικές που μπορούν σήμερα να εφαρμοσθούν από άποψη κατακτημένης επιστημονικής μεθοδολογίας και κατακτημένης γνωστικής υποδομής, μόνο

από τα πολύ προχωρημένα ινστιτούτα που διαθέτουν τους απαραίτητους εξοπλισμούς αυτών των ειδικών τεχνικών.

Με τέτοιες ειδικές τεχνικές γίνεται π.χ. ο προσδιορισμός της παγκόσμιας παραγωγής βασικών αγροτικών προϊόντων, (Πρόγραμμα LACIE).

Η τεράστια δαπάνη, για έρευνα, παραγωγή κι απόκτηση των απαραίτητων εξοπλισμών για αυτές τις ειδικές τηλεπισκοπικές τεχνικές, προσδιορίζει τον μονοπωλιακό τους χαρακτήρα και την σε μεγάλο βαθμό ειδική χρήση τους, μόνο από μεγάλες υπηρεσίες και εταιρείες.

Τις περισσότερες φορές οι τεχνικές αυτές, προωθούνται σε ειρηνικές εφαρμογές, αρκετά χρόνια μετά την διαμόρφωση και συστηματική χρήση τους από στρατιωτικά ερευνητικά κέντρα, κι αυτό το γεγονός εξηγεί και τις τεράστιες δαπάνες έρευνας που είναι σε θέση να διαθέτουν π.χ. οι Η.Π.Α. στα πεδία της Τηλεπισκόπησης.

#### **(6) Η επιλογή των καταλληλότερων τηλεπισκοπικών εξοπλισμών**

Η επιλογή των καταλληλότερων τηλεπισκοπικών εξοπλισμών λήψης κι επεξεργασίας των αεροφωτογραφιών/απεικονίσεων, για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, προϋποθέτει βαθιά γνώση τόσο των θεμελιακών αρχών της επιστήμης και τεχνικής στο πεδίο της οποίας πραγματοποιείται η εφαρμογή, όσο βέβαια και των δυνατοτήτων των διαφόρων τύπων τηλεπισκοπικών δεκτών, με στόχο τη μεγιστοποίηση της πιθανότητας αποκάλυψης των ενδιαφερόντων χαρακτηριστικών, συνθηκών και προτύπων της περιοχής.

Η μεγιστοποίηση αυτή επιτυγχάνεται αν επιλεγεί ο δέκτης, ή ο συνδυασμός τηλεπισκοπικών δεκτών που ευαισθητοποιούνται πληρέστερα κι αποτελεσματικότερα στην διαδικασία αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με το αντικείμενο που πρόκειται ν' απεικονισθεί και είναι έτσι σε θέση να συλλάβει, να απογράψει και να εκτιμήσει βασικές φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του.

Η επιλογή της καταλληλότερης διαδικασίας επεξεργασίας περιορίζεται αντικειμενικά απ' τα διατιθέμενα μέσα, τις μεθοδολογίες και τις τεχνικές που έχουν δοκιμασθεί στην πράξη και βέβαια απ' τις συγκεκριμένες δυνατότητες χρήσης των κατάλληλων εξοπλισμών απ' τον φορέα-ανάδοχο της συγκεκριμένης τηλεπισκοπικής εφαρμογής.

Ακόμα, η επιλογή των καταλληλότερων για μια εφαρμογή τηλεπισκοπικών εξοπλισμών εξαρτάται, απ' την κριτική αξιολόγηση κι εκτίμηση των μέσων και του πληροφοριακού υλικού που προϋπάρχουν για την ενδιαφέρουσα περιοχή, κάτω απ' το πρίσμα των ειδικών αναγκών της μελέτης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται, η στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό ολοκλήρωση των τηλεπισκοπικών κ.λ.π. δυνατοτήτων.

Είναι έτσι φανερό, ότι π.χ. αν υπάρχει σε μια περιοχή, επαναληπτική αλλά και πρόσφατη φωτογραφική κάλυψη με συμβατικά μέσα και το αντικείμενο είναι η Γεωλογική Έρευνα της περιοχής αυτής, οι εξοπλισμοί που θα πρέπει να επιλεγούν μπορούν να προκύψουν, όχι στο φως της γενικής αντίληψης, ότι π.χ., έγχρωμες αεροφωτογραφίες αποδίδουν πιστότερα, τις διαφόρων τύπων γεωλογικές επιφανειακές εμφανίσεις, αλλά ως οι εξοπλισμοί εκείνοι, που θα εξειδικεύσουν, συμπληρώσουν, προχωρήσουν κι ολοκληρώσουν τα πορίσματα της φωτοερμηνευτικής ανάλυσης του υφιστάμενου υλικού.

Μερικοί απ' τους σε χρήση εξοπλισμούς επεξεργασίας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων είναι μονοσήμαντα εξαρτημένοι από αντίστοιχα τηλεπισκοπικά μέσα (π.χ. LANDSAT απεικονίσεις) που σήμερα μεν κυκλοφορούν ελεύθερα στο εμπόριο, αλλά που η σχετική τεχνολογία, βρίσκεται αποκλειστικά, είτε στα χέρια κρατικών φορέων όπως π.χ. του Υπουργείου Εσωτερικών των Η.Π.Α. (E R O S Data Center), μέχρι πριν λίγα χρόνια, η μεγάλων συγκροτημάτων ιδιωτικών εταιριών (EOSAT) σήμερα, που μονοπωλούν τη δυνατότητα λήψης τέτοιων απεικονίσεων μέσα απ' τα αντίστοιχα διαστημικά τηλεπισκοπικά προγράμματα.

Το γεγονός αυτό, όπως και η ύπαρξη ελάχιστων, υψηλής τεχνολογίας ολοκληρωμένων ιπτάμενων εργαστηρίων λήψης κι επεξεργασίας κάθε τύπου απεικονίσεων, στα χέρια πολυεθνικών συγκροτημάτων, όπως η Goodyear, η General Electric, Motorola κ.λ.π. είναι βέβαια ένας έμμεσος αλλά σαφής δείκτης, τόσο των απεριορίστων δυνατοτήτων της τηλεπισκόπησης στη διερεύνηση των φυσικών διαθεσίμων του πλανήτη μας όσο και των αιτιών (οικονομικών και πολιτικών) της τέτοιας ανάπτυξης της τηλεπισκόπησης.

### **1.15. Ειδικά χαρακτηριστικά ερμηνείας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων**

Στην επιλογή των καταλληλότερων φωτοερμηνευτικών μέσων βασικό ρόλο όπως είναι φανερό, παίζει η γνώση των ειδικών χαρακτηριστικών ερμηνείας κάθε τύπου αεροφωτογραφιών κι απεικονίσεων, κάθε κατηγορίας τηλεπισκοπικών δεκτών.

Σ' αυτή τη θέση θα εξετάσουμε αναλυτικότερα τα ειδικά χαρακτηριστικά ερμηνείας:

- (α) των συμβατικών αεροφωτογραφιών
- (β) των θερμικών απεικονίσεων και
- (γ) των radar απεικονίσεων

Η κατανόηση αυτών των ειδικών χαρακτηριστικών κάνει τον φωτοερμηνευτή ικανό, ν' αξιοποιήσει ορθολογικότερα τα διατιθέμενα φωτοερμηνευτικά μέσα ή/και να επιλέξει κατά περίπτωση τα καταλληλότερα για κάθε αντικείμενο εφαρμογής της φωτοερμηνείας/τηλεπισκόπησης.

#### **α. Ειδικά χαρακτηριστικά Ερμηνείας Συμβατικών Αεροφωτογραφιών**

##### α.1 Παγχρωματικές Αεροφωτογραφίες (Pan A.P)

Οι παγχρωματικές αεροφωτογραφίες παίρνονται συνήθως με κίτρινο φίλτρο, κι είναι ευαισθητοποιημένες στο ορατό φως. Η μικρότερη ευαισθητοποίηση τους στην περιοχή του πράσινου, περιορίζει την ιδιαίτερη δυνατότητα τους στη διάκριση αντικειμένων με αληθινά διαφορετικά χρώματα στα σχετικά πεδία εφαρμογών (δασολογία: μικρή δυνατότητα διάκρισης διαφόρων τύπων δένδρων κ.λ.π.).

Οι παγχρωματικές αεροφωτογραφίες χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στις περισσότερες φωτοερμηνευτικές εφαρμογές, γιατί οι σκιές των αντικειμένων που απεικονίζουν είναι λιγότερο δυσάρεστες και γιατί αποδίδουν με περισσότερη σαφήνεια τα περιγράμματα των δένδρων, τους δασικούς δρόμους, τα όρια πρόσφατα οργανωμένων αγρών και την γενική τοπογραφική μορφολογία μιας περιοχής.

Τα φωτοερμηνευτικά χαρακτηριστικά των παγχρωματικών αεροφωτογραφιών βελτιστοποιούνται στις περιοχές τοπογραφικής φωτοερμηνείας κι εφαρμογών στην πολεοδομία, τη γεωγραφία, τη γεωλογία και τα έργα πολιτικού μηχανικού, με λήψεις το Φθινόπωρο και την Άνοιξη.

##### α.2 Υπέρυθρες Αεροφωτογραφίες ( Infrared A.P./ I.R.)

Είναι ευαισθητοποιημένες ιδιαίτερα στην περιοχή του ανακλώμενου υπέρυθρου, του μπλε και του μωβ και παίρνονται συνήθως με κόκκινο ή σκούρο φίλτρο.

Στις υπέρυθρες αεροφωτογραφίες, οι επιφάνειες συγκεντρώσεων νερού, χωρίς προσμίξεις, λάσπη κ.λ.π., επειδή απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία, απεικονίζονται με εξαιρετικά σκούρους τόνους (μαύρο) και το χαρακτηριστικό αυτό βοηθάει στην ευχερέστερη αποκάλυψη παραποτάμων, μικρών ρεμάτων με ροή νερού, δικτύων φυσικής επιφανειακής αποστράγγισης, βάλτων, καναλιών άρδευσης ή αποστράγγισης, παλιρροιακών γραμμών και ακτών.

Οι υπέρυθρες αεροφωτογραφίες, κάτω από συνθήκες ομίχλης και σχετικά πυκνής με αιωρήματα ατμόσφαιρας, απεικονίζουν σαφέστερα απ' ότι οι παγχρωματικές τη φυσική πραγματικότητα. Το πλεονέκτημα τους όμως αυτό περιορίζεται, σε συνθήκες πολύ πυκνής ομίχλης και για εξαιρετικά υγρή ατμόσφαιρα με μεγάλη νέφωση.

Μπορούν ακόμα οι υπέρυθρες αεροφωτογραφίες να αποδώσουν καλύτερα τη διαφοροποίηση ανάμεσα στις απεικονίσεις χέρσων και καλλιεργημένων εδαφών και στις απεικονίσεις πλατύφυλλων δένδρων, (που έχουν υψηλή ανακλαστικότητα και συνεπώς εμφανίζονται ανοικτόχρωμα) και κωνοφόρων, (που απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία και συνεπώς εμφανίζονται με σκουρότερους τόνους).

Το παραπάνω χαρακτηριστικό ερμηνείας των υπέρυθρων αεροφωτογραφιών, υποβοηθεί στη διάκριση των διαφόρων τύπων ξυλείας, αλλά και στην αποκάλυψη "παραλλαγών", (camouflage) με πράσινη μπογιά, (που δεν ανακλά την υπέρυθη ακτινοβολία), ή κομμένη (νεκρή) βλάστηση.

Σε σχέση με τα παραπάνω, τα ίδια χαρακτηριστικά, αυτονόητα, αποτελούν μειονεκτήματα για μια σειρά φωτοερμηνευτικών εφαρμογών γιατί:

- (α) η μαύρη απεικόνιση των νερών, αντικειμενικά ισοπεδώνει οριακές διαφοροποιήσεις τόνων, με συνέπεια να μη μπορούν να διακριθούν, ύφαλοι, άλλα εμπόδια σε πορθμούς και διώρυγες, αβαθή τενάγη κ.λ.π.

- (β) οι ιδιαίτερα έντονες, (μαύρες), σκιές των υπέρυθρων αεροφωτογραφιών, καλύπτουν κι αποκρύπτουν πολύτιμη πληροφορία.
- (γ) η χρησιμοποίηση του κόκκινου φίλτρου, μπορεί να συντελεί στην καλύτερη (σαφέστερη) διάκριση διαφόρων ειδών βλάστησης (ως συνέπεια αυξημένων διαφορών τόνου), αλλά ταυτόχρονα συνεπάγεται μια γενικότερη μείωση της οξύτητας της εικόνας.
- (δ) η μη συμβατική αντιστοίχιση τόνων, (με κριτήρια οικειότερης αντίληψης του φωτοερμηνευτή), μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση κατά την μονοεικονική αναγνώριση π.χ. ανοιχτόχρωμων αντικειμένων (σκονισμένων δρόμων/πλατύφυλλων χαμηλών δένδρων).

Τα ειδικά φωτοερμηνευτικά χαρακτηριστικά των Υπέρυθρων αεροφωτογραφιών, τις καθιστούν καταλληλότερες, για εφαρμογές στη Διερεύνηση Φυσικών Διαθεσίμων, κι ειδικότερα στα πεδία της Δασολογίας, της Οικολογίας και της Διαχείρισης Πανίδας και Χλωρίδας, με λήψεις νωρίς την Άνοιξη κι αργά το Φθινόπωρο.

#### α.3. Έγχρωμες Αεροφωτογραφίες (C.A.P.)

Η λήψη ικανοποιητικών έγχρωμων αεροφωτογραφιών (που ευαισθητοποιούνται σε όλα τα ορατά χρώματα), προϋποθέτει κατάλληλες συνθήκες φωτισμού και διατάξεων λήψης και χρησιμοποίηση κατάλληλων φίλτρων.

Οι έγχρωμες αεροφωτογραφίες, είναι πιστότερες απ' τις παγχρωματικές και υπέρυθρες, στην απεικόνιση των χρωματικών διαβαθμίσεων των αντικειμένων, γιατί "αντιλαμβάνονται" κι αποδίδουν πολύ μεγαλύτερο εύρος αποχρώσεων χρωμάτων απ' όσο π.χ. οι παγχρωματικές μπορούν να μεταφράσουν σε διαβαθμίσεις του γκριζου.

Έτσι είναι πολύτιμες για την αναγνώριση των διαφόρων εδαφικών τύπων, επιφανειακών εμφανίσεων πετρωμάτων, χαρακτηριστικών ακτών, και ακόμα για υδρογραφικούς ελέγχους και για διερεύνηση πυθμένων αβαθών συγκεντρώσεων νερού, λόγω της αυξημένης (σε σχέση με τις παγχρωματικές αεροφωτογραφίες) δυνατότητας υδατοπερατότητας.

Όπως έχουμε δει σε άλλες θέσεις, η ολοκλήρωση των δυνατοτήτων των φωτοερμηνευτικών χαρακτηριστικών διαφόρων τύπων αεροφωτογραφιών μέσα από τη διαδικασία της συγκριτικής φωτοερμηνείας δυναμώνει σε αποφασιστικό βαθμό τη συμβολή της τηλεπισκόπησης.

Μ' αυτή την αφετηρία αναπτύχθηκαν κατάλληλα συστήματα, όπως π.χ. το Aero-Neg Color-System (που βασίζεται στη χρησιμοποίηση ενός ειδικού Ektachrome έγχρωμου φιλμ που επεξεργάζεται πρώτα σε αρνητικό), με δυνατότητα, με την ίδια λήψη κι από το ίδιο αρνητικό, τυπώματος:

- 1) εγχρώμων αεροφωτογραφιών
- 2) εγχρώμων διαθετικών
- 3) εγχρώμων διαφανειών
- 4) ασπρόμαυρων (παγχρωματικών) αεροφωτογραφιών και
- 5) ασπρόμαυρων (παγχρωματικών) διαθετικών

Η πολλαπλή επιλογή, απεικονίσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές εφαρμογές, κάνει το Aero-Neg Color-System καταλληλότερο για Γεωγραφική Ανάλυση περιοχών, για Διερευνήσεις Φυσικών Διαθεσίμων (Δασικών, Υδατικών, Γεωλογικών κ.λ.π.) για ειδικές εφαρμογές στη Δασολογία κ.λ.π.

#### α.4 Ψευδοχρωματικές Αεροφωτογραφίες (C.I.R.)

Η τεχνική κι οι εφαρμογές των ψευδοχρωματικών αεροφωτογραφιών, (εγχρώμων υπέρυθρων), αναπτύχθηκαν κάτω απ' την ανάγκη φωτοερμηνευτικού διαχωρισμού της ζωντανής υγιούς βλάστησης, από απομιμήσεις φυλλωμάτων που απορροφούν όμως την υπέρυθη ακτινοβολία.

Το φωτογαλάκτωμα των ψευδοχρωματικών αεροφωτογραφιών είναι ευαίσθητο στην περιοχή του πράσινου, του κόκκινου και του υπέρυθρου και το φωτογραφικό αρνητικό που προκύπτει με χρησιμοποίηση κίτρινου φίλτρου κατά τη λήψη (για απορρόφηση της ακτινοβολίας στην περιοχή του μπλε) πρέπει να υποστεί κατάλληλη ειδική επεξεργασία κατά την εμφάνιση.

Τα ιδιαίτερα φωτοερμηνευτικά χαρακτηριστικά των ψευδοχρωματικών αεροφωτογραφιών είναι αντικειμενικά συνέπεια της αιτίας ανάπτυξης τους και διασφαλίζουν κύρια: τη δυνατότητα διάκρισης στόχων καμουφλαρισμένων, κατά τη διαδικασία συγκριτικής φωτοερμηνείας με έγχρωμες αεροφωτογραφίες των ίδιων περιοχών.



Πιο πέρα, βέβαια στην ίδια βάση επιτρέπουν:

- (1) Την αποκάλυψη, στη γένεση και πρώτη φάση εξέλιξης κι επέκτασης τους, ασθενειών φυτών και ζημιών από διάφορες κατηγορίες εντόμων σε δάση,
- (2) Την αποκάλυψη διαφόρων ειδών δένδρων, αν είναι γνωστό το μέτρο της ανακλαστικότητας υπέρυθρης ακτινοβολίας διαφόρων τύπων φυλλωμάτων,
- (3) Την διάκριση αειθαλών από φυλλοβόλα δένδρα που έχουν το ίδιο χρώμα γιατί τα υγιή φυλλοβόλα στην περίοδο της φυλλοφορίας τους ανακλούν πολύ περισσότερο την υπέρυθρη ακτινοβολία απ' ότι τα αειθαλή.

Έτσι την περίοδο της Άνοιξης και του Καλοκαιριού:

- τα υγιή φυλλοβόλα απεικονίζονται σε ψευδοχρωματικές αεροφωτογραφίες ως βαθύ - κόκκινα (magenta), ή κόκκινα, ενώ,
- τα υγιή αειθαλή (αλλά και οι απομιμήσεις φυλλωμάτων με μπογιά) απεικονίζονται γαλαζωπά ή πορφυρά.

Επειδή όμως τα πεθαμένα φυλλώματα φυλλοφόρων και αειθαλών, την περίοδο της Άνοιξης και Καλοκαιριού χάνουν την ανακλαστικότητα τους στην περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας, εμφανίζονται και στις δύο περιπτώσεις ως λαμπρά πράσινα, μ'αποτέλεσμα την αδυναμία διαχωρισμού τους.

Το Φθινόπωρο, υγιή φυλλοβόλα (με κόκκινο φύλλωμα) απεικονίζονται κίτρινα σε ψευδοχρωματικές αεροφωτογραφίες ενώ τα υγιή φυλλοβόλα (με κίτρινο φύλλωμα), απεικονίζονται λευκά, γιατί και στις δύο περιπτώσεις διατηρούν σε κάποιο βαθμό την ανακλαστικότητα τους στην περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Έτσι η λήψη ψευδοχρωματικών αεροφωτογραφιών στις διάφορες εποχές κι η συγκριτική τους ανάλυση δυναμιτοποιεί κι ολοκληρώνει τις δυνατότητες της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας στη δασολογία, τη γεωπονία, την οικολογία και κατ' αντιστοιχία και στην μελέτη της μόλυνσης υδατικών συγκεντρώσεων.

#### α.5. Πολυφασματικές αεροφωτογραφίες

Οι πολυφασματικές αεροφωτογραφίες παίρνονται με ειδικά συστήματα φωτογραμμετρικών αεροφωτογραφιών, με τέσσερις ή και περισσότερους φακούς, εμφανίζονται ψευδοχρωματικά με τη βοήθεια κατάλληλων φίλτρων και μας παρέχουν την δυνατότητα αποκάλυψης, ενδιαφερουσών φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων, που για συγκεκριμένους λόγους διαφοροποιούνται στις αντίστοιχες απεικονίσεις, όταν με ειδική διάταξη (viewer) παραλλάσσουμε το χρώμα, την πυκνότητα και τις αποχρώσεις.

Βασικές εφαρμογές των πολυφασματικών αεροφωτογραφιών σήμερα με αξιοσημείωτες επιτυχίες, σημειώνονται στα πεδία της Δασολογίας, της Γεωργίας, της Εδαφολογίας, της Γεωμορφολογίας, του Ελέγχου της μόλυνσης του περιβάλλοντος, των Διερευνήσεων Φυσικών Διαθεσίμων κ.λ.π.

Έτσι με εκτίμηση π.χ. των ανωμαλιών ανακλαστικότητας εδαφών και βλάστησης όπως προκύπτουν με κατάλληλη τεχνική επεξεργασίας πολυφασματικών αεροφωτογραφιών, είναι δυνατόν ν' αποκαλυφθούν αξιόπιστα, επιφανειακές μεταλλοφόρες εμφανίσεις.

Ακόμα μπορούν ν' αποκαλυφθούν:

τα όρια εισχώρησης επιφανειακού ή υπόγειου νερού στη θάλασσα, κηλίδες πετρελαίου, διάφοροι τύποι εδαφών που ισοπεδώνονται στις παγχρωματικές αεροφωτογραφίες, το προχώρημα προσχώσεων σε ποτάμια δέλτα, συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτόν, απόβλητα εργοστασίων σε θαλάσσιες περιοχές και απορρίψεις λυμάτων από πλοία, θαλάσσια βάθη μέχρι 12 μέτρα (με διαφοροποίηση χρωμάτων), στοιχεία για προσβολές φυτειών από ασθένειες κι εκτιμήσεις αγροτικής και δασικής παραγωγής κ.λ.π.

Οι πολυφασματικές ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες που παίρνονται ταυτόχρονα, μπορούν να συντεθούν προσθετικά και να σχηματίσουν έγχρωμες απεικονίσεις (color composites), όπου οι μικρές διαφοροποιήσεις πυκνότητας στο πρωτότυπο φωτογραφικό υλικό, μετασχηματίζονται σε ένα ευρύτατο φάσμα χρωματικών αποχρώσεων. Η διαδικασία αυτή συντελείται σε διαφόρων τύπων όργανα επεξεργασίας πολυφασματικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων.

Έτσι π.χ. για τη MKF- 6 Multispectral Camera (σύστημα πολυφασματικής μηχανής με 6 κανάλια και 6 φακούς), που αναπτύχθηκε στην Λαοκρατική Δημοκρατία της Γερμανίας και που αποτέλεσε τον βασικό τηλεπισκοπικό δέκτη στο δορυφορικό τηλεπισκοπικό πρόγραμμα της ΕΣΣΔ Soyuz 22, (Σεπτέμβριος 1976), αναπτύχθηκε το Σύστημα Επεξεργασίας MSP- 4 πολυφασματικού

Προβολέα, (Multispectral Projector) , με το οποίο αναλύθηκαν οι πρώτες 2000 πολυφασματικές απεικονίσεις των περιοχών της Ε.Σ.Σ.Δ. και της Λαοκρατικής Δημοκρατίας της Γερμανίας.

Μια τροποποιημένη μορφή της MKF- 6 πολυφασματικής φωτογραφικής μηχανής, η MKF - 6M, χρησιμοποιήθηκε στο διαστημικό τηλεπισκοπικό πρόγραμμα SALUT 6 της ΕΣΣΔ για τη λήψη υψηλής ποιότητας πολυφασματικών διαστημικών φωτογραφιών κατάλληλων για τη διερεύνηση των φυσικών διαθεσίμων.

## **β. Φωτοερμηνευτικά Χαρακτηριστικά Θερμικών Υπέρυθρων Απεικονίσεων**

Οι θερμικοί υπέρυθροι (οπτικομηχανικοί) σαρωτές, είναι τηλεπισκοπικοί δέκτες που ευαισθητοποιούνται και καταγράφουν στις αντίστοιχες απεικονίσεις υπό μορφή διαβαθμίσεων τόνου, τις μεταβολές της εκπεμπόμενης θερμοκρασίας των αντικειμένων.

Έτσι, σ' ένα θετικό φωτότυπο θερμικής απεικόνισης οι ανοιχτότεροι τόνοι υποδηλώνουν αντικείμενα που έχουν μεγαλύτερη απόλυτη θερμοκρασία και εκπέμπουν υψηλότερο ποσοστό ακτινοβολούμενης θερμοκρασίας.

Ένας αυτοκινητόδρομος μεγάλης κυκλοφορίας, εργοστάσια κ.λ.π. απεικονίζονται με ανοιχτούς τόνους στις θερμικές υπέρυθρες απεικονίσεις, ενώ νερά και δένδρα απεικονίζονται σκουρότερα.

Οι θερμικοί σαρωτές δουλεύουν στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος 3,5- 30,0μm μέρα ή νύχτα και η διαχωριστική τους ικανότητα είναι της τάξης του 1,0 millirad.

Επειδή το νερό, το οξυγόνο, το όζο και το διοξείδιο του άνθρακος στην ατμόσφαιρα, περιορίζουν την δυνατότητα καλής ποιότητας καταγραφής μιας απεικόνισης από θερμικό υπέρυθρο σαρωτή, χρησιμοποιούνται κύρια οι περιοχές των ατμοσφαιρικών παραθυριών (atmospheric windows) 3,5-5,5 μm και 8-14 μm, ώστε να επιτυγχάνεται, η καλύτερης δυνατής ποιότητας απεικόνιση.

Οι απεικονίσεις με θερμικό υπέρυθρο σαρωτή, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθούν ως ομόλογες με τις κοινές αεροφωτογραφήσεις, γιατί βασίζονται στα χαρακτηριστικά θερμικής ακτινοβολίας των επιφανειών, κι όχι στις ιδιότητες της φωτογραφικής ευαισθησίας στο ανακλώμενο στις επιφάνειες αυτές φως.

Βασική πηγή εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας των επιφανειών είναι η ηλιακή ακτινοβολία.

Έτσι, την ημέρα, επιφάνειες με μεγάλη απορροφητικότητα αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας ενώ το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει σε επιφάνειες με μεγάλη ανακλαστικότητα.

Συνακόλουθα, η ώρα λήψης θερμικών υπέρυθρων απεικονίσεων επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό το ποσό και την ποιότητα των πληροφοριών που μπορούν να καταγράψουν.

Παρ' όλο που το θέμα του ποιά είναι η καταλληλότερη ώρα λήψης τέτοιων απεικονίσεων παραμένει ακόμα ανοικτό, στοιχεία απ' τη διεθνή βιβλιογραφία πείθουν ότι ιδιαίτερα πλεονεκτήματα παρουσιάζει το διάστημα που η ηλιακή ενέργεια βρίσκεται στο ελάχιστο σημείο της.

Γενικά μπορεί όμως να υποστηριχθεί ότι π.χ. λιθολογικές και υδρολογικές διαφοροποιήσεις, διακρίνονται ευχερέστερα σε νυχτερινές λήψεις.

Ο Α. J. Lewis\* συνοψίζει απ' τη βιβλιογραφία που υπήρχε μέχρι το 1974 ότι:

- (α) γραμμικά χαρακτηριστικά με προσανατολισμό βορειοανατολικό υπερτονίζονται σε θερμικές υπέρυθρες απεικονίσεις που παίρνονται το πρωί, ενώ τα με βορειοδυτικό προσανατολισμό, υπερτονίζονται σ' απογευματινές λήψεις,
- (β) το τοπογραφικό ανάγλυφο απεικονίζεται πιστότερα με λήψεις κατά την ημέρα,
- (γ) χαρακτηριστικά, της γεωλογικής δομής του εδάφους που είναι συνήθως περιοχές με περισσότερη υγρασία απ' το περιβάλλον τους και στρωματογραφικές εκτροπές συνεπάγονται τοπικές θερμικές ανωμαλίες.

Προβλήματα σχετικά με την επεξεργασία θερμικών υπέρυθρων απεικονίσεων, αποτελούν η διαμέτρηση των αντίστοιχων τηλεπισκοπικών δεκτών και οι διαστροφές τους.

---

\* "Geomorphologic - Geologic Mapping from Remote Sensing" σελ. 115 "Remote Sensing" Edited by Estes and Senger, Hamilton, S. Barbara 1974

### γ. Ειδικά χαρακτηριστικά ερμηνείας Landsat απεικονίσεων

Μια βασική διαφορά δομής των LANDSAT απεικονίσεων από τις αεροφωτογραφίες είναι ότι ενώ η ακτινική εκτροπή λόγω αναγλύφου, στις κεντρικής προβολής προοπτικές απεικονίσεις επιτρέπει την στερεοσκοπική θεώρηση του κοινού (επικαλυπτομένου) τμήματος δύο διαδοχικών αεροφωτογραφιών, η διαδικασία σάρωσης των πολυφασματικών σαρωτών M.S.S. επιτρέπει την μονοδιάστατη και μόνο κατά τη διεύθυνση της σάρωσης αντίληψη της εκτροπής λόγω αναγλύφου.

Απ' την άλλη μεριά, επειδή κάθε γραμμή σάρωσης, απεικονίζεται με το δέκτη κατακόρυφα προβλημένο πάνω στο κέντρο της, πρακτικά είναι μηδενική η βάση κατά τον άξονα λήψης και συνεπώς αδύνατη η στερεοσκοπική όραση LANDSAT απεικονίσεων κατά την διεύθυνση αυτή.

Αντίθετα, πλευρικά, όπως εξηγήσαμε και παραπάνω είναι δυνατή θεωρητικά η στερεοσκοπική θεώρηση δύο επικαλυπτομένων LANDSAT απεικονίσεων, κάτω βέβαια απ' τους δοσμένους περιορισμούς της γεωμετρίας της τροχιάς του δορυφόρου.

Έτσι πάνω απ' τον Ισημερινό, η πλευρική κατά πλάτος επικάλυψη δύο LANDSAT απεικονίσεων είναι 14% και η απόσταση των διαδοχικών κατά πλάτος κέντρων σάρωσης 159km ενώ τη μέγιστη τιμή της, 85%, την παίρνει σε γεωγραφικό πλάτος 80°, με απόσταση των κέντρων σάρωσης 28km .

Με βάση στοιχεία του F.F. Sabins Jr.\* , οι στερεοσκοπικές δυνατότητες κατά πλάτος, των LANDSAT απεικονίσεων, εξελίσσονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα για το ύψος του LANDSAT 1 και 2 που θεωρείται εδώ σταθερό γύρω στα 912 km.

---

\* "Remote Sensing Principles and Photo-interpretation" Freeman Co. 1978

<b>Γεωγραφικό πλάτος ( Deg)</b>	<b>Κατά πλάτος επικάλυψη</b>	<b>Βάση απεικόνισης km</b>	<b>Σχέση Βάσης-ύψους λήψης</b>	<b>Συντελεστής κατακόρυφης υπερύψωσης αναγλύφου</b>
0	14,0%	159	0,174	1,22
10	15,4%	157	0,172	1,20
20	19,1%	150	0,165	1,15
30	25,6%	137	0,150	1,05
40	34,1%	122	0,134	0,94
50	44,8%	100	0,110	0,77
60	57,0%	80	0,088	0,60
70	70,6%	54	0,059	0,40
80	85,0%	28	0,031	0,21

Αν ληφθεί υπόψη ότι στα στερεοράματα αεροφωτογραφιών από συμβατικά ύψη λήψης, ο συντελεστής κατακόρυφης υπερύψωσης του αναγλύφου είναι 4,0, η διακύμανση του συντελεστή από 0,21 ως 1,22 στις LADSAT απεικονίσεις οροθετεί και το μέγεθος των δυνατοτήτων της κατά πλάτος στερεοσκοπικής θεώρησής τους, που παρά ταύτα όμως είναι πολύτιμο εργαλείο στην ερμηνεία τηλεπισκοπικών απεικονίσεων από διαστημικές πλατφόρμες.

### **Ειδικά Χαρακτηριστικά Ερμηνείας Απεικονίσεων Radar**

Το Radar, (Radio Detection and Ranging) είναι μικροκυματικό ενεργητικό σύστημα τηλεπισκόπησης που δουλεύει στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος 0,3-300 cm, ανεξάρτητα από τις συνθήκες φωτισμού (και σε μεγάλο βαθμό κι απ' τις καιρικές συνθήκες) που επικρατούν στο χώρο του προς απεικόνιση αντικειμένου.

Οι πρώτες έρευνες πάνω στο Radar άρχισαν τη δεκαετία του 1920 κι είχαν μέχρι και τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο (στη διάρκεια του οποίου αναπτύχθηκε σημαντικά) σταθερή κατεύθυνση στις στρατιωτικές εφαρμογές, (ανίχνευση πλοίων, αεροσκαφών, εχθρικών στόχων, παρακολούθηση πλοήγησης κ.λ.π.).

Τη δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκε το Side Looking Airborne Radar, SLAR, αερομεταφερόμενο σύστημα radar με δυνατότητα συνεχούς απεικόνισης ζώνης εδάφους με πλευρική σάρωση, έτσι ώστε να μπορούν να πραγματοποιούνται αναγνωριστικές πτήσεις και σε εχθρικές περιοχές χωρίς να είναι απαραίτητη η διέλευση του αεροσκάφους πάνω απ' αυτές.

Το σύστημα SLAR (που όπως συμβαίνει συνήθως, με υστέρηση χρονική για συγκεκριμένους λόγους, πέρασε απ' τις στρατιωτικές και στις ειρηνικές, τεχνικές κι αναπτυξιακές εφαρμογές), αποτελείται στην τυπική του μορφή από ένα σύστημα πομπού-αντένας και δέκτη (όμοιου με τα κοινά ραδιόφωνα) ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που ανακλάται στο έδαφος κι επιστρέφει. Ένας ηλεκτρονικός διακόπτης διασφαλίζει την στεγανοποίηση των διαδικασιών εκπομπής-επανάκαμψης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ενώ ο δέκτης ενισχύει το σήμα της επιστροφής, διατηρώντας όμως το σχήμα του παλμού, γιατί η διάρκεια επιστροφής είναι που προσδιορίζει την θέση ενός ενδιαφέροντος χαρακτηριστικού, στην φωτογραφική απεικόνιση, η οποία μπορεί να περιγράψει τον χώρο του αντικειμένου ως ολοκλήρωμα της έκφρασης των διαρκειών επανάκαμψης του σήματος απ' όλα τα σημεία στα οποία ανακλάστηκε.

Ως αποτέλεσμα, του προσανατολισμού ενός αντικειμένου ως προς την αντένα του SLAR, της υψής του, του σχήματος και του μεγέθους του και των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του, παρουσιάζονται, είτε ισχυρά σήματα επιστροφής (που φωτογραφικά μεταφράζονται σε ανοικτούς τόνους) είτε μέσου μεγέθους σήματα (διάφορες διαβαθμίσεις του τόνου), ή αδύνατα ως μηδενικά σήματα επιστροφής που μεταφράζονται σε σκούρους τόνους, ως και μαύρους.

Έτσι, η πλαγιά ενός λόφου η διατεταγμένη παράλληλα και προς τη μεριά του άξονα πτήσης του SLAR εμφανίζεται με ανοικτό τόνο στη φωτογραφική, ραντάρ απεικόνιση, όπως βέβαια (για άλλους λόγους και η μεταλλική οροφή μιας αποθήκης).

Αντίθετα, η πίσω πλαγιά του λόφου, αλλά κι η ήρεμη επιφάνεια μιας συγκέντρωσης νερού δίνουν μαύρη υπογραφή, γιατί στην μεν πρώτη περίπτωση ο λόφος δεν επιτρέπει επιστροφή του σήματος, ενώ στη δεύτερη, η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια του σήματος ανακλάται περίπου στο σύνολό της με γωνία ίση κι αντίθετη προς τη γωνία πρόσπτωσης και συνεπώς ελάχιστη ενέργεια επιστρέφει στο δέκτη.

Ενδιάμεσα, περιοχές βλάστησης με υφή μαλακή ως τραχιά, λόγω της ποικιλίας της γεωμετρικής τους δομής, του μεγέθους και του προσανατολισμού των επιφανειών τους, παρουσιάζουν ενδιάμεσων τόνων (από ανοικτούς ως σκουρότερους) διάστικτες φωτογραφικές υπογραφές.

Επιφάνειες που δρουν ως ανακλαστήρες, (π.χ. ασφαλτικοί τάπητες γηπέδων, μεγάλοι δρόμοι, διάδρομοι αεροδρομίων συγκεντρώσεις νερού χωρίς κυματισμούς, επιφάνειες πυθμένων αποξηραμένων λιμνών κ.λ.π.), έχουν διαφορετικής φωτεινότητας φωτογραφικές υπογραφές, ξεκινώντας από ανοικτών τόνων για όσες βρίσκονται κοντά στον άξονα πτήσης και καταλήγοντας σε σκούρες στα μακρινά ως προς τον άξονα πτήσης σημεία.

Οι φωτογραφικές “μεταφράσεις” της έντασης των σημάτων για κάθε γραμμής σάρωσης του SLAR, προκύπτουν με την αντιστοίχιση του δυνατότερου σήματος με τον ανοιχτότερο τόνο και την ανάλογη κλιμάκωση τους μέχρι τον πιο σκούρο τόνο για το πιο αδύνατο σήμα. Η καταγραφή των γραμμών σάρωσης (που εκφράζουν το σήμα επιστροφής μέσα από ένα σωλήνα καθοδικών

ακτινών) σε φωτογραφικά φιλμ που κινείται με την ίδια ταχύτητα με την οποία κινείται το έδαφος ως προς το αεροπλάνο, μας δίνει τις απεικονίσεις ραντάρ.

Επειδή βασικό δομικό στοιχείο μιας ραντάρ απεικόνισης, είναι το μέτρο της διάρκειας επιστροφής του σήματος κι όχι η γωνιακή απόσταση από ένα χαρακτηριστικό του εδάφους που μας ενδιαφέρει, κι επειδή, για τη μέτρηση της χρονικής διάρκειας, υπάρχουν φανερά, πολύ ακριβέστεροι μηχανισμοί, απ' ότι για την μέτρηση και καταγραφή γωνιακών αποστάσεων, μπορούμε βέβαια να υποστηρίξουμε, ότι το ραντάρ, ακόμα και για την απώτερη ως προς τον άξονα πτήσης, ζώνη του εδάφους που απεικονίζει, εξασφαλίζει υψηλή διαχωριστική ικανότητα.

Το γεγονός αυτό, σε σχέση με τους οπτικομηχανικούς πολυφασματικούς σαρωτές και τις φωτογραμμετρικές φωτομηχανές, αλλά κι η ελάχιστη, για μικροκυματικών ακτινοβολιών δέκτες επίδραση, λόγω ατμοσφαιρικής απορρόφησης και σκέδασης, οροθετούν τα σημαντικά πλεονεκτήματα των τηλεπισκοπικών ραντάρ απεικονίσεων.

Γενικά η ένταση του σήματος επιστροφής σ' ένα σύστημα Radar εξαρτάται: απ' το μήκος κύματος, την γωνία κλίσης του σήματος ως προς το οριζόντιο επίπεδο και την πόλωση κι ακόμα απ' την διηλεκτρική σταθερά και την επιφανειακή τραχύτητα του εδάφους.

### Συχνότητες και μήκη κύματος Radar τηλεπισκοπικών συστημάτων

Η σχέση που συνδέει τα μήκη κύματος με τις συχνότητες των SLAR συστημάτων είναι βέβαια η γνωστή μας  $\lambda = c/v$  όπου  $c=3 \cdot 10^8$  m/sec (ταχύτητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας).

Οι βασικές ζώνες για τηλεπισκοπικές εφαρμογές του Radar είναι:

η L με  $v = 1000 - 2000$  Megahertz ( $10^6$  κύκλοι/sec) και  $\lambda = 30 - 15$  cm

η X με  $v = 8000 - 12500$  Megahertz και  $\lambda = 3,8 - 2,4$  cm και

η Ka με  $v = 26500 - 40000$  Megahertz και  $\lambda = 1,1 - 0,8$  cm

και συγκεκριμένα στα μήκη κύματος

$$\lambda (L) = 25 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 (X) = 3,2 \text{ cm} \quad \text{και} \quad \lambda_2 (X) = 3 \text{ cm}$$

$$\lambda (Ka) = 0,86 \text{ cm}$$

Η επιφανειακή τραχύτητα του εδάφους, όρος απόλυτα διαφορετικός απ' το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής (που μετριέται κι αποδίδεται κατά τα γνωστά), αποτελεί κύρια έκφραση της υψής του, που για τη μονάδα διαχωριστικής ικανότητας ενός τυπικού SLAR συστήματος (π.χ. 10m x 10m) γίνεται αντιληπτή ως μέτρο της έντασης του σήματος επιστροφής:

ως μαλακή, ενδιάμεσης τραχύτητας και τραχεία.

Επειδή μπορούμε να περιγράψουμε την επιφανειακή τραχύτητα του εδάφους, ως την γενική εικόνα της διάταξης, συγκεκριμένων σχημάτων και μεγεθών μοναδιαίων χαρακτηριστικών του, ανά κλίμακα απεικόνισης (π.χ. επιφανειακή τραχύτητα: δασοκάλυψης από κωνοφόρα δένδρα, κοίτης ποταμού, προσχωσιγενών εδαφών, γρασιδιού κ.λ.π.) κι επειδή μια ικανοποιητική ισοδυναμία της θα μπορούσε να εκφρασθεί ως το μέτρο του κατακόρυφου αναγλύφου των ανωμαλιών της, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επιφανειακή τραχύτητα του εδάφους είναι

(α) μαλακή

όταν

$$h < \frac{\lambda}{8 \sin \pi}$$

$$\lambda$$

και τραχεία όταν 
$$h > \frac{\lambda}{8 \sin \pi}$$

σύμφωνα με το κριτήριο Reyleigh,

όπου  $h =$  το μέγεθος των καθ' ύψος ανωμαλιών της επιφάνειας του εδάφους

$\lambda =$  το μήκος κύματος της Radar ακτινοβολίας

και  $\pi =$  η γωνία πρόσπτωσης του Radar κύματος, ως προς την επιφάνεια του εδάφους ή σύμφωνα με το τροποποιημένο κριτήριο του Reyleigh από τους Peake και Oliver

(β) μαλακή όταν

$$h < \frac{\lambda}{25 \sin \pi}$$

ενδιάμεσης τραχύτητας όταν

$$\frac{\lambda}{4,4 \sin \pi} > h > \frac{\lambda}{25 \sin \pi}$$

και τραχεία όταν

$$h > \frac{\lambda}{4,4 \sin \pi}$$

Όπως προκύπτει απ'τους παραπάνω τύπους, η επιφανειακή τραχύτητα μιας δοσμένης επιφάνειας εδάφους, μπορεί να είναι μαλακή για μια περιοχή μήκων κύματος Radar, ενδιάμεσα για μια άλλη, ή και τραχεία ακόμα, μια που το  $h$  εξαρτάται φανερά από το μήκος κύματος  $\lambda$ .

Απ' τους ίδιους τύπους αποδεικνύεται κι η εξάρτηση της έντασης του σήματος απ' τη γωνία του κύματος του Radar ως προς το οριζόντιο επίπεδο, κι οι σπουδαστές μπορούν να κάνουν μόνοι τους σχετικά παραδείγματα (στην περίπτωση π.χ. οριζόντιου εδάφους) για μαλακής και τραχιάς υφής επιφάνειες του εδάφους. Γιατί εδάφη με μαλακή επιφανειακή τραχύτητα, λόγω της διαφορετικής έντασης του σήματος επιστροφής, για μικρές ως μέσες γωνίες του κύματος ως προς το οριζόντιο επίπεδο, μπορεί να μη δίνουν και σήμα επιστροφής, (ανάκλαση του κύματος κατά ίση και αντίθετη γωνία), ενώ για πολύ μεγάλες γωνίες, παρά την κατοπτρική τους υφή, μπορεί να δίνουν ισχυρό σήμα, σε αντίθεση με τα εδάφη τραχείας υφής που σε κάθε γωνία δίνουν μια ισχυρή και γενικά ομοιόμορφη επιστροφή.

Σχετικά με την ιδιότητα της δυνατότητας πόλωσης σε κατακόρυφο ή οριζόντιο επίπεδο της εκπεμπόμενης απ' το ραντάρ ενέργειας και της διατήρησης της ίδιας πόλωσης γενικά, στο σήμα επιστροφής, θα μπορούσαμε να πούμε ότι συνηθέστερα χρησιμοποιούμε την μορφή HH (οριζόντια μετάδοση, οριζόντια επιστροφή) της παράλληλης πόλωσης, επειδή αυτού του είδους η πόλωση δίνει τα ισχυρότερα σήματα επιστροφής, χωρίς όμως να επεκταθούμε περισσότερο, μια που αυτό το θέμα απαιτεί διεξοδικότερη ανάλυση.

Συγκριτική πάντως ανάλυση, φωτογραφικών ραντάρ απεικονίσεων (α) παράλληλης πόλωσης (HH ή VV) και (β) εκείνων που μπορούν να προκύψουν από το τμήμα της εκπεμπόμενης ενέργειας που αποπολώνεται, ως αποτέλεσμα της πολυανακλαστικότητας μιας επιφάνειας (π.χ. επιφάνεια δοσοκάλυψης αποπολώνει ισχυρότερα απ' ότι γυμνό έδαφος) κι επιστρέφει κατά τη διάταξη HV (οριζόντια μετάδοση - κατακόρυφη επιστροφή) και VH (κατακόρυφη μετάδοση - οριζόντια

επιστροφή), μπορεί να δώσει συμπληρωματικά κι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα στοιχεία για τη φωτοερμηνεία.

Ο F. Sabins (Remote Sensing: Principles and Interpretation, Freeman 1978) στις σελίδες 184 και 185 δίνει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για την ερμηνεία τέτοιων, φωτογραφικών ραντάρ απεικονίσεων μιας περιοχής της Νικαράγουα.

Ένα άλλο στοιχείο του εδάφους τώρα, που επηρεάζει την ένταση του σήματος επιστροφής μιας ραντάρ-λήψης είναι η διηλεκτρική σταθερά του, που αυξάνει περίπου γραμμικά με την αύξηση της υγρασίας του.

Γενικά, αύξηση της διηλεκτρικής σταθεράς μιας επιφάνειας, σημαίνει και αύξηση της ανακλαστικότητας της, αλλά ταυτόχρονα και μείωση του βάθους διείσδυσης της ραντάρ ακτινοβολίας στο συγκεκριμένο υλικό. Κατά τον F. Sabins (όπου παραπάνω σελ. 191) αυτές καθ' αυτές οι διηλεκτρικές ιδιότητες των υλικών, σπάνια μπορούν ν' αξιοποιηθούν κατά την ερμηνεία ραντάρ απεικονίσεων. Έτσι η επιφανειακή τραχύτητα και το περιεχόμενο υγρασίας, παραμένουν τα κύρια στοιχεία μιας επιφάνειας, που συντελούν στον τρόπο και τη μορφή απεικόνισης της σε ραντάρ απεικονίσεις και γι' αυτό αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά ερμηνείας απεικονίσεων Radar.

## **1.16. Η φωτοερμηνευτική/τηλεπισκοπική μεθοδολογία απ' την οπτική της κυβερνητικής**

### **1. Θεμελιακές Έννοιες της Κυβερνητικής**

Απ' την οραματική προσδοκία του Andre Marie Ampere (1775-1836) στο δοκίμιό του πάνω στη φιλοσοφία της επιστήμης, για μια καινούργια πολιτική επιστήμη: την Κυβερνητική, που θα είχε ως σκοπό τη μελέτη των νόμων ρύθμισης της κοινωνίας, ως την θεμελίωση της επιστήμης της Κυβερνητικής απ' τον Norbert Wiener (1948), για τους μηχανισμούς ελέγχου και την επικοινωνία στους ζώντες οργανισμούς και στις μηχανές, αλλά και πριν και μετά απ' αυτούς, πολλοί σημαντικοί μαθηματικοί, φυσικοί και φιλόσοφοι ασχολήθηκαν συστηματικά με το βασικό ερώτημα:

“Κάτω από συγκεκριμένες εξωτερικές συνθήκες, ένα υλικό σύστημα, είτε είναι ζωντανός οργανισμός, (ή κοινωνική οργάνωση), είτε όχι, τι αντιδράσεις παρουσιάζει;”

Ο Ampere, μαθηματικός, φυσικός και φιλόσοφος προσέγγισε την γνώση του εξωτερικού κόσμου σε δύο επίπεδα.

Στο επίπεδο της άμεσης αντίληψης φαινομένων μέσω των αισθήσεων και στο επίπεδο της διερεύνησης των αντικειμενικών αιτιών των φαινομένων, τα οποία αποκαλύπτονται με βάση τη νοητική διαδικασία διατύπωσης υποθέσεων για ορισμένες πραγματικές υλικές οντότητες, των οποίων οι ιδιότητες τα εξηγούν.

Έτσι ο Ampere πήγαινε απ' τα φαινόμενα, στην πειραματική γνώση, κι απ' την πειραματική γνώση στη διατύπωση της θεωρίας.

Ο Wiener απ' τη μεριά του επισήμανε την ομοιότητα ανάμεσα στους μηχανισμούς ελέγχου των ζώων και των μηχανών και συνέβαλε στη δημιουργία μιας σχετικής γνωστικής υποδομής που θα ωφελούσε αντικειμενικά, τόσο τους βιολόγους και φυσιολόγους όσο και τους μηχανικούς ελέγχου.

Βασικά μαθηματικά εργαλεία της Κυβερνητικής αναδείχθηκαν εκ των πραγμάτων, η θεωρία της Πληροφορικής και η θεωρία των Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου, που είχαν στο μεταξύ ραγδαία αναπτυχθεί.

Η θεωρία της πληροφορίας αρχικά χρησιμοποιήθηκε για τη λύση προβλημάτων, όπως π.χ. της μετάδοσης μηνυμάτων με τον ασύρματο, της κωδικοποίησης τους και της αντιμετώπισης του θορύβου γραμμής, ενός παράγοντος που υφίσταται σε κάθε μετάδοση μηνύματος κι έχει ως συνέπεια την απώλεια μέρους της πληροφορίας που αρχικά περιείχε το μήνυμα.

Στην Κυβερνητική η μαθηματική έννοια της πληροφορίας, ως ενός μεγέθους που λαμβάνει καθορισμένες τιμές σε κάθε περίπτωση, αποκτά τη σημασία που έχει η ενέργεια στην Μηχανική και τη Φυσική.

Το ίσο κατ' απόλυτη τιμή και αντίθετο κατά το πρόσημο μέγεθος από την πληροφορία, ονομάζεται εντροπία, κι όμως η πληροφορία, έχει κι αυτή, στατιστικό χαρακτήρα. Η εντροπία δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα μέτρο αταξίας ή αβεβαιότητας για το σύστημα που περιγράφεται κάθε φορά.

Στην θεωρία της πληροφορίας ισχύει το αξίωμα, ότι η εντροπία ενός μηνύματος κατά τη μετάδοση του πάντοτε αυξάνεται.



Και η αναλογία του στη Θερμοδυναμική, εκφράζεται απ' τον 2ο θερμοδυναμικό Νόμο, σύμφωνα με τον οποίο σ' ένα ενεργειακό κλειστό σύστημα η εντροπία αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

Η Κυβερνητική εξετάζει τη συμπεριφορά των διαφόρων υλικών συστημάτων ζώντων οργανισμών ή μηχανών, μέσα από τη μελέτη των μεταβολών της πληροφορίας:

- (α) όπως αυτή γίνεται αμέσως αντιληπτή ως εντύπωση που προσλαμβάνεται από τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου
- (β) όπως αυτή μετασχηματίζεται απ' αυτά σε νευρικούς ερεθισμούς και
- (γ) όπως μεταδίδεται στη συνέχεια μέσω του νευρικού συστήματος στον εγκέφαλο, όπου τελικά αποκτά νόημα με βάση εμπειρίες που ήδη έχουν καταχωρισθεί στη μνήμη.

Ο Ν. Wiener και άλλοι επιστήμονες της Κυβερνητικής (Cyberneticians) ανακάλυψαν σημαντικές αντιστοιχίες ανάμεσα στο ανθρώπινο νευρικό σύστημα και στις αυτόματες μηχανές κι ειδικότερα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, στο βαθμό που θα προγραμματισθούν κατάλληλα, συμπεριφέρονται σε μεγάλο βαθμό όπως ο εγκέφαλος.

Διαθέτουν μνήμη και ικανότητα να σκέπτονται λογικά. Και τα δύο συστήματα ο άνθρωπος εγκέφαλος και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχουν αυτορυθμιζόμενους μηχανισμούς που λειτουργούν με βάση την ανάδραση (feed back).

Ανάδραση, δεν είναι τίποτε άλλο παρά μία δράση που ασκεί το σήμα που εξέρχεται από ένα ζωντανό ή όχι υλικό σύστημα στην είσοδο του ίδιου συστήματος.

Τα πιο πολύπλοκα συστήματα ανάδρασης είναι ζωντανοί οργανισμοί που διαθέτουν, π.χ. ο άνθρωπος, απειρία ρυθμιστών και συστημάτων ελέγχου, τόσο στην εσωτερική δομή και λειτουργία τους, όσο και στη διαλεκτική τους σχέση με τον εξωτερικό χώρο και λειτουργία τους, όσο και στη διαλεκτική τους σχέση με τον εξωτερικό χώρο του φυσικού και του δομημένου περιβάλλοντός τους.

Ο σκοπός της πληροφορίας στην Κυβερνητική είναι ο έλεγχος, ή η ρύθμιση των διαφόρων συστημάτων ώστε να εκπληρώνουν ένα ορισμένο έργο.

Και βασικό μαθηματικό εργαλείο γι' αυτό είναι η θεωρία των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου.

Είναι φανερό, ότι ένας μηχανικός που θα ήθελε να σχεδιάσει ένα σύστημα ανάδρασης για μια αυτοματοποιημένη μηχανή, θα βοηθιόταν αποφασιστικά απ' τη μελέτη και τη βαθιά γνώση ενός αντίστοιχου/παρόμοιου συστήματος ενός ζωντανού οργανισμού.

Όταν ο μηχανισμός αυτός μπορέσει στη συνέχεια να διατυπώσει το πρόβλημα και να ορίσει το σύστημα με μαθηματικούς όρους, τότε τα ίδια μαθηματικά, θα είναι αντικειμενικά, πολύτιμο εργαλείο και για τους νευρολόγους, που θα μπορούσαν, με τη σειρά τους, να περιγράψουν το σύστημα ανάδρασης της φυσιολογίας με μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία.

Όπως εύκολα μπορεί να προκύψει απ' τα παραπάνω η θεωρία Πιθανοτήτων και η Στατιστική αποτελούν εξαιρετικά χρήσιμα εργαλεία της Κυβερνητικής.

## 2. Βασικά χαρακτηριστικά της Τηλεπισκόπησης (Remote Sensing) και της Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας απ' την οπτική της Κυβερνητικής

Θα επιχειρήσουμε εδώ να αναδιατυπώσουμε θεωρητικά, μ' έναν κατάλληλο τρόπο, τον ορισμό της Τηλεπισκόπησης και της Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας, ώστε με βάση τις θεμελιακές έννοιες της Κυβερνητικής που συνοψίσαμε παραπάνω, να μπορέσουμε να ανιχνεύσουμε και να μελετήσουμε τις βαθύτερες σχέσεις κι αντιστοιχίες τους και να εκτιμήσουμε διαλεκτικά με πιο ολοκληρωμένο τρόπο τις προοπτικές των σχετικών εξελίξεων.

Τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη και τεχνική με την οποία, τόσο ο άνθρωπος, (και οι ζώντες οργανισμοί γενικότερα), όσο και οι μηχανές, (φωτογραφικές μηχανές, τηλεπισκοπικοί δέκτες, συστήματα και συνδυασμοί τηλεπισκοπικών δεκτών και συστημάτων αυτόματης/ψηφιακής επεξεργασίας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων), μπορούν:

- 1) να επικοινωνήσουν από μακριά με τον εξωτερικό κόσμο του φυσικού και του δομημένου (built) περιβάλλοντος, αλλά και με συγκεκριμένα επί μέρους αντικείμενα, φαινόμενα, γεγονότα και συμβάντα,
  - να τα αισθανθούν,
  - να τα παρατηρήσουν συστηματικά,
  - να διακριθούν,
  - να αντιληφθούν,

- να ανιχνεύσουν,
  - να αναγνωρίσουν,
  - να μετρήσουν,
  - να καταγράψουν, αλλά και να παρακολουθήσουν (monitoring), τις μεταβολές/ διαφοροποιήσεις των δομικών και λειτουργικών, φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων τους στο χώρο και στο χρόνο.
- 2) Να συλλέξουν έτσι, ή/ν' ανακαλύψουν μια απειρία ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών, τόσο για τη συγκεκριμένη φυσική και την κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα και τις αλληλεπιδράσεις τους, όσο και για τις τάσεις μεταβολών τους δια μέσου του χρόνου.
  - 3) Να επεξεργασθούν στη συνέχεια και να συσχετίσουν νοητικά/λογικά/υπολογιστικά/, με κατάλληλο τρόπο, και με βάση την επιστημονική μεθοδολογία, τις πληροφορίες αυτές και να καταλήξουν σε εκτιμήσεις, σε αξιολογήσεις και σε χρήσιμα συμπεράσματα γενικότερα, για μια σειρά εφαρμογών, σε επιμέρους επιστημονοτεχνικές περιοχές, ή και σε Ολοκληρωμένες Αποδόσεις, (Integrated Surveys) των φυσικών και των ανθρώπινων διαθεσίμων (Natural and Human Resources) μιας χώρας/περιφέρειας, οι οποίες αποτελούν την πολυτιμότερη υποδομή για κάθε σχεδιασμό Ανάπτυξης.
  - 4) Να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν κατάλληλα κι αντίστοιχα, συγκεκριμένες αναδράσεις (feed back), σε συγκεκριμένες φάσεις των παραπάνω διαδικασιών αλλά και σε συγκεκριμένα επίπεδα αναφοράς, ώστε να αυξάνεται έτσι προοπτικά και να βελτιστοποιείται η ακρίβεια, η αξιοπιστία, η πληρότητα κι η ολοκλήρωση των εκτιμήσεων και των απαντήσεων στα συγκεκριμένα επιμέρους προβλήματα.

Η Τηλεπισκοπική μεθοδολογία, τώρα, θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε, ότι έχει ως πυρήνα της την οργανική σύνθεση του “αισθητού” με το “λογικό”, με βάση την επιστημονική μεθοδολογία, κι έτσι ώστε να είμαστε σε θέση πάντα με διαλεκτικό τρόπο, να προσεγγίζουμε το διαλεκτικό χαρακτήρα της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας, των αλληλεξαρτήσεων και των μεταβολών τους δια μέσου του χρόνου.

Συνεπώς θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την Τηλεπισκοπική Μεθοδολογία, ως την αναγκαία ολοκλήρωση της “εμπειρίας” της “λογικής” και της επιστημονικής γνώσης στην διαδικασία διερεύνησης των προβλημάτων του εξωτερικού κόσμου, κι αυτό γιατί:

- (α) Ούτε μόνο ο “εμπειρισμός”, στη μονοδιάστατη αντίληψη του δόγματος ότι “η πείρα των αισθήσεων αποτελεί την μοναδική πηγή της γνώσης”,
- (β) Ούτε μόνο ο “ορθολογισμός”, στην εξίσου μονοδιάστατη αντίληψη, ότι “η λογική είναι η μοναδική πηγή της γνώσης”, έξω και πέρα απ’ τις αμοιβαίες σχέσεις, εξαρτήσεις κι αλληλεπιδράσεις των πραγμάτων, αλλά,
- (γ) κι ούτε μόνη η επιστημονική γνώση, σε ένα, ή περισσότερα επιστημονοτεχνικά πεδία, αρκούν για να ενεργοποιήσουν στο σύνολο τους και στο μέγιστο βαθμό, τις αντικειμενικές δυνατότητες του Ανθρώπου, τόσο ως αυτοδύναμου, (αναλογικά), τηλεπισκοπικού, (λόγω όρασης, αφής κ.λ.π.) δέκτη/συστήματος, όσο και ως σχεδιαστή κι εφαρμοστή της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, (με την αξιοποίηση των κατάλληλων κάθε φορά μηχανών, τηλεπισκοπικών συστημάτων, ηλεκτρονικών υπολογιστών), στην προσπάθεια του να συλλάβει και να εκτιμήσει τη σημασία της αντικειμενικής πραγματικότητας η οποία τον περιβάλλει και με την οποία, πολυδιάστατα συναλλάσσεται κι αλληλεπιδρά, σε φυσικό, τεχνικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό επίπεδο.

## 2.1 Προϋποθέσεις και Υποδομή Στήριξης της Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας

Με βάση τα παραπάνω, προϋποθέσεις κι υποδομή στήριξης της Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας είναι:

- (α) Η γενική γνώση της υπό μελέτη περιοχής, κι η συλλογή κι η κατάλληλη αξιοποίηση όλων των υφιστάμενων διατιθέμενων στοιχείων υποστήριξης, (όπως: τοπογραφικών, κτηματολογικών και θεματικών χαρτών, πινάκων, διαγραμμάτων, καταγραφών, βιβλιογραφικών στοιχείων, στατιστικών, μετεωρολογικών και κλιματολογικών στοιχείων, αεροφωτογραφιών και λοιπών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων κ.λ.π.)
- (β) Η ειδική γνώση των συγκεκριμένων (για τη κάθε φορά ειδικότερη, ή συνολική μελέτη), “ειδικών” χαρακτηριστικών της περιοχής (π.χ. γεωλογική δομή, σύστημα δόμησης, κύριες κατηγορίες χρήσης γης κ.λ.π.)

- (γ) Η ειδική γνώση των αντικειμενικών δυνατοτήτων αλλά και περιορισμών, τόσο του Ανθρώπου, όσο και των ειδικών τηλεπισκοπικών δεκτών/συστημάτων και των συνδυασμών τους, σε σχέση με τις φασματικές, χωρικές και χρονικές διαφορές/μεταβολές των συγκεκριμένων ιδιοτήτων, χαρακτηριστικών και στοιχείων που επικρατούν στην περιοχή, ή στο χώρο του υπό μελέτη αντικειμένου.
- (δ) Η ειδική γνώση, του ή των επιστημονικών πεδίων, κάτω απ' την οπτική των οποίων γίνεται η σχετική διερεύνηση, με βάση πάντα τη διεπιστημονική κι ολοκληρωμένη μεθοδολογία προσέγγισης των προβλημάτων και
- (ε) Ο σχεδιασμός κι η πραγματοποίηση των κατάλληλων άκρως απαραίτητων, αλλά κι ελάχιστων δυνατών ταυτόχρονα, επίγειων ελέγχων και δειγματοληψιών, (σε σχέση πάντα με την ποιότητα των διατιθέμενων αεροφωτογραφιών/τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, με την κλίμακα τους, με την διαχωριστική/διακριτική, ικανότητα/δυνατότητα τους (resolution), με την εμπειρία του κάθε φωτοερμηνευτή, με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο του αντικειμένου, με το βαθμό γενικής και ειδικής γνώσης της περιοχής, με την απαιτούμενη ακρίβεια, με τον τύπο ανάλυσης/επεξεργασίας κι ερμηνείας των στοιχείων κ.λ.π.)

## 2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του Ανθρώπου ως φωτοερμηνευτή.

Η λειτουργία του Ανθρώπου, είτε ως αυτοδύναμου, ολοκληρωμένου οργανικού συστήματος τηλεπισκόπησης, (ώραση+μνήμη/εμπειρίες/φωτοερμηνευτικά κλειδιά+νοητική, λογιστική συσχέτιση, ανάλυση κι επεξεργασία+υπολογισμοί), είτε ως αναλυτή και φωτοερμηνευτή υφιστάμενων τηλεπισκοπικών απεικονίσεων ή απεικονίσεων που λήφθηκαν απ' τους καταλληλότερους κάθε φορά δέκτες και συστήματα, (μετά απ' τον καταλληλότερο σε σχέση με το συγκεκριμένο κάθε φορά αντικείμενο, προγραμματισμό λήψης τους), εξαρτάται:

- (α) απ' τον βαθμό και το μέγεθος της σχετικής ψυχολογικής διέγερσης που του προκαλούν οι συγκεκριμένες απεικονίσεις,
- (β) απ' την ικανότητα, αμεσότητα κι ακρίβεια της απόκρισης κι αντίδρασης του σε συγκεκριμένες εικόνες, σχέσεις χαρακτηριστικά κι εμφανίσεις,
- (γ) απ' την ικανότητα του, να συσχετίζει, να μετρά, να εκτιμά, ν' αποτιμά και να αξιολογεί, ποσοτικά και ποιοτικά εικονιστικά κ.λ.π. μεγέθη και τη σημασία τους,
- (δ) απ' την δυνατότητα του να εξακριβώνει την ταυτότητα, ή τις λιγότερες δυνατές πιθανές εναλλακτικές ταυτότητες αντικειμένων απ' την ανάλυση των απεικονίσεων τους.

Δύο έννοιες συνεπώς, θεμελιακής σημασίας, οι οποίες καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την παραπάνω λειτουργία του Ανθρώπου ως τηλεπισκοπικού συστήματος, ταυτοποιώντας σ' ένα μοναδικό οργανικό σύστημα τις διαδικασίες επικοινωνίας κι ελέγχου που μελετά η Κυβερνητική, είναι η έννοια της “απεικόνισης” (imagery) και η έννοια της “σύζευξης” (association).

Ως “απεικόνιση”, θεωρούμε την ολοκληρωμένη διαδικασία σχηματισμού νοητικών εικόνων, ήχων, οσμών, αισθημάτων αφής, υφής (texture) και προτύπων (patterns), με εργαλεία, την μνήμη καταχωρισμένων ήδη εμπειριών και αισθήσεων, την λογική σκέψη και την διαλεχτική προσέγγιση.

Οι απεικονίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνειδητά για να υποβοηθήσουν την διαδικασία διερεύνησης των εσωτερικών σχέσεων, εξαρτήσεων κι επιδράσεων, και γνώσης, αντικειμένων, φαινομένων, γεγονότων και συμβάντων που συγκροτούν συγκεκριμένα μέρη ή και τη συνολική, φυσική και κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα μιας συγκεκριμένης περιοχής.

Ως “σύζευξη” (association), θεωρούμε τη συνειδητή ή ασυνείδητη σύνδεση (κι αναφορά), μιας ιδέας, μιας λέξης, μιας μορφής, ενός σχήματος, ενός γεγονότος, ενός φαινομένου, ενός συμβάντος, μίας κίνησης, ή γενικότερα μιας διαδικασίας μεταβολής και μιας άλλης.

Η έννοια της “σύζευξης” είναι γνωστή απ' την περίοδο του Έλληνα φιλόσοφου Αριστοτέλη στις μορφές:

- (α) της “σύζευξης” λόγω ομοιότητας,
- (β) της “σύζευξης” λόγω αντίθεσης και
- (γ) της “σύζευξης” λόγω επαφής, γειννίασης ή διαδοχής στο χρόνο.

Οι απεικονίσεις και κατ' επέκταση και οι συζεύξεις που μπορεί το τηλεπισκοπικό σύστημα Άνθρωπος να συνθέσει, υπόκεινται αντικειμενικά σε περιορισμούς που ανάγονται σε φυσικές και άλλες παραμέτρους.

Πιο συγκεκριμένα, το ανθρώπινο μάτι, ως οργανική φωτογραφική μηχανή υποδέχεται το φως που ανακλάται από ένα αντικείμενο.

Το φως διέρχεται απ' τον κερατοειδή χιτώνα (cornea) κι εστιάζεται απ' το φακό, στον αμφιβληστροειδή (retina), που περιλαμβάνει 130.000.000 υποδοχές φωτός, ως αντιστραμμένη συνεχής εικόνα του αντικειμένου.

Εκεί προσβάλλει τα φωτοπαθή κύτταρα, που περιλαμβάνουν ράβδους (rods) για ασπρόμαυρη όραση και κώνους (cones) που είναι ευαίσθητοι στο χρώμα, προκαλώντας χημικές αλλαγές (ηλεκτρομαγνητικής φύσης), που μετατρέπονται στη συνέχεια σε νευρικούς παλμούς, οι οποίοι μέσω των οπτικών νεύρων φθάνουν στον εγκέφαλο μετασχηματίζοντας τις απεικονίσεις σε ορθές και τρισδιάστατες.

### 2.3 Άνθρωπος και Τηλεπισκοπικά Συστήματα - Δυνατότητες και Περιορισμοί

Το μάτι, όπως κι η φωτογραφική μηχανή, (αυτή με τη φωτοχημική διαδικασία), μετατρέπουν τις διαφορές/μεταβολές της ανακλώμενης/εκπεμπόμενης ακτινοβολίας σε διαφορές τόνου/αποχρώσεων. Το μάτι κι η φωτογραφική μηχανή καταγράφουν με μεγάλο βαθμό λεπτομερειών και με γεωμετρική ολοκλήρωση τον Χώρο.

Αντίθετα οι ηλεκτρονικοί τηλεπισκοπικοί δέκτες, που είναι σε σχέση με τις φωτογραφικές μηχανές, πιο περίπλοκοι και πιο δαπανηροί, μετατρέπουν τις διαφορές/μεταβολές της ανακλώμενης εκπεμπόμενης ακτινοβολίας σε ηλεκτρικά σήματα.

Έτσι, η καταγραφή των αντίστοιχων τηλεπισκοπικών απεικονίσεων γίνεται σε μαγνητικές ταινίες, που μπορούν όμως να μετατραπούν σε φωτογραφίες, είτε με φωτογράφιση των στοιχείων, όπως αυτά μπορούν να φανούν σε μια οθόνη τηλεόρασης, ή με ειδικό καταγραφέα σε film.

Στην πράξη οι ψηφιακές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις αποτελούν διδιάστατους πίνακες  $n$  γραμμών και  $m$  στηλών, διακεκριμένων στοιχειωδών εικόνων (picture elements-pixels), των οποίων οι τιμές/ψηφιακοί αριθμοί (digital numbers) αντιστοιχούν στα μεγέθη των εντάσεων των ηλεκτρικών σημάτων, στα οποία μετατρέπονται οι διαφορές/μεταβολές των εντάσεων της ανακλώμενης/εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, απ' τις αντίστοιχες σε κάθε pixel εκτάσεις της φυσικής γήινης επιφάνειας.

Το ανθρώπινο μάτι περιορίζεται ως τηλεπισκοπικός δέκτης:

- (α) απ' την ευαισθησία του μόνο στην ορατή περιοχή του φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
- (β) απ' την αδυναμία του ν' αντιληφθεί πολλές διαφορές τόνου και
- (γ) απ' την αδυναμία του να αναλύει ταυτόχρονα περισσότερες από μια απεικονίσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες περιοχές του φάσματος.

Ένας ηλεκτρονικός πολυφασματικός τηλεπισκοπικός δέκτης, (ο οποίος θα πρέπει να σημειωθεί ότι έχει σε σχέση με μια φωτογραφική μηχανή, μεγαλύτερο εύρος ευαισθητοποίησης σε περισσότερες περιοχές του φάσματος, δυνατότητα καλύτερης διαμέτρησης (calibration) και δυνατότητα ηλεκτρονικής μετάδοσης των στοιχείων/μηνυμάτων/πληροφοριών μπορεί να σχηματίσει μια ψηφιακή απεικόνιση καταγράφοντας τους αντίστοιχους ψηφιακούς αριθμούς (σύνολα των ακεραίων αριθμών) σε διαστήματα εύρους:

από 0- 63	σε 6 bit δυαδική κωδική κλίμακα	( $2^6=64$ )
από 0-127	σε 7 bit δυαδική κωδική κλίμακα	( $2^7=128$ )
από 0-255	σε 8 bit δυαδική κωδική κλίμακα	( $2^8=256$ )
από 0-511	σε 9 bit δυαδική κωδική κλίμακα	( $2^9=512$ )
από 0-1023	σε 10 bit δυαδική κωδική κλίμακα	( $2^{10}=1024$ )

Οι προοπτικές αύξησης της ευαισθησίας και ταυτόχρονα πιστότερης καταγραφής των διαφορών/μεταβολών της ανακλώμενης/εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στα ολοκληρωμένα τηλεπισκοπικά συστήματα πολυφασματικής σάρωσης και ψηφιακής επεξεργασίας των απεικονίσεων είναι ανοικτές.

Ένα μερικό και μόνο ενδεικτικό μέτρο εκτίμησης τους που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εποπτικούς και μόνο σκοπούς, θα ήταν ο λόγος (ratio)  $80/10 = 8$  της βελτίωσης της Διακριτικής/Διαχωριστικής, Ικανότητας/Δυνατότητας (Resolution) του παγχρωματικού τύπου πολυφασματικού σαρωτή HRV του SPOT (1986) σε σχέση με αυτήν του MSS του LANDSAT (1972).

Για να λειτουργήσει ο Άνθρωπος ως ολοκληρωμένο σύστημα λήψης και επεξεργασίας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, αλλά και ως φωτοερμηνευτής φωτογραφιών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων που έχουν ληφθεί με άλλο δέκτη ή σύστημα, θα πρέπει να υποστεί εκτεταμένη κι

εντατική εκπαίδευση κι εξάσκηση, κι η αποκλειστική εφαρμογή απ' αυτόν της "οπτικής" φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας, αποτελεί (με δεδομένους τους περιορισμούς που προαναφέρθηκαν) αντικείμενο "έντασης" εργασίας.

Εν τούτοις, στην μοναδιαία τηλεπισκοπική επεξεργασία/ανάλυση, μ' άλλα λόγια στην επεξεργασία/ανάλυση μιας σκηνής, ο εκπαιδευμένος σωστά επιστήμονας/μηχανικός Φωτοερμηνευτής πλεονεκτεί απ' την οποιαδήποτε Μηχανή, λόγω της εξαιρετικής ικανότητας του ανθρώπινου μυαλού, να εκτιμά ολοκληρωμένα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του χώρου, όπως αυτά εκφράζονται κάθε στιγμή απ' τα συγκεκριμένα μεγέθη και τις σχέσεις, αλληλεξαρτήσεις κι αλληλεπιδράσεις της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας, που "εκφράζονται" πολυδιάστατα στη σκηνή αυτή, κι απ' τις τάσεις μεταβολής τους δια μέσου του χρόνου.

Η Μηχανή αντίθετα και συγκεκριμένα ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής, μπορεί να απομιμηθεί την φωτοερμηνευτική μεθοδολογία και να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε εφαρμογές στις οποίες τα φασματικά μεγέθη σε πολλές περιοχές του φάσματος μπορούν να απαντήσουν σε περισσότερα ερωτήματα, σχετικά με τη "φύση", τη "δομή" και τη "λειτουργία" του προς διερεύνηση αντικειμένου, φαινομένου ή συμβάντος.

Η απομίμηση αυτή φανερά, θα τείνει να βελτιστοποιείται παράλληλα και σύμφωνα με τις εξελίξεις και την ανάπτυξη των "expert systems", του λογισμικού μ' άλλα λόγια, που χρησιμοποιώντας την γνώση των ειδικών στα αντίστοιχα πεδία και την διαλεκτική νοητική διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων (inference), επιδιώκει ν' απαντήσει σε ερωτήματα, τα οποία μόνο ο Άνθρωπος με την ανάλογη γνώση κι εμπειρία θα μπορούσε να χειρισθεί.

Έστω ότι έχουμε, το πρόβλημα, απ' την, ή τις αναλογικές ή/και ψηφιακές τηλεπισκοπικές του απεικονίσεις (remote sensing images) που πάρθηκαν κάτω από συγκεκριμένες και γνωστές, ή και άγνωστες συνθήκες, από ένα, ή περισσότερα τηλεπισκοπικά συστήματα, ή συνδυασμός τηλεπισκοπικών συστημάτων.

Το πρόβλημα αυτό, όταν δεν έχουμε ιδιαίτερες πληροφορίες, είναι φανερό ότι επιδέχεται αντικειμενικά ένα ορισμένο αριθμό απαντήσεων, με βάση:

- (1) είτε τις επιμέρους οπτικές των ειδικών επιστημονικών πεδίων, κάτω απ' τις οποίες εξετάζεται,
- (2) είτε, τις ειδικές δυνατότητες του κάθε τηλεπισκοπικού συστήματος να "αντιλαμβάνεται" αυτές ή τις άλλες μεταβολές/διαφορές κάποιων φυσικών, χημικών ή βιολογικών ιδιοτήτων των "μερών" που το συγκροτούν, ή τέλος
- (3) τις θεμελιώδεις λογικές/νοητικές διαδικασίες, επαγωγικές κι απαγωγικές, που λαβαίνουν υπ' όψη τους, τόσο τα κύρια αναγνωριστικά στοιχεία, διδιάστατα ή τρισδιάστατα, (τόνος/χρώμα, σχήμα, μέγεθος, σκιά, υφή, πρότυπα, θέση και σχέση με το περιβάλλον), όσο και την σύγκριση/παραβολή με τα παραδοσιακά φωτοερμηνευτικά κλειδιά (Photointerpretation Keys).

Αν μπορέσουμε με κάποια μέθοδο ή διαδικασία, ν' αποκτήσουμε μια αξιόπιστη πληροφορία πάνω στο πρόβλημα, τότε ο αριθμός των δυνατών/πιθανών εναλλακτικών απαντήσεων, είναι δυνατόν να μειωθεί.

Κι αν θα μπορούσαμε, προοπτικά, ή θεωρητικά, να είχαμε μια ολοκληρωμένη πληροφορία (Integrated Information) για το πρόβλημα τότε θα μπορούσαμε να φθάσουμε ακόμα και στην ενδεχόμενη μια και μοναδική δυνατή απάντησή του, ή στην βαθύτερη ουσία των νόμων που το διέπουν, στον συγκεκριμένο χώρο και χρόνο.

Γιατί η πληροφορία κατά τον Brillouin είναι μια συνάρτηση της σχέσης των δυνατών απαντήσεων, μετά και πριν την απόκτησή της, ενώ η Ολοκληρωμένη Πληροφορία (Rokos), για ένα πρόβλημα, στοιχείο, ή σύστημα της συγκεκριμένης αντικειμενικής πραγματικότητας το προσεγγίζει με τη μεγαλύτερη δυνατή αξιοπιστία, ακρίβεια και πληρότητα, μια που αντιλαμβάνεται ταυτόχρονα και τις διαλεκτικές σχέσεις κι αλληλεπιδράσεις του με το φυσικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο αυτό τίθεται, βρίσκεται, "τελείται", ή εξελίσσεται δυναμικά.

### 3. Δομικά στοιχεία βελτιστοποίησης της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας

Με βάση τα παραπάνω θα μπορούσαμε να επιχειρήσουμε μια ιδιαίτερη θεώρηση των διαλεκτικών σχέσεων "οργανικών" και μη συστημάτων τηλεπισκόπησης και της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας μέσα απ' την αναλυτική προσέγγιση κι αναδιατύπωση κάποιων γνωστών μας και θεμελιακής φύσης παραμέτρων, που επηρεάζουν αντικειμενικά σήμερα και θα επηρεάζουν όλο και περισσότερο στο μέλλον τις δυνατότητες βελτιστοποίησης της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας.

Αλλά ας τι δούμε πιο αναλυτικά:

- (α) Ικανότητα Ανίχνευσης, στην φωτοερμηνευτική/τηλεπισκοπική μεθοδολογία, θεωρούμε την ικανότητα ενός τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος οργανικού ή μη, να μπορεί να ευαισθητοποιηθεί κατάλληλα, “να αντιληφθεί” και να καταγράψει την παρουσία ή απουσία ενός στοιχείου/αντικειμένου/χαρακτηριστικού του φυσικού ή του δομημένου περιβάλλοντος, ακόμα κι όταν η ταυτότητα του δεν μπορεί να διακριβωθεί αμέσως.

Ένα αντικείμενο μπορεί να ανιχνευθεί σε μια τηλεπισκοπική απεικόνιση ακόμα κι αν είναι μικρότερο απ’ την Διαχωριστική/Διακριτική Δυνατότητα, Ικανότητα του δέκτη/συστήματος.

- (β) Διαχωριστική/Διακριτική Δυνατότητα/Ικανότητα, στην φωτοερμηνευτική / τηλεπισκοπική μεθοδολογία, θεωρούμε την ικανότητα ενός οργανικού ή μη, τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος, να μπορεί να αντιληφθεί δύο ελάχιστα απέχοντα μεταξύ τους αντικείμενα, ως διαχωρισμένα και διακριτά στη συγκεκριμένη αντίστοιχη τηλεπισκοπική τους απεικόνιση. Η ΔΔ/ΔΙ στον χώρο του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος εκφράζεται απ’ την ελάχιστη απόστασή τους, που τους επιτρέπει να διακρίνονται μεταξύ τους και να μη συγχέονται στην τηλεπισκοπική τους απεικόνιση.

Συνεπώς και μια τηλεπισκοπική απεικόνιση, χαρακτηρίζεται απ’ την Διαχωριστική/Διακριτική της Δυνατότητα/Ικανότητα (ΔΔ/ΔΙ) (resolution) που είναι αυτονόητα συναρτημένη τόσο με την ικανότητα ανάλυσης (resolving power) του τηλεπισκοπικού συστήματος (και συνεπώς και των επιμέρους στοιχείων του που συμβάλλουν στην λήψη της, π.χ. του φακού και του φιλμ σε μια συμβατική αεροφωτογραφία), όσο και με μια σειρά άλλων παραγόντων που αφορούν στις συγκεκριμένες συνθήκες λήψης, αλλά και στα χαρακτηριστικά του πεδίου των προς απεικόνιση αντικειμένων.

Η Διαχωριστική/Διακριτική, Δυνατότητα/Ικανότητα μιας τηλεπισκοπικής απεικόνισης εκφράζεται απ’ την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο ευδιάκριτα διαχωρισμένων σ’ αυτήν συγκεκριμένων γειτονικών στοιχείων / αντικειμένων / χαρακτηριστικών / εμφανίσεων του φυσικού ή του δομημένου περιβάλλοντος.

Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες διαβάθμισης φωτεινότητας, μεγέθυνσης και φωτισμού η ΔΔ/ΔΙ μιας φωτογραφίας μπορεί να προσδιορισθεί ως ο αριθμός των διακριτών από το ανθρώπινο μάτι ζευγών γραμμών ανά μονάδα μήκους.

Όπως προκύπτει απ’ τα παραπάνω, σε μεγάλο βαθμό, η ΔΔ/ΔΙ αποτελεί μέγεθος υποκειμενικό, εξαρτώμενο από τα χαρακτηριστικά όρασης, κριτικής ανάλυσης, κι αντίληψης του φωτοερμηνευτή σε σχέση με τα μεγέθη, τα σχήματα, τη διάταξη και τη σχέση με το περιβάλλον των συγκεκριμένων γειτονικών αντικειμένων, αλλά και με την ανακλαστικότητα τους, που διαμορφώνει τη διαβάθμιση τόνων, (contrast) της συγκεκριμένης τηλεπισκοπικής απεικόνισης.

Όντας λοιπόν η ΔΔ/ΔΙ όχι αντικειμενικό μέγεθος, δεν μπορεί να χαρακτηρισθεί με επιστημονική αυστηρότητα τις ιδιότητες σχηματισμού της από τον αντίστοιχο τηλεπισκοπικό δέκτη/σύστημα λήψης της.

Γι’ αυτό τον σκοπό χρησιμοποιείται το μέγεθος MTF (Modulation Transfer Function) που εκφράζει τη συνολική λειτουργία διαμόρφωση/μεταφοράς της τηλεπισκοπικής εικόνας στον συγκεκριμένο τηλεπισκοπικό δέκτη/σύστημα, τον οποίο θέλουμε να αξιολογήσουμε.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι η ΔΔ/ΔΙ, δεν εκφράζει το μέτρο του ελάχιστου στοιχείου/αντικειμένου/χαρακτηριστικού που μπορεί ένας τηλεπισκοπικός δέκτης/σύστημα ν’ αντιληφθεί.

Γιατί απαιτείται, όπως είναι φανερό, κι η γνώση της κλίμακας, για να υπολογισθούν οι διαστάσεις του μικρότερου στοιχείου /αντικειμένου /χαρακτηριστικού, που απεικονίζεται από τον συγκεκριμένο τηλεπισκοπικό δέκτη /σύστημα.

Θα μπορούσαμε λοιπόν να ορίσουμε την γωνιώδη τιμή  $\gamma$  (σε mrad) της ΔΔ/ΔΙ ενός τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος που μπορεί να διακρίνει 4 ζεύγη γραμμών ανά εκατοστό, από απόσταση 12,5m, ως

$$\gamma = \frac{1,25 \text{ mm}}{12,500 \text{ mm}} = 0,1 \text{ mrad}$$

- (γ) Ικανότητα αναγνώρισης, στη φωτοερμηνευτική/τηλεπισκοπική μεθοδολογία, θεωρούμε την ικανότητα εξακρίβωσης της ταυτότητας ενός στοιχείου / αντικειμένου / χαρακτηριστικού, απ’ την καταγραφή του σε μια τηλεπισκοπική απεικόνιση.

Θα πρέπει να τονισθεί, ότι είναι δυνατό, ένα στοιχείο/αντικείμενο /χαρακτηριστικό, του φυσικού, ή του δομημένου περιβάλλοντος, παρ' όλο που μπορεί ν' ανιχνευθεί και να διαχωριστεί απ' τα γειτονικά του σε μια τηλεπισκοπική απεικόνιση, εν τούτοις, να μη μπορεί ν' αναγνωρισθεί.

Έτσι ένα ορθογώνιο σε μια τηλεπισκοπική απεικόνιση, μπορεί να είναι ένα σπίτι, ένα αγροτεμάχιο, ή ένα γήπεδο κι είναι η φασματική υπογραφή του κυρίως, (μαζί βέβαια με την κλίμακα, τον τόνο/χρώμα, το μέγεθος, τη σκιά, την υφή και τη σχέση του με το περιβάλλον κ.λ.π.) η έκφραση της ταυτότητας του, που βοηθάει στην αναγνώριση του.

Φασματική Υπογραφή ενός στοιχείου/αντικειμένου/χαρακτηριστικού, στην φωτοερμηνευτική τηλεπισκοπική μεθοδολογία, θεωρούμε την έκφραση της αλληλεπίδρασης του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που συντελεί μέσω του τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος στην απεικόνιση του.

Έτσι, φασματική υπογραφή ενός δάσους κωνοφόρων από ένα πολυφασματικό σαρωτή επτά καναλιών (π.χ. τον θεματικό χαρτογράφο του LANDSAT), είναι η συνάρτηση του ποσοστού της ανακλώμενης απ' αυτό (κι εκπεμπόμενης στην περιοχή του θερμικού υπέρυθρου) ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στα επτά διαστήματα μηκών κύματος των επτά καναλιών.

- (δ) Ικανότητα συσχέτισης στην φωτοερμηνευτική/τηλεπισκοπική μεθοδολογία θεωρούμε την ικανότητα ενός τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος, οργανικού ή μη, ή ενός συνδυασμού τους
1. να αντιλαμβάνεται και να “απομνημονεύει” κατάλληλα, σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά και χωρικά στοιχεία, εμφανίσεις, διατάξεις, πρότυπα, ιδιότητες και χαρακτηριστικά, (με την γεωμετρική μόνο, ή/και τη φασματική και την χωροχρονική τους διάσταση)
  2. να εξασφαλίζει τις προϋποθέσεις δυνατότητας συστηματικής παραβολής και συσχέτισης τους με τα στοιχεία: μιας ή περισσότερων, (ενός ή περισσότερων τύπων, μιας ή περισσότερων χρονολογιών, της ίδιας ή διαφορετικών κλιμάκων κ.λ.π.) τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, με οργανικό ή αυτόματο τρόπο, κι εσωτερικές ή παρεπόμενες διαδικασίες.
- (ε) Ικανότητα εκτίμησης στη φωτοερμηνευτική/τηλεπισκοπική μεθοδολογία θεωρούμε την ικανότητα ενός τηλεπισκοπικού δέκτη/συστήματος, οργανικού ή μη, ή συνδυασμού τους αξιοποιώντας όλα τα απαραίτητα εργαλεία, να εκτιμά, να αξιολογεί και να σταθμίζει τη σημασία πληροφοριών σχετικών με τη φυσική και την κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα μιας περιοχής την οποία απεικονίζει.
- Στην κατεύθυνση βελτιστοποίησης της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, είναι αυτονόητο ότι πρέπει να επιδιώκεται η βελτιστοποίηση των επιμέρους παραπάνω παραγόντων (κι όχι μόνο αυτών) και μάλιστα, τόσο σε μετρητικό/ποσοτικό και ποιοτικό επίπεδο, όσο και στο επίπεδο των συγκεκριμένων βημάτων της τεχνικής της προσέγγισης.

#### 4. Βήματα της τεχνικής προσέγγισης της Φωτοερμηνευτικής/Τηλεπισκοπικής Μεθοδολογίας

Τα βήματα της τεχνικής προσέγγισης της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, ανεξάρτητα απ' την ειδική οπτική κάτω απ' την οποία γίνεται η σχετική διερεύνηση θα μπορούσαν να συνοψισθούν στην παρακάτω σειρά:

- (α) Αναγνώριση στοιχείων, ενοτήτων στοιχείων, ομοιοτήτων και διαφορών/μεταβολών, και ενοτήτων/ομοιοτήτων και διαφορών/μεταβολών στον υπό διερεύνηση χώρο, με αξιοποίηση των υλικών υποστήριξης της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, που όπως αναλύσαμε σε άλλη θέση αποτελούν και τις αναγκαίες προϋποθέσεις εφαρμογής τους.
- (β) Ανάλυση των ομοιοτήτων και των διαφορών/ μεταβολών, αναζήτηση των σχέσεων, αλληλεπιδράσεων κι αλληλεξαρτήσεων τους κι εκτίμηση της σημασίας τους.
- Στη φάση αυτή ορίζουμε με την καλύτερη δυνατή προσέγγιση γενικές κατηγορίες ομοιογενών ζωνών με βάση τόσο τα είδη/αντικείμενα, όσο και τις συνθήκες και τα πρότυπα δομών και λειτουργιών που επικρατούν στην ενδιαφέρουσα περιοχή.
- (γ) Κατάλληλοι συσχετισμοί με το περιβάλλον.
- Παραβολές με φωτοερμηνευτικές κλειδες, με τα πορίσματα επίγειων ελέγχων/τεχνικών δειγματοληψιών και με επιμέρους κατάλληλα “απομνημονευμένα” μετρητικά και ποιοτικά στοιχεία, τόσο με νοητική/λογική, όσο και με αυτόματη διαδικασία.
- (δ) Σύμφωνη με τις κατάλληλες κι ειδικές κάθε φορά προδιαγραφές ταξινόμηση των ομοιοτήτων και των διαφορών, με οπτική, ή αυτόματη διαδικασία, ή και με διάφορους ειδικότερους

συνδυασμούς τους και με προσπάθεια ολοκληρωμένης θεώρησης και σύνθεσης των επιμέρους ειδικών προσεγγίσεων.

- (ε) Αξιολόγηση και χαρακτηρισμοί των πορισμάτων, σχετικά με τις ενότητες στοιχείων που διακρίθηκαν αμέσως ή αποτελούν λογικές εναλλακτικές πιθανότητες, με στόχο την προετοιμασία ενός νέου κύκλου λεπτομερέστερων και διεξοδικότερων αναλύσεων και προσεγγίσεων.
- (στ) Ανάδραση (feed back) - Ανατροφοδότηση με τα πορίσματα αυτά της αρχικής φάσης κι επανάληψης της όλης διαδικασίας της τεχνικής προσέγγισης για ακριβέστερες περισσότερες αξιόπιστες κι ολοκληρωμένες εξακριβώσεις.

##### 5. Μια ειδικότερη δυνατότητα. Η μεθοδολογία φωτοερμηνείας τοπίου του V. B. Komarov

Για συγκεκριμένες εφαρμογές της φωτοερμηνείας/τηλεπισκόπησης, στη γεωμορφολογία, γεωλογία, εδαφολογία, διερεύνηση φυσικών διαθεσίμων, σε πεδία μ' άλλα λόγια στα οποία, τα προς αναγνώριση στοιχεία/αντικείμενα/χαρακτηριστικά/εμφανίσεις, συναρτώνται με τη διαδικασία γένεσης ή την ίδια δομή ενός τοπίου, αναπτύχθηκε η μέθοδος της φωτοερμηνείας τοπίου.

Σύμφωνα μ' αυτή, και με βάση την γενική υποδομή της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας προβαίνουμε κατά σειρά:

- (α) στην Διάκριση (πάνω σε υπάρχουσες αεροφωτογραφίες της μικρότερης δυνατής κλίμακας, σε κατάλληλα φωτομωσαϊκά, σε ορθοφωτογραφίες, σε φωτογραφίες από διαστημικές πλατφόρμες SPACE SHUTTLE, MERCURY, SKYLAB ή και σε δορυφορικές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις των προγραμμάτων LANDSAT, SPOT, MOS, SOYUZ κ.λ.π.) των περιφερειών/ζωνών/εμφανίσεων, που φαίνονται “φωτογραφικά” ομοιογενείς, σε σχέση με την ομοιογένεια της δομής τοπίων, όπως π.χ. ορεινοί όγκοι ίδιων τόνων, υψής και προτύπων, κοιλάδες ίδιας σε μεγάλο βαθμό χρήσης γης, περιοχές με συγκεκριμένο δίκτυο επιφανειακής αποχέτευση των νερών, εκτάσεις, με ίδιων προτύπων καλλιέργειες, έρημοι, περιοχές παγετώνων κ.λ.π.
- (β) στην Διάκριση τοποθεσιών και μονάδων, ή ενοτήτων/συστημάτων μονάδων γης και τον προσδιορισμό του τύπου τους, ή του τύπου σχέσης τους, μέσα στα συγκεκριμένα όρια ενός τοπίου, (το οποίο και μπορεί αντίστροφα να συνταχθεί, ή να επιβεβαιωθεί απ' αυτά).
- (γ) στην Ανάλυση και Περιγραφή, των χαρακτηριστικών τηλεπισκοπικών στοιχείων του τοπίου, για κάθε τοποθεσία, μονάδα, ή ενότητα/σύστημα μονάδων γης που διακρίναμε στη δεύτερη φάση (ανάγλυφο, δίκτυο αποχέτευσης, τόπος διάβρωσης, γεωλογική δομή, εδάφη, βλάστηση, τύποι επέμβασης του ανθρώπου) και στην Διαπίστωση και Καταγραφή των αλληλεξαρτήσεων τους.
- (δ) στην Αποκάλυψη των “δεικτών” των υπό διερεύνηση στοιχείων /αντικειμένων/χαρακτηριστικών/εμφανίσεων (θεωρουμένων ως συστατικών του τοπίου) και την Επεξεργασία κριτηρίων για την ερμηνεία αυτών των “δεικτών”
- (ε) στην Ερμηνεία των παραπάνω στοιχείων/ αντικειμένων/ χαρακτηριστικών/ εμφανίσεων, στη βάση των κριτηρίων που επελέγησαν για το σύνολο του τοπίου, με παράλληλη πραγματοποίηση των άκρως απαραίτητων ελάχιστων επίγειων ελέγχων και αξιοποίηση των κατάλληλων φωτοερμηνευτικών κλειδιών.

Μπορούμε να κατανοήσουμε εύκολα, ότι όσο η ειδικότερη δυνατότητα της μεθοδολογίας φωτοερμηνείας του τοπίου, (στο βαθμό που αντιλαμβάνεται και παρακολουθεί την διαλεχτική φύση γένεσης της αντικειμενικής πραγματικότητας), πλουτίζει την διαδικασία τεχνικής προσέγγισης της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, αλλά τόσο κι η συστηματικότητα της τεχνικής προσέγγισης της, εμβαθύνει την μεθοδολογία φωτοερμηνείας τοπίου.

Και στις δύο περιπτώσεις όμως θα πρέπει να θυμόμαστε τους αντικειμενικούς περιορισμούς, τόσο της επαγωγικής (inductive) και της απαγωγικής (deductive) λογικής ανάλυσης, όσο και της (οπωσδήποτε καλύτερης κι αποδοτικότερης από την κάθε μια απ' αυτές μόνο), αλληλοσυμπλήρωσής τους, στην προσπάθεια μας να αντιληφθούμε και να ερμηνεύσουμε τη φυσική και την κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα, είτε σε κανονικές συνθήκες ισορροπίας των σχετικών συστημάτων τους, ή σε συνθήκες έντασης και διατάραξής τους.

Είναι αλήθεια ότι η Επαγωγή, (η απόπειρα δηλαδή συναγωγής καθολικών συμπερασμάτων από μερικά δεδομένα, ή κατά τον Αριστοτέλη, ο συλλογισμός με τον οποίο ανυψωνόμαστε από τα είδη στα γένη), περιορίζεται απ' το γεγονός ότι η παρατήρηση ενός φαινομένου με στόχο την



ανακάλυψη που το διέπει, δεν μπορεί αντικειμενικά, παρά να εξετάσει ορισμένο μόνο αριθμό δεδομένων ή επιμέρους στοιχείων ή περιπτώσεων.

Οι σημερινές τεράστιες δυνατότητες της Τηλεπισκοπικής παρατήρησης, (από διαφορετικά ύψη, κατακόρυφα ή κεκλιμένα, με διαφορετικές εστιακές αποστάσεις φωτομηχανών, με διάφορων τύπων δέκτες σε διαφορετικές χρονολογίες, εποχές και ώρες λήψης, με δέκτες διαφορετικών Διαχωριστικών Διακριτικών/Ικανοτήτων Δυνατοτήτων κ.λ.π.) δυναμικοποιούν βέβαια την επαγωγική διαδικασία, αλλά με αλματώδη αύξηση του κόστους των σχετικών νοητικών ή και αυτοματοποιημένων διαδικασιών.

Απ' την άλλη μεριά, ούτε η Απαγωγή, (ως συλλογισμός με τον οποίο, είτε αποδεικνύουμε την αλήθεια μιας πρότασης με την απόδειξη του άτοπου της αντίθετης μ' αυτήν, είτε θεωρώντας μια μείζονα πρόταση ως βέβαιη φθάνουμε σε μια ελάσσονα, που είναι απλά πιθανή και συνεπάγεται την πιθανότητα του συμπεράσματος), ως στοιχείο του "ορθού λόγου" μπορεί, έστω και μαζί με την Επαγωγή να αιτιολογήσει ένα φαινόμενο.

Η αιτιολόγηση ενός φαινομένου της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας δεν μπορεί να θεμελιωθεί χωρίς την αξιοποίηση της διαλεκτικής, κι αντικειμενικά διεπιστημονικού χαρακτήρα ολοκληρωμένης θεώρησης του με βάση τόσο την επιστημονική μεθοδολογία όσο και την ειδικότερη ερευνητική του προσέγγιση απ' την επιστημονοτεχνική οπτική που θεωρείται ως πιο αποτελεσματική κατά περίπτωση.