

# Οι σύγχρονες εξελίξεις της Τηλεπισκόπησης και η συμβολή τους στη διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων της ανάπτυξης

Καθ. Δ.Ρόκος  
Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης Ε.Μ.Π.

## 1. Αναλογικές και Ψηφιακές Μέθοδοι Ανάλυσης κι Ερμηνείας Τηλεπισκοπικών Απεικονίσεων

Στα βασικά εγκύκλια πανεπιστημιακά εγχειρίδια ορίσαμε τη Φωτοερμηνευτική/Τηλεπισκοπική μεθοδολογία ως:

"την οργανική σύνθεση του "αισθητού" με το "λογικό" με βάση την επιστημονική μεθοδολογία, ώστε να προσεγγίζουμε, από μακρυνά, διεπιστημονικά και με διαλεκτικό τρόπο, το διαλεκτικό χαρακτήρα της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας" (Δ.Ρόκος: "Φωτοερμηνεία - Τηλεπισκόπηση" Ε.Μ.Π., Αθήνα 1988).

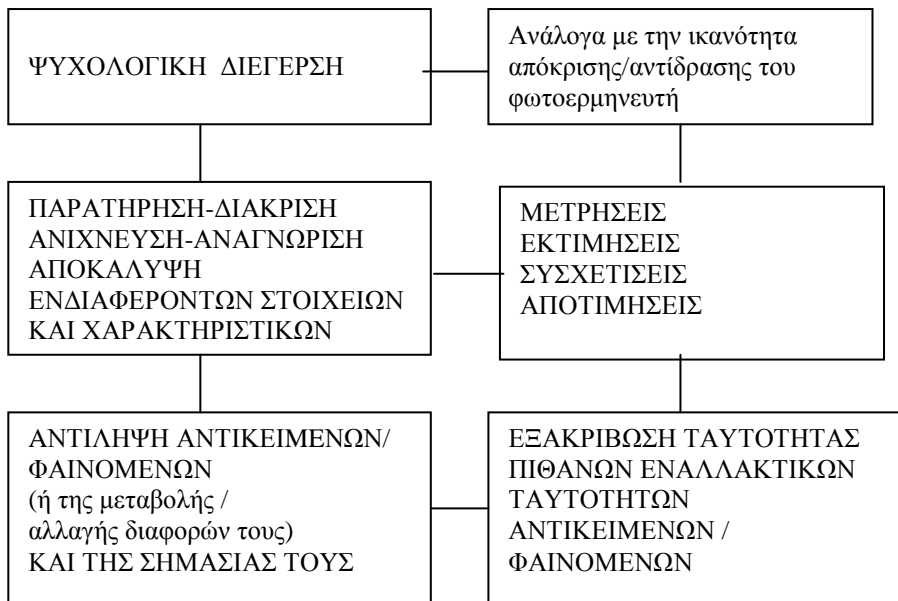
Επιχειρήσαμε δε να την τυποποιήσουμε ως:

"την ολοκλήρωση του πολυδιάστατου αθροίσματος και της αλληλεπίδρασης της εμπειρίας, της λογικής, της ειδικής επιστημονικής γνώσης, (του πεδίου ή των πεδίων κάτω απ' την οπτική των οποίων γίνεται η σχετική διερεύνηση ή η διεπιστημονική προσέγγιση) και των, ελαχίστων δυνατών αλλά απαραίτητων, επίγειων ελέγχων".

Ακόμα, τεκμηριώσαμε ότι αποτελούν θεμελιακής σημασίας προϋποθέσεις κι υποδομή στήριξης της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας:

- (α) η γενική γνώση της υπό μελέτη περιοχής,
- (β) η ειδική γνώση των συγκεκριμένων (για την ειδική έρευνα) "ειδικών" χαρακτηριστικών/συνθηκών της περιοχής,
- (γ) η ειδική γνώση των δυνατοτήτων και των περιορισμών των συγκεκριμένων τηλεπισκοπικών δεκτών/συστημάτων (ή και συνδυασμών τους), σε σχέση με την αναγνώριση συγκεκριμένων φασματικών, χωρικών και χρονικών μεταβολών / διαφορών / χαρακτηριστικών / στοιχείων στο χώρο του υπό μελέτη αντικειμένου/φαινομένου ή συμβάντος,
- (δ) η ειδική γνώση του/των επιστημονικού/ών πεδίου/ων της σχετικής μελέτης, σε συνδυασμό με την κατάλληλη διεπιστημονική συνεργασία και την ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος και
- (ε) ο σχεδιασμός κι η πραγματοποίηση των κατάλληλων επίγειων ελέγχων ανάλογα:
  - με την ποιότητα των διατιθεμένων τηλεπισκοπικών απεικονίσεων,
  - με την κλίμακά τους,
  - με την εμπειρία του φωτοερμηνευτή,
  - με τις γενικές και ειδικές συνθήκες που επικρατούν στο χώρο του προς μελέτη αντικειμένου,
  - με το βαθμό γενικής γνώσης της περιοχής,
  - με την απαιτούμενη ακρίβεια και
  - με τον τύπο ανάλυσης / ερμηνείας.

Η λειτουργία του Φωτοερμηνευτή κατά την Φωτοερμηνευτική / Τηλεπισκοπική Μεθοδολογία ακολουθεί την πορεία:



Η ψυχολογική διέγερση του φωτοερμηνευτή πραγματοποιείται:

- (α) με την απόκριση/αντίδραση του στα βασικά φωτοαναγνωριστικά στοιχεία μιας ή ενός ζεύγους τηλεπισκοπικών απεικονίσεων:
- ΤΟΝΟΣ / ΑΠΟΧΡΩΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
  - ΣΧΗΜΑ / ΜΟΡΦΗ
  - ΜΕΓΕΘΟΣ
  - ΠΡΟΤΥΠΟ
  - ΥΦΗ
  - ΣΚΙΑ
  - ΑΙΣΘΗΣΗ / ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ 3ης ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ
  - ΘΕΣΗ / ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ
  - ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ και
- (β) με την προοδευτική βήμα προς βήμα αξιοποίησή τους, απ' τα απλούστερα κατανοητά (τόνος/απόχρωση χρώματος), ως τα αντικειμενικά πιο σύνθετα, (σχέση με το περιβάλλον), για την εξαγωγή μονοσήμαντων ή πιθανολογικών συμπερασμάτων και πληροφοριών.

Είναι φανερό ότι οι τηλεπισκοπικές απεικονίσεις μιας συγκεκριμένης περιοχής/περιφέρειας μπορεί να είναι:

- (α) σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή,
- (β) της ίδιας ή διαφορετικών κλιμάκων, (λόγω μεταβολής του ύψους πτήσης ή της εστιακής απόστασης του τηλεπισκοπικού δέκτη),
- (γ) της ίδιας ή διαφορετικής διαχωριστικής/διακριτικής ικανότητας/δυνατότητας (ΔΔ/ΔΙ),
- (δ) μονοεικονικές ή σε μορφή στερεοζευγών,
- (ε) της ίδιας ή διαφορετικών χρονολογιών,
- (στ) της ίδιας ή διαφορετικών εποχών του χρόνου,
- (ζ) της ίδιας ή διαφορετικών ωρών λήψης,
- (η) κάτω απ' τις ίδιες, ή διαφορετικές ατμοσφαιρικές / μετεωρολογικές συνθήκες,
- (θ) ευαισθητοποιημένες στην ίδια, ή σε διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος,
- (ι) με τον ίδιο ή διαφορετικούς προσανατολισμούς του άξονα πτήσης,
- (κ) παρμένες με τον ίδιο ή διαφορετικούς τηλεπισκοπικούς δέκτες/συστήματα,
- (λ) κάτω απ' τις ίδιες / ή διαφορετικές / ειδικές (τεχνικές) συνθήκες λήψης (π.χ. άξονας λήψης κατακόρυφος/κεκλιμένος, πόλωση σε radar λήψεις οριζόντια ή κατακόρυφη κ.λ.π.)

Και οι τηλεπισκοπικές αυτές απεικονίσεις είναι δυνατόν ν'αναλυθούν απ' τον φωτοερμηνευτή, είτε με την παραδοσιακή αναλογική φωτοερμηνευτική μέθοδο, η οποία αποτελεί την οικειότερη στον

άνθρωπο (ως το πιο ολοκληρωμένο δυνατό τηλεπισκοπικό σύστημα) διαδικασία, ή με την βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών και αλγόριθμων ψηφιακών επεξεργασιών ή τέλος με μεικτές υβριδικές μεθόδους.

Ενώ λοιπόν τα βασικά φωτοαναγνωριστικά στοιχεία αποτελούν την κοινή αναφορά των αναλογικών και των ψηφιακών διαδικασιών, αποκάλυψης/εξακρίβωσης ταυτοτήτων αντικειμένων/φαινομένων και λύσης σχετικών προβλημάτων, ο τρόπος αξιοποίησής τους αυτονόητα επηρεάζεται απ' τις αντικειμενικές δυνατότητες και τους περιορισμούς των αντίστοιχων μεθόδων και, τεχνικών και των διατιθεμένων στοιχείων υποδομής/στήριξης της φωτοερμηνευτικής τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας.

### 1.1. Αναλογικές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης

Ετσι, οι αναλογικές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης, βασίζονται στον έλεγχο αληθοφανών υποθέσεων και στην αρχή των συγκλινουσών ενδείξεων.

Οι διαδικασίες αυτές αξιοποιούν τις δυνατότητες του φωτοερμηνευτή να συγκροτεί αληθοφανείς υποθέσεις για αντικείμενα/φαινόμενα/εμφανίσεις/χαρακτηριστικά στον υπό διερεύνηση χώρο, συνθέτοντας στοιχεία της εμπειρίας του και της ειδικότερης επιστημονικής του γνώσης, σε σχέση με τις απεικονίσεις τους ως συνδυασμών φωτοαναγνωριστικών στοιχείων στις τηλεπισκοπικές εικόνες και να ελέγχει στη συνέχεια την πιθανοφάνεια/αξιοπιστία τους, με βάση επαγωγικούς κι απαγωγικούς συλλογισμούς και την ολοκληρωμένη προσέγγιση όλων των διαστάσεων του κάθε προβλήματος.

Ο άνθρωπος φωτοερμηνευτής, όντας το τελειότερο κι αντικειμενικά ανυπέβλητο ολοκληρωμένο τηλεπισκοπικό σύστημα, με το κυριότερο μέσο της πειραματικής μεθόδου την Επαγωγή, μπορεί:

- απ' την παρατήρηση ενός φαινομένου να συμπεραίνει (με αλληπάλληλες αναδράσεις / συσχετισμούς και διορθώσεις) τον νόμο που διέπει το φαινόμενο αυτό,
- από το είδος, να μεταβαίνει στο γένος κι
- από μερικά δεδομένα να συνάγει καθολικά συμπεράσματα, ανιχνεύοντας, ομαδοποιώντας, συσχετίζοντας κι αξιολογώντας ομοιότητες, αντιστοιχίες και διαφορές αντικειμένων / εμφανίσεων / χαρακτηριστικών / συνθηκών και προτύπων.

Τα σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά και χωρικά στοιχεία τα οποία συγκροτούν ως εικόνες της πραγματικότητας την τηλεπισκοπική απεικόνιση μιας συγκεκριμένης περιοχής/περιφέρειας κάτω από γνωστές συνθήκες λήψης, αποτελούν ταυτόχρονα κι έκφραση των αμοιβαίων σχέσεων, εξαρτήσεων κι αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πραγματικών αντικειμένων, φαινομένων, εμφανίσεων και χαρακτηριστικών, οι οποίες προϋπήρξαν, υπάρχουν, τελούνται ή εξελίσσονται στο χώρο του υπό μελέτη αντικειμένου, φαινομένου ή προβλήματος.

Ο άνθρωπος - φωτοερμηνευτής αντιλαμβάνεται αμέσως και μπορεί να μετρά, να εκτιμά, να συσχετίζει με εμπειρικές κλίμακες και μεγέθη αναφοράς (φωτοερμηνευτικά κλειδιά, προηγούμενες προσλαμβάνουσες παραστάσεις καταχωρισμένες στη μνήμη του, κανόνες, νόμοι, φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες αντικειμένων και σχέσεις, μεταξύ τους και με τις αντίστοιχες ιδιότητες του περιβάλλοντος χώρου κ.λ.π.), αλλά και να αξιολογεί τη σημασία όλων ανεξαιρέτα των φωτοαναγνωριστικών στοιχείων.

Ετσι μπορεί:

- I) να εξάγει αμέσως πληροφορίες, μετρητικές και ποιοτικές από μια κατάλληλη τηλεπισκοπική απεικόνιση ή από στερεοσκοπικό ζεύγος τους που να αφορούν:
  - (α) στις οριζοντιογραφικές και υψομετρικές συντεταγμένες  $x$ ,  $y$  και  $z$  της θέσης οποιουδήποτε ενδιαφέροντος σημείου, και συνεπώς και στα γραμμικά στοιχεία, τα σχήματα και τις διατάξεις τους (πρότυπα)
  - (β) στην διαβάθμιση τόνου ή στην απόχρωση χρώματος της ορατής επιφάνειας ενός αντικειμένου ή χωρικού στοιχείου και συνεπώς και στην συχνότητα εναλλαγής τους (υφή/επιφανειακή τραχύτητα),
  - (γ) στην περιεχόμενη στο έδαφος υγρασία,

- (δ) στην θερμοκρασία σημειακών, επιφανειακών και χωρικών στοιχείων, (όταν χρησιμοποιούμε τηλεπισκοπικό δέκτη που ευαισθητοποιείται στην περιοχή του θερμικού υπέρυθρου του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας),
  - (ε) στην περιεχόμενη στη βλάστηση υγρασία,
  - (ζ) στην βιομάζα της βλάστησης και
  - (η) στα χαρακτηριστικά απορρόφησης της χλωροφύλλης της βλάστησης, αλλά και
- (II) *εμμέσως*, από συνδυασμούς των παραπάνω μεταβλητών, (π.χ. καμμένο ή προσβεβλημένο από έντομα ή ασθένειες δάσος, χρήσεις γης, γεωλογικά ρήγματα, εμφανίσεις πετρωμάτων κ.λ.π.).
- Ο Jensen (1983) σχετικά, αναφέρεται σε 9 ανεξάρτητες βασικές / πρωτογενείς "βιοφυσικές" μεταβλητές: την οριζοντιογραφική θέση, το υψόμετρο/βαθύμετρο, το χρώμα αντικειμένου, τα χαρακτηριστικά απορρόφησης της χλωροφύλλης της βλάστησης, την βιομάζα της βλάστησης, την περιεχόμενη στη βλάστηση υγρασία, την περιεχόμενη στο έδαφος υγρασία, την θερμοκρασία και την υφή ή επιφανειακή τραχύτητα.

## 1.2. Οι ψηφιακές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης

Αναπτύχθηκαν παράλληλα με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών κι έχουν ως στόχο να αξιοποιήσουν τις συνεχώς επεκτεινόμενες δυνατότητές τους στην ταχύτατη εκτέλεση μεγάλου όγκου αριθμητικών πράξεων, πάνω στις ψηφιακές τιμές των πινάκων  $n$  γραμμών και  $m$  στηλών οι οποίες συγκροτούν μια ψηφιακή τηλεπισκοπική απεικόνιση κι αποτελούν αριθμητική έκφραση του απλούστερου φωτοαναγνωριστικού στοιχείου, του τόνου.

Οι ψηφιακές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης υστερούν αντικειμενικά σε θέματα λογικής διαδικασίας, αναγνώρισης, διαλεκτικής προσέγγισης, αντίληψης και κατανόησης (π.χ. σχημάτων και μορφών) και εκτίμησης της σημασίας τους, από τον άνθρωπο-φωτοερμηνευτή, κι οι σχετικές βελτιώσεις τους θα οριοθετηθούν απ' την έρευνα και τις σχετικές εξελίξεις στα πεδία της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και της κατανόησης εικόνων (Image Understanding).

Οι ψηφιακές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης στηρίζονται:

- στην στατιστική και συντακτική αναγνώριση προτύπων, (statistical and syntactical pattern recognition)
- στην θεωρητική μέθοδο αποφάσεων (decision theoretic approach) και
- στη συμβολική λογική συνεπαγωγή, (symbolic reasoning) (Jensen 1986).

Οι αναλογικές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης υστερούν με τη σειρά τους έναντι των ψηφιακών γιατί ο άνθρωπος-φωτοερμηνευτής:

- αντιλαμβάνεται μόνον τα φυσικά μεγέθη που απεικονίζονται από τηλεπισκοπικούς δέκτες που ευαισθητοποιούνται στις περιοχές του ορατού φωτός και
- μπορεί να αναλύει στις παραπάνω περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος μια τηλεπισκοπική απεικόνιση (ή ένα στερεοζεύγος) κάθε φορά.

Έτσι οι αναλογικές μέθοδοι φωτοερμηνευτικής ανάλυσης αποτελούν επιστημονοτεχνικό αντικείμενο έντασης εργασίας, ενώ οι ψηφιακές μέθοδοι αποτελούν αντικείμενο έντασης κεφαλαίου, γιατί απαιτούν την χρήση πολύπλοκων και δαπανηρότατων οργάνων και συστημάτων, τόσο τηλεπισκοπικών λήψεων, όσο και τηλεπισκοπικών ψηφιακών επεξεργασιών κι αποδόσεων.

Είναι φανερό ότι το μέλλον της τηλεπισκόπησης βρίσκεται στην ανάπτυξη υβριδικών μεθόδων βελτιστοποίησης και δημιουργικής σύνθεσης των δυνατοτήτων και μείωσης/υπέρβασης των αντικειμενικών (μέχρι στιγμής) περιορισμών των αναλογικών και των ψηφιακών μεθόδων φωτοερμηνευτικής ανάλυσης.

## 1.3. Τεχνικές και στοιχεία υποδομής/στήριξης των αναλογικών και των ψηφιακών μεθόδων φωτοερμηνευτικής ανάλυσης

Οι προϋποθέσεις και τα στοιχεία υποδομής/στήριξης της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας συζητήθηκαν αναλυτικά (Δ.Ρόκος: "Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση" Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1988) και

ισχύουν "αναλογικά", τόσο για τις αναλογικές, όσο και για τις ψηφιακές μεθόδους φωτοερμηνευτικής ανάλυσης.

Η δυνατότητα στερεοσκοπικής όρασης κι αντίληψης και μέτρησης παραλλάξεων για υπολογισμό υψομετρικών διαφορών κι υψομέτρων που εξασφαλίζεται με τη χρήση των απλών και των κατοπτρικών / πρισματικών στερεοσκοπίων και των παραλλακτικών ράβδων, αποτελεί, (μαζί βέβαια και με τις απλές μετρήσεις μηκών και επιφανειών στις αεροφωτογραφίες και τις λοιπές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις), την κύρια τεχνική της αναλογικής μεθόδου φωτοερμηνευτικής ανάλυσης που συμπληρώνει την πρωτογενή μονοεικονική παρατήρηση.

Με τη βοήθεια βέβαια της στερεοσκοπικής παρατήρησης και των στοιχείων/προϋποθέσεων στήριξης της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας, (γενική γνώση της περιοχής, ειδική γνώση των ειδικών χαρακτηριστικών/συνθηκών της περιοχής, ειδική γνώση των δυνατοτήτων ειδικών τηλεπισκοπικών δεκτών/συστημάτων, ειδική γνώση του επιστημονοτεχνικού πεδίου της σχετικής μελέτης), τα οποία ολοκληρώνονται με την κατάλληλη διεπιστημονική συνεργασία, την ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος, τους κατάλληλους επίγειους ελέγχους και τα απαραίτητα φωτοερμηνευτικά κλειδιά, ο άνθρωπος - φωτοερμηνευτής συγκροτεί Μοντέλα Αντίληψης/Κατανόησης των στοιχείων της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας, αλλά και Βάσεις Γνώσης (αναλογικές), με τα οποία ελέγχει τις υποθέσεις του.

Ο φωτοερμηνευτής στην αναλογική μέθοδο φωτοερμηνευτικής ανάλυσης αξιοποιεί τις τυχόν προϋπάρχουσες πληροφορίες, σε αναλογική ή και εικονιστική / χαρτογραφική / θεματική μορφή όπως:

- χάρτες και τοπογραφικά διαγράμματα διαφόρων κλιμάκων,
- κτηματολογικά διαγράμματα και χάρτες εγγείων διαρθρώσεων,
- χάρτες χρήσεων / καλύψεων γης,
- βιβλιογραφικά στοιχεία,
- στατιστικά στοιχεία,
- μετεωρολογικά στοιχεία,
- γεωμορφολογικά στοιχεία,
- κλιματολογικά στοιχεία,
- θεματικούς χάρτες της περιοχής,
- πάσης φύσης καταγραφές πληροφοριών για την περιοχή,
- αεροφωτογραφίες κ.λ.π. τηλεπισκοπικές απεικονίσεις κ.λ.π.

Όπως είναι φυσικό, στην ψηφιακή μέθοδο φωτοερμηνευτικής ανάλυσης, οι τεχνικές και τα στοιχεία στήριξης της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας πρέπει να συμβαδίζουν με τον αντικειμενικά στατιστικής /πιθανολογικής φύσης χαρακτήρα της μεθόδου και να έχουν την μορφή, είτε γνωστών εκ των προτέρων πιθανοτήτων εμφάνισης ενός αντικειμένου/χαρακτηριστικού, ή άλλων ψηφιακών πληροφοριών.

Ετσι:

(α) διαμορφώνονται πεδία ελέγχου / αναφοράς και "εξάσκησης" (training sites) που ορίζονται από το άνω και κάτω πέρασ των ψηφιακών τιμών, οι οποίες - κάτω από ορισμένες συγκεκριμένες συνθήκες - αντιστοιχούν σε ένα ορισμένο συγκεκριμένο αντικείμενο/χαρακτηριστικό της τηλεπισκοπικής απεικόνισης, και

(β) συγκροτούνται τα κατάλληλα για κάθε περίπτωση μαθηματικά μοντέλα.

Παρά το γεγονός ότι τα πεδία ελέγχου/αναφοράς και "εξάσκησης", για τις μη επιβλεπόμενες ταξινομήσεις υποκαθιστούν τον ρόλο των κατάλληλων επίγειων ελέγχων, οι επιβλεπόμενες ταξινομήσεις απαιτούν, στην πιο αξιόπιστη δυνατή εκδοχή τους τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση των κατάλληλων επίγειων ελέγχων.

Οι ψηφιακής μορφής Βάσεις Γνώσης οι οποίες μπορούν να καλύπτουν συγκεκριμένα ειδικά επιστημονοτεχνικά πεδία μπορούν στην προοπτική ανάπτυξης εμπειρών συστημάτων (expert systems) ν' αξιοποιηθούν με κατάλληλο λογισμικό, για συγκρίσεις, συσχετίσεις, αναφορές και ταυτοποιήσεις σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών, χωρικών και φασματικών στοιχείων και χαρακτηριστικών μιας τηλεπισκοπικής απεικόνισης με γνωστές σταθερές, ή με τις πιθανότερες

δυνατές εναλλακτικές αντιστοιχίσεις τους με αντικείμενα / χαρακτηριστικά / εμφανίσεις / φαινόμενα του πραγματικού φυσικού και κοινωνικοοικονομικού χώρου.

#### **1.4. Κριτήρια επιλογής αναλογικών και ψηφιακών μεθόδων φωτοερμηνευτικής ανάλυσης**

Η αναλογική μέθοδος φωτοερμηνευτικής ανάλυσης ενδείκνυται:

- (α) όταν η υπό διερεύνηση περιοχή είναι σχετικά μικρή και δεν υπερβαίνει τα όρια ενός μεγάλου δήμου, ενός συνδέσμου κοινοτήτων, μιας επαρχίας, ή ενός τμήματος νομού,
- (β) όταν στο προς διερεύνηση πρόβλημα έχει ιδιαίτερη σημασία η αναγνώριση κι η εξακρίβωση της ταυτότητας συγκεκριμένων σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών και χωρικών στοιχείων και χαρακτηριστικών,
- (γ) όταν οι φασματικές υπογραφές των αντικειμένων/εμφανίσεων/χαρακτηριστικών της υπό μελέτη περιοχής είναι πολλές και προκαλούν με την σύγχυσή τους δυσκολία στην ειδικολόγηση αποκάλυψη των αντίστοιχων συγκεκριμένων μεμονωμένων ειδών,
- (δ) όταν είναι απαραίτητη η χρήση της αρχής των συγκλινουσών ενδείξεων για την διακρίβωση συγκεκριμένων σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών και χωρικών στοιχείων και χαρακτηριστικών στην υπό μελέτη περιοχή,
- (ε) όταν απαιτείται υψηλή Διαχωριστική/Διακριτική Δυνατότητα/Ικανότητα για την διάκριση εκείνων των ενδιαφερόντων χαρακτηριστικών τα οποία έχουν ουσιαστική σημασία για την συγκεκριμένη κάθε φορά μελέτη.

Η ψηφιακή μέθοδος φωτοερμηνευτικής ανάλυσης απ' την άλλη μεριά ενδείκνυται:

- (α) όταν η υπό διερεύνηση περιοχή ή η περιοχή στα όρια της οποίας τελείται ή εξελίσσεται ένα ενδιαφέρον φυσικό ή άλλο φαινόμενο, είναι εξαιρετικά εκτεταμένη και υπερβαίνει τα όρια ενός νομού, μιας περιφέρειας ή και ενός κράτους ακόμη,
- (β) όταν η ανίχνευση λεπτομερειακών σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών και χωρικών στοιχείων δεν είναι ιδιαίτερης σημασίας για το υπό διερεύνηση πρόβλημα, ή για την συγκεκριμένη μελέτη,
- (γ) όταν τα επιμέρους τμήματα, είδη, ζώνες και περιφέρειες της υπό διερεύνηση περιοχής είναι σε μεγάλο βαθμό ομοιογενή και συνεπώς συντελούν σε λίγες, σαφείς και διακριτές μεταξύ τους φασματικές υπογραφές οι οποίες διευκολύνουν την διακρίβωση της ταυτότητας των αντίστοιχων συγκεκριμένων μεμονωμένων εμφανίσεων,
- (δ) όταν η υψηλή Διαχωριστική/Διακριτική Δυνατότητα/Ικανότητα του τηλεπισκοπικού δέκτη δεν είναι ιδιαίτερης σημασίας για το είδος της συγκεκριμένης μελέτης/διερεύνησης.

Σημαντικά πλεονεκτήματα των ψηφιακών μεθόδων θα μπορούσαν να θεωρηθούν:

- α) η ευστροφία στην προσέγγιση ειδικών και συνολικών προβλημάτων,
- β) η δυνατότητα επαναληπτικότητας των επεξεργασιών των (επαναληπτικού χαρακτήρα) στοιχείων των πολυφασματικών κ.λ.π. δεκτών των δορυφορικών κυρίως τηλεπισκοπικών προγραμμάτων,
- γ) η συνεχής αύξηση της ταχύτητας και του όγκου των επεξεργασιών, ως αποτέλεσμα των παραλλήλων εξελίξεων στο πεδίο της πληροφορικής,
- δ) η διατήρηση της πληρότητας και της ακρίβειας των πρωτογενών πρωτοτύπων στοιχείων κ.λ.π.

#### **2. Οι εξελίξεις των συστημάτων λήψης και επεξεργασίας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων και των διαστημικών τηλεπισκοπικών προγραμμάτων**

Οι εξελίξεις στα πεδία αυτά αποτελούν φυσικό παρακολούθημα τόσο του περάσματος της παραδοσιακής φωτοερμηνείας στις ευρύτερες δυνατότητες της τηλεπισκόπησης και μάλιστα στη διαστημική της εποχή, όσο και των συναφών εξελίξεων στα πεδία της πληροφορικής, της αεροδιαστημικής και των εφαρμογών τους.

Εκτεταμένες σχετικές αναφορές μπορεί να βρει ο ενδιαφερόμενος μελετητής σε πρόσφατες δημοσιεύσεις (Δ. Ρόκος, 1988α, 1988β, 1988γ), όπως επίσης και στις πηγές του κεφαλαίου 4 της

εισήγησης αυτής.

Σε μια συνοπτική αποτίμηση θα μπορούσαμε να επισημάνουμε ότι σήμερα είναι πια συγκεκριμένη πραγματικότητα ή δυνατότητα:

- α) συχνότατα επαναληπτικής γεωστασιακής και ηλιοσύγχρονης επισκόπησης του πλανήτη μας σε διάφορες κλίμακες και φασματικές περιοχές,
- β) μονοεικονικής αλλά και στερεοσκοπικής θεώρησης, παρατήρησης και παρακολούθησης του μέγιστου τμήματος της φυσικής γήινης επιφάνειας, της ατμόσφαιρας και των ωκεανών από διάφορα ύψη, μέχρι και 920 km (για σημαντικά μικρότερο όμως τμήμα),
- γ) κατακόρυφης ή κεκλιμένης θεώρησης ειδικά ή επικαιρικά ενδιαφερόντων τμημάτων του πλανήτη μας,
- δ) τακτών λήψεων υπό γνωστές και/ή προγραμματισμένες (υπό προϋποθέσεις) συνθήκες (έτος, εποχή, ημέρα, ώρα) στο πλαίσιο βέβαια των προδιαγραφών των συγκεκριμένων σε λειτουργία δορυφορικών τηλεπισκοπικών προγραμμάτων.
- ε) αυτόματων προγραμματισμένων λήψεων αλλά και ειδικών λήψεων από επανδρωμένους δορυφόρους και διαστημικά εργαστήρια,
- στ) (πέραν των γνωστών ψηφιακών πολυφασματικών λήψεων των προγραμμάτων Landsat, Spot, MOS, HCMM κ.λ.π.), αναλογικών φωτογραφικών λήψεων διαφόρων διαχωριστικών διακριτικών δυνατοτήτων ικανοτήτων (ΔΔ/ΔΙ):
  - από 5-10 m με τη φωτογραφική μηχανή KFA-1000 (ΕΣΣΔ) για έγχρωμες και ασπρόμαυρες διαστημικές φωτογραφίες σε κλίμακες 1:250.000, ως και 1:65.000, ή την LFC (Large Format Camera Η.Π.Α.) στη φασματική περιοχή  $\lambda = 0,4-0,9 \mu\text{m}$  σε κλίμακες 1:720.000 ως και 1: 1.200.000,
  - από 15-30 m με τη φωτογραφική μηχανή KATE-200 (ΕΣΣΔ) για έγχρωμες κι ασπρόμαυρες φωτογραφίες και έγχρωμες/ψευδοχρωματικές πολυφασματικές συνθέσεις σε κλίμακες 1: 1.200.000 ως και 1:300.000,
  - 60 m, με τη φωτογραφική μηχανή KATE-140 (ΕΣΣΔ) για ασπρόμαυρες φωτογραφίες σε κλίμακες 1: 1.750.000 ως και 1:450.000, και
  - 20 m, με τη φωτογραφική μηχανή MKF-6 (ΕΣΣΔ) για ασπρόμαυρες (σε 6 φασματικές περιοχές) κι έγχρωμες/ψευδοχρωματικές πολυφασματικές συνθέσεις σε κλίμακες 1:2.500.000 ως και 1:500.000 ή τη φωτογραφική μηχανή Metric Camera (E.S.A., Spacelab) για ασπρόμαυρες και ψευδοχρωματικές φωτογραφίες σε κλίμακα 1:820.000.
- ζ) αναλογικοποίησης των ψηφιακών και ψηφιοποίησης των αναλογικών τηλεπισκοπικών λήψεων κ.λ.π.

Ακόμη, σήμερα, είναι απτή πραγματικότητα η δυνατότητα μιας δημόσιας υπηρεσίας σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο ή ενός γραφείου μελετητών και συμβούλων αγρονόμων τοπογράφων μηχανικών ή άλλων επιστημόνων ειδικευμένων στη Φωτοερμηνεία, την Τηλεπισκόπηση, τις ψηφιακές επεξεργασίες τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (ψ.ε.τ.α.) και τα γεωγραφικά και κτηματολογικά συστήματα πληροφοριών, να επιλέξουν σύμφωνα με τις ανάγκες και τις εφαρμογές τους ολοκληρωμένο εξοπλισμό και λογισμικό ψ.ε.τ.α. κόστους της τάξης:

- 1.000.000-2.000.000 δρχ. (για απλές εφαρμογές κι αρχική εκπαίδευση κι εξάσκηση)
- 3.000.000-8.000.000 δρχ. (για αξιόπιστες ολοκληρωμένες εφαρμογές επαγγελματικών προδιαγραφών) και
- 10.000.000-70.000.000 δρχ. (για υψηλότατων απαιτήσεων, ταχυτήτων και χωρητικότητας ολοκληρωμένα συστήματα).

### **3. Πλανητικές και καθημερινές πρακτικές εφαρμογές της Φωτοερμηνείας Τηλεπισκόπησης**

Τα τελευταία χρόνια, και βέβαια όχι μόνο λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού της γης, αλλά -το κυριότερο- ως αναπόδραστη συνέπεια της βάνουσης κι αρπακτικής συμπεριφοράς του ανθρώπου και των κοινωνικών οργανώσεων, καπιταλιστικών και σοσιαλιστικών, προς τη φύση και τους "δυνάμει" πόρους της, ανανεώσιμους και μη, έχει προκύψει μια σειρά από προβλήματα,

όπως:

- η υποβάθμιση/αποδόμηση της γης (με την αύξηση κι επέκταση της αλατότητας των εδαφών, με την επέκταση των ερήμων και τη διάβρωση, αποσάθρωση, έκπλυση κι αποκομιδή των εδαφών),
- η καταστροφή των τροπικών δασών (με την εκχέρσωση κι αποψίλωσή τους και τη βίαια αλλαγή της χρήσης τους),
- η μόλυνση και ρύπανση της ατμόσφαιρας, των ηπειρωτικών υδάτινων ζωνών και των ωκεανών (με την αλματώδη αύξηση της κατανάλωσης και την συνακόλουθη υπερπαραγωγή σκουπιδιών, τον πολλαπλασιασμό της αυτοκίνησης, την ανέλεγκτη βιομηχανική δραστηριότητα, την κατάχρηση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, τις πυρκαγιές των δασών και τις λοιπές καύσεις στη Γεωργία, τα ραδιενεργά και λοιπά τοξικά απόβλητα, τις τεράστιες ποσότητες αστικών λυμάτων, τις φυσικές και τεχνητές καταστροφές κ.λ.π.),
- η καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας (με την αλόγιστη χρήση των aerosols κ.λ.π.),
- οι ραγδαίες μεταβολές του κλίματος (με την παρουσία, την μονιμοποίηση και την επέκταση του φαινομένου του θερμοκηπίου κ.λ.π.),
- η πολυδιάστατη και διαρκώς επεκτεινόμενη οικολογική καταστροφή (με την εξαφάνιση οικοσυστημάτων, την υποβάθμιση και "μεταλλαγή" άλλων κ.λ.π.),
- η στενότητα πρώτων υλών και διατροφής αλλά κι η ανισότητα στην κατανομή τους. στην εκμετάλλευση και τη χρήση τους κ.λ.π.

αποτελούν αντικείμενο αύξουσας ευαισθησίας κι ενασχόλησης δημοσίων και κοινωνικών κυρίως φορέων αλλά και πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων και διεθνών οργανισμών.

Ταυτόχρονα, οι ανάγκες της μέγιστης και όσο το δυνατόν πληρέστερης, αξιόπιστης κι ολοκληρωμένης πληροφοριακής τεκμηρίωσης μελετών κοινωνικοοικονομικής σκοπιμότητας, αναγνώρισης, προμελέτης και οριστικής μελέτης τεχνικών έργων, προεπενδυτικών και προαναπτυξιακών προτάσεων και σχεδίων αλλά και προγραμμάτων εθνικής, περιφερειακής και τοπικής ανάπτυξης και παρακολούθησης και προστασίας του περιβάλλοντος ωθούν όλο και περισσότερους επιστήμονες και τεχνικούς οι οποίοι ασχολούνται επαγγελματικά με ειδικής ή διεπιστημονικής προσέγγισης σχετικά αντικείμενα, στο να αξιοποιήσουν στο βέλτιστο βαθμό τις δυνατότητες της Φωτοερμηνείας/Τηλεπισκόπησης και των ψηφιακών επεξεργασιών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων.

Το μικρό αντικειμενικά κόστος των αναλογικών φωτοερμηνευτικών οργάνων και η μεγάλη και συστηματική πτώση των τιμών των προσωπικών υπολογιστικών συστημάτων, παράλληλα με τη ραγδαία αύξηση της χωρητικότητας και της ταχύτητας των επεξεργασιών τους και την εκτεταμένη πλέον διαθεσιμότητα μικρής δαπάνης ολοκληρωμένων πακέτων λογισμικού ψηφιακών επεξεργασιών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (raster format), τα οποία αλληλοεπικοινωνούν (εύκολα και φιλικά με το χρήστη) και με άλλα πακέτα λογισμικού (vector format) Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών Γης (G.I.S.), Συστημάτων Πληροφοριών Γης (L.I.S.), και Ολοκληρωμένων Συστημάτων Κτηματολογικών/Γεωγραφικών Πληροφοριών Γης, καθιστούν πλέον ενδιαφέρουσα κι εφικτή τη συμβολή της Φωτοερμηνείας-Τηλεπισκόπησης στη διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων.

Η προοπτική αυτή σήμερα, με την ελεύθερη (εμπορική) διάθεση αναλογικών και ψηφιακών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων των διαστημικών προγραμμάτων LANDSAT, SPOT, SOYUZ, MIR, METEOSAT, NIMBUS, SEASAT, SIR A και SIR B, SPACE SHUTTLE, TIROS N (ATN), HCMM κ.λ.π. που καλύπτουν και τον ελληνικό χώρο (αλλά και του προγράμματος MOS της Ιαπωνίας, στην πειραματική αξιολόγηση των πρώτων απεικονίσεων του οποίου συμμετέχει και το Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης για την περιοχή Αττικής και Κορινθίας και τη σχετική θαλάσσια ζώνη), γίνεται ακόμη πιο ελκυστική.

Εν τούτοις, θα πρέπει να μη διαφεύγει της προσοχής μας η επιχειρηματολογία που προηγήθηκε και η οποία τεκμηριώνοντας κριτικά τις αντικειμενικές δυνατότητες αλλά και τους περιορισμούς των αναλογικών και των ψηφιακών μεθόδων φωτοερμηνευτικής / τηλεπισκοπικής ανάλυσης, δεν επιτρέπει άκριτες κι αντιεπιστημονικές θριαμβολογίες, για μεσσιανικά δήθεν επιτεύγματα των ψηφιακών επεξεργασιών και μάλιστα στις συγκεκριμένες, μη ευνοϊκές γι' αυτές, συνθήκες της



ελληνικής φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας (κατακερματισμός και διασπορά των καλλιεργειών, μικρές αγροτικές κι αστικές Μοναδιαίες Ιδιοκτησίες Χρήσεις Εκμεταλλεύσεις Γης, ΜΙΧΕΓ, έντονο και ραγδαία εναλλασσόμενο τοπογραφικό ανάγλυφο κ.λ.π.) (Δ. Ρόκος, 1989). Οι ειδικευμένοι στη Φωτοερμηνεία/Τηλεπισκόπηση επιστήμονες, οι οποίοι δεν στερούνται βέβαια ως πολίτες ευαισθησίας και για τα μεγάλα και πολύπλοκα σημερινά κοινωνικοοικονομικά προβλήματα, τα προβλήματα της ανάπτυξης και του περιβάλλοντος, καλούνται να συνεργαστούν διεπιστημονικά και να συνδυάσουν με δημιουργικό τρόπο τα επιστημονικά, ερευνητικά κι επαγγελματικά τους ενδιαφέροντα, ώστε η διαλεκτική αντίληψη της σχέσης κι αλληλεπίδρασης του όλου με το μέρος, της θεωρίας με την πράξη και της παγκοσμιότητας των πλανητικών φαινομένων και των επιπτώσεών τους με την ανθρώπινη ζωή και την επαγγελματική δραστηριότητα, σε όλα τα μήκη και πλάτη της γης, να συμβάλουν δυναμικά στη βελτίωση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας των σχετικών μεθόδων και τεχνικών και στον καλύτερο προσανατολισμό τους στην αντιμετώπιση των ύψιστης προτεραιότητας και κρισιμότητας αναγκών της ανθρωπότητας.

Στην κατεύθυνση αυτή, με βάση τα στοιχεία της NASA (1987) και της διεπιστημονικής ομάδας δουλειάς Εφαρμογών της Τηλεπισκόπησης, για τη σύνδεση των τεχνολογιών της τηλεπισκόπησης με τις ανάγκες του πλανήτη μας με μια στρατηγική οπτική, διαμορφώθηκαν οι παρακάτω προγραμματικές προτάσεις.

### **3.1. Για το πρόβλημα της Υποβάθμισης της Γης**

*1988-1990. Περίοδος Συλλογής Στοιχείων, Φάση Συγκρότησης Βάσεων Δεδομένων:*

- Ορισμός ζωνών επιγείου ελέγχου σε περιοχές που παρουσιάζουν τα σημαντικότερα προβλήματα υποβάθμισης της γης (Ερημοποίησης, Διάβρωσης, Αύξησης της Αλατότητας),
- Συγκρότηση Βάσεων Δεδομένων στοιχείων επιγείων ελέγχων, λοιπών υφισταμένων στοιχείων και τηλεπισκοπικών δεδομένων και πορισμάτων για τις περιοχές υποβαθμισμένης γης,
- Τυποποίηση μοντέλων των διαδικασιών υποβάθμισης της γης,
- Συλλογή στοιχείων για ολόκληρο τον πλανήτη με αξιοποίηση των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων του Πολυφασματικού Σαρωτή MSS και του Θεματικού Χαρτογράφου TM του LANDSAT, καθώς και του Προηγμένου Πολύ Υψηλής Διαχωριστικής Ικανότητας Ραδιομέτρου AVHRR του NOAA,
- Προετοιμασία πλανητικών χαρτών Ερημοποίησης, Διάβρωσης κι Αλατότητας μέσα στο 1990, οι οποίοι και θα πρέπει να αναθεωρούνται κάθε πέντε χρόνια.

*1989- 1991. Ανάπτυξη Συστήματος Πληροφοριών:*

- Ανάπτυξη και Εφαρμογή του Πρωτοτύπου Συστήματος Πληροφοριών (ΠΣΠ) (τηλεπισκοπικοί χάρτες των περιοχών υποβάθμισης της γης, βάσεις δεδομένων, μοντέλα των διαδικασιών υποβάθμισης της γης),
- Έλεγχος της αξιοπιστίας του ΠΣΠ σε συγκεκριμένες περιοχές (1990-1991).

*1991-1995. Παρουσίαση του Συστήματος:*

- Παρουσίαση των Μεθοδολογικών εργαλείων και των τεχνικών σε κλίμακα κατάλληλη για τις σχετικές (ανάγκες πολιτειών των ΗΠΑ και μικρών χωρών 1991-1993,
- Εφαρμογή του Συστήματος σε Εθνική Κλίμακα, π.χ. για τις ΗΠΑ και για το Πακιστάν (1993-1995),
- Αξιοποίηση και των δυνατοτήτων των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων των νέων (ως τότε σε χρήση) δεκτών όπως των βελτιωμένων δεκτών των προγραμμάτων LANDSAT 6 και 7, των δεκτών του MOS-1 της Ιαπωνίας, του ERS-1 (του πρώτου τηλεπισκοπικού δορυφόρου γης της Ευρώπης που προγραμματίζεται να τεθεί σε λειτουργία τα αμέσως προσεχή χρόνια) και του Υψηλής Διακριτικής Ικανότητας Σπεκτρομέτρου Απεικόνισης, HIRIS,
- Προετοιμασία και διαθεσιμότητα ενός Οδηγού/Καταλόγου των δυνατοτήτων του Συστήματος Πληροφοριών (1993-1995).

*1996-. Περίοδος Επιχειρησιακής Λειτουργίας του Συστήματος:*

- Προσδιορισμός νέων τεχνολογιών που χρειάζονται να συμβάλουν στη βελτίωση του Συστήματος και που μπορούν να ανευρεθούν και στις δυνατότητες των δορυφορικών τηλεπισκοπικών αποστολών (π.χ. των SPOT 3 και SPOT 4) οι οποίες προγραμματίζονται γι' αυτή την περίοδο,
- Συνεχής ανάδραση, επανεξέταση, ενημέρωση κι αναπροσδιορισμός των απαιτήσεων,
- Προετοιμασία και διαθεσιμότητα πλανητικών χαρτών ειδικών τύπων υποβάθμισης της γης σε κλίμακα 1:5.000.000 για το 1990 και 1995 και ετήσιων χαρτών σε κλίμακα 1:24.000 ως 1:100.000 για δειγματοληπτικές περιοχές για το 1991, 1992, 1993, 1994, 1995 και 1996,
- Παροχή σταθερών βασικών κατευθύνσεων και μεθόδων (οι οποίες πλέον θα έχουν επαρκώς ελεγχθεί) για τον προσδιορισμό σημαντικών μεταβολών των συνθηκών γης σε όλες τις ενδιαφέρουσες κλίμακες τοπικού ως πλανητικού ενδιαφέροντος (NASA, 1987).

### 3.2. Για τα Δάση, τους Ωκεανούς και την Ατμόσφαιρα

Παρόμοιες "δράσεις" προτείνει/προγραμματίζει η NASA με αξιοποίηση τόσο των υφιστάμενων και συνεχώς ενημερούμενων τηλεπισκοπικών δεδομένων των σε εξέλιξη δορυφορικών τηλεπισκοπικών προγραμμάτων αλλά και των νέων που σχεδιάζονται για τη δεκαετία του '90, όσο και των λοιπών θεματικών, ειδικών επιστημονικών κ.λ.π. στοιχείων και των κατάλληλων κάθε φορά διαδικασιών επιγείων ελέγχων:

- για τα Δάση του πλανήτη μας (με προετοιμασία, για το 1990 δασικών χαρτών του πλανήτη που θα ενημερώνονται κάθε τρία χρόνια και για το 1995 χάρτη των δασικών και μη δασικών εκτάσεων σε κλίμακα 1:1.000.000, με συγκρότηση ειδικών γεωγραφικών βάσεων δεδομένων κ.λ.π.),
  - για τα στρατηγικής σημασίας Μεταλλεύματα (με το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη λειτουργία Πρωτοτύπου Συστήματος Πληροφοριών για τα στρατηγικής σημασίας μεταλλεύματα, με την προετοιμασία ειδικών σχετικών χαρτών σε κλίμακα 1:50.000 κ.λ.π.),
  - για τους Ωκεανούς (με παράλληλη αξιοποίηση των στοιχείων των προγραμμάτων SEASAT N-ROSS, TOPEX και ERS-1 για ακριβείς μετρήσεις και καταγραφές της επιφανειακής θερμοκρασίας, των ρευμάτων, των υψών των κυματισμών, των επιφανειακών ανέμων, της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και των σχετικών μεταβλητών),
    - κάθε ώρα σε περιφερειακό επίπεδο (επιφανειών της τάξης των 1000 km<sup>2</sup> με κλίμακα 2 km) και
    - κάθε μέρα σε πλανητικό επίπεδο (με κλίμακα 100 km) κ.λ.π.
- με στόχο την περίπου άμεση αξιοποίηση των στοιχείων και τη διαμόρφωση των προϋποθέσεων για πιο αξιόπιστες αναλύσεις και προβλέψεις του κλίματος, ασφαλέστερους πλόες στη ναυσιπλοΐα κ.λ.π.,
- για την Ατμόσφαιρα (με το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη λειτουργία μέχρι το 1993 ενός Συστήματος Πληροφοριών για την Ατμόσφαιρα με στόχο τη γνώση σε εβδομαδιαία, μηνιαία κι εποχιακή βάση της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της υγρασίας εδαφών, των εκτάσεων των παγετώνων και της χιονοκάλυψης, της βροχόπτωσης, των κύριων κατευθύνσεων και των ταχυτήτων των ανέμων και της επιφανειακής κι ατμοσφαιρικής albedo, για την πιο αξιόπιστη δυνατή πρόβλεψη καιρικών και κλιματικών συνθηκών κ.λ.π.).

Η δημιουργία, τόσο σημαντικών για τη ζωή στον πλανήτη μας βάσεων δεδομένων: πολυδιάστατων, συνεχώς ενημερούμενων κι όλο και περισσότερο αξιόπιστων, ακριβών κι ολοκληρωμένων πληροφοριών, σχετικών με τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες της Γης, της Ατμόσφαιρας και των Ωκεανών και τις κάθε φύσης ανθρώπινες δραστηριότητες, θέτει βέβαια αυτονόητα και ταυτόχρονα σημαντικότερα ερωτήματα για τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα στοιχεία μπορούν ν' αποκτηθούν, να χρησιμοποιηθούν και ν' αξιοποιηθούν από κυβερνήσεις, επιχειρηματικούς φορείς, πανεπιστήμια κι ερευνητικά κέντρα και γραφεία μελετών και συμβούλων σ' όλον τον κόσμο.

Οι ποικίλες δυνατότητες: αποκλειστικής/μονοπωλιακής ή μη, και/ή εμπορικής διάθεσης και χρήσης των στοιχείων αυτών (κι οι συνακόλουθες πολιτικές τιμών), διαμορφώνουν τους όρους και τις

προϋποθέσεις για να εκτιμηθούν αντικειμενικά τόσο οι θετικές, όσο κι οι αρνητικές όψεις μιας τέτοιας επιλογής.

Και είναι βέβαια σαφώς θετική εξέλιξη ακόμη κι η συζήτηση για την αναγκαιότητα συστηματικής συλλογής ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών για τη φυσική και κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα του πλανήτη μας και τη δυναμική τους μεταβολή κι αλληλεπίδραση, αλλά είναι εξ ίσου σαφώς αρνητική εξέλιξη η ενδεχόμενη (και πολύ πιθανή) άμεση ή έμμεση μονοπώληση κι αποκλειστική και/ή μεροληπτική χρήση των στοιχείων αυτών από χώρες με εξαιρετικά προηγμένη τεχνολογία. Γιατί οι χώρες αυτές, κατέχοντας πέρα απ' τα μέσα και τη γνώση και την "πληροφορία" σε πλανητικό επίπεδο, μπορούν να επηρεάζουν κατά τα συμφέροντά τους τις διεθνείς εξελίξεις σε καίρια ζητήματα ενεργειακών πηγών, πόρων διατροφής περιβάλλοντος, οικονομικών κι εμπορικών σχέσεων, αλλά και πολιτικής και στρατιωτικής επιρροής.

Στην επαγγελματική τώρα μικροκλίμακα, οι νέες δυνατότητες των δορυφορικών τηλεπισκοπικών προγραμμάτων μπορούν σε μεγάλο βαθμό να αξιοποιηθούν με απαιτήσεις ικανοποιητικής ακρίβειας και ταχύτητας για συγκεκριμένες ειδικές μελέτες κι έρευνες, υπό τον όρο η ελάχιστη προς μελέτη/διερεύνηση στοιχειώδης επιφανειακή/χωρική ενότητα να είναι, π.χ., σε διαδικασίες ταξινόμησης (J.Jensen 1986) εξήντα φορές μεγαλύτερη απ' το στιγμιαίο πεδίο όρασης IFOV (μ' άλλα λόγια απ' τη Διαχωριστική/Διακριτική Ικανότητα ΔΔ/ΔΙ του τηλεπισκοπικού συστήματος). Έτσι, π.χ., κάτω από τις κατάλληλες προϋποθέσεις, οι χρήσεις γης μιας σχετικά μεγάλης αγροτικής έκτασης 225 km<sup>2</sup> με Μοναδιαίες Ιδιοκτησίες/Χρήσεις/Εκμεταλλεύσεις Γης (MIXEΓ) της τάξης:

των 240 m X 240 m για LANDSAT TM, ή  
των 160 m X 160 m για SPOT XS Mode,

μπορούν να ταξινομηθούν με ικανοποιητική ακρίβεια και πληρότητα ακόμη κι από ένα μικρό γραφείο μελετών με αξιοποίηση των δυνατοτήτων Μηχανής (Hardware) ενός π.χ. PC/AT με 16 bit CPU, 1Mb RAM, 40Mb Hard Disk, 1 Floppy Drive 5.25" 1.2Mb/360kb, με έγχρωμη οθόνη και κάρτα γραφικών EGA ή VGA και έγχρωμο εκτυπωτή (συνολικής αξίας της τάξης του 1.500.000 δρχ.) και Λογισμικού (Software) ενός απ' τα ευρέως διαδεδομένα και διατιθέμενα στο εμπόριο σχετικά πακέτα ψηφιακής επεξεργασίας τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (αξίας της τάξης των 100.000 και άνω).

Προϋποτίθεται βέβαια πάντα η προμήθεια των απαραίτητων και κατάλληλων για κάθε εφαρμογή ψηφιακών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (σε μορφή κατάλληλη για εισαγωγή στο παραπάνω σύστημα: ντισκέτες) της ενδιαφέρουσας περιοχής (αξίας της τάξης των 120.000 δρχ. για έκταση 15 km X 15 km).

Αν λάβουμε τέλος υπ' όψη μας τη συνεχή ερευνητική προσπάθεια της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας στο πεδίο της τηλεπισκόπησης για βελτίωση των ΔΔ/ΔΙ των τηλεπισκοπικών δεκτών και συστημάτων (η οποία από καιρό έχει ήδη επιτευχθεί σε σχετικούς εξοπλισμούς στρατιωτικών εφαρμογών) μπορούμε να συμπεράνουμε εύκολα ότι δεν θα είναι μακριά ο χρόνος κατά τον οποίο, όλο και πιο αξιόπιστες, ακριβείς, ολοκληρωμένες και ενημερούμενες πληροφορίες, για το "όλο" και για το "μέρος", θα είναι διαθέσιμες ως ασφαλής υποδομή οικονομοτεχνικής, κοινωνικής αλλά και ταυτόχρονα περιβαλλοντικής τεκμηρίωσης αναπτυξιακών προτάσεων, σχεδίων και έργων.

#### **4. Πηγές τηλεπισκοπικής πληροφοριακής υποδομής για τη διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων και της πολιτικής γης, ανάπτυξης και περιβάλλοντος**

Ένα Πανεπιστημιακό Εργαστήριο μπορεί να εκπληρώνει την αποστολή του με ολοκληρωμένο τρόπο μόνο αν, πέρα απ την έρευνα και τη διδασκαλία, είναι σε θέση να κρατάει ανοιχτά κανάλια επικοινωνίας με την επιστημονική και τεχνική πράξη, τις επιστημονικές/επαγγελματικές οργανώσεις, τους κοινωνικούς φορείς και την παραγωγική διαδικασία, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη και βελτίωση διεπιστημονικών μεθόδων και τεχνικών αλλά και μεταφέροντας δημιουργικά πληροφορίες, ενημέρωση και τεχνογνωσία σε κάθε ενδιαφερόμενο επιστήμονα και πολίτη και στις συλλογικές τους εκ- φράσεις.

Έτσι κρίνεται χρήσιμη μια συνοπτική αναφορά σε ορισμένες προσεχτικά επιλεγμένες πηγές πληροφοριών, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τους συναδέλφους να προσεγγίσουν με τον τρόπο

που αυτοί θεωρούν προσφορότερο τις σύγχρονες εξελίξεις και προοπτικές της Τηλεπισκόπησης, στην έκταση και το βάθος που συγκεκριμένα ή ειδικότερα επιθυμούν.

#### 4.1. Γενικές πληροφορίες

α) *D.J. Carter: "The Remote Sensing Sourcebook" Cogan Page, MaCarta Ltd., London, 1986.*

Αποτελεί ένα συστηματικό και διεξοδικό οδηγό εξαιρετικά ενημερωμένο (ακόμη και για τα σημερινά δεδομένα) που περιλαμβάνει:

- μια ενδιαφέρουσα σύντομη εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και τα επανδρωμένα (Gemini και Apollo, Skylab και Space Shuttle) και μη επανδρωμένα (Landsat, HCMM, Seasat, Μετεωρολογικοί Δορυφόροι, SPOT, Τηλεπισκοπικοί Δορυφόροι της ΕΣΣΔ, στρατιωτικοί Δορυφόροι, μελλοντικά προγράμματα) διαστημικά τηλεπισκοπικά προγράμματα.
- στοιχεία για την οργανωτική δομή και λειτουργία των δημοσίων, ιδιωτικών και/ή κοινωνικών/επιστημονικών φορέων, οι οποίοι δραστηριοποιούνται στο πεδίο της τηλεπισκόπησης στη Μεγάλη Βρετανία.
- στοιχεία για τις διατιθέμενες μέχρι το 1986 τηλεπισκοπικές απεικονίσεις, καθώς και για τα λοιπά σχετικά προϊόντα και τις συναφείς υπηρεσίες από εθνικά κέντρα τηλεπισκόπησης, πανεπιστημιακά κι ερευνητικά εργαστήρια, γραφεία μελετών και συμβούλων κ.λ.π.
- στοιχεία για τις σχετικές δυνατότητες και τις δραστηριότητες του EROS Data Center των Η.Π.Α., της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (E.S.A.) του Ν.Ο.Α.Α. (National Oceanic and Atmospheric Administration) κ.λ.π., καθώς και τους διατιθέμενους διαστημικούς τηλεπισκοπικούς χάρτες,
- μια πρώτη ικανοποιητική βιβλιογραφική παρουσίαση στο πεδίο της φωτοερμηνείας και τηλεπισκόπησης μέχρι το 1986,
- στοιχεία για το διατιθέμενο μέχρι το 1986 εκπαιδευτικό, οπτικοακουστικό, χαρτογραφικό και εικονιστικό υλικό σχετικά με τις αρχές, τις μεθόδους, τις τεχνικές και τις εφαρμογές της φωτοερμηνείας, της τηλεπισκόπησης και των ψηφιακών επεξεργασιών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (ψ.ε.τ.α.),
- στοιχεία για τη βιομηχανία οργάνων, υλικών, προϊόντων και υπηρεσιών φωτοερμηνείας, τηλεπισκόπησης και ψ.ε.τ.α.,
- στοιχεία για την εκπαίδευση, την έρευνα, τη συνεχιζόμενη εκπαίδευση και τις επαγγελματικές δυνατότητες στο πεδίο της φωτοερμηνείας, τηλεπισκόπησης και των ψηφιακών επεξεργασιών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων στη Μ. Βρετανία, τη Δυτική Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική κ.ά., καθώς και για τους σχετικούς επιστημονικούς φορείς και οργανώσεις.

β) *A.Cracknell και L.Hayes (eds.): "Remote Sensing Yearbook 1988/89", Taylor and Francis, London, 1988* (εκδίδεται κάθε χρόνο).

Αποτελεί μια ετήσια επιστημονοτεχνική, ενημερωτική, και βιβλιογραφική έκδοση, η οποία συνοδεύεται με υλικά τεκμηρίωσης και συστηματικούς οδηγούς για όλες τις τηλεπισκοπικές δραστηριότητες.

Στην τελευταία αυτή έκδοση υπάρχουν συλλογικές κι ατομικές συμβολές:

- για τα εθνικά προγράμματα τηλεπισκόπησης, τις δυνατότητες και τις δραστηριότητες της Αυστραλίας,
- για το Ινδικό διαστημικό τηλεπισκοπικό σύστημα,
- για το διαστημικό τηλεπισκοπικό πρόγραμμα της Ιαπωνίας,
- για τις εφαρμογές τηλεπισκόπησης στην Κίνα,
- για τη συνεργασία στο πεδίο της τηλεπισκόπησης μεταξύ της Αυστραλίας και των χωρών ASEAN,
- για τις σύγχρονες εξελίξεις κι εφαρμογές της τηλεπισκόπησης. Επίσης υπάρχουν κείμενα, υλικά, και στοιχεία,
- για την πλανητική βάση τηλεπισκοπικών πληροφοριών, για τα φυσικά διαθέσιμα και τις σχετικές πολιτικές διαχείρισης των δεδομένων,
- για την παγκόσμια βιβλιογραφία στο πεδίο της τηλεπισκόπησης και των σχετικών μεθόδων,

τεχνικών κι εφαρμογών από τον Ιούλιο 1986 ως τον Ιούνιο του 1987,

- για τις επιστημονικές οργανώσεις φωτογραμμετρίας και τηλεπισκόπησης που είναι μέλη της Διεθνούς Εταιρίας Φωτογραμμετρίας και Τηλεπισκόπησης,

Τέλος περιλαμβάνονται αναλυτικές πληροφορίες (και διευθύνσεις):

- για τους φορείς που λαμβάνουν και διαθέτουν διαστημικά τηλεπισκοπικά στοιχεία,
- για τους φορείς που προσφέρουν σχετικά προϊόντα με προστιθέμενη αξία,
- για τους κατασκευαστές και προμηθευτές "μηχανών" (Hardware) Τηλεπισκοπικών επεξεργασιών,
- για τους φορείς που προσφέρουν υπηρεσίες λογισμικού ψηφιακών τηλεπισκοπικών επεξεργασιών,
- για τα σχετικά γραφεία συμβούλων,
- για τους φορείς χαρτογραφήσεων,
- για τους φορείς παρατήρησης και παρακολούθησης της γης και του περιβάλλοντος,
- για τους ερευνητικούς φορείς στην περιοχή της τηλεπισκόπησης,
- για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πανεπιστημιακής στάθμης που προσφέρουν σπουδές τηλεπισκόπησης σε προπτυχιακό και μεταπτυχιακό επίπεδο κ.λ.π.

γ) *"Guide to Space Remote Sensing in France" P.Johanet et ses Fils Editeurs S.A., 7 Avenue F.D. Rossevelt 75088, Paris, 1989.*

Αποτελεί μια συστηματική συλλογή και παρουσίαση υλικού τεκμηρίωσης για τις εξελίξεις στο πεδίο της διαστημικής τηλεπισκόπησης και των εφαρμογών της κι ακόμη έναν πλήρη κατάλογο των σχετικών εμπορικών, επιχειρησιακών, τεχνικών-τεχνολογικών, εκπαιδευτικών κ.λ.π. δραστηριοτήτων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Αναλυτικότερα ο οδηγός αυτός περιλαμβάνει πληροφορίες και στοιχεία:

- για τα προγράμματα τηλεπισκόπησης,
- για τους σχετικούς διεθνείς οργανισμούς, τους φορείς και τις ενώσεις,
- για επαγγελματικές επιθεωρήσεις,
- για τα χρησιμοποιούμενα αρχικά και συντμήσεις,
- για τους φορείς κάθε φύσης τηλεπισκοπικών δραστηριοτήτων, εκπαιδευτικούς, ερευνητικούς, βιομηχανικούς, εμπορικούς, επιχειρησιακούς, μελετητικούς, συμβουλευτικούς, παραγωγής σχετικών προϊόντων και παροχής υπηρεσιών κ.λ.π., αλφαβητικά κατά θέμα, ειδικότερη κατηγορία δραστηριοτήτων και περιοχή, με όλες τις απαραίτητες διευθύνσεις και λοιπές αναφορές.

#### **4.2. Οργανισμοί και Φορείς Τηλεπισκοπικών Δραστηριοτήτων**

Για όσους συναδέλφους τέλος ενδιαφέρονται να προσεγγίσουν συγκεκριμένες ειδικότερες όψεις διαστημικών τηλεπισκοπικών προγραμμάτων, δραστηριοτήτων κι εφαρμογών, καθώς επίσης και προγραμμάτων ειδικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, οι διευθύνσεις που παραθέτουμε μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες:

α) ESA Publication Division  
c/o ESTEC, P.O. Box 299 Noordwijk  
2200 AG, The Netherlands

(για τις εκδόσεις και τις δραστηριότητες τηλεπισκόπησης του European Space Agency).

β) Earth Observation Satellite Company  
4300 Forbes Boulevard,  
Lanham, Maryland 20706, U.S.A.  
(για το διαστημικό πρόγραμμα των ΗΠΑ Landsat).

γ) SPOTIMAGE  
16 bis, Avenue Edouard Belin, BP 4359  
31030, Toulouse Cedex, France  
(για το διαστημικό πρόγραμμα της Γαλλίας -σε συνεργασία με το Βέλγιο και τη Σουηδία - SPOT).

- δ) Earthnet User Services  
Earthnet Programme Office  
ESRIN  
Via Galileo Galilei  
00044 Frascati (Rome)  
Italy  
(για τις γενικότερες δραστηριότητες του Earthnet, τα προγράμματα Landsat, Tiros, Nimbus, Seasat, HCMM κ.λ.π.).
- ε) Sojuzkarta  
45 Volgogradsky Prospekt,  
Moscow 109125 U.S.S.R.  
(για τα διαστημικά τηλεπισκοπικά προγράμματα Cosmos κ.λ.π. της Σοβιετικής Ένωσης).
- στ) Remote Sensing Technology Center of Japan  
Uni-Roppongi Building, 7-15-17 Roppongi,  
Minato-Ku, Tokyo, Japan 106  
(για τις τηλεπισκοπικές δραστηριότητες και το διαστημικό τηλεπισκοπικό πρόγραμμα MOS της Ιαπωνίας).
- ζ) National Remote Sensing Centre  
Space Department R190 Building  
Royal Aerospace Establishment  
Farnborough, Hampshire, GU146TD  
England  
(για τις τηλεπισκοπικές δραστηριότητες του Εθνικού Κέντρου Τηλεπισκόπησης της Μ. Βρετανίας, αλλά και για τα μέχρι σήμερα σημαντικότερα διαστημικά τηλεπισκοπικά προγράμματα εθνικά και διεθνή και τις προοπτικές τους).
- η) NOAA  
Satellite Data Services Division  
Princeton Executive Center Room 100  
Washington D.C. 20233 U.S.A.  
(για τηλεπισκοπικές απεικονίσεις AVHRR Advanced Very High Resolution Radiometer του προηγμένου πολύ υψηλής ΔΔ/ΔΙ ραδιομέτρου).
- θ) ISPRA JRC  
Centre Commun de Recherche  
Institut des Applications  
21020 ISPRA (Varese)  
Italy  
(για το ευρωπαϊκό πρόγραμμα συνεργασίας σχετικά με τη συμβολή της τηλεπισκόπησης στη διαχείριση των προβληματικών περιοχών της κοινότητας κ.λ.π.).
- ι) GDTA  
Groupement pour le Developpement de la  
Teledetection Aerospatiale  
18 Avenue Edouard Belin  
31055 Toulouse France  
(για ειδικά προγράμματα εκπαίδευσης κι εξάσκηση στις μεθόδους, τεχνικές κι εφαρμογές της τηλεπισκόπησης).
- κ) ITC  
International Institut for Aerospace Surveys and Earth Sciences  
350 Boulevard 1945 PO Box 6  
75000 AA, Enschede, The Netherlands  
(για σπουδές στην τηλεπισκόπηση, τις επιστήμες της γης κ.λ.π.).
- λ) U.N. Remote Sensing Centre  
Food and Agriculture Organization

Via delle Terme di Caracalla

00100 Roma, Italy

(για τεχνικές συμβουλές, βοήθεια και προγράμματα πρακτικής εξάσκησης σε θέματα εφαρμογών της τηλεπισκόπησης στη γεωργία κ.λ.π.).

μ) Chief, Office of International Geology

U.S. Geological Survey

917 National Center, Reston, Virginia 22092, U.S.A.

(για ειδικά προγράμματα σπουδών φωτοερμηνείας, τηλεπισκόπησης και ψηφιακών επεξεργασιών κι εφαρμογών τους στη γεωλογία, το σχεδιασμό χρήσεων γης, τη διερεύνηση φυσικών διαθεσίμων κ.λ.π.).

Σε κάθε περίπτωση το Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης του Ε.Μ.Π. (το οποίο είναι μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Εργαστηρίων Τηλεπισκόπησης Earsel), σύμφωνα με τους σκοπούς του, είναι πάντα, στο μέτρο των δυνατοτήτων του -συμβουλευτικά- στη διάθεση κάθε σπουδαστή, διπλωματούχου Αγρ. Τοπ. Μηχανικού ή άλλου επιστήμονα με συγκεκριμένο ενδιαφέρον για τις μεθόδους, τεχνικές κι εφαρμογές της τηλεπισκόπησης.

Επίσης είναι ανοιχτό για κάθε συνεργασία με άλλα πανεπιστημιακά εργαστήρια κι ερευνητικές ομάδες, με συλλογικές επιστημονικές, επαγγελματικές οργανώσεις και κοινωνικούς φορείς και για κάθε από κοινού προσπάθεια αξιοποίησης των δυνατοτήτων, των μεθόδων και των τεχνικών της φωτοερμηνείας και της τηλεπισκόπησης στη διεπιστημονική αντιμετώπιση των πολύπλοκων σύγχρονων προβλημάτων που σχετίζονται με τη γη, τις διαδικασίες ανάπτυξης και το περιβάλλον.

## **5. Βιβλιογραφία**

- J.Jensen, "Introductory Digital Image Processing", Prentice Hall Englewood Cliffs, N.J., 1986.
- NASA Earth Science and Applications Division, "The Program and Plans for FY 1988, 1989, 1990", NASA, Washington D.C. September, 1988.
- NASA, "Linking Remote Sensing Technology and Global Needs: A Strategic Vision", NASA, Washington, 1987.
- Ρόκος, "Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση", Ε.Μ.Π., Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα, 1988.
- Δ. Ρόκος, "Ειδικά Κεφάλαια Τηλεπισκόπησης", Ε.Μ.Π., Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα, 1988.
- Δ. Ρόκος, "Τηλεπισκόπηση : Ένα Μεθοδολογικό Εργαλείο Προστασίας του Περιβάλλοντος", Πρακτικά, Συνέδριο, Ε.Μ.Π. για το Περιβάλλον Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1988.
- Δ.Ρόκος, "Αναλογικές Μέθοδοι και Ψηφιακές Επεξεργασίες", Ε.Μ.Π., Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα, 1989.
- Δ.Ρόκος, "Κτηματολόγιο και Αναδασμός. Πολιτική Γης", Εκδ. Μαυρομάτης ΕΠΕ, Αθήνα, 1981 και 1985, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 1989.
- Δ.Ρόκος, "Ο διαλεκτικός χαρακτήρας της ανάπτυξης. Ένα διεπιστημονικό εργαλείο για την προσέγγισή της". Επιστημονική Σκέψη, τεύχος 44, Αθήνα, 1989.