

# **ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ: ΔΥΟ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (Αύγουστος 2007)**

**Συγγραφέας:** ΛΑΖΑΡΟΣ ΤΑΤΣΗΣ

## I. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει από όλους αποδεκτό, τόσο σε πλανητικό όσο και σε υπερεθνικό (Ευρωπαϊκό) επίπεδο, ότι η φροντίδα για την διατήρηση, προστασία και παρακολούθηση του περιβάλλοντος αποτελεί τη σημαντικότερη συνιστώσα της αναπτυξιακής διαδικασίας, και μάλιστα στο βαθμό που αντικατοπτρίζει την ποιοτική όψη της ανάπτυξης. Αυτός είναι άλλωστε και ο λόγος για τον οποίο η πλειοψηφία των αναπτυξιακών προγραμμάτων και σχεδίων που έχουν υλοποιηθεί πρόσφατα ενσωματώνουν την περιβαλλοντική διάσταση. Σήμερα δεν νοείται αναπτυξιακή δράση χωρίς την περιβαλλοντική παράμετρο. Κατά συνέπεια, η διαδικασία της απόκτησης και επεξεργασίας πληροφοριών με τη βοήθεια των Η/Υ είναι δυνατόν να αναδειχτεί ως ένας από τους βασικότερους ρυθμιστικούς παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν όλες τις διαστάσεις της ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, το είδος της πληροφόρησης με τους Η/Υ και τα συστήματα μετάδοσης στοιχείων αποτελούν την κύρια πηγή μετασχηματισμού της κοινωνίας, με κύριο χαρακτηριστικό τη μετάβαση του κέντρου βάρους της εξουσίας και τη δημιουργία νέου status quo σε αυτούς που κατέχουν, αλλά και σε αυτούς που χειρίζονται τα μέσα επεξεργασίας, μεταφοράς και παρουσίασης των στοιχείων. Ιδιαίτερη μνεία ωστόσο θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η ευκολία πρόσβασης στις πληροφορίες αυτές, καθώς και η δυνατότητα ερμηνείας τους, και όχι απαραίτητα η ποιότητά τους, είναι αυτές που αποτελούν την ικανή και αναγκαία συνθήκη, προκειμένου να υπάρξει σωστή ενημέρωση και επομένως σωστή λήψη αποφάσεων στα αντικειμενικά σύνθετα ζητήματα που αφορούν την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος<sup>[1]</sup>.

Οι τελευταίες εξελίξεις στο χώρο της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έχουν δώσει μία νέα διάσταση στον αναπτυξιακό

σχεδιασμό, καθώς και στον τρόπο διαχείρισης και προστασίας του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος. Από τη μια πλευρά, καινοτόμα δορυφορικά συστήματα απεικόνισης υψηλής χωρικής και φασματικής διακριτικής ανάλυσης, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη χρήση Συστημάτων Παγκόσμιας Πλοήγησης και Εντοπισμού (G.P.S.) υψηλής ακρίβειας και βελτιωμένα συστήματα επεξεργασίας ψηφιακών εικόνων, προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες στο έργο της απογραφής όλων εκείνων των στοιχείων, φαινομένων και γεγονότων που συγκροτούν το φυσικό και κοινωνικοοικονομικό χώρο μιας περιοχής. Από την άλλη, ο συνδυασμός των παραπάνω πληροφοριών με άλλες βάσεις δεδομένων που προέρχονται από επίγειους ελέγχους, περιβαλλοντικές πληροφορίες και κοινωνικοοικονομικά μοντέλα προσφέρει πολύτιμα αποτελέσματα όσον αφορά τις χρήσεις γης και το σχεδιασμό του χώρου γενικότερα. Η εκτόξευση των τηλεπισκοπικών δορυφόρων με συστήματα καταγραφής σε διάφορες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είχε θεαματικές επιδράσεις στην έρευνα και την προστασία του περιβάλλοντος της γης, ιδιαίτερα δε σε περιοχές όπου εμφανίζονται σε μεγάλη έκταση ομοιόμορφα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Επισημαίνεται ότι τα τελευταία χρόνια οι τηλεπισκοπικές απεικονίσεις χρησιμοποιούνται ευρέως για την εκπλήρωση μιας σειράς εργασιών, όπως είναι για παράδειγμα η αναγνώριση των χρήσεων γης και των φυσικών διαθεσίμων, η αποκάλυψη της ρύπανσης των υδάτων και η διερεύνηση των επιδράσεων του ανθρώπου στο περιβάλλον, ενισχύοντας με αυτόν το τρόπο τη δυνατότητα συσχέτισης και ταξινόμησης των πολυφασματικών πληροφοριών για μεγάλες εκτάσεις.

Μεταβαίνοντας σε ένα πιο σύνθετο επίπεδο, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών[2] (Γ.Σ.Π.) συνδυάζουν τις πληροφορίες από τις δορυφορικές μετρήσεις και τους επίγειους ελέγχους, καθώς και τις υπόλοιπες χωρικά ενταγμένες πληροφορίες με σκοπό τη διαχείριση των φυσικών και ανθρώπινων διαθεσίμων. Έτσι λοιπόν επιτυγχάνεται ταυτόχρονα η διατήρηση και η προστασία του «ολικού»[3] φυσικού και πολιτισμικού περιβάλλοντος της γης και εξασφαλίζεται ο «ορθολογικός» σχεδιασμός των αναπτυξιακών προγραμμάτων. Ειδικότερα, ο συνδυασμός των Γ.Σ.Π. με την επιστήμη της Τηλεπισκόπησης δύναται να αποτελέσει ένα σύνολο τεχνικών με στόχο να επιτευχθεί η ολοκληρωμένη προσέγγιση της «πραγματικής»[4] πραγματικότητας μιας περιοχής, διαμέσου του συνδυασμού των επίγειων και δορυφορικών τεχνικών απεικόνισης. Έτσι λοιπόν η χαρτογράφηση του υπεδάφους με γεωφυσικές διασκοπήσεις και η αποτύπωση των επιφανειακών γεωμορφολογικών

χαρακτηριστικών του εδάφους μέσω αεροφωτογραφιών και δορυφορικών ψηφιακών εικόνων αποτελεί το πλέον κατάλληλο μεθοδολογικό εργαλείο για την απόκτηση ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών για τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι πληροφορίες αυτές με τη σειρά τους αποτελούν ένα επαρκές θεμέλιο για τον μελλοντικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό της συγκεκριμένης περιοχής, αλλά και για την κατάρτιση προγραμμάτων Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης[5], και αυτό διότι αποδίδουν με ένα πλήρη, ακριβή, διαρκή και αξιόπιστο τρόπο την υφιστάμενη κατάσταση και την εξέλιξη της περιοχής με την πάροδο του χρόνου, καθώς και τις δυνατότητες και τους αντικειμενικούς περιορισμούς που παρουσιάζει ως προς την ανάπτυξή της.

## II. Τηλεπισκόπηση

### α. Ορισμός

Δεδομένου ότι η επιστήμη-τεχνική της Τηλεπισκόπησης (Remote Sensing) εξελίχθηκε ραγδαία μετά την εκτόξευση των πρώτων δορυφόρων το 1972, έχουν διατυπωθεί μια σειρά ορισμών για αυτήν, όπου ο καθένας δίδει ιδιαίτερη έμφαση σε συγκεκριμένες εφαρμογές της. Εντούτοις, στην εργασία αυτή παρατίθεται ο περισσότερο αποδεκτός ορισμός της τηλεπισκόπησης, σύμφωνα με τον οποίο:

*«Τηλεπισκόπηση είναι η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία της απόκτησης αξιόπιστων πληροφοριών για τα φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον, με τη διαδικασία της καταγραφής, της μέτρησης και της ερμηνείας εικόνων και ψηφιακών αναπαραστάσεων της ενέργειας, η οποία καταγράφεται από συστήματα ανιχνευτών που δεν βρίσκονται σε άμεση επαφή με τα αντικείμενα αυτά»*[6].

Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η Φωτοερμηνεία αποτελεί την αρχική και την πλέον οικεία εφαρμογή της Τηλεπισκόπησης στον άνθρωπο[7], η οποία ορίζεται ως ο οπτικός προσδιορισμός της ταυτότητας των διαφόρων αντικειμένων στην επιφάνεια της γης, καθώς και η ερμηνεία και ανάλυσή τους από αεροφωτογραφίες και στερεοράματα[8].

### β. Σκοπός-στόχος

Η βιβλιογραφία έχει τεκμηριώσει επαρκώς ότι ο βασικός σκοπός της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας είναι:

*«Η οργανική σύνθεση του «αισθητού» με το «λογικό», σύμφωνα με την επιστημονική μεθοδολογία, έτσι ώστε ο άνθρωπος να είναι πάντα σε θέση με διεπιστημονικό τρόπο να προσεγγίζει τον διαλεκτικό χαρακτήρα της αδιάσπαστης ενότητας του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος, αλλά και των σχέσεων, αλληλεξαρτήσεων, αλληλεπιδράσεων και αλληλοκαθορισμών τους με την πάροδο του χρόνου»*[\[9\]](#).

Βάσει του παραπάνω ορισμού συνάγεται ότι η μεθοδολογία τηλεπισκόπησης αποτελεί τη διεπιστημονική και διαλεκτική ολοκλήρωση της «εμπειρίας», της «λογικής», της «ειδικής επιστημονικής γνώσης» και των απαραίτητων, πλην όμως επαρκών επίγειων ελέγχων, στη διαδικασία παρατήρησης και παρακολούθησης της φυσικής γήινης επιφάνειας, των ωκεανών και του περιβάλλοντος γενικότερα και αυτό διότι:

- Ο εμπειρισμός με βάση τη μονόπλευρη άποψη ότι «η πείρα των αισθήσεων αποτελεί τη μοναδική πηγή γνώσης».
- Ο «ορθολογισμός» με βάση τη μεριστική αντίληψη ότι «η λογική είναι η μοναδική πηγή γνώσης», και
- Η επιστημονική κατάρτιση σε ένα μόνο επιστημονικό πεδίο χωρίς να αντιμετωπίζονται ως μια οργανική σύνθεση, αλλά αντιθέτως ως ένα μερικό άθροισμα, δεν αποτελούν ικανές συνθήκες, προκειμένου έτσι να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, διαμέσου της χρήσης των διαφόρων μηχανών, των τηλεπισκοπικών δεκτών και συστημάτων, καθώς και των Η/Υ, προκειμένου έτσι ο άνθρωπος να αντιληφθεί και να ερμηνεύσει την αξία του «ολικού» περιβάλλοντος που

τον περιβάλλει, και με το οποίο αυτός *δυναμικά* συσχετίζεται, αλληλεπιδρά και συνυπάρχει[10].

Τέλος, ο κυριότερος στόχος της Τηλεπισκόπησης είναι να αποτελέσει το σπουδαιότερο εργαλείο-τεχνική, μέσω της οποίας θα καταστεί δυνατή η προσέγγιση των σχέσεων, αλληλεξαρτήσεων και διαδράσεων των ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών της φυσικής, κοινωνικοοικονομικής και πολιτιστικής πραγματικότητας μιας περιοχής, αλλά και η εκτίμηση των μεγεθών και των τάσεων διαφοροποίησής τους δια μέσου του χρόνου. Με άλλα λόγια, ο βασικός στόχος της Τηλεπισκόπησης έγκειται στο να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο επιστημονικό και μεθοδολογικό εργαλείο για την απόκτηση, συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και αξιοποίηση των μετρητικών δεδομένων για το περιβάλλον της γης[11].

### *γ. Αντικείμενο και εφαρμογές*

Αναφορικά με το αντικείμενο-«περιεχόμενο» της επιστήμης της Τηλεπισκόπησης, θα πρέπει να ειπωθεί ότι τηλεπισκοπική μεθοδολογία δίδει τη δυνατότητα τόσο στον άνθρωπο όσο και στα μηχανήματα να προβούν σε μια σειρά ενεργειών, όπως:

Η επικοινωνία από μακριά με το φυσικό και δομημένο περιβάλλον, αλλά και με τα επιμέρους στοιχεία, αντικείμενα, γεγονότα και φαινόμενα που το συνθέτουν, η καταγραφή αυτών, η ανίχνευσή τους, η παρακολούθησή τους, καθώς και η ερμηνεία των πολυπληθών μεταβολών και διαφοροποιήσεών τους με την πάροδο του χρόνου.

Η ανακάλυψη με αυτόν τον τρόπο μιας απειρίας ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών για τις συγκεκριμένες κάθε φορά συνθήκες της φυσικής, κοινωνικοοικονομικής και πολιτιστικής πραγματικότητας, της αδιάσπαστης διαλεκτικής τους ενότητας και της διαμόρφωσής τους με την πάροδο του χρόνου.

Η επεξεργασία με κατάλληλες μεθόδους των πιο πάνω πληροφοριών, έχοντας

πάντα ως βάση αναφοράς την επιστημονική μεθοδολογία, καθώς και η σταδιακή κατάληξη με αυτόν τον τρόπο σε μια πλειάδα εκτιμήσεων και διαπιστώσεων που αφορούν τα διάφορα πεδία της ανθρώπινης επιστήμης, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν με ένα αποτελεσματικό τρόπο στις Ολοκληρωμένες Αποδόσεις[12] των φυσικών και ανθρώπινων διαθεσίμων μιας περιοχής, οι οποίες αποτελούν το θεμέλιο της όποιας «επέμβασης» στο περιβάλλον.

Τέλος, η υλοποίηση συγκεκριμένων αναδράσεων σε συγκεκριμένα στάδια όλων των προηγούμενων διαδικασιών, αλλά και σε ειδικότερα επίπεδα αναφοράς, προκειμένου να βελτιώνεται έτσι η ακρίβεια, η αξιοπιστία και η πληρότητα των εκτιμήσεων και των λύσεων σε επιμέρους ζητήματα[13].

Πιο συγκεκριμένα, το βασικό αντικείμενο της Τηλεπισκόπησης αφορά την εντατική και κατάλληλη χρήση και αξιοποίηση των αεροφωτογραφιών, των δορυφορικών εικόνων και των επαρκών επίγειων ελέγχων για την απόκτηση δεδομένων και πληροφοριών σε ποικίλα επιστημονικά πεδία, τα οποία απαιτούν τη γνώση μιας πληθώρας στοιχείων, φαινομένων και γεγονότων του φυσικού και κοινωνικοοικονομικού χώρου μιας περιοχής, τα οποία θα αποτελέσουν μελλοντικά την βασική υποδομή για κάθε είδους «επέμβαση» ή «αναπτυξιακή δραστηριότητα» στην εν λόγω περιοχή[14].

Δεδομένου ότι το αντικείμενο της Τηλεπισκόπησης έχει να κάνει με την απόκτηση και ανάλυση πληροφοριών για το περιβάλλον της γης, οι εφαρμογές της αναφέρονται σε μια πληθώρα επιστημονικών πεδίων, όπως:

1. Γεωλογία και Υδρολογία.
2. Δασολογία.
3. Εδαφολογία.
4. Γεωπονία.
5. Ωκεανογραφία.

6. Οικολογία και Περιβαλλοντικές Μελέτες.
7. Μελέτες Συγκοινωνιακών Έργων.
8. Μελέτες Τεχνικών Έργων-Έλεγχος της Προόδου των Εργασιών στα Τεχνικά Έργα.
9. Γεωργία.
10. Χωροταξία και Πολεοδομία.
11. Γεωγραφία.
12. Αρχαιολογία και Προστασία Μνημείων.
13. Κτηματολόγιο.
14. Καταγραφή, Διερεύνηση, Απογραφή, Χαρτογράφηση και Διαχείριση των Φυσικών και Ανθρώπινων Διαθεσίμων μιας Περιοχής.
15. Κοινωνιολογία[15].

Ακολούθως, παρατίθενται δύο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα, τα οποία αφορούν τις εφαρμογές της Τηλεπισκόπησης στους τομείς του φυσικού περιβάλλοντος. Το πρώτο παράδειγμα αφορά τις δραστηριότητες της Τηλεπισκόπησης στη γεωργία, οι οποίες συνίστανται στις κάτωθι:

*Την αναγνώριση και μέτρηση της έκτασης των καλλιεργειών, οι οποίες στηρίζονται στην ανάκλαση που παρουσιάζουν σε διάφορα μήκη κύματος οι διαφορετικές μορφές των φυτικών ειδών. Σημειώνεται ότι η έρευνα για την αναγνώριση και ταξινόμηση των καλλιεργειών χρησιμοποιεί στοιχεία, τόσο της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας όσο και της υπαίθρου. Ειδικότερα, καθορίζονται περιοχές ελέγχου (training sites), των οποίων οι καλλιέργειες καταγράφονται προσεκτικά. Εν συνεχεία, με την βοήθεια ειδικού λογισμικού ανάλυσης εικόνας, πραγματοποιείται ταξινόμηση των καλλιεργειών σε ολόκληρη την εικόνα.*

*Την πρόβλεψη της παραγωγής, η οποία βασίζεται στα φασματικά*

χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, στα δεδομένα της υπαίθρου, στα δεδομένα προηγούμενων ετών, καθώς και σε συνδυασμό όλων αυτών των δεδομένων με αγρομετεωρολογικά μοντέλα. Διευκρινίζεται ότι η ερευνητική προσπάθεια στρέφεται σε δύο κατευθύνσεις: α) Τη συσχέτιση των χαρακτηριστικών της βλάστησης με την παραγωγή, και β) την προσπάθεια μέτρησης των διαφόρων παραγόντων που σχετίζονται με την παραγωγή. Σε κάθε περίπτωση πάντως οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα, σχετικά με την παραγωγή της υπό μελέτη καλλιέργειας. Με την παραδοχή ότι οι καλλιέργειες και η έκταση των καλλιεργειών έχουν καθοριστεί και ότι με βάση τα ιστορικά δεδομένα ο όγκος της παραγωγής είναι σταθερός ή σχεδόν σταθερός, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων είναι ικανοποιητική.

*Την αναγνώριση ασθενειών*, η οποία σημειώνεται ότι είναι αρκετά δύσκολο να ερμηνευτεί ποσοτικά για την πρόβλεψη της παραγωγής. Στο στάδιο της ανίχνευσης των ασθενειών, σε πρώτη φάση, απαιτείται καλή Διακριτική Ικανότητα[16] και ανάπτυξη πολυφασματικών σαρωτών με δυνατότητες καταγραφής σε ειδικές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, ενώ ο καθορισμός των ασθενειών απαιτεί συγχρόνως επίγειους ελέγχους και εργασία γραφείου με εργαστηριακά όργανα και ραδιόμετρα υπαίθρου.

*Την παρακολούθηση της πορείας ανάπτυξης της βλάστησης*, όπου οι βασικότερες πληροφορίες αντλούνται από δορυφόρους χαμηλού κόστους και από ραδιόμετρα πολύ υψηλού διαχωρισμού, όπως τα AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometers), τα οποία χρησιμοποιούνται για τη συνεχή παρακολούθηση της βλάστησης και των συνθηκών ανάπτυξης.

*Την εκτίμηση των ζημιών των γεωργικών καλλιεργειών*. Σημειώνεται ότι η μείωση της χλωροφύλλης και η αλλαγή στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των φυτών, επιδρά στη φασματική αντίδραση του φυτού στις διάφορες ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και κατά συνέπεια η εν λόγω αντίδραση καταγράφεται στους πολυφασματικούς απεικονιστές των δορυφόρων. Με τον ίδιο τρόπο λοιπόν με τον οποίο εκτιμάται η έκταση των γεωργικών καλλιεργειών και υπολογίζεται η παραγωγή, είναι δυνατό να υπολογιστεί η έκταση και ο όγκος της ζημιάς, έχοντας κατά νου τη δυνατότητα παρακολούθησης μιας περιοχής δια μέσου του χρόνου σε διαστήματα 16-25 ημερών.



Την καταγραφή των πλημμυρών, η οποία πραγματοποιείται με τη συνδυασμένη χρήση δορυφορικών εικόνων και Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (DEM), τα οποία είναι δυνατό να κατασκευαστούν σε περιβάλλον Γ.Σ.Π.. Στη συνέχεια η επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα μπορεί να έρθει σε επικάλυψη με το τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής για ρεαλιστική απεικόνιση.

Τη χαρτογράφηση των γεωργικών εδαφών, η οποία προϋποθέτει τη σύνταξη φυσιογραφικού χάρτη και τη φυσιογραφική ανάλυση μιας περιοχής, η οποία με τη σειρά της βασίζεται στην αρχή ότι: *Αλλαγές στα εξωτερικά χαρακτηριστικά (landforms) αναμένονται να επιδράσουν στα εσωτερικά χαρακτηριστικά (εδαφικό προφίλ)*, ενώ και τα δύο συγχρόνως στη φυτική κάλυψη, στις χρήσεις γης και στην καταλληλότητα μιας περιοχής για γεωργική παραγωγή. Διευκρινίζεται ότι τα φυσιογραφικά στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται και τα οποία είναι δυνατό να αναγνωριστούν σε δορυφορικές εικόνες είναι: το ανάγλυφο, η φυτική κάλυψη, η διάβρωση, ο τρόπος και χρόνος σχηματισμού και τέλος ο φωτογραφικός τόνος[17].

Συνεχίζοντας, το δεύτερο παράδειγμα αναφέρεται στις δραστηριότητες της Τηλεπισκόπησης στη Δασοπονία, οι οποίες συνίστανται στις εξής:

α) Εκτίμηση της αξιοποιήσιμης ξυλείας.

β) Διαχρονική παρακολούθηση της υλοτομίας και της αποψίλωσης των δασών (εκτίμηση όγκου ξυλείας και αναδάσωσης).

γ) Αναγνώριση των ερημοποιημένων περιοχών (αναγνώριση συνθηκών, εδαφών, βλάστησης, κλίσεων, προσανατολισμού).

δ) Διάκριση των ειδών δέντρων και των συνθηκών τους (σθένος, κάμψη, ασθένειες, προσβολές), και

ε) Καταγραφή των πυρκαγιών και απολιθωμένων εκτάσεων (ανίχνευση, καταγραφή έκτασης και καταστροφών, αναγέννηση φυσικής βλάστησης[18]).

### δ. Ιστορικό

Η εφεύρεση της «Νταγγεροτυπίας», η οποία είναι ταυτόσημη με τον όρο «εικόνα», από τους Γάλλους Niepce και Daguerre αποτέλεσε ουσιαστικά την πρώτη ιστορική εφαρμογή της Τηλεπισκόπησης. Πιο συγκεκριμένα, το 1840 ο Dominique Jean Arago έκανε λόγο στη Γαλλική Βουλή για χρήση της φωτογραφικής μεθόδου από τους Τοπογράφους Μηχανικούς. Συνεχίζοντας, το 1858 έλαβε χώρα η πρώτη αεροφωτογράφιση με μπαλόνι από τον Nadar, ενώ από το 1860 έως και το 1895 πραγματοποιήθηκαν πειράματα για λήψη φωτογραφιών σε έγχρωμο τόνο. Ακολούθως, το 1909 ο Wilbur Wright τοποθέτησε για πρώτη φορά σε αεροσκάφος φωτογραφική μηχανή, γεγονός που σηματοδότησε την ανάπτυξη της Φωτοερμηνείας.

Αναλυτικότερα, η χρήση αεροφωτογραφιών για τους σκοπούς της Φωτοερμηνείας ξεκίνησε την περίοδο 1914-1918 κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου για την εξυπηρέτηση στρατιωτικών κυρίως σκοπών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι μέθοδοι της Φωτοερμηνείας εφαρμόστηκαν για την κάλυψη των αναγκών διαφόρων επιστημονικών πεδίων στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο Παγκόσμιων Πολέμων. Έτσι λοιπόν οι Δασολόγοι και οι Γεωπόνοι ήταν από τους πρώτους επιστήμονες που χρησιμοποίησαν τις αεροφωτογραφίες. Μια επόμενη μεγάλη ώθηση στις εφαρμογές της Τηλεπισκόπησης πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 1941-45 για στρατιωτικούς πάλι σκοπούς, ενώ μετά τη λήξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου η Φωτοερμηνεία ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ευρέως από τους κλάδους των Γεωεπιστημών. Μετά το 1950 ξεκίνησε και η χρήση επιπρόσθετων μορφών φιλμς, πλην των ασπρόμαυρων παγχρωματικών, όπως των έγχρωμων, των υπέρυθρων και των θερμικών υπέρυθρων.

Η Οπτική Φωτοερμηνεία των δορυφορικών δεδομένων ξεκίνησε το 1972, μετά την εκτόξευση του αμερικανικού δορυφόρου «LANDSAT-1» και συνεχίστηκε μέχρι τις αρχές του 1980, όπου εμφανίστηκε και η χρήση του κατάλληλου λογισμικού στους Η/Υ για την επεξεργασία των ψηφιακών δορυφορικών εικόνων. Αναφορικά με τη Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, αυτή εφαρμόστηκε το 1972 με την εκτόξευση του δορυφόρου «LANDSAT-1». Ωστόσο θεωρείται ότι ξεκίνησε το 1957 μετά την εκτόξευση από τη Σοβιετική Ένωση του δορυφόρου «Spoutnik-1». Σημειώνεται ότι στο

διάστημα 1957-1972 τέθηκαν σε εφαρμογή οι ακόλουθοι δορυφόροι και ερευνητικά προγράμματα:

Ο «Explorer-1» το 1958.

Ο μετεωρολογικός δορυφόρος «Tiros-1» το 1960.

Το πρόγραμμα «Gemini» με λήψη εικόνων 70 mm της περιοχής της Αριζόνας τον Μάρτιο του 1965.

Το πρόγραμμα «Apollo» με πολυφασματικές απεικονίσεις της γης τα έτη 1968 και 1969[19].

Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η επιστήμη της Τηλεπισκόπησης αξιοποιεί τη δυνατότητα να καταγράφονται σε οπτικούς, θερμικούς και ενεργητικούς απεικονιστές radar τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τα αντικείμενα-στόχους. Οι εν λόγω απεικονιστές διακρίνονται σε:

α) Επίγειους.

β) Αερομεταφερόμενους.

γ) Δορυφορικούς.

Αυτό σημαίνει ότι μια πλήρη ιστορική αναδρομή στην επιστήμη της Τηλεπισκόπησης, απαιτεί επιπρόσθετα την παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης των δορυφορικών της απεικονιστών, που είναι άλλωστε και οι σημαντικότεροι[20]. Έτσι λοιπόν η σειρά των δορυφόρων «NOOA» που έχουν ως βασικό απεικονιστή το σύστημα «AVHRR» (Advanced Very High Resolution Radiometer) εκτοξεύθηκαν για πρώτη φορά το 1970 και αποτελούν το πρώτο δορυφορικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την παρατήρηση της επιφάνειας της γης, όπου τα δεδομένα τους ήταν διαθέσιμα για κάθε ενδιαφερόμενο.

Οι Αμερικανικοί δορυφόροι «LANDSAT» (1,2,3,4,5,6,7), αποτέλεσαν το βασικό υπόβαθρο για την εξέλιξη της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, καθώς μεταφέρουν δύο

σημαντικά είδη απεικονιστών, τον Πολυφασματικό Απεικονιστή MSS (Multispectral Scanner) και τον Θεματικό Χαρτογράφο TM (Thematic Mapper). Ο «MSS» με Διακριτική Ικανότητα 79X79m σε 4 κανάλια χρησιμοποιήθηκε ευρέως. Επιπλέον ο «TM» με Διακριτική Ικανότητα 30X30m και 7 κανάλια παρατήρησης χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα ανά τον κόσμο και αποτελεί έως και σήμερα ένα βασικό όργανο για την παρατήρηση της γης με ένα μεγάλο πλαίσιο εφαρμογής. Διασαφηνίζεται ότι η περίοδος επαναδιέλευσης διαρκεί δεκαέξι ημέρες.

Οι Γαλλικοί δορυφόροι «SPOT» (1,2,3,4), όπου ο πρώτος εξ αυτών εκτοξεύτηκε το 1986, φέρουν δύο βασικούς απεικονιστές HRV (High Resolution Visible) που είναι ο παγχρωματικός απεικονιστής «HRV-P» με διακριτική ικανότητα 10m και ο πολυφασματικός απεικονιστής «HRV-XS» με σάρωση σε τρία κανάλια και διακριτική ικανότητα 20m. Σημειώνεται ότι η περίοδος επανόδου του «SPOT» διαρκεί 26 ημέρες.

Ιδιαίτερη αναφορά ωστόσο θα πρέπει να γίνει για τους δορυφόρους νέας γενιάς που εκτοξεύθηκαν, οι οποίοι έχουν αρκετά καλύτερα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα οι Ινδικοί δορυφόροι «IRS» με παγχρωματικό απεικονιστή διακριτικής ικανότητας 5,8m, πολυφασματικό απεικονιστή με διακριτική ικανότητα 23,5m και 5 κανάλια σάρωσης, καθώς και τους Ιαπωνικούς Δορυφόρους «JERS». Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης μια ειδική κατηγορία απεικονιστών, που είναι τα συστήματα «Radar». Το βασικό πλεονέκτημα των απεικονιστών αυτών είναι ότι μπορούν να καταγράψουν μια περιοχή ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες και τον φωτισμό, ακριβώς διότι αποτελούν ενεργητικά συστήματα καταγραφής. Εντούτοις, το μειονέκτημά τους εστιάζεται στο γεγονός ότι η καταγραφή δεδομένων γίνεται σε ένα μόνο κανάλι, στην περιοχή των μικροκυμάτων και το είδος των παρεχόμενων πληροφοριών εξαρτάται άμεσα από τις ιδιότητες των εν λόγω κυμάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου είδους απεικονιστών αποτελούν ο Καναδικός Δορυφόρος «RADARSAT», ο Ρωσικός δορυφόρος «ALMAZ» και ο Ευρωπαϊκός δορυφόρος «ERS».

Κλείνοντας, διευκρινίζεται ότι τα δορυφορικά συστήματα απεικονιστών εξελίσσονται ραγδαία, ενώ συγχρόνως ολοκληρώνεται η κατασκευή απεικονιστών με ιδιαίτερα υψηλή Διακριτική Ικανότητα. Οι απεικονιστές αυτοί εκτοξεύτηκαν προσφάτως στο διάστημα και έτσι ξεκίνησε η κατασκευή της επόμενης γενιάς, η οποία θα έχει πολύ πιο εξειδικευμένες δυνατότητες. Χαρακτηριστικό είναι το

Πρόγραμμα της «EOSAT NASA»[\[21\]](#).

### III. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

#### α. Ορισμός

Οι ορισμοί που έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) θα μπορούσε να ισχυρισθεί κανείς ότι διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

α) Εκείνοι στους οποίους τα Γ.Σ.Π. θεωρούνται ως ένα *Δυναμικό Εργαλείο*.

β) Εκείνοι στους οποίους τα Γ.Σ.Π. θεωρούνται ως μια *Βάση Δεδομένων*, και

γ) Εκείνοι στους οποίους τα Γ.Σ.Π. θεωρείται ότι εμπεριέχουν σε μεγάλο βαθμό το στοιχείο της *Οργανωτικής Διάστασης*[\[22\]](#). Εντούτοις, θα επικεντρωθούμε σε εκείνον μόνο τον ορισμό, ο οποίος προσδιορίζει με έναν αντικειμενικό και ολοκληρωμένο τρόπο τις ιδιότητες των Γ.Σ.Π. Σύμφωνα με τον οποίο:

*«Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα εργαλείο για την προετοιμασία, την παρουσίαση και την ερμηνεία των φαινομένων και γεγονότων που αναφέρονται στην επιφάνεια της γης. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο «G.I.S.» νοείται η σύνθεση των επιμέρους τμημάτων του υλικού και του λογισμικού των υπολογιστών που σχεδιάζονται με ένα ειδικό τρόπο για την ανάκτηση, τη συντήρηση, τη χρήση και επεξεργασία των χαρτογραφικών δεδομένων»[\[23\]](#).*

Από τα παραπάνω γίνεται εμμέσως πλην σαφώς αντιληπτό ότι τα Γ.Σ.Π. αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικότερο μέσο για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη, μετασχηματισμό και απεικόνιση των χωρικών δεδομένων του πραγματικού

κόσμου[24].

### *β. Σκοπός-στόχοι*

Δεδομένου ότι τα Γ.Σ.Π. μπορούν να διαχειριστούν ένα μεγάλο όγκο δεδομένων, όπως είναι οι φυσικές, χημικές, βιολογικές, περιβαλλοντικές, πολιτιστικές, δημογραφικές, οικονομικές και χωροταξικές πληροφορίες μιας περιοχής, ο βασικός τους σκοπός έγκειται στο να αποτελέσουν το καταλληλότερο και πολυτιμότερο μεθοδολογικό εργαλείο στην επίλυση των ποικίλων χωρικών προβλημάτων που αφορούν μια σειρά επιστημών, οι οποίες σχετίζονται με τα παραπάνω δεδομένα, όπως η Γεωλογία, η Κοινωνιολογία, η Τοπογραφία, η Χαρτογραφία, η Χωροταξία και Πολεοδομία, οι Ιατρικές επιστήμες, η Γεωγραφία, η Υδρολογία, αλλά και γενικότερα κάθε λογής επιστήμη, στην οποία η έννοια του «χωρικού στοιχείου» ή καλύτερα του «γεωγραφικού χώρου» συσχετίζεται άμεσα ή έμμεσα με αυτήν[25]. Πλην αυτού, ο δευτερεύων σκοπός των Γ.Σ.Π. είναι να παράσχουν στους χρήστες τους τις απαραίτητες πληροφορίες, προκειμένου να διαμορφώσουν τα κατάλληλα σενάρια για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, τα αποτελέσματα του οποίου θα έχουν τη δυνατότητα να τα αναπαραστήσουν με τη βοήθεια χαρτών[26].

Συνεχίζοντας, ο βασικός στόχος των Γ.Σ.Π. θα μπορούσε να υποστηρίξει κανείς ότι είναι η επίλυση και η βελτίωση των πολυδιάστατων φαινομένων και ζητημάτων που αφορούν τις δομές του χωρικού σχεδιασμού. Αυτό σημαίνει ότι συμβάλλουν καθοριστικά σε ενέργειες που αφορούν είτε τον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό είτε τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, οι οποίες έχουν αναπόφευκτα επιπτώσεις σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό ή και πλανητικό ακόμη επίπεδο και κυρίως έχουν να κάνουν με:

- Τη διατύπωση υποθέσεων.
- Την αναγνώριση των αντικειμενικών σκοπών και στόχων.

- Τον καθορισμό των εναλλακτικών στρατηγικών και προτάσεων.
- Την εκ νέου χάραξη πολιτικών.
- Την εφαρμογή των σχεδίων και προγραμμάτων.
- Τη διαρκή και συστηματική παρακολούθηση, αναθεώρηση και ανανέωση των πιο πάνω προγραμμάτων, σχεδίων και πολιτικών[27].

Μέσα από τις συνεχείς εξελίξεις όμως που διαδραματίζονται καθημερινώς στους χώρους της Πληροφορικής και της Γεωγραφίας, τα Γ.Σ.Π. έχουν περάσει πλέον σε μια «νέα διάσταση», όπου ο βασικός τους στόχος δεν περιορίζεται αποκλειστικά και μόνο στην ολοκλήρωση της χαρτογραφικής παραγωγής ή στην απεικόνιση και επεξεργασία των χωρικών δεδομένων. Αντιθέτως, σήμερα τα περισσότερα των Γ.Σ.Π. επικεντρώνονται στην *Ανάλυση των Χωρικών Δεδομένων*. Προκύπτει επομένως η ανάγκη *συνειδητοποίησης* του γεγονότος ότι τα Γ.Σ.Π. έχουν τις απαραίτητες προδιαγραφές και μπορούν δυνάμει να αποτελέσουν το καταλληλότερο εργαλείο Χωρικής Ανάλυσης (Spatial Analysis)[28], το οποίο δίδει έμφαση στη χωρική διάσταση, ενώ συγχρόνως αποτελούν ένα σημαντικότατο μηχανισμό για την παρακολούθηση και επίλυση χωρικών ζητημάτων μέσω της οργάνωσης, της διαχείρισης και του μετασχηματισμού μεγάλου όγκου στοιχείων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η πληροφορία να είναι προσιτή προς όλους τους χρήστες[29].

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διευκόλυνση της διαδικασίας του σχεδιασμού και η επίτευξη χωρικής ανάλυσης με απλουστευμένες μεθόδους, αποτελούν τους θεμελιώδεις στόχους των Γ.Σ.Π. και συνεπώς μέσα από τον κατάλληλο προγραμματισμό τα γεωγραφικά δεδομένα μπορούν συγχρόνως, όχι μόνο να αναλυθούν, αλλά και να χαρτογραφηθούν στο ίδιο περιβάλλον εργασίας. Εκτός αυτού, έχει διατυπωθεί ότι το είδος της Χωρικής Ανάλυσης που πραγματοποιείται με χρήση των Γ.Σ.Π. αποτελεί κατά κάποιο τρόπο μια σύγχρονη προέκταση της ποσοτικής ανάλυσης που εφαρμόζεται στην επιστήμη της Γεωγραφίας[30].

*γ. Αντικείμενο και εφαρμογές*

Κατά μία γενική έννοια το αντικείμενο των Γ.Σ.Π. έχει να κάνει με τη χαρτογράφηση και τη χωρική ανάλυση, την αυτόματη λήψη δεδομένων, την επεξεργασία τους και τέλος την παρουσίασή τους σε ποικίλα συσχετιζόμενα επιστημονικά πεδία, όπως η κτηματολογική και τοπογραφική χαρτογράφηση, η θεματική χαρτογραφία, η γεωλογία, η χωρική στατιστική και ο σχεδιασμός της υπαίθρου. Πλην αυτών όμως τα Γ.Σ.Π. αναγνωρίζουν τους διάφορους τύπους πληροφοριών και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, υπό την έννοια ότι θέτουν τα δεδομένα αυτά σε ένα χωρικό πλαίσιο. Έτσι λοιπόν ακόμη και τα «μη χωρικά δεδομένα» μπορούν να συνδεθούν μέσω των Γ.Σ.Π. με τις χωρικές μονάδες στις οποίες αναφέρονται, όπως είναι για παράδειγμα η μέτρηση του αριθμού των συμβάντων κάποιου φαινομένου στη χωρική μονάδα. Παράλληλα, τα Γ.Σ.Π. μπορούν να μετασχηματίσουν στατιστικά τα δεδομένα, όπως είναι για παράδειγμα ο αριθμητικός μέσος, η διάμεσος, καθώς και το μέγιστο ή το ελάχιστο μιας ομάδας παρατηρήσεων που αντιστοιχεί στη χωρική μονάδα. Επισημαίνεται ότι αναφορικά με τα δεδομένα που προέρχονται κυρίως από τις εναέριες παρατηρήσεις με τη χρήση της Τηλεπισκόπησης και της Φωτοερμηνείας, αυτά ενδεχομένως να αναφέρονται σε μια διαφορετική χωρική μονάδα που αναπαρίσταται από ένα εικονοστοιχείο (pixel) στην εικόνα, ενώ η πραγματική τους παρατήρηση είναι δυνατόν να προέλθει με μετρήσεις, κεντραρισμένες στις θέσεις των εικονοστοιχείων[31].

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που θεωρείται θεμελιώδες στο αντικείμενο των Γ.Σ.Π. είναι ότι καταγράφουν τις αλλαγές που σημειώνονται με την πάροδο του χρόνου και μπορούν με αυτόν τον τρόπο να προβλέψουν τις διάφορες μελλοντικές αλλαγές. Έτσι λοιπόν ένας χρήστης των Γ.Σ.Π. είναι σε θέση να καταγράψει πότε ένα φαινόμενο του πραγματικού χώρου έλαβε χώρα, αλλά και πότε το φαινόμενο αυτό καταγράφηκε στη Βάση Δεδομένων. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα γεγονότα αυτά είναι δυνατόν να καταγραφούν με μια ευρεία αίσθηση του χρόνου, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από λιγότερο του ενός δευτερολέπτου, σε ένα μήνα, ένα ημερολογιακό έτος ή ακόμη και μεγαλύτερες χρονικές περιόδους.

Κατά συνέπεια, βασικό αντικείμενο των Γ.Σ.Π. αποτελεί επιπρόσθετα η καταγραφή των αλληλεπιδράσεων των φαινομένων της γης και του περιβάλλοντος στο χώρο και το χρόνο, οι οποίες προκύπτουν από την αλλαγή της χωρικής



κατανομής των διαφόρων φαινομένων με την πάροδο του χρόνου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα μπορούν να αποτελέσουν οι μεταναστεύσεις μονάδων του πληθυσμού προς τις πηγές απασχόλησης και η ροή των επιβατηγών οχημάτων κατά μήκος του οδικού δικτύου. Έτσι λοιπόν τα δεδομένα του δείγματος, βασιζόμενα σε χωρικές μονάδες μέτρησης, αθροίζονται στο χρόνο, προκειμένου έτσι να αποδώσουν διακριτά μεταξύ τους χωρο-χρονικά δεδομένα και να μπορέσουν με την βοήθεια των Γ.Σ.Π. να μοντελοποιηθούν με στατιστικές και μαθηματικές συναρτήσεις, οι οποίες έχουν ως εξαρτημένη μεταβλητή το χρόνο.

Αναφορικά με τις εφαρμογές τους, προειπώθηκε ότι τα Γ.Σ.Π. έχουν να κάνουν με τη συλλογή, την αποθήκευση, τη συντήρηση, την ανάλυση, την παραγωγή και τη διανομή των χωρικών δεδομένων και πληροφοριών. Αυτό σημαίνει ότι τα Γ.Σ.Π. αποτελούν ένα ικανό σύστημα, το οποίο μπορεί να δώσει απαντήσεις σε μια σειρά ερωτηματικών, τα οποία σχετίζονται με:

Την *τοποθεσία* ενός φαινομένου, δηλαδή περιγραφή του σημείου στο οποίο βρίσκεται κάποιο στοιχείο ή έλαβε χώρα κάποιο γεγονός.

Τη *συνθήκη* ενός φαινομένου, δηλαδή εντοπισμός των τοποθεσιών, όπου επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες.

Το *πρότυπο* ενός φαινομένου, δηλαδή εντοπισμός των ομοιοτήτων σε διανομή διαφορετικών οντοτήτων.

Τη *γενική κατάσταση* ενός φαινομένου, δηλαδή εύρεση των διαφορών σε μια περιοχή με την πάροδο του χρόνου ή με βάση τις χωρικές διαστάσεις.

Τη *μοντελοποίηση*, η οποία με τη σειρά της αποτελεί την βασική προϋπόθεση για την ύπαρξη του προγραμματισμού και του σχεδιασμού[32].

Είναι επομένως εύλογο να υποστηρίζουμε ότι οι ενεργοί τομείς και οι εφαρμογές των Γ.Σ.Π. έχουν να κάνουν με:

*Τον Αναπτυξιακό Προγραμματισμό και Σχεδιασμό:* Κυρίως μέσω της υλοποίησης χωρικής ανάλυσης σε ό,τι αφορά τις περιφερειακές ανισότητες, τη διαχείριση των

κοινωνικοοικονομικών Βάσεων Δεδομένων, τη διατύπωση εναλλακτικών στρατηγικών και τον ορισμό επενδυτικών σχεδίων, τη χωρική κατανομή των διαφόρων οικονομικών δραστηριοτήτων και τέλος μέσω της αξιολόγησης της περιφερειακής πολιτικής και προγραμμάτων.

*Την Προστασία και Διαχείριση του Περιβάλλοντος:* Μέσω της διαχείρισης των οικοσυστημάτων, της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, των Συστημάτων Λήψεως Αποφάσεων και των υποδειγμάτων αλληλεπίδρασης των περιβαλλοντικών και των οικονομικών συστημάτων.

*Τον Αστικό Σχεδιασμό*<sup>[33]</sup>: Μέσω της χωρικής ανάλυσης σε αστικές περιοχές των δήμων, του ορθολογικού προγραμματισμού και διαχείρισης των προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, της πολιτικής χρήσεων γης και των αναπλάσεων.

*Την Τεχνική Υποδομή:* Όπου πραγματοποιείται με βέλτιστο τρόπο η διαχείριση των δικτύων ύδρευσης, αποχέτευσης, τηλεπικοινωνιών, ενώ παράλληλα προσδιορίζονται περιοχές εξυπηρέτησης για χωροθετήσεις έργων και δραστηριοτήτων.

*Τις Συγκοινωνίες:* Όπου πραγματώνεται με ένα καθοριστικό τρόπο η διαχείριση του συστήματος μεταφορών και κυρίως του οδικού, αεροπορικού και ακτοπολιτικού δικτύου, ενώ παράλληλα εφαρμόζονται μέθοδοι πρόληψης ατυχημάτων.

*Την Εκπαίδευση και Υγεία:* Μέσω των κατάλληλων πολιτικών διαχείρισης των υπηρεσιών εκπαίδευσης και πρόνοιας και τις χωροθετήσεις κέντρων εξυπηρέτησης.

*Τη Φορολογία:* Διαμέσου της εκτίμησης φορολογίας της ακίνητης περιουσίας και της διαχείρισης-ανάλυσης των ποικίλων φορολογικών στοιχείων.

*Την Πυροσβεστική, την Αστυνομία και τη Δασική Υπηρεσία:* Μέσω της πραγματοποίησης πολιτικών προλήψεων και αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών, αλλά και εύρεσης βέλτιστων διαδρομών.

*Την Αγορά Εργασίας:* Μέσω της σύζευξης προσφοράς και ζήτησης, της διατύπωσης πολιτικών απασχόλησης και τις χωρικές αναλύσεις σε ό,τι αφορά την

κινητικότητα των εργαζομένων και τις μετακινήσεις μεταξύ οικίας και χώρου εργασίας.

*Τα Δίκτυα Διανομών και τις Χωροθετήσεις Κατανομών:* Μέσω της πραγματοποίησης ανάλυσης και διαχείρισης δικτύων διανομών προϊόντων και υπηρεσιών την εύρεση άριστων διαδρομών και τις χωροθετήσεις κέντρων παροχών[34].

*Την Τοπογραφική Χαρτογράφηση:* Όπου εθνικές και ιδιωτικές εταιρίες χαρτογράφησης, αλλά και το εθνικό Κτηματολόγιο χρησιμοποιούν την τεχνολογία των Συστημάτων Πληροφοριών Γης.

*Την Αρχαιολογία:* Όπου γίνεται η περιγραφή της τοποθεσίας και αξιολογείται συγχρόνως το σενάριο.

*Το Marketing:* Όπου εντοπίζονται οι τοποθεσίες-στόχοι και συγχρόνως δίδονται μέθοδοι για την βελτιστοποίηση των αγαθών και υπηρεσιών.

*Τον Τουρισμό:* Όπου εκτιμάται η θέση και γίνεται διαχείριση των υπηρεσιών και των θεαμάτων[35].

Η πληθώρα αυτή των εφαρμογών των Γ.Σ.Π. οφείλεται στο γεγονός ότι όλα τα παραπάνω επιστημονικά πεδία έχουν ως κοινό τόπο την έννοια του «γεωγραφικού χώρου», η οποία βέβαια είναι θεμελιώδης στην περίπτωση των Γ.Σ.Π. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα Γ.Σ.Π. είναι ιδανικά για τη μελέτη και εκτίμηση των συνθηκών και καταστάσεων, οι οποίες σχετίζονται με το περιβάλλον αλλά και των επιπτώσεων των διαφόρων παραγόντων σε αυτό (Environmental Impact Assessment). Ήδη γίνεται ευρεία χρήση στον τομέα αυτό σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο[36]. Με τη συλλογή και επεξεργασία των τηλεπισκοπικών δεδομένων (remote sensing data), τα οποία μεταδίδονται καθημερινά από τους δορυφόρους, δημιουργούνται συστήματα διαχρονικής παρακολούθησης της γης, για την κατανόηση της αλληλεπίδρασης των γήινων συστημάτων με τη βιόσφαιρα και την καταγραφή των μεταβολών που επιτελούνται με την πάροδο του χρόνου. Τα δεδομένα των δορυφόρων μέσω των Γ.Σ.Π. μπορούν να συνδυαστούν με βάσεις δεδομένων γεωλογικών στοιχείων, εδαφολογικών στοιχείων, χλωρίδας, πανίδας, οδικών δικτύων,

πληθυσμιακών και οικιστικών στοιχείων.

Ακολούθως, δίδεται μια ενδεικτική εικόνα των εφαρμογών των Γ.Σ.Π. στον τομέα του φυσικού περιβάλλοντος. Έτσι λοιπόν τα Γ.Σ.Π. εφαρμόζονται σε περιπτώσεις όπως:

Προβλήματα που σχετίζονται με τη θέση απόθεσης των τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων, όπου τα Γ.Σ.Π. διαχειρίζονται το πολύπλοκο ζήτημα μεταξύ των αποβλήτων και των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων του περιβάλλοντος, δηλαδή του πληθυσμού, του συστήματος μεταφοράς, των δρόμων, του υδάτινου δικτύου καθώς και σε άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, με σκοπό τη λήψη αποφάσεων βασιζόμενων σε πολλαπλά κριτήρια[37].

Καταγραφή και διαχείριση των δασών και ανάλυση του ανάγλυφου, με σκοπό την εξέταση των δυνατοτήτων αναδασώσεως σε διάφορες περιοχές ή τη διάθεση βάσεων με χωρικά δεδομένα δασικών εκτάσεων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση και λήψη αποφάσεων[38].

Έλεγχος των ρύπων από βιομηχανίες, με σκοπό την πρόβλεψη οικολογικών καταστροφών, καθώς και έλεγχος και εκτίμηση των φυσικών καταστροφών από πλημμύρες, σεισμούς και τυφώνες[39].

Εκτίμηση της κατάστασης των υπογείων υδάτων και διερεύνηση της γεωγραφικής κατανομής τους, με σκοπό την ορθολογική τους χρήση[40].

Μελέτη της αλλαγής του κλίματος και της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας μέσω της ανάπτυξης διαφόρων προγραμμάτων, όπου χρησιμοποιούνται τα Γ.Σ.Π., στα οποία καταχωρούνται δεδομένα, που έχουν σχέση με την επιφάνεια της γης, τη βλάστηση και τη γεωλογία, προκειμένου έτσι να διερευνηθούν οι παράγοντες που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς και να εκτιμηθούν οι πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στη γεωργία και τα φυσικά οικοσυστήματα.

Ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού προγράμματος CORINE, αντικείμενο του οποίου είναι η συλλογή δεδομένων, τα οποία έχουν σχέση με την τοπογραφία, το έδαφος, το κλίμα,

τους βιότοπους, την ορνιθοπανίδα, τη βλάστηση και τις αγροτικές μειονεκτικές περιοχές. Επισημαίνεται ότι το εν λόγω πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν για την απογραφή της κατάστασης του περιβάλλοντος στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα, την απογραφή των βιοτόπων, την οργάνωση των δεδομένων για πηγές νερών στη Μεσόγειο και άλλες ειδικές περιοχές, τη μελέτη για περιπτώσεις μόλυνσης, ιδιαίτερα για την όξινη βροχή, καθώς και για τον προσδιορισμό περιοχών με έντονη διάβρωση, οι οποίες χρειάζονταν περαιτέρω προστασία[41].

### *δ. Ιστορικό*

Η ιστορία των Γ.Σ.Π. έχει ως άξονα αναφοράς τη δεκαετία του '60, όπου τα Γ.Σ.Π. αρχίζουν να χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη των αναγκών του δημοσίου τομέα. Με την πάροδο του χρόνου και συγκεκριμένα τις δεκαετίες του '70 και '80, μια ισχυρή βιομηχανία λογισμικών Γ.Σ.Π. άρχισε να αναπτύσσεται ραγδαία υπό την εποπτεία της Αμερικανικής Κυβέρνησης. Τα λογισμικά πακέτα, τα δεδομένα και οι υπηρεσίες Γ.Σ.Π. που κυκλοφορούν σήμερα αποτελούν αντικείμενα μιας βιομηχανίας, η οποία έχει κέρδη της τάξης των δύο δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως, ενώ κάθε χρόνο η Βιομηχανία αυτή υπολογίζεται ότι αυξάνει τα κέρδη της κατά 20%. Παράλληλα, τα Γ.Σ.Π. πιστεύεται ότι είχαν μια σημαντικότερη επίδραση στις μεθόδους και τεχνικές της εφαρμοσμένης Γεωγραφίας τη δεκαετία του '80, ενώ από το 1990 και έπειτα θεωρείται ότι συνέβαλαν με καθοριστικό τρόπο στη διδασκαλία της επιστήμης της Γεωγραφίας σε ακαδημαϊκό επίπεδο[42].

Το πρώτο πρωτόλειο Γ.Σ.Π. αναπτύχθηκε στον Καναδά το 1960 για να καλύψει ανάγκες του Υπουργείου Γεωργίας με την ονομασία «CGIS» από τον Βρετανό Roger Tomlinson, ο οποίος μάλιστα θεωρείται ως ο «πατέρας» των Γ.Σ.Π. Στα πρώτα χρόνια η ανάπτυξη των Γ.Σ.Π. οφειλόταν αποκλειστικά και μόνο σε κυβερνητικούς και στρατιωτικούς λόγους, ενώ η δεκαετία του '70 ήταν εκείνη που σηματοδότησε την διαχρονική τους πορεία. Η ανάπτυξη του οικολογικού κινήματος και η απαίτηση των κυβερνητικών οργανισμών για συνεχείς παρατηρήσεις και ελέγχους στις αλλαγές των χρήσεων γης οδήγησε στην ανάγκη για τη δημιουργία συστημάτων, τα οποία θα

είχαν ως βασικό αντικείμενο όχι μόνο την αποθήκευση δεδομένων, αλλά συγχρόνως την διαχείριση και ανάλυση αυτών σε σύντομο χρονικό διάστημα. Παράλληλα, την περίοδο αυτή αρχίζουν να κάνουν την εμφάνισή τους και οι πρώτες εμπορικές επιχειρήσεις κατασκευής λογισμικών πακέτων Γ.Σ.Π., όπως η ESRI και η Intergraph, εκμεταλλεζόμενες πλήρως την ραγδαία εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων, και οι οποίες προχώρησαν στη συνέχεια στη διάθεση στην αγορά επεκτάσεων και βοηθητικών εργαλείων του λογισμικού Γ.Σ.Π.[\[43\]](#)

Την ίδια περίοδο υπό την αιγίδα της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης και της UNESCO πραγματοποιούνται στην Οτάβα του Καναδά τα δύο πρώτα συνέδρια για τα Γ.Σ.Π. Αξιοσημείωτο είναι μάλιστα ότι στο πρώτο συμμετείχαν μόλις σαράντα σύνεδροι, οι οποίοι αποτελούσαν και το συνολικό αριθμό των επιστημόνων και ερευνητών από όλο τον κόσμο που εκείνη την εποχή ασχολούνταν ενεργά με τις εφαρμογές των Γ.Σ.Π. Οι σύνεδροι ανέλαβαν μάλιστα την ευθύνη να συντάξουν το πρώτο βιβλίο για τα Γ.Σ.Π., το οποίο μάλιστα παρουσιάστηκε σε επόμενο συνέδριο το 1972. Η ημερομηνία αυτή αποτελεί και το σημείο σταθμό για την ανάπτυξη των Γ.Σ.Π., καθώς από το 1972 και μετά τα πανεπιστήμια και τα διάφορα ερευνητικά κέντρα στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική εισήγαγαν την τεχνολογία των Γ.Σ.Π. στα προγράμματα σπουδών τους, παράγοντας με αυτόν τον τρόπο την πρώτη γενιά ειδικευμένων επιστημόνων σε ζητήματα Συστημάτων Πληροφοριών Γης.

#### IV. Σύνδεση της Τηλεπισκόπησης με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Όπως προαναφέρθηκε, οι θεμελιώδεις στόχοι των Γ.Σ.Π. είναι να συμβάλλουν στις δομές του χωρικού σχεδιασμού και να διευκολύνουν τις διαδικασίες χωρικής ανάλυσης. Έτσι λοιπόν μερικά βασικά στοιχεία, τα οποία αντικατοπτρίζουν την άμεση συσχέτιση και αλληλεξάρτηση της επιστήμης των Γ.Σ.Π. με την Τηλεπισκόπηση, καθώς και τους τρόπους με τους οποίους η τελευταία συνεισφέρει στην επίτευξη των στόχων των Γ.Σ.Π. είναι τα εξής:

Η Τηλεπισκόπηση αποτελεί σημαντική πηγή πληροφοριών για τα Γ.Σ.Π., καθώς οι ψηφιακές και αναλογικές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις αποτελούν το αντικείμενο

επεξεργασίας των Γ.Σ.Π., ενώ συγχρόνως τα δεδομένα της Τηλεπισκόπησης είναι απολύτως συμβατά με τα Γ.Σ.Π.

Η διαρκής και αξιόπιστη παρατήρηση και παρακολούθηση του περιβάλλοντος της γης που παρέχεται από την τεχνική της Τηλεπισκόπησης, αποτελεί το θεμέλιο για τη χωρική ανάλυση που πραγματοποιείται με τα Γ.Σ.Π. και ειδικότερα στην περίπτωση που εξετάζεται η διαδικασία της χωροθέτησης-κατανομής (location-allocation) των ανθρώπινων δραστηριοτήτων με βάση τα φυσικά διαθέσιμα μιας περιοχής ή με βάση τις ειδικές πολιτικές επιλογές και παρεμβάσεις[44].

Η Τηλεπισκόπηση, μέσω της δυνατότητας διαχρονικών λήψεων εικόνων της γης από τους δορυφόρους παρέχει τα περισσότερα πρόσφατα δεδομένα και με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, γεγονός που έχει ως συνέπεια να εξυπηρετείται η διαρκής ενημέρωση της Βάσης Δεδομένων των Γ.Σ.Π.

Αρκετά από τα προϊόντα των Γ.Σ.Π., όπως για παράδειγμα οι τοπογραφικοί χάρτες, χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά υπόβαθρα για τη βελτίωση της ταξινόμησης των δορυφορικών δεδομένων. Πολλές από τις λειτουργίες της φωτοερμηνευτικής/τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας, όπως για παράδειγμα η ψηφιοποίηση[45], υλοποιούνται παράλληλα και σε περιβάλλον Γ.Σ.Π.

Τόσο η Τηλεπισκόπηση όσο και τα Γ.Σ.Π. χρησιμοποιούν παρόμοιες μεθόδους για την επεξεργασία των δεδομένων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους.

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι στην πράξη συχνά παρουσιάζονται τεχνικά προβλήματα, τα οποία έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην αποτελεσματική εισαγωγή και χρήση των δορυφορικών δεδομένων στα Γ.Σ.Π. Μερικές τέτοιες προβληματικές καταστάσεις αναλύονται παρακάτω:

Ο συνδυασμός των δορυφορικών δεδομένων, τα οποία είναι σε ψηφιδωτή μορφή (raster) με Γ.Σ.Π. τα οποία αποθηκεύουν δεδομένα μόνο σε διανυσματική μορφή (vector GIS) είναι αρκετά δύσκολος. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν Γ.Σ.Π., τα οποία μετατρέπουν τις δύο αυτές μορφές δεδομένων, δηλαδή από ψηφιδωτά σε διανυσματικά δεδομένα και το αντίστροφο, ωστόσο η μετατροπή της χαμηλής Διαχωριστικής Δυνατότητας/Διακριτικής Ικανότητας ορισμένων δορυφορικών

δεδομένων σε Διανυσματική Μορφή, έχει ως άμεσο επακόλουθο την πρόκληση ποικίλων σφαλμάτων, τα οποία διευκρινίζεται ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ανιχνευτούν σε περίπτωση που γίνουν.

Η γεωμετρική ακρίβεια των δορυφορικών δεδομένων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορετική από τα δεδομένα, τα οποία συλλέχθηκαν από τις αεροφωτογραφίες ή από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τη διενέργεια επίγειων ελέγχων. Κατά συνέπεια, ο συνδυασμός των παραπάνω είναι δυνατό να προξενήσει τυχαία σφάλματα εξαιτίας της μη ακριβούς σύμπτωσης των αντίστοιχων χαρακτηριστικών, όπως συμβαίνει άλλωστε πολύ συχνά κατά τη διάρκεια ψηφιοποίησης των ορίων των πολυγώνων. Τέλος, ορισμένες κατηγορίες ταξινόμησης στα Γ.Σ.Π., συχνά δεν αντιστοιχούν σε εκείνες που αναγνωρίζονται με τα δορυφορικά δεδομένα λόγω της διαφορετικής χρονολογίας λήψης των δεδομένων.

Ωστόσο, θα πρέπει να διευκρινισθεί και να γίνει πλήρως αντιληπτό ότι ο ολοκληρωμένος συνδυασμός της Τηλεπισκόπησης με τα Γ.Σ.Π.,

καθώς και η επίτευξη της συστηματικής παρατήρησης και παρακολούθησης του περιβάλλοντος σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό ή και πλανητικό επίπεδο, απαιτεί, εκτός της άρτιας εκπαίδευσης και συνεχούς ενημέρωσης της κατάλληλης διεπιστημονικής ομάδας, επιπρόσθετα ένα αρκετά ισχυρό ηλεκτρονικό σύστημα, αποτελούμενο από Η/Υ και το ανάλογο λογισμικό πακέτο, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα επεξεργασίας ενός μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών, καθώς και τη δυνατότητα σωστής παρουσίασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης που θα επιτευχθεί στην επιθυμητή μορφή[46].

## **V. Συμβολή της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην προστασία του περιβάλλοντος**

Σύμφωνα με το ν. για το Περιβάλλον 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/18-10-86) με την έννοια «Περιβάλλον» νοείται:



*«Το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις πολιτιστικές αξίες».*

Στην εργασία αυτή, θέλοντας να αποφύγουμε τον λιτό και συνάμα παραπλανητικό ορισμό ότι το περιβάλλον είναι «ό,τι μας περιβάλλει», αλλά και να υπερκεράσουμε την μερικότητα των μονοεπιστημονικών προσεγγίσεων ότι το περιβάλλον διακρίνεται σε «φυσικό» και «ανθρωπογενές», θεωρείται επιτακτική η ανάγκη μιας διεπιστημονικής και «ολοκληρωμένης» θεώρησης του περιβάλλοντος, η οποία θα βοηθήσει τον καθένα μας να αντιληφθεί με ένα διαφορετικό τρόπο τα συστατικά του στοιχεία, τις δυναμικές σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις του με τις αναπτυξιακές διαδικασίες και τον τρόπο με τον οποίο τα δυναμικά εργαλεία της Τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π. μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην παρατήρηση, παρακολούθηση και προστασία του. Έτσι λοιπόν όταν αναφερόμαστε στην έννοια του περιβάλλοντος, εννοούμε:

Την αδιάσπαστη ενότητα της κάθε φορά μεταβαλλόμενης ισορροπίας της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας μιας περιοχής, όπως αυτή ποικιλοτρόπως επηρεάζεται από εσωτερικές ή και εξωτερικές αιτίες.

Το σύνολο του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος, το οποίο περιλαμβάνει τις σχέσεις, αλληλεξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις του φυσικού και κοινωνικοοικονομικού χώρου, καθώς επίσης και τις αναπόδραστες μεταβολές του με την πάροδο του χρόνου.

Τη στιγμιαία κατάσταση της μαχητικής του συνύπαρξης με την αναπτυξιακή διαδικασία στις συγκεκριμένες συνθήκες και σχέσεις των φυσικών και ανθρωπινων διαθεσίμων της υπό εξέταση περιοχής ή και του κόσμου και κατ' επέκταση των στόχων, των μοντέλων και των αξιών της παραγωγής, της έρευνας, της τεχνολογίας, της πολιτικής και της παιδείας[47].

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι προκειμένου να επιτευχθεί η προστασία του περιβάλλοντος, απαιτείται η απόκτηση στοιχείων με αξιόπιστες μεθόδους συλλογής, σε πραγματικό χρόνο, καθώς και η εξαγωγή πληροφοριών σε μορφή, η

οποία θα είναι κατανοητή και άμεσα επεξεργάσιμη από το χρήστη. Έτσι λοιπόν η Τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. αποτελούν δύο βασικά εργαλεία για την πραγματοποίηση των στόχων αυτών, καθώς και για τη διερεύνηση νέων μεθόδων και τεχνικών παρακολούθησης του περιβάλλοντος, καθώς στηρίζονται στην ανάλυση και επεξεργασία δορυφορικών και επίγειων χωρικών δεδομένων, τα οποία δίδουν τη δυνατότητα:

Ευκολότερης προσέγγισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων μιας περιοχής, ιδίως εκείνων που έχουν μεγάλη έκταση και η προσπελασιμότητά τους καθίσταται δύσκολη, ώστε να επιτευχθούν οι απαραίτητοι επίγειοι έλεγχοι.

Κάλυψης διάφορων περιοχών σε μικρό χρονικό διάστημα και επομένως σύγκρισης δεδομένων μεταξύ διαφορετικών περιοχών.

Ταυτοποίησης και διαφοροποίησης των φυσιογραφικών στοιχείων μιας περιοχής.

Μελέτης των δυναμικών φαινομένων, μέσω της δυνατότητας διαχρονικών λήψεων από τους δορυφόρους, προκειμένου έτσι να πραγματοποιούνται διαχρονικές συγκρίσεις και να καταγράφονται φαινόμενα σε συνεχή βάση.

Λήψης των εικόνων σε πολλές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, προκειμένου να ανιχνευθούν όλες οι διαφορές μεταξύ των βιοφυσικών στοιχείων μιας περιοχής[48].

Εκτός αυτών ο πολύπλοκος τρόπος με τον οποίο καταγράφονται από τους τηλεπισκοπικούς δέκτες οι εντάσεις της ανακλώμενης, της εκπεμπόμενης και της επιστρέφουσας Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας (ΗΜΑ) από τα διάφορα στοιχεία δίδει τη δυνατότητα να καταγραφούν η ποιότητα, η κατάσταση και οι τάσεις μεταβολής του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος και συγκεκριμένα:

Οι καλύψεις γης μιας περιοχής και οι σταδιακές μεταβολές τους.

Η περιεχόμενη στο έδαφος και στη βλάστηση υγρασία.

Η υγεία του φυλλώματος των δασών.

Η περιεκτικότητα και η κίνηση των υδάτινων μαζών.

Η επιφανειακή τραχύτητα του εδάφους.

Οι θερμικές ανωμαλίες των εδαφών, των υδάτινων μαζών και των φυσικών αποδεκτών.

Οι συνέπειες μιας δασικής πυρκαγιάς.

Η σχέση και η αλληλεπίδραση της ξηράς και της θάλασσας με την ακτογραμμή.

Η υποβάθμιση των εδαφών και κυρίως η διάβρωση, η αποσάθρωση και οι αποθέσεις.

Η απόρριψη ρυπαντών στους υδάτινους αποδέκτες, όπως τα βιολογικά απόβλητα και οι πετρελαιοκηλίδες.

Οι συνέπειες μιας φυσικής καταστροφής, όπως η έκρηξη ενός ηφαιστείου, ένας σεισμός, μια πλημμύρα ή μια ξηρασία.

Η διαφορετική περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε σωματίια, αέρια και αεροζόλ[49].

Κατά συνέπεια, η τηλεπισκοπική μεθοδολογία σε συνδυασμό με τη χρήση των Γ.Σ.Π. και τις αντίστοιχες μεθόδους λήψης, ανάλυσης, ερμηνείας και επεξεργασίας αναλογικών και ψηφιακών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων συγκροτούν μαζί με τους κατάλληλους επιστήμονες ένα ολοκληρωμένο σύστημα προσέγγισης, παρατήρησης, έρευνας και μελέτης των προβλημάτων του περιβάλλοντος της γης. Ειδικότερα, αποτελούν ένα σύνθετο εργαλείο συλλογής, ανάλυσης, εκτίμησης και αξιολόγησης πληθώρας ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών για το φυσικό και δομημένο περιβάλλον, η ισορροπία των οποίων διαμορφώνει τη φυσική, κοινωνικοοικονομική και πολιτισμική πραγματικότητα. Παράλληλα, η φωτοερμηνευτική-τηλεπισκοπική μεθοδολογία δίδει τη δυνατότητα στον άνθρωπο να διαμορφώσει ή ακόμη και να αναπτύξει την περιβαλλοντική του παιδεία, καθώς και να εξοικειωθεί με τα προβλήματα του περιβάλλοντος και τις πολιτικές προτάσεις του, και αυτό διότι:

Βοηθά τον άνθρωπο να «φωτογραφήσει» τον εξωτερικό κόσμο με τα φυσικά του χρώματα, στις τρεις διαστάσεις του, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Τον ωθεί να προβεί σε λογική συσχέτιση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος με όλες τις προϋπάρχουσες προσλαμβάνουσες εμπειρίες, παραστάσεις και γνώσεις του και με τους νόμους των ειδικών πεδίων της επιστήμης του στα οποία έχει ειδικευτεί.

Τον βοηθά να συλλέξει τις ανάλογες πληροφορίες.

Τέλος, τον ωθεί να προβεί σε λογική εκτίμηση και στάθμιση της αξίας και της σημασίας των παραπάνω πληροφοριών για τη διερεύνηση και απογραφή της κατάστασης και της ποιότητας του φυσικού και κοινωνικοοικονομικού περιβάλλοντος[50].

## VI. Συμπεράσματα

Κάνοντας μια κριτική ανασκόπηση στα εργαλεία της Τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π. διαπιστώνεται ότι το αντικείμενό τους αφορά κυρίως την ανάπτυξη και την αξιοποίηση της τεχνολογίας της πληροφορικής και των δυνατοτήτων του ανθρώπου για τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και οπτικοποίηση των χωρικών και χωρο-χρονικών στοιχείων, υποστηρίζοντας έτσι την καταγραφή και την ανάλυση-ερμηνεία γεωγραφικών φαινομένων, καθώς και τη λήψη αποφάσεων για την επίλυση τους. Ειδικότερα, η Τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. δίδουν τη δυνατότητα στους επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων να διερευνήσουν και να ερμηνεύσουν τις χωρικές σχέσεις, τις αλληλεξαρτήσεις και τις διαδράσεις μεταξύ των πολυπληθών περιβαλλοντικών, κοινωνικοοικονομικών, πολιτισμικών και άλλων παραμέτρων πολύ πιο ουσιαστικά από ό,τι συνέβαινε με τις παραδοσιακές μεθόδους και τεχνικές συλλογής και ανάλυσης δεδομένων[51].

Πιο συγκεκριμένα όμως, σε περίπτωση που θελήσει κανείς να αναλύσει τις

δυνατότητες που προσφέρουν τα εργαλεία της Τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π., σχετικά με την παρακολούθηση και προστασία του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος, οι διαπιστώσεις στις οποίες μπορεί να καταλήξει είναι οι κάτωθι:

Η Τηλεπισκόπηση αποτελεί μια βασική τεχνική της διεθνούς πολιτικής για τη διαχείριση και προστασία των φυσικών πόρων, καθώς και για τον έλεγχο της ερημοποίησης, ενώ συγχρόνως λειτουργεί και ως πηγή δεδομένων για την ανάλυση και ερμηνεία των στοχείων αυτών με χρήση των Γ.Σ.Π.

Τα Γ.Σ.Π. αποτελούν το κατάλληλο διαχειριστικό και διεπιστημονικό μεθοδολογικό εργαλείο για την εισαγωγή, αποθήκευση, ανάκτηση, ανάλυση και εξαγωγή πληροφοριών, ενώ παράλληλα η συμβολή τους είναι καθοριστική στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Τα Γ.Σ.Π. παρέχουν σημαντικές δυνατότητες για καλύτερη διαχείριση των φυσικών διαθεσίμων, καθώς μπορούν να συνδέσουν τις διάφορες ομάδες περιβαλλοντικών δεδομένων με δεδομένα του χώρου, όπως οι διευθύνσεις ή οι γεωγραφικές συντεταγμένες, γεγονός που βοηθά το ευρύ κοινό, τις ιδιωτικές περιβαλλοντικές εταιρίες και τις κυβερνητικές υπηρεσίες να έχουν πρόσβαση στην περιβαλλοντική πληροφορία. Αξιοσημείωτο είναι δε το γεγονός ότι μέσω της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιούν τα Γ.Σ.Π, η συγκεκριμένη πληροφορία είναι δυνατόν να συλλέγεται μόνο μία φορά, αλλά να χρησιμοποιείται πολλές φορές[52].

Η αξιοποίηση με την πάροδο του χρόνου των δυνατοτήτων ολοκλήρωσης των αναλογικών και ψηφιακών φωτοερμηνευτικών και τηλεπισκοπικών μεθόδων και τεχνικών σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. για μία περιοχή μας βοηθά να συλλέξουμε τις απαραίτητες και κατάλληλες ποιοτικές και μετρητικές πληροφορίες, οι οποίες αποτελούν την προϋπόθεση των Ολοκληρωμένων Αποδόσεων της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας της συγκεκριμένης περιοχής, και οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν το θεμέλιο για τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό αυτής[53].

Τα Γ.Σ.Π. σε συνδυασμό με την επιστήμη της Τηλεπισκόπησης και τις εξελίξεις της πληροφορικής έχουν τη δυνατότητα να καταχωρούν, να επεξεργάζονται και να διαχειρίζονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μεγάλο όγκο ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών, όπως χαρτογραφικές, τοπογραφικές, γεωδαιτικές,

φωτογραμμετρικές και τηλεπισκοπικές και να αλληλεπιδρούν με ειδικές Βάσεις Δεδομένων με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να καθίσταται δυνατή η περισσότερο αξιόπιστη, ακριβής και δυναμική παρατήρηση, παρακολούθηση και ερμηνεία των φυσικών και κοινωνικοοικονομικών φαινομένων, αλλά και των πολυδιάστατων αλληλεπιδράσεών τους.

Η Τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία αξιόπιστων, ακριβών και συνεχώς ενημερωμένων Βάσεων Δεδομένων των στοιχείων, στα οποία μπορούν να τεκμηριωθούν διεπιστημονικά οι πάσης φύσης περιβαλλοντικές και αναπτυξιακές αποφάσεις και πολιτικές[54]. Οι τηλεπισκοπικές μέθοδοι και τεχνικές επιτρέπουν την ολοκληρωμένη και διεπιστημονικά τεκμηριωμένη προσέγγιση και διερεύνηση σε πλανητικό επίπεδο των αντικειμενικά σύνθετων και πολύπλοκων περιβαλλοντικών, αναπτυξιακών και κοινωνικών προβλημάτων, τα οποία ολοένα και περισσότερο έχουν επιπτώσεις σε διεθνές επίπεδο, μέσω της αξιόπιστης ανίχνευσης, καταγραφής και αξιολόγησης των επιπτώσεών τους.

Η Τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην διαμόρφωση της περιβαλλοντικής παιδείας των Ελλήνων πολιτών μέσα από σχετικά σεμινάρια, εισηγήσεις και συνέδρια, λόγω της δυνατότητάς τους να συμβάλλουν ουσιαστικά στην ολιστική προσέγγιση και διεπιστημονική διερεύνηση των ζητημάτων του περιβάλλοντος, στην ομαδική εργασία, στην επίλυση προβλημάτων, στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης και ικανοτήτων λήψης αποφάσεων. Έτσι λοιπόν η Τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. μπορούν να εξοικειώσουν τον άνθρωπο με το περιβάλλον και τα προβλήματά του και με τις μεθόδους και τεχνικές έρευνας, παρακολούθησής του και λήψεων αποφάσεων για την προστασία του[55].

Η οργανική συσχέτιση των εργαλείων της Τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π. και όχι η χρήση μόνο του ενός εκ των δύο εργαλείων είναι αυτή που θα βοηθήσει μια διεπιστημονική ομάδα να αντιληφθεί μια περιοχή ως ένα «δυναμικά μεταβαλλόμενο σύστημα» και να υλοποιήσει τα κατάλληλα κριτήρια που έχει θέσει για την προστασία του περιβάλλοντος σε αυτήν.

Τέλος, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας και των Γ.Σ.Π. σε πλανητικό επίπεδο είναι δυνατόν να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας παγκόσμιας τράπεζας δεδομένων γης και περιβάλλοντος, η οποία θα μπορέσει με

## **Νόμος και Φύση**

Αστική μη κερδοσκοπική εταιρεία για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη  
<https://nomosphysics.org.gr>

---

τη σειρά της να αξιοποιήσει τις δυνατότητες των βέλτιστων συνδυασμών τηλεπισκοπικών συστημάτων για κάθε περιοχή με ομοιογενή γεωγραφικά χαρακτηριστικά, αποτελώντας έτσι ένα καθοριστικό παράγοντα αποτελεσματικής περιβαλλοντικής προστασίας και κατά συνέπεια ειρήνης, ευημερίας και διεθνούς συνεργασίας.

[1] Γ. Μανιάτης, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης-Κτηματολογίου, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1993, σ. 35 επ.



[2] Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι διεθνώς γνωστά ως G.I.S., που είναι η συντομογραφία της λέξης «Geographical Information Systems».

[3] Η λέξη «ολικό περιβάλλον» νοείται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μην εξαντλείται στα διοικητικά, εθνικά ή υπερεθνικά όρια μιας περιοχής και αυτό διότι αντικειμενικά υφίσταται πολυδιάστατες επιδράσεις, έως και σε πλανητική κλίμακα, από κάθε αναπτυξιακή δραστηριότητα οποιουδήποτε κράτους, οργανισμού, φορέα, επιχείρησης αλλά και κάθε πολίτη ή ομάδα πολιτών, οπουδήποτε και αν αυτή τελείται και με οποιονδήποτε σκοπό, η οποία σηματοδοτεί παράλληλα αλλά και καθορίζει τις αντίστοιχες ευθύνες τους.

[4] Με τον όρο «πραγματική» πραγματικότητα νοούνται τα πραγματικά στοιχεία, φαινόμενα, γεγονότα, στάσεις και συμπεριφορές, οι οποίες συγκροτούν την αδιάσπαστη διαλεκτική ενότητα του φυσικού και κοινωνικοοικονομικού χώρου της Φυσικής Γήινης Επιφάνειας.

[5] Σε προηγούμενα κείμενά μου έχω αναφέρει ότι η «Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη» είναι η ταυτόχρονα στο χώρο και το χρόνο κατάλληλη οικονομική, κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική και τεχνολογική ανάπτυξη, η οποία τελείται πάντα σε διαλεκτική αρμονία και με απόλυτο σεβασμό στον άνθρωπο και στο φυσικό και πολιτισμικό του περιβάλλον, μέσα στο οποίο αυτός εντάσσεται ειρηνικά και δημιουργικά, ως οργανικό και αναπόσπαστο μέρος του και όχι ως κυρίαρχο στοιχείο, ιδιοκτήτης ή εκμεταλλευτής του.

[6] *American Society of Photogrammetry, Manual of Remote Sensing. Fall Church, V. USA 1975, σ.12 επ.*

[7] Δ. Ρόκος, Η Συμβολή της Τηλεπισκόπησης και των Ολοκληρωμένων Συστημάτων Πληροφοριών Γης και Περιβάλλοντος στη μελέτη και παρακολούθηση των πλανητικών μεταβολών (Global Change), Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Ηλιακή και Διαστημική Έρευνα στην Ελλάδα», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 26-29.4.1993, επιμ. Γ. Αναγνωστόπουλος, Τόμος Ι, Ξάνθη, σ. 300 επ.

[8] Κ. Περάκης, Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1999, σ. 72 επ.

[9] Δ. Ρόκος, Ο διαλεκτικός χαρακτήρας της Ανάπτυξης. Ένα διεπιστημονικό μεθοδολογικό εργαλείο για την προσέγγισή της, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1990, σ. 2 επ.

[10] Δ. Ρόκος, όπ. π. (σημ. 9), σ. 9.

[11] Δ. Ρόκος, Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1988, σ. 35 επ.

[12] Οι «Ολοκληρωμένες Αποδόσεις» έχουν να κάνουν με τη συντονισμένη και σωστά προγραμματισμένη προσπάθεια μιας διεπιστημονικής ομάδας των κατάλληλων κάθε φορά ειδικοτήτων για τη δημιουργία της απαραίτητης υποδομής σε ό,τι αφορά:

α) Τη διερεύνηση και απογραφή των στοιχείων που συγκροτούν τη φυσική και κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα μιας περιοχής, όπως είναι η γνώση των φυσικών διαθεσίμων, η τοπογραφία, η γεωμορφολογία, οι υφιστάμενες χρήσεις γης και η διάρθρωση των καλλιεργειών.

β) Την αντικειμενική απόδοση της κοινωνικής και οικονομικής πραγματικότητας και της διαλεκτικής της σχέσης με τη φυσική πραγματικότητα και των τάσεων μεταβολών τους στην περιοχή, όπου εξελίσσεται το συγκεκριμένο κάθε φορά πρόβλημα.

γ) Την απόκτηση και αξιολόγηση πληροφοριών για τις επιπτώσεις και τις αλληλεπιδράσεις μιας συγκεκριμένης αναπτυξιακής δραστηριότητας στο Φυσικό και Κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον της υπό εξέταση περιοχής.

δ) Τη συλλογή, προετοιμασία και σύνταξη όλων των βασικών συστατικών στοιχείων και ειδικότερα των χαρτών, σχεδίων, διαγραμμάτων και των λοιπών πληροφοριακών δεδομένων που θα διευκολύνουν, θα τεκμηριώσουν επιστημονικά, αλλά και θα καταστήσουν δυνατή τη βασική προϋπόθεση για την ορθολογική λήψη αποφάσεων στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, αλλά και στον αναπτυξιακό προγραμματισμό.

[13] Δ. Ρόκος, όπ.π. (σημ. 7), σ. 12.

[14] Δ. Ρόκος, όπ.π. (σημ. 9), σ. 3.

[15] Δ. Ρόκος, όπ.π. (σημ. 11), σ. 6

[16] Με τον όρο Διακριτική Ικανότητα (Δ.Ι.) ή Διαχωριστική Δυνατότητα (Δ.Δ.) νοείται η δυνατότητα ενός τηλεπισκοπικού δέκτη να διακρίνει δύο ελάχιστα μεταξύ τους απέχοντα αντικείμενα σε μια συγκεκριμένη τηλεπισκοπική απεικόνιση.

[17] Ν. Συλλαίος, *Η Τηλεπισκόπηση σε Γεωργικές Εφαρμογές. Χρήση της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης για τις ανάγκες του Δημόσιου Τομέα στην Ελλάδα*, Συνάντηση Εργασίας, Αθήνα 1998.

[18] Δ. Αργιαλάς, *Περιβάλλον και Ανάπτυξη*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005, σ. 17 επ.

[19] Δ. Ρόκος, όπ. π. (σημ. 11), σ. 41.

[20] Διευκρινίζεται ότι οι δορυφορικοί απεικονιστές παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα του μικρότερου κόστους ανά μονάδα αναλυόμενης επιφάνειας, ταχύτερης χρονικά ανάλυσης, καταγραφής μεγαλύτερης επιφάνειας ανά εικόνα, ενώ παράλληλα επιδέχονται βελτιώσεις στη χωρική και φασματική διακριτική ικανότητα.

[21] Ν. Συλλαίος, *Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Τόμος Α. *Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση*, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη 2000, σ. 16 επ.

[22] Γ. Φώτης, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2003, σ. 18 επ.

[23] K. Foote/M. Lynch, *Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts and Definitions*, Department of Geography, The University of Colorado 2000, σ. 5

[24] Κ. Κουτσόπουλος, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου* (Β΄ Έκδοση), Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005, σ. 53 επ.

[25] *D. Mark/N. Chrisman/U. Frank/P. McHaffie/J. Pickles*, The GIS History Project, UK 1996, σ. 27.

[26] *ESRI*, Geography Matters. An ESRI White Paper, USA 2002, σ. 4.

[27] *Κ. Κουτσόπουλος*, όπ.π. (σημ. 23), σ. 78.

[28] Για τη Χωρική Ανάλυση έχουν διατυπωθεί στο παρελθόν μια σειρά ορισμών, αντιπροσωπευτικότεροι των οποίων είναι οι κάτωθι:

i) Μια συνολική δυνατότητα διαχείρισης-μετασχηματισμού των χωρικών στοιχείων σε διαφορετικές μορφές, δίδοντάς τους σαν αποτέλεσμα διαφορετική έννοια.

ii) Διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία.

iii) Ποσοτικές διαδικασίες και τεχνικές, οι οποίες εφαρμόζονται σε χωρικές αναλυτικές εργασίες.

Σημειώνεται ότι η χωρική ανάλυση στοχεύει:

α) Στη σωστή περιγραφή των γεγονότων στο χώρο.

β) Στη συστηματική διερεύνηση των χωρικών προτύπων και των χωρικών σχέσεων.

γ) Στην αύξηση της ικανότητας πρόβλεψης και ελέγχου των γεγονότων.

δ) Στη χρησιμοποίησή της σαν εργαλείο λήψης αποφάσεων για το χώρο.

[29] *Κ. Κουτσόπουλος*, όπ.π. (σημ. 23), σ. 53.

[30] *Γ. Φώτης*, όπ.π. (σημ. 21), σ. 23.

[31] *Γ. Φώτης*, όπ.π. (σημ. 21), σ. 25.

[32] *I. Υφαντής/Π. Σαββαΐδης, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εφαρμογών, Εργαστήριο Γεωδαισίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 1998.*

[33] Με τον Όρο «Αστικός Σχεδιασμός» εννοούμε τις ρυθμιστικές παρεμβάσεις στην πόλη, στις κοινωνικοοικονομικές διαδικασίες και στις πρακτικές που συγκροτούν τον φυσικό και υλικό της χώρο. Επισημαίνεται ότι ο Αστικός Σχεδιασμός συμπληρώνει τις διαδικασίες παραγωγής του αστικού χώρου, οι οποίες προέρχονται από τη δράση των υποκειμένων στο πλαίσιο της εμπορευματικής καπιταλιστικής παραγωγής και εξομαλύνει τις αντιφάσεις της χωρικότητας που διαμορφώνεται από τους μηχανισμούς της συσσώρευσης του κεφαλαίου. Βασικός στόχος του Αστικού Σχεδιασμού είναι να εξασφαλιστεί η αντιστοιχία ανάμεσα στην καπιταλιστική οργάνωση της οικονομίας και στη διάρθρωση του αστικού χώρου, ούτως ώστε να αίρονται τα εμπόδια που παρακωλύουν τη συνολική λειτουργία και ανάπτυξη των αλληλοσυσχετιζόμενων δραστηριοτήτων που χωροθετούνται σε ένα αστικό κέντρο.

[34] *Κ. Κουτσόπουλος, όπ.π. (σημ. 23), σ. 67.*

[35] *Γ. Φώτης, όπ.π. (σημ. 21), σ. 17.*

[36] *B. Sonne/B. Zillien, Hybridic Geoinformation System Used for Environmental Protection, EGIS '90 Amsterdam Conference Proceedings, vol II, Utrecht 1991, σ. 1054-1069.*

[37] *A. Din, Interdisciplinary Research directions of GIS, Mapping Awareness & GIS in Europe, vol 7, no 2 1993, σ. 11-14.*

[38] *Κ. Papanikolaou, Digital Mapping and GIS Developments in Forestry and Natural Resources, Mapping Awareness & GIS in Europe, vol 6, no 7 1992, σ. 14-15.*

[39] *Ν. Σεκούρης, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS), Ενημερωτικό Δελτίο ΕΠΥ, Αθήνα 1992, σ. 20 επ.*

[40] *P. Padding, European Environmental GIS's: Experiences and Recommendations, EGIS '93 Conference Proceedings, vol II, Utrecht 1993, σ. 1158.*

[41] *D. Rhind*, GIS and Environmental Problems, International Journal of Social Science, no.130, UK 1991, σ. 652.

[42] *D. Mark/N. Chrisman/U. Frank/P. McHaffie/J. Pickles*, όπ.π. (σημ. 24), σ. 4.

[43] *Π. Κίκιρας*, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Εισαγωγή στην τεχνολογία και τις εφαρμογές τους, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2003, σ. 10 επ.

[44] *Δ. Ρόκος*, Μέθοδοι και Τεχνικές Παρατήρησης και Παρακολούθησης του Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2006.

[45] Η ψηφιοποίηση είναι μία από τις βασικότερες μεθόδους αναπαράστασης των χωρικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου στην οθόνη του Η/Υ.

[46] *Θ. Αστάρας/Κ. Βουβαλίδης/Δ. Οικονομίδης*, Ψηφιακή Χαρτογραφία και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 1994, σ. 15 επ.

[47] *Δ. Ρόκος*, Η συμβολή της τηλεπισκόπησης στην παρατήρηση, παρακολούθηση και προστασία του περιβάλλοντος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1993, σ. 2 επ.

[48] *Ν. Συλλαίος*, όπ.π. (σημ. 20), σ. 11.

[49] *Δ. Ρόκος*, όπ.π. (σημ. 46), σ. 22.

[50] *Δ. Ρόκος*, όπ.π. (σημ. 46), σ. 25.

[51] *Χ. Φείδας/Η. Κουρλιούρος*, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Γεωγραφία και Εφαρμοσμένη Γεωπληροφορική, Οδηγός Σπουδών, Μυτιλήνη 2006, σ. 7 επ.

[52] *Κ. Χατζημπίρος*, Οικολογία, οικοσυστήματα και προστασία του περιβάλλοντος, Έκδοση Γ', Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2007, σ. 308 επ.

[53] Δ. Ρόκος, όπ.π. (σημ. 43).

[54] Δ. Ρόκος, Η Συμβολή των αναλογικών και των ψηφιακών τηλεπισκοπικών μεθόδων στη διερεύνηση, απογραφή, χαρτογράφηση και παρακολούθηση των φυσικών διαθεσίμων και του περιβάλλοντος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1995, σ. 28 επ.

[55] Δ. Ρόκος, όπ.π. (σημ. 46), σ. 31 επ.