

Ταξινόμηση και διαχρονική παρακολούθηση των λιβαδικών εκτάσεων στην περιοχή Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα

Ι. Μελιάδης, Π. Πλατής και Δ. Τρακόλης

ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε. – Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στο πλαίσιο του προγράμματος «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη» χρησιμοποιήθηκε η (δορυφορική) τηλεπισκόπηση, και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), ως ένα μέσο χαρτογράφησης και παρακολούθησης (monitoring) των αλλαγών στην περιοχή Ειδικής Προστασίας Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα. Οι σύγχρονες τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία μίας τράπεζας πληροφοριών, η οποία θα αποτελέσει την πηγή άντλησης στοιχείων για τη συνεχή παρακολούθηση και διαχείριση της περιοχής. Η περιοχή μελέτης διακρίθηκε σε εννέα κατηγορίες εδαφοκάλυψης και στις βασικές κατηγορίες χρήσεων γης. Στη μελέτη αυτή παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των λιβαδικών εκτάσεων μέσα στη δεκαετία 1989 – 1999. Οι λιβαδικές εκτάσεις αποτελούν σημαντική κατηγορία εδαφοκάλυψης καθ' όσον καταλαμβάνουν το 58,6% της συνολικής έκτασης του βιοτόπου. Η διαχρονική μελέτη παρουσίασε μία μείωση της έκτασης των λιβαδικών εκτάσεων προς άλλες κατηγορίες, με σημαντικότερη τη μείωση της κατηγορίας εδαφοκάλυψης Θαμνώνες με *Carpinus betulus*, *Phillyra media*, *Quercus coccifera*. Αποδείχθηκε ότι η τηλεπισκόπηση είναι μια αξιόπιστη πηγή γεωγραφικών δεδομένων και ο συνδυασμός με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ως εργαλείο ανάλυσης αποτελεί μια μέθοδο χαρτογράφησης χαμηλού κόστους.

Λέξεις κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Περιοχή Ειδικής Προστασίας, Διαχρονικές μελέτες.

Εισαγωγή

Η συνεχής και αποτελεσματική παρακολούθηση των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών θέτει μία σειρά προϋποθέσεων, οι οποίες δύσκολα μπορούν να καλύπτονται με τις μεθόδους παρατήρησης στο πεδίο. Η τηλεπισκόπηση, η επιστήμη της παρατήρησης από απόσταση, έχει εξελιχθεί τις τελευταίες δεκαετίες στη δορυφορική τηλεπισκόπηση με αποτέλεσμα μια σειρά πλεονεκτημάτων στην παρατήρηση της γης και φυσικά στην παρακολούθηση των βιοτόπων.

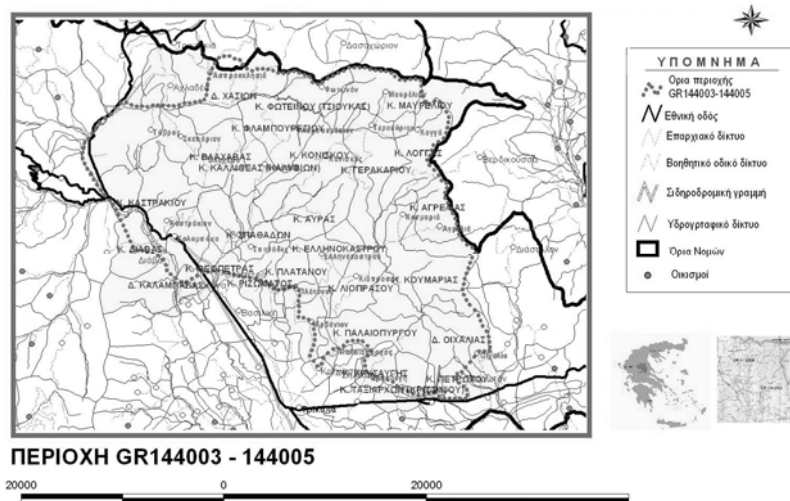
Η χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης για τον έλεγχο των αλλαγών στην επιφάνεια της γης αποτελεί μία σύγχρονη μεθοδολογία που έχει καθιερωθεί από τα περισσότερα κράτη μέλη της Ε.Ε. είναι μία ραγδαία εξελισσόμενη μέθοδος με γνωρίσματα το γεγονός της συλλογής δεδομένων με μεγάλη συχνότητα, αλλά και ακρίβεια και την παροχή πληροφοριών τόσο για τα φασματικά χαρακτηριστικά των στοιχείων κάλυψης / χρήσης γης, αλλά και για το χώρο, το σχήμα και το μέγεθός τους.

Οι διαχρονικές μελέτες μέσω τηλεπισκόπησης βασίζονται σε διαχρονικές δορυφορικές εικόνες για τον εντοπισμό των αλλαγών που προκαλούνται από βραχυχρόνια φαινόμενα, όπως φυσικές καταστροφές, εποχιακή εναλλαγή βλάστησης, ή από πιο μακροχρόνια φαινόμενα, όπως η οικιστική ανάπτυξη. Τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα τηλεπισκόπησης

λαμβάνονται σε δύο τουλάχιστο διαφορετικές χρονικές στιγμές απεικονίζοντας τις όποιες αλλαγές παρουσιάζει η (ίδια) περιοχή.

Οι διαχρονικές μελέτες συναντώνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών (Lillesand and Kiefer 1994, Richards 1993), που υποστηρίζει όλες σχεδόν τις γεωεπιστήμες, καθώς επίσης και στο κτηματολόγιο, στη διαχείριση φυσικών πόρων και στην πολεοδομία. Ως παραδείγματα εφαρμογών σε περιβαλλοντικές μελέτες αναφέρονται η καταγραφή αλλαγών σε δασικές περιοχές (Collins and Woodcock 1996, Mas 1999), η μέτρηση πλημμυρισμένων εκτάσεων (Alexandridis et al. 1998) και η καταγραφή πλημμυρών, δασικών πυρκαγιών και αποψίλωσης (Kuntz and Karteris 1993). Ο προσδιορισμός των αλλαγών χρήσης γης είναι μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Διάφοροι μέθοδοι έχουν προταθεί από ερευνητές σχετικά με την εκτίμηση των αλλαγών κάλυψης γης (Wrbka et al. 1999, Sunar 1998, Mas 1999).

Περιοχή μελέτης



Εικόνα 1. Χάρτης προσανατολισμού Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα.

Η περιοχή ειδικής προστασίας, με κωδικό GR1440003-1440005, Όρη Αντιχάσια - Μετέωρα είναι ημιορεινή και ορεινή και το μεγαλύτερο τμήμα της καλύπτεται από βοσκότοπους, δάση και δασοσκεπείς εκτάσεις. Απαντάται μία ποικιλία βλάστησης που μεταβάλλεται ανάλογα με το υψόμετρο, την έκθεση, και το βαθμό της ανθρωπογενούς επίδρασης. Τα υψόμετρα της περιοχής κυμαίνονται από τα 90 μ. στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής μέχρι τα 1381 μ. κοντά στο Δημοτικό Διαμέρισμα Μαυρέλι.

Στο δυτικό τμήμα της περιοχής περιλαμβάνονται οι βράχοι των Μετεώρων οι οποίοι δεσπόζουν στην αρχή της κοιλάδας του Πηνειού. Τα εδάφη του βιοτόπου είναι σε μεγάλη έκταση υποβαθμισμένα και μόνο όπου υπάρχει βλάστηση, είναι προστατευμένα από τη διάβρωση. Η χαραδρωτική διάβρωση κάνει έντονη την εμφάνισή της στο μεγαλύτερο τμήμα του βιοτόπου, ιδίως όπου επικρατεί υποβαθμισμένη βλάστηση αείφυλλων πλατύφυλλων λόγω της έντονης ανθρωπογενούς επίδρασης (Μελιάδης και συν. 2004). Το κλίμα είναι ηπειρωτικό, ο χειμώνας είναι πολύ ψυχρός, με πολλά χιόνια στα ορεινά και το καλοκαίρι πολύ θερμό.

Η περιοχή μελέτης αποτελεί ένα μωσαϊκό από διαφορετικούς τύπους βλάστησης με κοινό παρονομαστή τον υπομεσογειακό χαρακτήρα τους. Η ποικιλότητα της βλάστησης αποδίδεται κυρίως στο υπερθαλάσσιο υψόμετρο, το μητρικό πέτρωμα και το έδαφος, την έκθεση τον ορίζοντα, την επίδραση του ανθρώπου κ.ά. Το μεγαλύτερο μέρος (χαμηλότερο) της περιοχής μελέτης καλύπτεται από την παραμεσογειακή ζώνη βλαστήσεως (*Quercetalia pubescentis*) και μόνο ένα μικρό μέρος στα ψηλότερα σημεία καλύπτεται από τη ζώνη της οξιάς (*Fagetalia*). Το κυρίαρχο δασικό είδος είναι η *Q. frainetto*, που συχνά αναμειγνύεται με *Q. cerris* και *Q. pubescens*. Στην περιοχή εμφανίζονται δύο ενδημικά είδη χλωρίδας: *Centaurea kalabakensis* και *Centaurea lactiflora* (Μελιάδης και συν. 2000).

Μεθοδολογία

Οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι δορυφορικές εικόνες που λήφθηκαν σε δύο χρονικές στιγμές: το 1989 και το 1999. Οι εικόνες του 1989 ελήφθησαν από τον δορυφόρο LANDSAT 5 TM (Thematic Mapper), ενώ οι εικόνες του 1999 ελήφθησαν από το νεότερο δορυφόρο LANDSAT 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Ως βοηθητικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα διανυσματικά και σημειακά δεδομένα: οδικό δίκτυο, υδρογραφικό δίκτυο, ισοϋψείς καμπύλες, όρια οικισμών, τοπωνύμια και ονομασίες οικισμών.

Η καταγραφή έγινε σε μέση κλίμακα (1:50.000) με λεπτομέρεια αντίστοιχη του μεγέθους εικονοστοιχείου των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν (30x30 μ.). Όσον αφορά τη μέθοδο μελέτης των διαχρονικών αλλαγών, εφαρμόστηκε η απευθείας σύγκριση ταξινομημένων εικόνων, η οποία επιλέχθηκε από τις μεθόδους που παρουσιάζονται στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία. Η μέθοδος αυτή παρείχε λεπτομερή αποτελέσματα (η ελάχιστη μεταβολή που αποτυπώθηκε ήταν 10 στρ.), ικανοποιητικά για την κλίμακα της μελέτης. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν είχε υψηλές απαιτήσεις προεπεξεργασίας εικόνων και παρείχε ποσοτικά αποτελέσματα, σε αντίθεση με άλλες μεθόδους που παρέχουν μόνο ποιοτικά αποτελέσματα (Αλεξανδρίδης 2004).

Αρχικά ταξινομήθηκε η εικόνα του 1989 με ημερομηνία λήψης 09/08/1989. Επειδή δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία από εργασία πεδίου του έτους 1989 (ή πλησιέστερων ετών), παρά μόνο η μαρτυρία ότι οι κατηγορίες κάλυψης εδάφους και οι τύποι βλάστησης δεν άλλαξαν, ενώ πιθανόν να έχει αλλάξει η έκτασή τους. Έτσι, οι περιοχές φασματικών υπογραφών συλλέχθηκαν μετά από προσεκτική φωτοερμηνεία της εικόνας, και με συνεχή αντιπαραβολή με τις εικόνες του έτους 1999. Μετά την επιβλεπόμενη ταξινόμηση και την εφαρμογή του φίλτρου πλειονότητας, ο παράγωγος χάρτης ελέγχθηκε οπτικά για σφάλματα ταξινόμησης, και πάντα σε αντιπαραβολή με τον αντίστοιχο χάρτη του 1999.

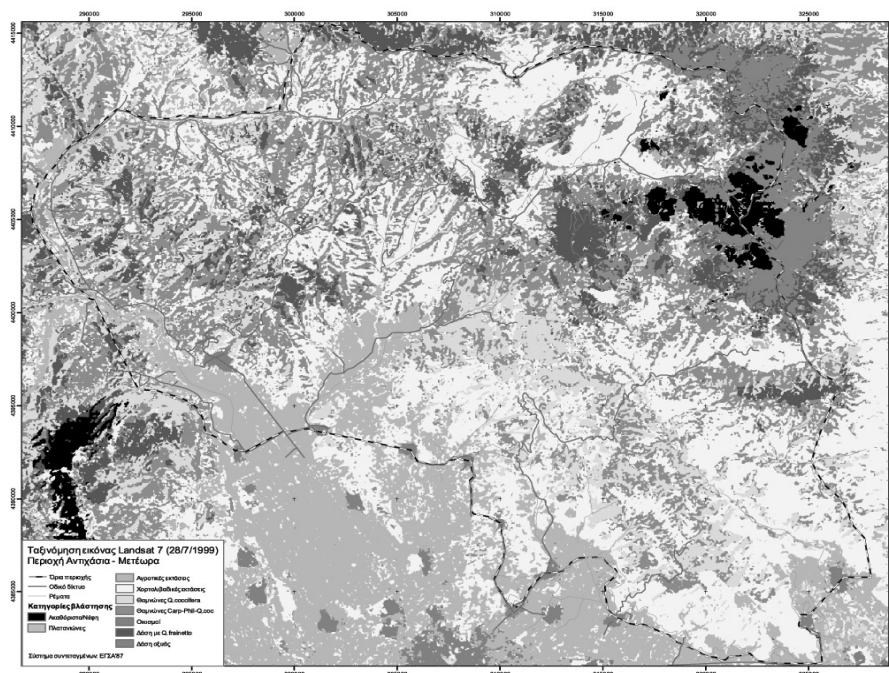
Στη συνέχεια έγινε η σύγκριση των χαρτών βιοτόπων και βλάστησης των δύο ημερομηνιών (1989 και 1999), έχοντας σαν έτος αναφοράς το 1999 (Εικόνα 2). Η σύγκριση έγινε σε επίπεδο αντικειμένου (ταξινομημένες εικόνες), και ο παράγωγος χάρτης είχε την εξής πληροφορία: κατηγορία κατά το 1999 και κατηγορία κατά το 1989. Στις περιπτώσεις όπου οι κατηγορίες συνέπιπταν δεν είχε σημειωθεί αλλαγή κατά την υπό μελέτη δεκαετία. Οι περιοχές που καλύπτονταν από νέφη κατά μία τουλάχιστο από τις δύο ημερομηνίες αφαιρέθηκαν από την ανάλυση διαχρονικών αλλαγών.

Τέλος, οι πολυάριθμες μικρές περιοχές με διαχρονική αλλαγή συγχωνεύθηκαν με τις γειτονικές τους βάσει δύο κριτηρίων:

1. Μέγεθος: Περιοχές με αλλαγές σε έκταση μικρότερη από 10 στρέμματα θεωρήθηκαν πολύ μικρές για να ληφθούν υπόψη.
2. Σχήμα: Περιοχές με μεγάλο κλάσμα περιμέτρου / έκταση θεωρήθηκε ότι μπορεί να οφείλονται σε έλλειψη απόλυτης γεωγραφικής σύμπτωσης μεταξύ των εικόνων των δύο ετών.

Αποτελέσματα

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι διαχρονικές αλλαγές (σε στρέμματα) όλων των τύπων βιοτόπων και κατηγοριών κάλυψης εδάφους στην περιοχή μελέτης από το έτος 1989 έως το 1999.



Εικόνα 2. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας της δορυφορικής εικόνας, χρονολογίας 1999.

Πίνακας 1. Διαχρονικές μεταβολές των βιοτόπων κατά τη χρονική εποχή 1989-99 (σε στρέμματα).

	Πλατανεώνες	Γεωργικές εκτάσεις	Λιβαδικές εκτάσεις	Οικισμοί	Δάση δρυός	Οξιιά	Άλλα	1999
Πλατανεώνες	1578,24	573,19	299,70	0,00	64,80	0,00	0,00	2515,93
Γεωργικές εκ.	1385,18	58784,94	40666,95	50,40	34,20	0,00	0,00	100921,67
Λιβαδικές εκ.	1072,49	17374,07	599316,47	257,12	20449,0	1000,80	1652,40	641122,38
Οικισμοί	0,00	1492,96	687,49	4304,92	0,00	0,00	0,00	6485,36
Δάση δρυός	132,30	364,12	10571,14	0,00	41834,6	5257,11	3240,90	61400,10
Οξιιά	12,60	360,00	1108,42	0,00	794,33	9156,42	6855,53	18287,30
Άλλα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	4180,81	78949,27	652650,18	4612,43	63176,9	15414,3	11748,8	830732,83

Οι σημαντικότερες μεταβολές που προκύπτουν από τον πίνακα 1, ως προς την έκταση είναι:

- Θετική μεταβολή (αύξηση) παρατηρήθηκε στις κατηγορίες των γεωργικών εκτάσεων, των δασών οξιάς και των οικισμών, ενώ αρνητική παρατηρήθηκε στις κατηγορίες των πλατανέων, των λιβαδιών και των δρυοδασών.
- Μείωση των πλατανέων (από 2516 στρ. σε 4181 στρ.). Σημαντική συμβολή στην μεταβολή αυτή είχε η μεταβολή από γεωργικές εκτάσεις σε πλατανέες (1385 στρ.). Οι περιοχές αυτές περιορίζονται γύρω από τους πλατανέες που υπήρχαν στην κοίτη του Ίωνα ποταμού.
- Αύξηση του δάσους της οξιάς (από 15414 στρ. σε 18287 στρ.). Στη μεταβολή αυτή σημαντικό ρόλο παίζει η μεταβολή των δρυοδασών και κυρίως, δασών με πλατύφυλλο δρυ σε οξιά (5257 στρ.). Οι περιοχές αυτές τοποθετούνται περιμετρικά του δάσους οξιάς (ανατολική περιοχή μελέτης).

- Μείωση των λιβαδικών εκτάσεων (από 652650 σε 641122 στρ.). Μεταβολή αυτών των εκτάσεων παρατηρείται σε περιοχές που γειτνιάζουν με θαμνώνες *Carpinus* – *Phillyrea* – *Q. coccifera* (Ανατολική και Βορειο-ανατολική περιοχή μελέτης), αλλά και σε περιοχές που δεν υπήρχαν καθόλου δάση (νοτιο-ανατολική περιοχή μελέτης). Οι περιοχές αυτές είναι διάσπαρτες στην περιοχή μελέτης.
- Μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρήθηκε στην κατηγορία των γεωργικών εκτάσεων επί της συνολικής έκτασης και ακολουθούν οι οικισμοί και οι λιβαδικές εκτάσεις.

Συμπεράσματα

Οι διαχρονικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν οφείλονται στην εξελικτική πορεία της φύσης (επικράτηση ενός είδους έναντι άλλου), ή σε ανθρωπογενή αίτια (περιορισμός δασών με μικρότερο οικονομικό όφελος). Ωστόσο, ορισμένες μεταβολές είναι πιθανό να οφείλονται σε σφάλματα του αλγόριθμου ταξινόμησης, εξαιτίας φασματικής ομοιότητας των κατηγοριών.

Η μεταβολή της έκτασης των λιβαδιών της περιοχής μελέτης και η αλλαγή της χρήσης των σε γεωργικές κυρίως εκτάσεις, θα πρέπει να αποδοθεί σε κοινωνικοοικονομικούς λόγους, όπως η εκμηχάνιση των γεωργικών εργασιών και η αστυφιλία. Η μελέτη και συνεχής παρακολούθηση της εξελεγκτικής πορείας των αλλαγών κάλυψης και χρήσης γης στον βióτοπο, είναι επιβεβλημένη για τα επόμενα τουλάχιστον 15 χρόνια, έτσι ώστε να συγκεντρωθούν στοιχεία απαραίτητων για την εξαγωγή επιστημονικών συμπερασμάτων.

Βελτίωση των αποτελεσμάτων θα μπορούσε να επιτευχθεί στο μέλλον με διόρθωση των σκιάσεων στις πολύ επικλινείς περιοχές, με την προϋπόθεση ότι θα ήταν διαθέσιμο πιο λεπτομερές ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου. Παρόλο που υψηλότερη χωρική διακριτική ικανότητα δε θεωρείται απαραίτητη για την παρούσα μελέτη, ύπαρξη μιας εικόνας – βάση σε μεγαλύτερη κλίμακα (IKONOS, Quickbird, ή ορθοφωτοχάρτες 1:5.000) θα βελτίωνε την γεωμετρική σύμπτωση των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν, με επακόλουθα πιο ακριβή αποτελέσματα.

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση της παρατήρησης της γης ως εργαλείο για την ανάπτυξη μιας γενικής στρατηγικής για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης σε περιοχές ειδικής προστασίας παρέχει μία πολύτιμη βοήθεια για τους αρμόδιους στον περιφερειακό σχεδιασμό.

Βιβλιογραφία

- Alexandridis T., K. Perakis and N. Silleos. 1998. Flood monitoring using ERS-1 SAR imagery and DEM. 1st IFAC workshop on Control Applications and Ergonomics in Agriculture. Athens, June 15-17, p. 67-73.
- Αλεξανδρίδης, Θ. 2004. Τεχνική έκθεση “Παρακολούθηση των αλλαγών βιοτόπων στην περιοχή Ειδικής Προστασίας Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα, με τη χρήση ψηφιακών διαχρονικών δορυφορικών εικόνων” σελ. 32
- Collins, J. and C. Woodcock. 1996. Explicit Consideration of Multiple Landscape Scales While Selecting Spatial Resolutions. Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences: Second International Symposium, USDA-Forest Service, Ft. Collins, CO.
- Kuntz, S. and M. Karteris. 1993. Fire risk modeling based on satellite remote sensing and GIS. Proceedings of the International Workshop "Satellite technology and GIS for Mediterranean forest mapping and fire management", Thessaloniki (Greece), 4th-6th November 1993, European Commission, pp. 165-177.

- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. Remote sensing and image interpretation. Third Edition. John Willey and Sons Inc., p.750.
- Mas, J-F. 1999. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 20(1): 139-152.
- Μελιάδης, Ι., Κ. Ραδόγλου, Γ. Λυριντζής, Π. Κωνσταντινίδης, Κ. Κασιούμης, Δ. Χατζηλάκου, Ben Halmann και Δ. Μπούσμπουρας. 2000. Ειδική περιβαλλοντική μελέτη περιοχής ειδικής προστασίας (Σχέδιο Διαχείρισης "Όρη Αντιχάσια - Μετέωρα". ΕΘΙΑΓΕ - Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, σελ. 367 (αυτοτελής έκδοση) + 13 χάρτες.
- Μελιάδης, Ι., Κ. Ραδόγλου και Σ. Καζαντζίδης. 2004. Παρακολούθηση των αλλαγών βιοτόπων στη περιοχή Ειδικής Προστασίας Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα με τη χρήση ψηφιακών διαχρονικών δορυφορικών εικόνων. ΕΘ.ΙΑ.Γ.Ε. – Ι.Δ.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ. 61 (αυτοτελής έκδοση).
- Richards, J.A. 1993. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Second Edition. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, p. 340.
- Sunar, F. 1998. An analysis of changes in a multi-date data set: a case study in the Ikitelli area, Istanbul, Turkey. International Journal of Remote Sensing, 19(2): 225-235.
- Wrbka, Th., K. Reiter and E. Szerencists. 1999. Landscape structure derived from satellite images as indicator for sustainable land use. Proceedings of the 18th EARSeL symposium on operational sensing for sustainable development, In: Operational Remote Sensing for Sustainable Development, ed. Nieuwenhuis, G.J.A, Vaughan, R.A., Molenaar, M., pp. 119-127.

Classification and multitemporal monitoring of the rangelands in the area Mountain Antichasia – Meteora

I. Meliadis, P. Platis and D. Trakolis

N.AG.RE.F. – Forest Research Institute, 570 06 Vassilika, Thessaloniki Greece

Summary

In the frames of program "Protection of Environment and Viable Growth" (satellite) remote sensing and the G.S.P. were used, as a means of mapping and monitoring the changes in the region of Special Protection Area Mountain Antichasia - Meteora. The modern technologies were used for the creation of an information bank, which will constitute the source of pumping of elements for the continuous monitoring and management of region. The region of study was distinguished in nine categories of ground cover and in the basic categories of uses. In this study are presented the multitemporal change of rangelands in the decade 1989 - 1999. The rangelands extents constitute important category of the ground cover while they occupy the 58.6% total extent of the biotope. The multitemporal study presented a reduction of extent of the rangelands extents to other categories, with more important the reduction of category of shrublands with *Carpinus betulus*, *Phillyrea media*, *Quercus coccifera*.

Key words: Remote sensing, Geographical Information Systems, Special Protected Areas, Change detection studies.