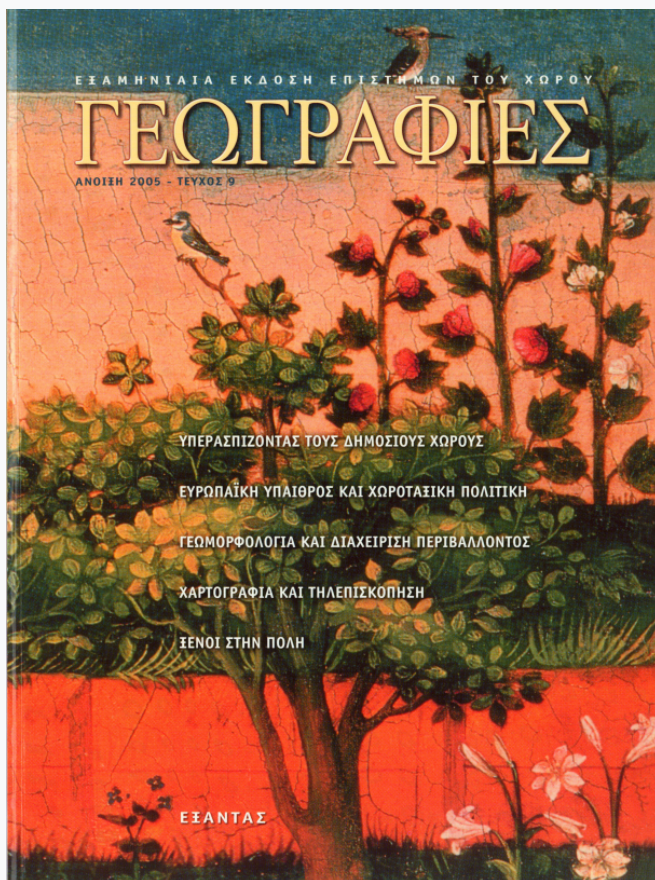


Γεωγραφίες

Αρ. 9 (2005)

Γεωγραφίες, Τεύχος 9, 2005



ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΛΥΨΕΩΝ ΓΗΣ ΣΕ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΥΛΟΤΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΡΕΙΝΗ ΚΟΖΑΝΗ, 1945-1995

Κ. Περάκης, Η. Μπεριάτος, Ν. Γκιτσάκης, Ι. Φαρασλής

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΛΥΨΕΩΝ ΓΗΣ ΣΕ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΥΛΟΤΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΡΕΙΝΗ ΚΟΖΑΝΗ, 1945-1995

Κωνσταντίνος Περάκης,* Ηλίας Μπεριάτος,* Νικόλαος Γκισάκης,** Ιωάννης Φαρασλής*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η διαχρονική θεματική χαρτογράφηση μιας πρώην κοινότητας του ελληνικού ορεινού χώρου (εμπειροχομένης σήμερα στον Καποδιστριακό Δήμο Τσοτυλίου) με σκοπό τον ποσοτικό και χωρικό προσδιορισμό των περιοχών που έχουν υποστεί αλλαγές κάλυψης γης λόγω υλοτόμησης. Μέθοδοι και τεχνικές φωτοερμηνείας και τηλεπισκόπησης εφαρμόστηκαν σε ψηφιακά υπόβαθρα αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων. Η επεξεργασία και η ανάλυση των ψηφιακών εικόνων (δορυφορικές εικόνες- αεροφωτογραφίες) κάλυψαν την ανομοιογένεια των δεδομένων, την έλλειψη συμπληρωματικών πληροφοριών σε παλαιότερες ημερομηνίες και, τέλος, τη μονοφασματικότητα των αεροφωτογραφιών. Εφαρμόστηκαν μέθοδοι ταξινόμησης πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων και προσαρμόστηκαν σε μονοφασματικές ψηφιακές εικόνες (αεροφωτογραφίες). Η αξιοπιστία των τελικών χαρτογραφικών προϊόντων εκτιμήθηκε με πίνακες συνάφειας μεταξύ των αποτελεσμάτων των ταξινομήσεων και των πραγματικών καλύψεων γης που εντοπίστηκαν με επιτόπιες δειγματοληψίες. Στο σύνολό της, τέλος, η έρευνα αυτή οδήγησε σε σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την αλλαγή χρήσεων γης την τελευταία πενήκονταετία και τη χωρο-χρονική ταυτότητα της δασικής υλοτόμησης στις ορεινές περιοχές.

Inter-Temporal Changes of Land Cover in Mountainous Areas Using Remote Sensing Methods: The Case of Logging in Mountainous Kozani Region, 1945-1995

Konstantinos Perakis, Ilias Beriatos, Nikolaos Gitsakis, Ioannis Faraslis

ABSTRACT

In this work the diachronic thematic mapping of a community of the mountainous regions of Greece is presented, aiming at the quantitative and territorial determination of regions that have suffered changes of land cover caused by woodcutting. Methods and techniques of photo interpretation and remote sensing were applied in digital layers of aerial photos and satellite images. The treatment and analysis of digital pictures covered the non-homogeneous character of data, the lack of additional information in older dates and, finally, the uni-spectral recording of aerial photos. Methods of classification of multi-spectral satellite images were applied and adapted in uni-spectral digital images (aerial photos). The reliability of the cartographic products was estimated with contingency tables comparing the results of the classifications and the real land covers that were located with random spatial samplings. This research led to important conclusions with regard to the land use change during the period 1945-1995 and the space-time identity of forest logging of the mountainous regions of Greece.

* Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, e-mail: perakis@uth.gr, beriatos@uth.gr, faraslis@uth.gr.

** Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, e-mail: gitsakis@uth.gr.

1. Εισαγωγή

Η εγκατάλειψη και ερήμωση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στις ορεινές περιοχές της χώρας (που παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγικότητα και αδυνατούν να κρατήσουν για οικονομικούς λόγους τις νεότερες ηλικιακά ομάδες στην ύπαιθρο), οδήγησε σε αλλαγές χρήσεων γης. Μεγάλο τμήμα γεωργικών εκμεταλλεύσεων της συγκεκριμένης περιοχής μελέτης, αλλά και άλλων αντίστοιχα ορεινών κοινοτήτων, μετά από μακροχρόνια εγκατάλειψη μετασηματίστηκε σε δασική περιοχή. Ως συνέπεια, οι λιγοστοί κάτοικοι της περιοχής αναζήτησαν οικονομικούς πόρους με τη νόμιμη υλοτόμηση κοινοτικών και ιδιωτικών δασικών εκτάσεων που δημιουργήθηκαν από την εγκατάλειψη γεωργικών γαιών.

Ο εντοπισμός των χωρικών μεταβολών καλύψεων γης σε τέτοιες περιοχές υλοτόμησης δεν έχει συστηματοποιηθεί μέχρι στιγμής ούτε από ιδιωτικούς ούτε από δημόσιους φορείς. Οι μελέτες και έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν γίνει σε ιδιωτικό επίπεδο και μικρές ιδιοκτησίες. Έτσι, η ανάγκη ύπαρξης μιας συνολικής αντιμετώπισης του προβλήματος με αυτοματοποιημένες μεθόδους που να κάνουν χρήση ψηφιοποιημένων αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων οδήγησε στην υλοποίηση της παρούσας έρευνας. Η συμβατότητα και ταυτόχρονη επεξεργασία των διαφορετικού τύπου δεδομένων απεικόνισης του εδάφους (αεροφωτογραφίες-δορυφορικές εικόνες) οδήγησε σε επεξεργασίες που βασίζονται αφενός στην υψηλή χωρική ανάλυση των αεροφωτογραφιών και αφετέρου στη χρήση σύγχρονων μεθόδων ταξινόμησης δορυφορικών δεδομένων.

Τα απαραίτητα υπόβαθρα για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας (αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, διάφοροι χάρτες κ.τ.λ.) αγοράστηκαν στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος της Επιτροπής Ερευνών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (κωδικός 2218, με τίτλο «Θεματική χαρτογράφηση και οριοθέτηση δασικών και μη περιοχών κοινότητας Ροδοχωρίου, Επαρχίας Βοΐου, Νομού Κοζάνης, 1999-2000), το οποίο υλοποιήθηκε κατόπιν αίτησης των ίδιων των κατοίκων της κοινότητας. Για τη διαχρονική μελέτη της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν:

- 1) αεροφωτογραφίες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού τεσσάρων ημερομηνιών, στην περίοδο 1945-1995·
- 2) δορυφορικές εικόνες του 1993 και του 1998.

2. Γεωγραφία και γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης

Η κοινότητα Ροδοχωρίου, που σήμερα αποτελεί τμήμα του Καποδιστριακού Δήμου Τσοτυλίου, βρίσκεται στην Επαρχία Βοΐου του Νομού Κοζάνης και στα σύνορά του με το Νομό Γρεβενών. Είναι αριθμημένη στα δελτία απογραφής της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (ΕΣΥΕ) με κωδικό 58113800 και 136 εγγεγραμμένους κατοίκους. Ο πραγματικός πληθυσμός είναι πολύ μικρότερος, καθώς οι περισσότεροι κάτοικοι διαμένουν κατά τους χειμερινούς μήνες σε μεγαλύτερα αστικά κέντρα. Το υψόμετρο στο κέντρο του οικισμού είναι 780 μ., ενώ η συνολική έκταση της περιοχής είναι περίπου 8700 στρέμματα. Ο οικισμός έχει χαρακτηριστεί παραδοσιακός και διατηρητέος.

Σημαντικό ποσοστό της επιφάνειας της κοινότητας καταλαμβάνουν δασι-

κές εκτάσεις, ενώ οι πλέον επίπεδες περιοχές περιέχουν τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Το γεωμετρικό σχήμα της κοινότητας είναι περίπου ένα επίμηκες τετράπλευρο με τον μεγάλο άξονα στη διεύθυνση Β-Ν.

Βόρεια, φυσικό όριο της κοινότητας αποτελεί ο ποταμός Πραμόριτσα (παραπόταμος του Αλιάκμονα), που δημιουργεί μαιανδρικούς σχηματισμούς στα μαλακά πετρώματα του επιφανειακού Α-οριζοντα του εδάφους διαμορφώνοντας εντυπωσιακά πρανή. Η ροή του είναι κυρίως εποχιακή και μεγιστοποιείται το χειμώνα.

Ανατολικά, η κοινότητα Ροδοχωρίου έχει για φυσικό όριο με την κοινότητα Αηδόνια τον παραπόταμο της Πραμόριτσας, που χαρακτηρίζεται ως «Λάκκος Μπισονίτσα», μέχρι του σημείου όπου τα δύο ρεύματα ενώνονται. Ο «Λάκκος Μπισονίτσα» είναι επίσης εντυπωσιακή υδρο-μορφολογική δομή με βαθιά κοίτη και κατάφυτες παρειές.

Νότια, η κοινότητα Ροδοχωρίου συνορεύει με την κοινότητα Κυδωνιών. Το όριο των δύο κοινοτήτων συμπίπτει και με το όριο των νομών Κοζάνης και Γρεβενών. Η φυσική διαμόρφωση του ορίου αποτελείται από την υδροκριτική γραμμή μεταξύ της τοποθεσίας Τεπέ, στο σημείο Ψηλή Ράχη, μέχρι τις παρυφές της λεκάνης απορροής του ρέματος «Λάκκος Μπισονίτσας».

Δυτικά, η κοινότητα του Ροδοχωρίου συνορεύει με την κοινότητα Κριμηνίου. Γενικά, πλην μιας παρέκκλισης μερικών στρεμμάτων, το όριο ακολουθεί το ρέμα Δρακουμπλή μέχρι το σημείο όπου χύνεται στον ποταμό Πραμόριτσα στην τοποθεσία Πάτκα. Η περιοχή γενικά σχηματίζει λεκάνη με κύρια διεύθυνση κλίσης Β-ΒΑ προς τον ποταμό Πραμόριτσα.

Χαρακτηριστική είναι η γεωλογική δομή της κοινότητας. Το γεωλογικό υπόβαθρο αποτελείται από φλύσχη σε όλη σχεδόν την έκταση της περιοχής, με αποτέλεσμα το έδαφος να είναι κατάλληλο για ορισμένες γεωργικές δραστηριότητες. Ειδικότερα ο φλύσχης του υποβάθρου είναι πέτρωμα λευκοκρατικό, άνυδρο και σχηματίζει επιφανειακά, φτωχής παραγωγικότητας εδάφη. Προσπάθειες που έγιναν κυρίως στα βόρεια άκρα της περιοχής για τη διάνοιξη γεωτρήσεων απέτυχαν, ενώ ακόμα και η άρδευση του οικισμού γίνεται με την ένταξη του στο ευρύτερο δίκτυο ύδρευσης που τροφοδοτείται από γεωτρήσεις στην περιοχή Σαμαρίνα Γρεβενών.

3. Συνοπτική κοινωνικοοικονομική περιγραφή της περιοχής

Κάτω από τις συνθήκες έλλειψης αρδευτικού νερού και την αδυναμία εκμετάλλευσης ποτιστικών καλλιεργειών, οι κάτοικοι εφαρμόζουν μονοκαλλιέργεια σκληρού σιταριού. Η καλλιέργεια σιταριού είναι αυτή που εξασφαλίζει την υψηλότερη δυνατή οικονομική απόδοση, γιατί εξασφαλίζει στρεμματική ενίσχυση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, σε σχέση με όλες τις άλλες καλλιέργειες δημοφιλών. Μαρτυρίες των κατοίκων αναφέρουν πως υπήρχε παλιότερα αναπτυγμένη παραδοσιακή καλλιέργεια αμπελοκομίας, παραγωγή κρασιού και οινοπνευματωδών από απόσταξη. Οι αμπελώνες αυτοί ήταν μικρής έκτασης περιμετρικά του οικισμού. Η άρδυσή τους στηριζόταν αποκλειστικά στη δίαιτα χειμάρρων με εποχιακή ροή νερού και σε πηγάδια μικρού βάθους με περιορισμένες δυνατότητες παροχής. Κατά τη διάρκεια των επιτόπιων επισκέψεων δεν βρέθηκε κανένα ίχνος της παραδοσιακής αυτής καλλιέργειας. Τα αγροτεμάχια είναι διάσπαρτα σε όλη την έκταση της περιοχής και σε σημεία με τη μικρότε-

ρη κλίση εδάφους. Δεν παρουσιάζουν κανονικότητα σχήματος και έκτασης, και μόνο προς το βόρειο άκρο της κοινότητας, που είναι και το πλέον παραγωγικό, η εμφάνισή τους είναι πιο πυκνή. Στο όριο με τον ποταμό Πραμόριτσα στο βόρειο άκρο παρατηρούνται και τα μοναδικά αγροκτήματα καπνού, με έκταση μερικών δεκάδων στρεμμάτων. Η άρδευσή τους γίνεται από τα νερά του ποταμού όσο υπάρχει ροή, μέχρι την αρχή του καλοκαιριού. Επίσης, παρατηρήθηκε και η ύπαρξη καλλιέργειας καρδιάς σε μικρής έκτασης αγροκτήματα που αρδεύονται με τη μεταφορά νερού από τους παραγωγούς με υδροφόρες. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων τα δενδρύλλια ήταν στον τέταρτο χρόνο από τη σπορά τους, και η κάλυψη του εδάφους που εξασφάλιζαν ήταν πολύ μικρή (<10%).

Ένας επιπλέον σημαντικός τομέας απασχόλησης και οικονομικής εκμετάλλευσης είναι η υλοτομία. Σημαντικό μέρος των δασικών εκτάσεων δεν αποτελούν περιουσία του δημοσίου αλλά ιδιοκτησίες. Οι ιδιοκτήτες τους εξασφαλίζουν μετά την παρέλευση συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος σχετική άδεια από το δασαρχείο και προβαίνουν σε υλοτόμηση των εκτάσεών τους. Οι δραστηριότητες αυτές διαμορφώνουν τη συνολική εικόνα της υπό μελέτη περιοχής και διαφοροποιούν τις καλύψεις γης ανά χρονική περίοδο, όπως αποτυπώνεται και στο διαχρονικό ψηφιακό χαρτογραφικό υλικό που χρησιμοποιήσαμε και επεξεργαστήκαμε στην παρούσα εργασία.

Η κτηνοτροφία είναι υποαναπτυγμένη, καθώς μόνο δύο εκμεταλλεύσεις υπάρχουν πλέον στην κοινότητα και μόνο μία από αυτές στηρίζεται σε οργανωμένες σύγχρονες βάσεις. Αποτελεί εκμετάλλευση αιγοπροβάτων που προορίζονται για παραγωγή γάλατος και κρέατος.

Η ευρύτερη περιοχή στερείται παντελώς της λειτουργίας βιοτεχνικών και βιομηχανικών μονάδων. Το γεγονός αυτό είναι ένας από τους λόγους που ωθεί τους κατοίκους της σε εσωτερική μετανάστευση προς τα μεγάλα αστικά κέντρα, καθώς δεν βρίσκουν οικονομικούς πόρους για τη συμπλήρωση του χαμηλού αγροτικού τους εισοδήματος.

4. Περιγραφή και τύποι δεδομένων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατηγοριοποιούνται σε δύο ενότητες σύμφωνα με το περιεχόμενό τους.

4.1. Χωρικά δεδομένα

ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Βασική πηγή προμήθειας αεροφωτογραφιών στην ελληνική επικράτεια είναι η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ). Όλες οι αεροφωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν μονοχρωματική καταγραφή των επιφανειακών καλύψεων γης σε διαβαθμίσεις του γκριζου. Στη συγκεκριμένη περιοχή πραγματοποιήθηκαν από τη ΓΥΣ έξι αεροφωτογραφήσεις την περίοδο 1945-1995, από τις οποίες επιλέχθηκαν ορισμένες, όπως απεικονίζεται στον Πίν. 1.

Η αεροφωτογραφία του 1969 δεν επιλέχθηκε γιατί η ποιότητα της λήψης της είναι τόσο φτωχή που καθιστούσε αδύνατη τη διάκριση επιφανειακών δομών και ενοτήτων μετά την ψηφιοποίησή της. Δεν υπήρχε κανένας διαχωρισμός στους τόνους του γκρι που να επιτρέπει την αξιόπιστη επεξεργασία της. Στις α-

Πίνακας 1.
Χαρακτηριστικά αεροφωτογραφιών

Ετος	Κωδικός	Ποσότητα	Κλίμακα	Σχόλια
1945	Φ194-5	1	1:42,000	Επιλέχθηκε
1960	2611	1	1:30,000	Επιλέχθηκε
1969	3630	1	1:40,000	Δεν επιλέχθηκε
1980	123185	1	1:30,000	Επιλέχθηκε
1984	164198	1	1:15,000	Δεν επιλέχθηκε
1984	164184	2	1:15,000	Δεν επιλέχθηκαν
1995	233145	1	1:35,000	Επιλέχθηκε

εροφωτογραφίες του 1984 η περιοχή ενδιαφέροντος εντοπιζόταν κατά τμήματα. Η συνένωση όμως των επιμέρους αεροφωτογραφιών δημιούργησε παραμορφώσεις στα όριά τους (λόγω της μεγάλης κλίμακάς τους) και κατέστησε τη δημιουργία μιας ενιαίας εικόνας (μετά από μετασχηματισμό) αναξιόπιστη.

Τελικά η παρούσα έρευνα στηρίχτηκε στις αεροφωτογραφίες του 1945, του 1960, του 1980 και του 1995. Με τις λήψεις αυτές εξασφαλίστηκε η αξιοπιστία καταγραφής, η δυνατότητα υπέρθεσης και η σχετική χρονική περιοδικότητα για τη μελέτη της συστηματικής μεταβολής των καλύψεων γης. Το χρονικό βήμα καταγραφής είναι περίπου 15 χρόνια και θεωρείται ικανοποιητικό για τη φύση της επιφανειακής μεταβολής που μελετάται. Οι μη επιλεγμένες αεροφωτογραφίες χρησιμοποιήθηκαν μόνο ως συμβουλευτικά μέσα.

Σημαντική για τη φωτοερμηνεία είναι η εποχή κατά την οποία πραγματοποιείται η αεροφωτογράφιση. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό, διότι η αποτύπωση των ίδιων επιφανειακών καλύψεων σε κάθε αεροφωτογραφία διαφοροποιείται κατά τη διάρκεια του έτους. Μόνο για τα έτη 1980 και 1995 είναι γνωστό ότι η αεροφωτογράφιση έγινε στα μέσα του μήνα Ιουλίου των αντίστοιχων ετών. Για τις αποτυπώσεις των ετών 1945 και 1960 η πληροφορία αυτή δεν είναι γνωστή. Στην παρούσα έρευνα όμως βασικό ρόλο παίζει η δυνατότητα διάκρισης των καλλιεργούμενων εκτάσεων από τις δασώδεις περιοχές. Η διάκριση αυτή έγινε κατά περίπτωση, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που παρουσίαζε κάθε καταγραφή.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

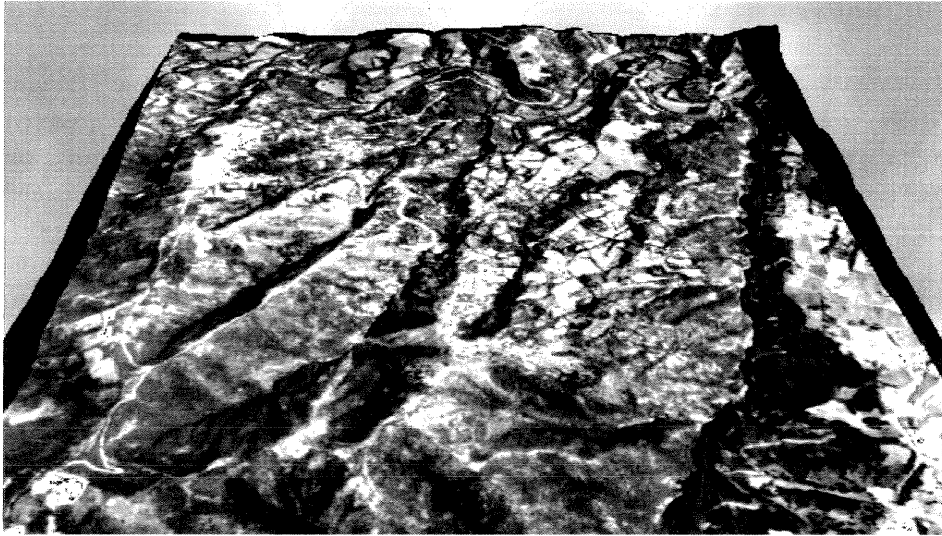
Χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 υψομετρικών καμπυλών της ΓΥΣ με βήμα καταγραφής 20 μ. Από την ψηφιοποίηση των υψομετρικών καμπυλών δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM), με χωρική ανάλυση 20 m/pixel, επί του οποίου έγινε υπέρθεση των ψηφιακών αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων με σκοπό την τρισδιάστατη απόδοσή τους (Εικ. 1).

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες εικόνες του δορυφόρου SPOT 2:

- πανχρωματική (pixel 10x10 m) της 1ης Νοεμβρίου 1993, και
- πολυφασματική (pixel 20x20 m) της 1ης Ιουλίου του 1988.

Λόγω της μικρής έκτασης της περιοχής (περίπου 10 χμ²), η σχετικά υψη-



Εικόνα 1.
Τρισδιάστατη απόδοση της περιοχής
από αεροφωτογραφία του 1995

λή χωρική διακριτική ικανότητα των παγχρωματικών εικόνων του δορυφόρου SPOT αποτέλεσε θετικό παράγοντα για τον εύκολο χωρικό εντοπισμό εδαφικών σημείων ελέγχου (GCPs) και τον περιορισμό των σφαλμάτων οπτικής αναγνώρισης κατά το μέγιστο δυνατό. Σε αντίποδα, η πολυφασματική εικόνα SPOT διαθέτει μικρό πλήθος φασματικών διαύλων (τρία). Ωστόσο ο μικρός αριθμός των καλύψεων γης που αφορούν την παρούσα μελέτη δεν δημιούργησε πρόβλημα στη χωρική διαφοροποίησή τους.

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Εξασφαλίστηκαν χάρτες κλίμακας 1:100.000 και 1:50.000. Η κλίμακα αυτή είναι σχετικά μικρή για το μέγεθος της περιοχής που μελετάται, γι' αυτό η χρήση τους περιορίστηκε μόνο για γενικές θεματικές πληροφορίες.

Παρόμοια, η διανυσματική καταγραφή (vector) των ΟΤΑ της Ελλάδας (πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ) εμφάνισε αποκλίσεις από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν με επιτόπια έρευνα, με συνέπεια η οριοθέτηση της συγκεκριμένης περιοχής να γίνει με ψηφιοποίηση επί της οθόνης.

4.2. Πληροφοριακό υλικό

ΜΑΡΤΥΡΙΕΣ ΚΑΤΟΙΚΩΝ

Η συλλογή πληροφοριών από τους κατοίκους κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας αποδείχθηκε αρκετά χρήσιμη. Αποτυπώθηκαν τα όρια της περιοχής μελέτης μετά από έρευνα στα αρχεία της κοινότητας και επιτόπιες παρατηρήσεις στο μεγαλύτερο μέρος των συνόρων της με όμορες κοινότητες. Εντοπίστηκαν ανακρίβειες στη χάραξη του δυτικού ορίου με την κοινότητα Κοιμηνίου και νότια με την κοινότητα Κυδωνιών. Τα ακριβή όρια προσδιορίστηκαν και στις δύο περιπτώσεις από σχετικά υπάρχοντα έγγραφα (χάρτες και σχεδιαγράμματα).

Με την υπόδειξη των πλέον ηλικιωμένων κατοίκων της κοινότητας εντοπίστηκαν περιοχές που παλαιότερα ήταν καλλιεργήσιμες και σήμερα είναι εγκαταλειμμένες.

ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Συνίστανται: α) στον επιτόπιο χωρικό εντοπισμό εδαφικών σημείων ελέγχου (GCPs) που ορίστηκαν αρχικά οπτικά σε όλα τα διαθέσιμα υπόβαθρα, και β) στις επιτόπιες δορυφορικές λήψεις των γεωγραφικών συντεταγμένων τους, σε όλη την έκταση της περιοχής, με σκοπό τη γεωδαίτηση των αεροφωτογραφιών. Οι συντεταγμένες αποτυπώθηκαν με χρήση υψηλής ακρίβειας όργανα προσδιορισμού γεωγραφικών συντεταγμένων (Global Positioning System). Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω κριτήρια επιλογής των φωτοσταθερών σημείων:

- ικανοποιητικός αριθμός σημείων για την αξιόπιστη γεωδαίτηση των αεροφωτογραφιών (Παρασχάκης κ.ά. 1993)
- ομοιόμορφη χωρική διασπορά των εδαφικών σημείων ελέγχου σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης
- οπτικός προσδιορισμός όλων των εδαφικών σημείων ελέγχου και σε όλες τις χρονικές περιόδους λήψης των ψηφιακών και μη υποβάθρων που χρησιμοποιήθηκαν.

Για την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής αριθμητικής ακρίβειας πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές μετρήσεις συντεταγμένων για κάθε εδαφικό σημείο ελέγχου που υποδείχθηκε από κατοίκους της περιοχής (λόγω διαχρονικής αμεταβλητότητάς του). Η τελική επιλογή από το αρχικό πλήθος των εδαφικών σημείων ελέγχου έγινε με κριτήριο τη δυνατότητα οπτικού εντοπισμού των σε όλα τα υπάρχοντα υπόβαθρα. Γενικά, το μέσο τετραγωνικό σφάλμα διατηρήθηκε μικρότερο από το αντίστοιχο μέγεθος της διάστασης του εικονοστοιχείου των ψηφιακών υποβάθρων που χρησιμοποιήθηκαν (Singh 1989).

5. Τυπολογία καλύψεων γης

Οι ψηφιακές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν τόσο από αεροφωτογραφίες όσο και από δορυφορικές εικόνες. Ο επιτόπιος έλεγχος των υπαρχουσών καλύψεων γης στην περιοχή οδήγησε στην επιλογή μιας γενικής τυπολογίας που περιέχει τις κατά μεγάλο ποσοστό επικρατούσες καλύψεις. Οι κυρίαρχες καλύψεις γης της περιοχής είναι:

1) Οικισμός (Urban Area).

2) Καλλιεργούμενη γη (Cultivated Land). Η κάλυψη αυτή καταλαμβάνει μια σημαντική έκταση της όλης περιοχής. Η επικρατούσα καλλιέργεια της κοινότητας είναι τα δημητριακά, και κυρίως το σιτάρι, γεγονός που συντελεί στην ακρίβεια του διαχωρισμού του από άλλες καλύψεις γης λόγω των φωτεινών τόνων του γκριζου στις αεροφωτογραφίες.

3) Λιβάδια (Pasture Land). Από μαρτυρίες των κατοίκων διαπιστώθηκε ότι η πλειονότητα των εκτάσεων αυτών ήταν καλλιεργούμενη γη πριν την εγκατάλειψή τους από τη δεκαετία του 1960 και μετά. Η βλάστηση στις εκτάσεις αυτές είναι ποώδης με μονοετή αγρωστώδη φυτά τυπικών λιβαδιών. Η αποτύπωσή τους στις αεροφωτογραφίες αντιστοιχεί σε τόνους του γκριζου λιγότερο φωτεινούς, επιτρέποντας το διαχωρισμό τους από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

4) Θαμνότοποι (Bush Area). Ο χαρακτηρισμός αυτός αναφέρεται σε θαμνώδεις εκτάσεις που υπάρχουν περιμετρικά των δασικών εκτάσεων. Χαρακτηρίζονται στις αεροφωτογραφίες από ενδιάμεσους τόνους φωτεινότητας μεταξύ των λιβαδιών και των δασικών περιοχών. Οι καλύψεις αυτές πιστοποιούν

την αδυναμία ανάπτυξης δάσους ή την ύπαρξη αγρών σε μεγάλο βαθμό εγκατάλειψης.

5) Δάση (Forest). Τα δάση της περιοχής αποτελούνται από αειθαλή δέντρα που καταγράφονται στις αεροφωτογραφίες με σκούρες αποχρώσεις του γκριζου και ανώμαλη υφή.

Η αδυναμία διαχωρισμού αστικών περιοχών (οικισμών) κατά την ταξινόμηση, λόγω της υψηλής φασματικής αυτοσυσχέτισής τους με τις περιβάλλουσες δασικές εκτάσεις (Lillesand & Kiefer 1994), και λόγω της ελάχιστης χωρικά ποσοστιαίας κάλυψής τους στο σύνολο των εικόνων οδήγησε στην τελική υιοθέτηση των παραπάνω τεσσάρων κατηγοριών καλύψεων γης (εκτός οικισμών).

6. Μεθοδολογία έρευνας

Περιγράφεται στα ακόλουθα στάδια:

6.1. Ψηφιοποιήσεις - γεωαναφορές αεροφωτογραφιών

Διαδικασίες υπέρθεσης και γεωαναφοράς των ψηφιακών εικόνων εφαρμόστηκαν με σκοπό τη χωρική συμβατότητα των διαθέσιμων ψηφιοποιημένων αεροφωτογραφιών διαφορετικών χρονολογιών λήψης (Lobo et al. 1998). Οι γεωδαιτημένες πλέον ψηφιακές εικόνες στο ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87 είναι της ίδιας κλίμακας, με μέσο τετραγωνικό σφάλμα μικρότερο ή ίσο του κοινού σε διαστάσεις εικονοστοιχείου (pixel) όλων των εικόνων.

Στην παγχρωματική ψηφιακή εικόνα SPOT χωρικής διακριτικής ικανότητας (spatial resolution) 10 μ. εφαρμόστηκε η ίδια επεξεργασία. Αντίστοιχα, η πολυφασματική δορυφορική εικόνα SPOT υπέστη επεξεργασία με ειδικά λογισμικά Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ERDAS Imagine 8.3.1, Idrisi32 Release2), με τη βοήθεια των οποίων πραγματοποιήθηκαν γεωδαιτικοί μετασχηματισμοί (σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87).

Αναλυτικά, τα στάδια επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν είναι:

- Μετατροπή των αεροφωτογραφιών σε ψηφιακή υπόβαθρα με σάρωσή τους σε χωρική ανάλυση 600x600 dpi.

- Οριοθέτηση της περιοχής μελέτης (όρια κοινότητας Ροδοχωρίου) στο σύνολο της έκτασης που καλύπτουν τα ψηφιακά υπόβαθρα (αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες). Αποκοπή της περιοχής μελέτης με συνέπεια την ελάττωση της συνολικής επιφάνειας των ψηφιακών υποβάθρων, μείωση των σφαλμάτων γεωαναφοράς (Richards 1986) και ενίσχυση της αντίθεσης των στοιχείων των εικόνων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό ERDAS και κάθε αναφορά προς τις ψηφιακές εικόνες στη συνέχεια θα αφορά την οριοθετημένη και αποκομμένη περιοχή μελέτης.

- Γεωαναφορά της αεροφωτογραφίας του 1995 ως της πλέον πρόσφατης που βασίστηκε στον προσδιορισμό των συντεταγμένων (με GPS) εδαφικών σημείων ελέγχου στην αεροφωτογραφία (Chinery 1996).

- Γεωαναφορά όλων των υπολοίπων διαθέσιμων ψηφιακών υποβάθρων χρησιμοποιώντας ως εικόνα αναφοράς τη γεωμετρικά διορθωμένη εικόνα του 1995 με εντοπισμό κοινών εδαφικών σημείων ελέγχου σε όλα τα υπόβαθρα (Clarke 1994).

6.2. Ταξινομήσεις

Ταξινομήσεις εφαρμόστηκαν σε όλα τα υπόβαθρα με εικόνα αναφοράς την αεροφωτογραφία του 1995 (μετά από την ακριβή χάραξη των ορίων της περιοχής της κοινότητας). Βάσει εντοπισμού δειγματοληπτικών πολυγώνων σχεδόν διαχρονικά αμετάβλητων την περίοδο 1945-2000 και αντιπροσωπευτικών για κάθε κάλυψη γης στην περιοχή, δημιουργήθηκαν φασματικές υπογραφές και εφαρμόστηκε η ταξινόμηση της μέγιστης πιθανοφάνειας στην πολυφασματική δορυφορική εικόνα της περιοχής (Weijian & Donald 2000). Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης της μέγιστης πιθανοφάνειας στην πολυφασματική δορυφορική εικόνα έδωσαν ακρίβειες ως προς την ορθότητα των ταξινομημένων καλύψεων γης σχετικά με αληθή στοιχεία αναφοράς (Μερτίκας 1999) που δεν θεωρούνται ικανοποιητικές (περίπου 60%) σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Congalton & Green 1999). Με τη χρήση των ίδιων πολυγώνων εφαρμόστηκε η ίδια μέθοδος ταξινόμησης στα μονοφασματικά υπόβαθρα με ακρίβειες ταξινόμησης μεγαλύτερες του 75%. Η δημιουργία συμβατών ψηφιακών υποβάθρων στις διαθέσιμες ημερομηνίες καταγραφής της περιοχής με το ίδιο αριθμητικά πλήθος καλύψεων γης οδήγησε στην ποσοτική σύγκριση των υφιστάμενων καλύψεων γης στις υπάρχουσες χρονολογίες (Collins & Woodcock 1996).

7. Διαχρονική μελέτη

Η διαχρονική μελέτη των μεταβολών των καλύψεων γης της κοινότητας Ροδοχωρίου στηρίχτηκε στις μονοφασματικές αεροφωτογραφίες διαφόρων χρονολογιών (Perakis et al. 2000). Ο Πίν. 2 περιέχει σε συνοπτική μορφή τις εκτάσεις κάθε κατηγορίας κάλυψης γης σε κάθε έτος λήψης των αεροφωτογραφιών (Varjo 1996), καθώς και τα μερικά αθροίσματα που προκύπτουν από την ομαδοποιημένη ταξινόμηση συγγενών κατηγοριών, δηλαδή Καλλιεργούμενη γη + Λιβάδια και Θαμνότοποι + Δάση (Todd et al. 1998).

Τα δεδομένα αυτά αποτελούν αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς παρέμβασης στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος και την εκμετάλλευσή του για παραγωγικούς σκοπούς. Η έκταση όμως του φαινομένου αυτού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που πολλές φορές δεν είναι δυνατόν να ελεγχθούν. Η κοινότητα στην οποία έλαβε χώρα η παρούσα ερευνητική προσπάθεια δεν διαθέτει κτηματολόγιο ούτε άλλη δυνατότητα πιστοποίησης των καλλιεργήσιμων ιδιωτικών εκτάσεων. Τα εδάφη της είναι φτωχής παραγωγικότητας και η έλλειψη νερού τα καθιστά ακατάλληλα για αναδιάρθρωση καλλιεργειών. Ταυτόχρονα, τα

Πίνακας 2.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ταξινόμησης με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας

	1945		1960		1980		1993		1995	
	Στρέμ.	Μ.Σύν.	Στρέμ.	Μ.Σύν.	Στρέμ.	Μ.Σύν.	Στρέμ.	Μ.Σύν.	Στρέμ.	Μ.Σύν.
Καλλιεργούμενη γη	2772,40		3417,85		2127,37		1270,50		726,96	
Λιβάδια	974,54	3746,94	910,88	4328,73	1315,93	3443,30	1115,40	2385,9	1757,87	2484,83
Θαμνότοποι	805,16		1038,79		986,84		2768,40		1982,91	
Δάση	4110,04	4915,20	3294,62	4333,41	4232,00	5218,84	3545,40	6313,8	4194,40	6177,31
Σύνολο	8662,14		8662,14		8662,14		8699,70		8662,14	

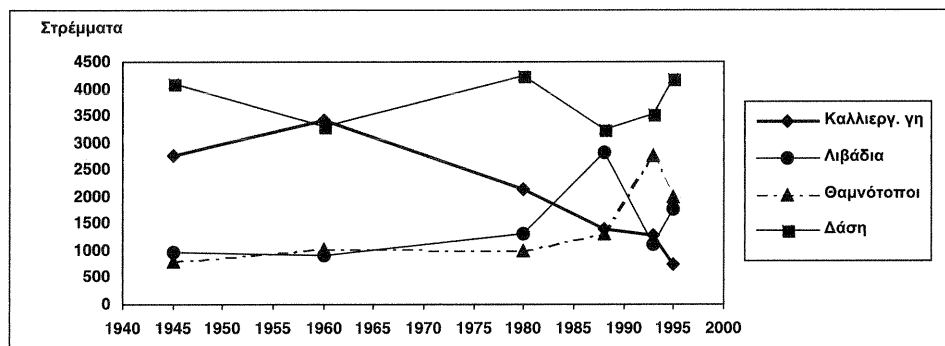
αγροτικά προϊόντα τα τελευταία χρόνια βρίσκονται σε έναν έντονο οικονομικά διεθνή ανταγωνισμό οξύνοντας τα προβλήματα των παραγωγών. Από πληροφόρηση από τους κατοίκους της περιοχής προέκυψε πως στην περιοχή της κοινότητας πραγματοποιήθηκαν κατά το παρελθόν δύο εκτεταμένες έκτασης υλοτομήσεις μετά από σχετική άδεια του δασαρχείου. Η χρονική απόσταση μεταξύ τους ήταν περίπου 20 χρόνια. Η πρώτη άρχισε πριν το 1960, ενώ η δεύτερη μετά το 1980. Και στις δύο περιόδους υλοτομήθηκαν πάνω από 1500 στρέμματα ιδιωτικής δασικής έκτασης.

Εκτός των αποτελεσμάτων από τις ταξινομήσεις στις ψηφιακές εικόνες που προήλθαν από αεροφωτογραφίες των ημερομηνιών 1945, 1960, 1980, 1995, και δορυφορικής εικόνας του 1993, στο Διάγραμμα 1, προστέθηκαν και τα αποτελέσματα από την ταξινόμηση της δορυφορικής εικόνας του 1988.

Κύριο χαρακτηριστικό των δεδομένων υλοτόμησης είναι το ανισομέγεθες χρονικό βήμα καταγραφής. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη μελέτη των καλύψεων γης και της υλοτόμησης σε δύο περιόδους.

Το διάστημα 1945-1980

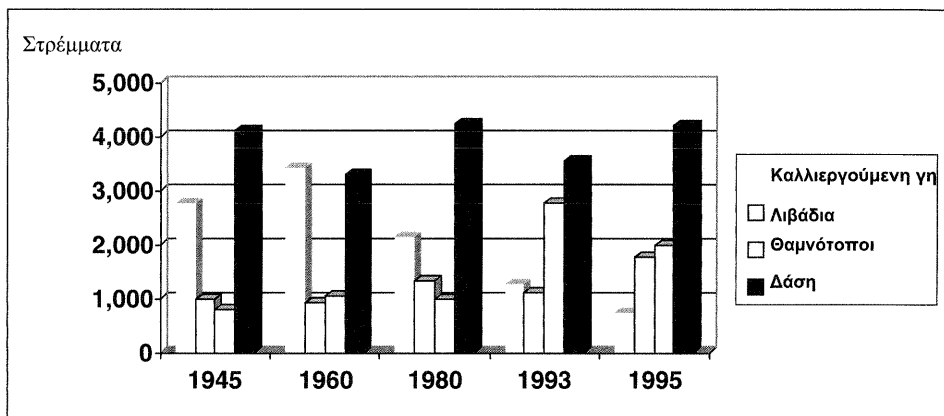
Στο διάστημα αυτό παρατηρείται αύξηση των καλλιεργειών από το 1945 ως το 1960. Η αύξηση φτάνει έως 23%. Ταυτόχρονα οι εκτάσεις των δασών μειώνονται αιτιολογώντας τη μεταβολή της έκτασης των γεωργικών εκτάσεων. Οι κατηγορίες των λιβαδιών και των θαμνωδών εκτάσεων κρατούν σταθερή έκταση στο ίδιο διάστημα. Η αύξηση αυτή ισοδυναμεί με ένα μέσο ρυθμό εκχέρσωσης 50 περίπου στρεμμάτων το χρόνο. Στην πραγματικότητα στο διάστημα αυτό καταγράφεται η πρώτη υλοτόμηση του 1960. Η διαδικασία αυτή που διήρκεσε ορισμένο χρονικό διάστημα είχε συνολική έκταση 1500 περίπου στρέμματα. Η έκταση των δασών σε σχέση με την έκτασή τους το 1945 είναι μειωμένη κατά 815 στρέμματα, ενώ η αύξηση καλλιεργούμενης γης 645 στρέμματα. Οι τιμές αυτές δείχνουν ότι: α) η υλοτόμηση της περιοχής ήταν σε εξέλιξη όσο γινόταν η αεροφωτογράφιση του 1960 και πιθανότατα οι δασικές εκτάσεις να μειώθηκαν ακόμη ως προς την έκτασή τους, β) η υλοτομημένη δασική έκταση μετατρεπόταν σε καλλιεργούμενη γη με κάποια υστέρηση. Τόσο οι εκτάσεις των λιβαδιών όσο και οι θαμνώδεις εκτάσεις παρουσιάζουν μικρή διακύμανση στο ίδιο διάστημα, κρατώντας μια σταθερή τιμή περίπου στα 1000 στρέμματα η κάθε μία. Η ανάλυση κοινών περιοχών κάλυψης δείχνει μια τάση για εξάπλωση των αγροτικών τεμαχίων από τα βόρεια προς τα νότια, από τις επίπεδες περισσότερο εύφορες περιοχές προς τις περισσότερο κεκλιμένες, νότιες περιοχές για αναζήτηση νέων εκτάσεων καλλιέργειας στα όρια της κοινότητας.



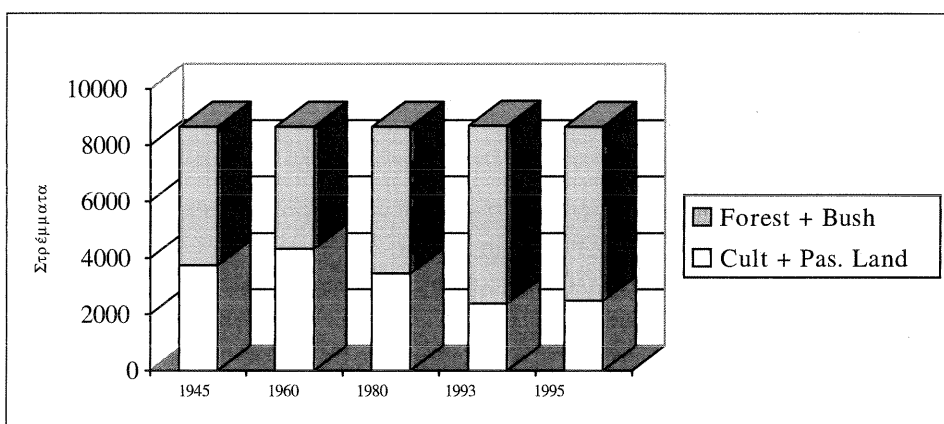
Διάγραμμα 1.

Διάγραμμα μεταβολών των εκτάσεων των κύριων κατηγοριών καλύψεως γης (1945-1995)

Διάγραμμα 2.
Κατανομή καλύψεων γης
από το 1945 ως το 1995



Διάγραμμα 3.
Ομαδοποίηση κλάσεων καλύψεων γης
από το 1945 έως το 1995



Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέλιξη από το 1960 μέχρι το 1980. Παρατηρείται μια ραγδαία πτώση των καλλιεργούμενων εκτάσεων που χάνουν το 38% της έκτασής τους κάτω και από τα επίπεδα που είχαν το 1945. Η έκταση αυτή προστίθεται στη δασική, η οποία φτάνει τα επίπεδα του 1945. Ο μηχανισμός μετατροπής της καλλιεργούμενης έκτασης σε δάσος είναι βέβαια πιο σύνθετος, ακολουθώντας μία πρώτη μετατροπή σε λιβάδι, κατόπιν σε θαμνώδη έκταση και, τέλος, σε δάσος, γεγονός που δείχνει πως οι εκτάσεις που υλοτομήθηκαν μετά από μια σύντομη περίοδο καλλιέργειας εγκαταλείφθηκαν ξανά. Το βήμα καταγραφής όμως είναι αρκετά μεγάλο ώστε να καταγραφούν με λεπτομέρειες τέτοιου τύπου μεταβολές.

Το διάστημα 1980-1995

Στο διάστημα αυτό οι περίοδοι μεταξύ δύο διαδοχικών καταγραφών είναι σχετικά μικρές, επιτρέποντας πιο ακριβή μελέτη των μεταβολών που μεσολάβησαν και που δεν αποτυπώθηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Κύρια χαρακτηριστικά είναι η συνεχής μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και η δεύτερη περίοδος υλοτόμησης, που άρχισε το 1980. Σε αντιδιαστολή με ό,τι παρατηρήθηκε το 1960, παρατηρείται μια έλλειψη ενδιαφέροντος για τη μετατροπή των υλοτομημένων δασικών εκτάσεων σε καλλιεργούμενη γη. Αυτό φαίνεται και από την αύξηση των λιβαδιών κατά 1500 στρέμματα, όση και η μείωση των δασικών και καλλιεργήσιμων εκτάσεων μαζί (1700 στρέμματα).

Μετά το 1988 και μέχρι το 1993 είναι εμφανής μεγάλη μείωση των εκτά-

σεων των λιβαδιών, που λόγω εγκατάλειψης μεταβλήθηκαν σε θαμνώδεις εκτάσεις, οι οποίες αύξησαν την έκτασή τους κατά 112%. Παράλληλα, οι δασικές εκτάσεις σημειώνουν μια σχετική αύξηση, ενώ οι καλλιεργούμενες μειώνονται κατά 10% περίπου. Τα αριθμητικά αποτελέσματα δείχνουν πως όλη η υλοτομημένη έκταση μεταβλήθηκε σε θαμνώδη (1470 στρέμματα) μέσα στην περίοδο 1980-1993. Παρόμοια εικόνα παρουσιάζουν και οι μεταβολές της διετίας 1993-1995, μέσα στην οποία η απώλεια σε καλλιεργημένες εκτάσεις (540 στρέμματα) είναι της ίδιας τάξης περίπου με την αύξηση σε εκτάσεις λιβαδιών (640 στρέμματα), ενώ η αύξηση των δασικών εκτάσεων είναι ανάλογη με τη μείωση των θαμνωδών εκτάσεων.

Η περίοδος 1980-1995 δείχνει με αρκετά ικανοποιητικό τρόπο (Διάγραμμα 2) το φαινόμενο της εγκατάλειψης της αγροτικής γης. Αξιοσημείωτο είναι πως κατά το 1995 οι δασικές εκτάσεις επανέρχονται στο σημείο του 1980 και 1945, αποδεικνύοντας ως ορθή την απόφαση του δασαρχείου να παραχωρεί άδειες υλοτόμησης μετά την παρέλευση 20ετίας.

Μετά το 1960 η κατανομή των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι πτωτική σε κάθε περίπτωση. Η συνολική μείωση, υπολογισμένη από τις τιμές του Πίν. 1, φτάνει το 80% σε διάστημα 35 χρόνων, με μέσο ρυθμό 75 στρέμματα το χρόνο. Παράλληλα, σημειώνεται αύξηση των εκτάσεων όλων των υπόλοιπων κατηγοριών, με εντονότερη αυτή των θαμνωδών και δασικών καλύψεων. Η εγκατάλειψη, όπως μπορεί να φανεί από την ανάλυση κοινών περιοχών, άρχισε από τις λιγότερο παραγωγικές νότιες περιοχές προς τις βόρειες. Σε αυτές βρίσκεται και ο κεντρικός πυρήνας των αγροτεμαχίων που παραμένουν σε εκμετάλλευση. Μια γραφική αναπαράσταση του φαινομένου γίνεται και στο Διάγραμμα 3, με την ομαδοποίηση των κλάσεων καλύψεως γης.

Οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτή την κατάσταση αναφέρθηκαν παραπάνω. Η αδυναμία των παραγωγών να αντέξουν οικονομικά στις συνθήκες που διαμορφώνονται διεθνώς τους οδηγεί στην εγκατάλειψη των εκμεταλλεύσεών τους. Στη γενικότερη περίπτωση οδηγούνται σε εσωτερική μετανάστευση προς τα μεγάλα αστικά κέντρα, ερημώνοντας έτσι την ύπαιθρο από ανθρώπινο δυναμικό. Την κύρια πηγή εισοδήματος από τις εκμεταλλεύσεις αποτελεί πια η υλοτομία, η οποία επιτρέπεται μετά την παρέλευση ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (περίπου 20 έτη). Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή ποσοτικών αποτελεσμάτων από αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες δίνουν με σχετικά υψηλή ακρίβεια την εικόνα μιας γενικότερης τάσης εγκατάλειψης των μη παραγωγικών περιοχών.

8. Συμπεράσματα

Η αναγκαιότητα διερεύνησης της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων των μη επιβλεπόμενων ταξινομήσεων οδήγησε και στην εφαρμογή μεθόδων επιβλεπόμενης ταξινόμησης που γενικά εφαρμόζονται σε πολυφασματικά δεδομένα (Pax-Lenney et al. 2001). Τελικά διαπιστώθηκε πως οι δύο τύπων ταξινομήσεις που εφαρμόστηκαν δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τα αποτελέσματα. Καθοριστικός παράγων γι' αυτό είναι ότι οι σημαντικές καλύψεις γης στην περιοχή είναι λίγες και αποτελούν συμπληρωματικές καλύψεις εδάφους του υπαίθρου ορεινού χώρου.

Τα αποτελέσματα περιέγραψαν σε καλό βαθμό όσα παρείχαν οι συμπλη-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chinery, M. (1996), *Simple GPS Navigation: Sea/Land/Air*, Fernhurst Books.
- Clarke, B. (1994), *Aviator's Guide to GPS*, TAB Books.
- Collins, B. J., Woodcock, E. C. (1996), «An Assessment of Several Linear Change Detection Techniques for Mapping Forest Mortality Using Multitemporal Landsat TM Data», *Remote Sensing of Environment*, 56: 66-77.
- Congalton, R. G., Green, K. (1999), *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*, New York: Lewis Publishers.
- Lillesand, M. T., Keifer, W. R. (1994), *Remote Sensing and Image Interpretation*, New York: Wiley.
- Lobo, A., Molobey, K., Chiariello, N. (1998), «Fine-Scale Mapping of a Grassland from Digitized Aerial Photography: An Approach Using Image Segmentation and Discriminant Analysis», *Int. J. Remote Sensing*, 19(1): 65-84.
- Μερτάκας, Σ. (1999), *Τηλεπισκόπηση και ψηφιακή ανάλυση εικόνας*, Περιστέρι: Εκδόσεις Ίων.
- Παρασχάκης, Ι., Παπαδόπουλος, Μ., Πατιάς, Π. (1993), *Αυτοματοποιημένη χαρτογραφία*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Pax-Lenney, M., Woodcock, E. C., Macomber, A. S., Gopal, S., Song, C. (2001), «Forest Mapping with a Generalized Classifier and Landsat TM Data», *Remote Sensing of Environment*, 77: 241-250.
- Perakis, K., Kyrimis, K., Kungolos, A. (2000), «Monitoring Land Cover Change Detection with Remote Sensing Methods in Magnesia Prefecture in Greece», *Fresenius Envir. Bull.*, 9: 659-666.
- Richards, J. A. (1986), *Remote Sensing and Digital Image Analysis*, New York: Springer Verlag.
- Singh, A. (1989), «Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data»

(review article), *Int. J. Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.

Todd, S. W., Hoffer, R., Milchunas, D. G. (1998), «Biomass Estimation on Grazed and Ungrazed Rangelands Using Spectral Indices», *Int. J. Remote Sensing*, 19(1): 427-438.

Varjo, J. (1996), «Controlling Continuously Updated Forest Data by Satellite Remote Sensing», *Int. J. Remote Sensing*, 17(1): 43-67.

Weijian, W., Donald, F. (2000), «A Multiple Self-Organizing Map Scheme for Remote Sensing Classification», στο Kittler, J., Roli, F. (επιμ.), *MCS 2000, LNCS 1857*, Berlin / Heidelberg: Springer Verlag, σ. 300-309.

Yool, S. B. (1998), «Land Cover Classification in Rugged Areas Using Simulated Moderate-Resolution Remote Sensor Data and an Artificial Neural Network», *Int. J. Remote Sensing*, 19(1): 85-96.

ρωματικές (εξωγενείς) πληροφορίες. Κατέγραψαν σαφώς δύο περιόδους υλοτόμησης, ενώ παράλληλα έδωσαν πληροφορίες που δεν θα μπορούσαν να συγκεντρωθούν διαφορετικά, σχετικά με τις μεταβολές της επιφάνειας των άλλων καλύψεων γης.

Από τα τελικά αποτελέσματα διαπιστώνεται πως οι ομαδοποιημένες κλάσεις (Καλλιεργούμενες εκτάσεις + Λιβάδια και Θαμνότοποι + Δάσος) περιγράφουν αρκετά καλά όσα τα ιστορικά στοιχεία μαρτυρούσαν σχετικά με τις δύο περιόδους υλοτόμησης. Παρ' όλα αυτά, κατά την περίοδο 1980-1995, που οι καταγραφές ήταν περισσότερες, παρατηρείται πως οι τελικές κατανομές των βασικών καλύψεων γης που υπολογίστηκαν από τις ταξινομήσεις δεν περιγράφουν ικανοποιητικά τις σχετικές μεταβολές τους. Στο διάστημα αυτό ο αξιολογητής πρέπει να στηριχθεί στις ομαδοποιημένες κατανομές, καθώς είναι εμφανές πως δεν γίνεται ικανοποιητικός διαχωρισμός των εκτάσεων μεταξύ των καλλιεργημένων εκτάσεων και λιβαδιών όπως και μεταξύ θαμνωδών εκτάσεων και δασών. Ο κύριος λόγος στον οποίο οφείλεται αυτό είναι η χωρική ανομοιογένεια των δορυφορικών δεδομένων, καθώς οι δορυφορικές εικόνες του 1988 και του 1993 είναι διαφορετικής χωρικής ανάλυσης (Yool 1998).

Γενικότερα όμως, οι αλλαγές και μελλοντικές τάσεις χρήσεων-καλύψεων γης στον ελληνικό ύπαιθρο χώρο, και δη στον ορεινό, είναι μείζον θέμα για τους αρμόδιους φορείς και τα κέντρα λήψης αποφάσεων των πολιτικών χρήσεων γης.

Στην ερευνητική αυτή εργασία αποδεικνύεται ότι σε μια αντιπροσωπευτική κοινότητα του ελληνικού ορεινού χώρου:

1) υπάρχει σαφής εγκατάλειψη των αγροτικών καλλιεργειών ως συνέπεια της γενικότερης εγκατάλειψης των ορεινών περιοχών από τα νεότερα ηλικιακά στρώματα γενικότερα·

2) η εγκατάλειψη των καλλιεργειών οδηγεί βαθμιαία (την τελευταία τεσσαρακονταετία) στη φυσική αναδάσωση των εγκαταλειμμένων περιοχών·

3) οι οικονομικές δραστηριότητες των εναπομεινάντων κατοίκων αλλάζουν προσαρμοζόμενες στις αλλαγές των καλύψεων γης της περιοχής. Η κυρίως οικονομική δραστηριότητα λόγω των αναδασωμένων περιοχών είναι η υλοτόμησή τους·

4) οι σύγχρονες επιστημονικές τεχνικές, σε συνδυασμό με μέσα και δεδομένα υψηλής τεχνολογίας και ακρίβειας, παρέχουν τη δυνατότητα ακριβούς χωρο-χρονικής παρακολούθησης των ανθρωπογενών αυτών δραστηριοτήτων, ώστε να τηρούνται οι πολιτικές προστασίας του περιβάλλοντος, και ειδικότερα η παρακολούθηση (monitoring) της υλοτόμησης των ελληνικών δασών, σύμφωνα με τις εκάστοτε κατευθύνσεις του αρμόδιου Υπουργείου.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και η παραγωγή έντυπων και ψηφιακών χαρτογραφικών αποτελεσμάτων προσδιορίζουν χωρικά και χρονικά της περιοχές υλοτόμησης. Αντίστοιχες μέθοδοι και αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο από τους αρμόδιους φορείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης όσο και από ευρύτερους φορείς σε νομαρχιακό, περιφερειακό ή ακόμη και εθνικό επίπεδο, για τη χάραξη πολιτικών και την ανάπτυξη στρατηγικών διευθέτησης και χρήσης του ελληνικού ορεινού δασικού χώρου.