

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΑΛΛΑΓΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Α. Μαρτίνης¹, Ε. Χάρου^{1,2}, Κ. Καμπάση¹ και Μ. Στεφούλη³

¹Τμήμα Οικολογίας και Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Ιονίων Νήσων.

^{1,2} Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών – ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

³Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

Περίληψη

Στόχος της εργασίας αυτής είναι ο εντοπισμός των αλλαγών στην εδαφοκάλυψη και στις χρήσεις γης της Ζακύνθου για το διάστημα 1985-2003. Περιγράφεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την επικαιροποίηση των θεματικών χαρτών εδαφοκάλυψης. Η μεθοδολογία είναι βασισμένη στις τεχνολογίες Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και τηλεπισκόπησης. Χρησιμοποιήθηκαν οι θεματικοί ορθοφωτοχάρτες βλάστησης κλίμακας 1:20000 που προέκυψαν από επεξεργασία αεροφωτογραφιών έτους λήψεως 1985 της Διεύθυνσης δασικών χαρτών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης. Έγινε ομαδοποίηση των κατηγοριών βλάστησης με βάση την πυκνότητα και το είδος βλάστησης. Για την επικαιροποίηση χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες Landsat 7 λήψης 2000. Δημιουργήθηκαν νέοι ψηφιακοί χάρτες οι οποίοι ακολουθούν την κατηγοριοποίηση και την χρωματική παλέτα του Corine. Οι χάρτες και το πληροφοριακό υλικό αναρτήθηκαν στο διαδίκτυο (www.teiion.gr).

Λέξεις κλειδιά: βιώσιμος τουρισμός, οικότουρισμός, G.I.S, τηλεπισκόπηση, G.P.S.

ABSTRACT

The aim of this work is to detect the land cover changes of the Zakynthos island for the period from 1985 to 2003. The methodology is based on synergistic use of GIS and Remote Sensing techniques. To this end thematic vegetation maps which is based on aerial image (acquisition date: 1985) interpretation and Landsat satellite data (acquisition date: 2000) processing was carried out. Updated new land cover maps were produced. The updated land cover map follows the Corine nomenclature. The map was also published to the internet. (www.teiion.gr)

1 Εισαγωγή

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η ολοκληρωμένη χαρτογράφηση και ο εντοπισμός αλλαγών εδαφοκάλυψης / χρήσεων γης με τη συνδυαστική χρήση τεχνικών ανάλυσης δορυφορικών εικόνων, Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και GPS [1].

Το Φυσικό περιβάλλον της Ζακύνθου παρουσιάζει διεθνές ενδιαφέρον λόγω της παρουσίας της θαλάσσιας χελώνας *Caretta-caretta*, η οποία αποτελεί είδος απειλούμενο με εξαφάνιση και

προστατεύεται από τις διεθνείς συμβάσεις και από την ελληνική νομοθεσία. Οι νότιες παραλίες του νησιού οι οποίες αποτελούν χώρους φωτοκίας, έχουν κηρυχθεί ως προστατευόμενη περιοχή (Θαλάσσιο Πάρκο) της οποίας την διαχείριση έχει ο φορέας διαχείρισης που εποπτεύεται από το Υπουργείο Χωροταξίας και Περιβάλλοντος. Οι απότομες δυτικές ακτές του νησιού αποτελούν βίοτοπο της μεσογειακής φώκιας *Monachus-monachus*, που προστατεύεται επίσης από την ελληνική νομοθεσία.

Η Ζάκυνθος αποτελεί μια ιδιαίζουσα περίπτωση σε θέματα προστασίας του φυσικού της πλούτου. Διαθέτει σημαντικούς βιότοπους, σπάνια φυτά και γενικά μια αξιόλογη χλωρίδα. Ο εντοπισμός των αλλαγών στην εδαφοκάλυψη μεταξύ 1985 και 2000 και η δημιουργία βάσης δεδομένων θα βοηθήσει στη διαχρονική παρακολούθηση του φυσικού πλούτου με στόχο την προστασία του. Για την ολοκλήρωση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες βλάστησης του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, οι οποίοι συντάχθηκαν από αεροφωτογραφίες έτους λήψεως 1985 και δορυφορικές εικόνες Landsat 7 έτους λήψεως 2000.

Δημιουργήθηκαν ψηφιοποιημένοι χάρτες βλάστησης, μία πλούσια βάση δεδομένων για τη Ζάκυνθο και αναπτύχθηκε μεθοδολογία η οποία στο μέλλον θα επιτρέψει την παρακολουθούση οποιασδήποτε μεταβολής στην εδαφοκάλυψη.

2. Περιοχή μελέτης - Δεδομένα

2.1 Το Φυσικό περιβάλλον της Ζακύνθου

Η Ζάκυνθος ανήκει στα Ιόνια νησιά και βρίσκεται ακριβώς απέναντι από το ΒΔ άκρο της Πελοποννήσου και σε απόσταση 9 μιλίων. Από την Πάτρα απέχει 17,5 μίλια.

Η έκτασή της είναι 40.600 ha και το μήκος των ακτών της 154 km.¹ Η δυτική πλευρά από Σχινάρι - Μαραθιά με απότομα βραχώδη τοπία, σπηλιές και φιόρδ είναι 34 km και η ανατολική, μέχρι το Γέρακα, 37 km.

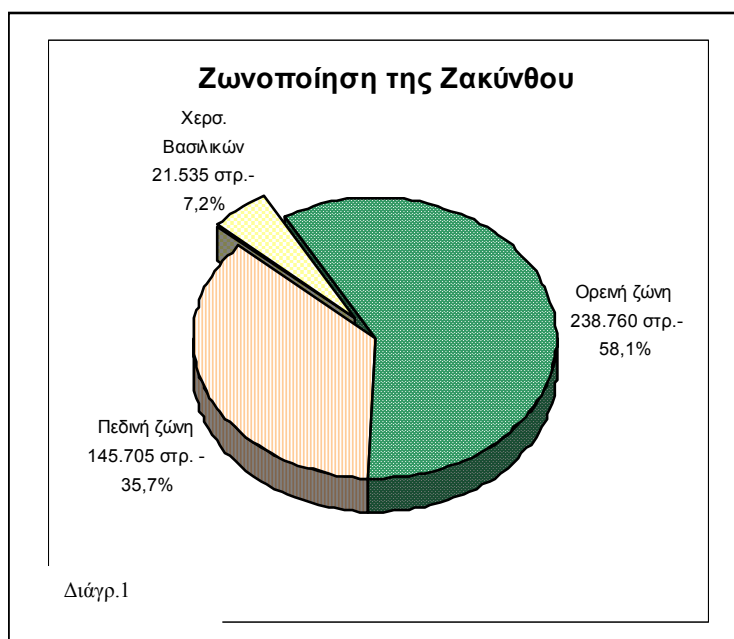
Η Ορεινή Ζάκυνθος αποτελεί τα 2/3 περίπου του νησιού και μπορούμε να τη χωρίσουμε σε τρεις ζώνες: (Διάγρ.1)

Την ορεινή ζώνη, από το βόρειο άκρο, Σχινάρι, Μαραθιά και την ορεινή έκταση με μεγαλύτερο υψόμετρο τα 758 m., την πεδινή ζώνη με τον εύφορο κάμπο της Ζακύνθου, από τον κόλπο των Αλυκών μέχρι το Λαγανά και την πόλη της Ζακύνθου και τη ζώνη που καλύπτει την έκταση από την πόλη της Ζακύνθου μέχρι τη χερσόνησο Βασιλικών και το Γέρακα.

Από την εμβαδομέτρηση των ζωνών στη δορυφορική εικόνα προέκυψαν τα παρακάτω στοιχεία:

Η πρώτη ζώνη, η οποία περιλαμβάνει και τον κύριο ορεινό όγκο της νήσου, έχει έκταση **238.760** στρέμματα. Η δεύτερη, η οποία αποτελεί τον κάμπο του νησιού βρέθηκε ότι καλύπτει έκταση **145.705** στρεμμάτων και η τρίτη ζώνη, η χερσόνησος του Βασιλικού, **21.535** στρέμματα.

¹ Στοιχεία της ΕΣΥΕ



2.1.1 Γεωλογία της Ζακύνθου

Η Ζάκυνθος βρίσκεται ακριβώς εκεί όπου η Ηπειρωτική μάζα της Ελλάδας τελειώνει και αντικαθίσταται από την Ιόνιο Αύλακα, γεγονός που καθιστά τεκτονικά “ανήσυχο” το νησί, το οποίο μαστίζεται από σεισμούς.

Η Ορεινή Ζάκυνθος αποτελείται από ασβεστολιθικά πετρώματα ηλικίας Κρητιδικού (100 – 70 εκ. χρόνια).² Είναι πετρώματα συμπαγή με σημαντική διάβρωση η οποία δημιούργησε διάφορα καρστικά φαινόμενα (σπήλαια, δολίνες κλπ). Το νερό της βροχής χάνεται στα κενά, γεγονός που καθιστά την περιοχή ιδιαίτερα άγονη. Μόνο σε κλειστές λεκάνες παρατηρείται συγκέντρωση γόνιμου εδάφους, αποτέλεσμα της διάβρωσης των ασβεστόλιθων.

Τα πετρώματα της ΝΑ πλευράς ανήκουν στην περίοδο του Νεώτερου Τριτογενούς (13 – 2 εκ. χρόνια) και αποτελούνται κυρίως από άργιλο, γύψους, μάργες, ασβεστόλιθους, στρώματα άμμου και ψαμμίτες. Η παρουσία αυτών καθιστά το έδαφος γόνιμο και πλούσιο ενώ το νερό της βροχής εμποδίζεται από την αδιαπέραστο άργιλο να διεισδύσει στα κατώτερα στρώματα, γι’ αυτό παρατηρούνται πολλά πηγάδια στη ζώνη αυτή.

Το τρίτο τμήμα αποτελεί ο Σκοπός με τα προβούνια του. Τα ίδια πετρώματα με την προηγούμενη ζώνη, κυρίως γύψος ο οποίος κάτω από τεκτονικές πιέσεις δεν έμεινε στην αρχική του θέση, διογκώθηκε και βγήκε στην επιφάνεια.

² ΕΘΙΑΓΕ, Εδαφολογικός χάρτης της Ελλάδας.

Η Ζάκυνθος τελειώνει δυτικά με τις χαρακτηριστικά απότομες ακτές, οι οποίες είναι αποτέλεσμα πρόσφατου τεκτονικού ρήγματος και μεταπτώσεων. Δημιουργήθηκαν πριν από 1 εκ. χρόνια περίπου στην αρχή του Τεταρτογενούς.

2.1.2 Υδροφόρος ορίζοντας

Οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί Κρητιδικού, Ηώκαινου, Ολιγόκαινου είναι οι σημαντικότεροι αποδέκτες νερού στη Ζάκυνθο. Το νερό όμως σε πολλές περιπτώσεις, κοντά στις ακτές, έχει υφαλμυρωθεί, λόγω της χαμηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα (2 – 3 μέτρα από τη στάθμη της θάλασσας), με αποτέλεσμα την υφαλμύρωση λόγω εισροής θαλασσινού νερού.

Η μοναδική καρστική πηγή βρίσκεται στη λίμνη Κερίου.

2.1.3 Κλίμα

Το κλίμα της ορεινής Ζακύνθου είναι μεσογειακό, ήπιο, χωρίς ακραίες θερμοκρασίες. Παρατηρείται νηνεμία 36% του χρόνου και η μέγιστη ταχύτητα ανέμων μπορεί να φτάσει μέχρι τα 8 beaufort.

Η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω από 1° ή 2° C.

Η υγρασία το Νοέμβριο φτάνει το 78%, ενώ τον Ιούλιο το 56,1%

Σύμφωνα με τα στοιχεία των ομβρομετρικών σταθμών της περιοχής, το Μ.Υ.Β φτάνει τα 830 mm, και η κατανομή της στη διάρκεια του έτους είναι ικανοποιητική.

Τέλος, σύμφωνα με το βιοκλιματικό χάρτη της χώρας, το κλίμα στα ορεινά είναι έντονο μεσο-μεσογειακό, ενώ στα πεδινά ασθενές θερμο-μεσογειακό.

2.1.4 Η γλωρίδα της Ζακύνθου.

Σύμφωνα με τους θεματικούς ορθοφωτοχάρτες, κλίμακας 1:20.000, του Υπουργείου Γεωργίας, στην ορεινή Ζάκυνθο η βλάστηση παρουσιάζει τη δομή υποβαθμισμένου Μεσογειακού δάσους. Τη βλάστηση της περιοχής συνθέτουν οι χαμηλοί θάμνοι και τα φρύγανα σε μεγάλη έκταση, τα υψηλά αείφυλλα πλατύφυλλα (μακία βλάστηση) και τα πευκοδάση.

Η Ζάκυνθος ανήκει στη θερμο-μεσογειακή βιοκλιματική ζώνη Quercetalia Ilicis. Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από ένα κλίμα θερμό και ξηρό. Εδώ μπορούμε να διακρίνουμε τρεις φυτοκοινωνιολογικούς σχηματισμούς :

α) Τη χαμηλή φρυγανώδη και θαμνώδη βλάστηση (Cistus sp., ή Sacropoterium spinosum), όπως στις Βολίμες, στο Μαραθιά σε απόκρημνες ακτές κλπ., Η βλάστηση αυτή είναι προσαρμοσμένη στις ακραίες εδαφικές συνθήκες και στη φωτιά. Έχουν δύο είδη φύλλων (εποχικός διμορφισμός), τα θερινά τα οποία είναι μικρά και σαρκώδη ώστε να είναι πυρανθεκτικά και να έχουν μικρές απώλειες υγρασίας και τα χειμερινά (Sacropoterium spinosum, Phlomis fruticosa, Calycotone villosa). Επίσης το είδος Cistus sp. είναι πυρόφυτο και το σπέρμα του βλαστάνει με τη βοήθεια της φωτιάς. Η χαλέπιος πεύκη (pinus halepensis) «αναγεννάτε δια της πυρός».

Το είδος Anthylis hermanniae είναι φρύγανο και συναντάται στον ίδιο οικότοπο, όπου, σε μερικές περιπτώσεις, παρατηρείται και έντονη αναγέννηση pinus halepensis με ύψος φυτών 30 – 60 cm.

β) Η θαμνώδης μακκία βλάστηση, υποβαθμισμένη βλάστηση με ύψος φυτών 1 – 2 μέτρων και εδαφοκάλυψη 100%. Εδώ επικρατούν τα είδη *Juniperu phoenicea* (κέδρος), *Arbutus unedo* (κουμαριά), *Cupressus sempervirens* (κυπαρίσσι) και η *Pinus halepensis* σε ύψος μακκίας βλάστησης [3]. Η μακκία βλάστηση επικρατεί στις εσωτερικές λοφώδεις πλαγιές με ήπια η απότομη κλίση ενώ στα ρέματα παρουσιάζεται πυκνή και πλούσια (ρέμα που καταλήγει στον κόλπο Σέλινα, κάτω από το χωριό Αγαλά κλπ.

γ) Τα πευκοδάση είναι ελάχιστα, έχουν περιοριστεί τα τελευταία 30 χρόνια λόγω των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών, υποβαθμισμένα, ηλικίας 50-60 ετών, ύψους μέχρι 8 μέτρων, με θαμνώδη υπόροφο. Συμπαγή δάση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) συναντάμε στις Βολίμες, γύρω από το μοναστήρι του Αγίου Γεωργίου, στον Άγιο Λέοντα, στον Άγιο Νικόλαο, στη χερσόνησο Πόρτο Βρώμη, ενώ σε διάσπαρτη μορφή βρίσκονται από το Καμπί μέχρι την Εξωχώρα και το Κερί.

Παρατηρήσαμε επίσης μεταβατικές διαπλάσεις πευκοδάσους σε θαμνότοπους μακκίας βλάστησης ή φρυγάνων όπου η αναγέννηση πεύκων είναι έντονη, καθώς και υποβαθμισμένη μακκία με έντονη παρουσία φρυγανικών ειδών.

Οι συχνές πυρκαγιές υποβαθμίζουν την υψηλή βλάστηση και έχουμε εισβολή φρυγάνων (Κερί, Σχινάρι κλπ) και σε μερικές περιπτώσεις μακκίας με αναγέννηση πεύκης (Αναφωνήτρια.).

Στις δυτικές βραχώδεις ακτές, οι οποίες αποτελούν έναν ιδιαίτερο βιότοπο με σημαντικό αριθμό σπανίων ειδών, συναντάμε φρύγανα, μακκία και διάσπαρτα πεύκα τα οποία δεν έχουν καεί, όπως κάτω από τη Σχίζα.

Στις λίγες γεωργικές καλλιέργειες της ορεινής ζώνης καλλιεργείται κυρίως σταφίδα, αμπέλια, και σιτάρι. Τα τελευταία 30 χρόνια παρατηρείται μείωση των βοσκοτόπων υπέρ των καλλιεργειών.

Στα δάση γενικά δεν παρατηρείται υπερβόσκηση, παρότι δεν υπάρχουν μελέτες βοσκοϊκανότητας για την περιοχή. Επίσης δεν γίνεται ξύλευση και ρητίευση.

Συμπερασματικά, η βλάστηση της νήσου ανήκει σ' αυτήν των μεσογειακών οικοσυστημάτων, υποβαθμισμένη λόγω πυρκαγιών, με εμφανείς τις ανθρωπογενείς επιδράσεις.

Για την παραγωγή της εξειδικευμένης πληροφορίας (επικαιροποίηση και ακριβέστερος προσδιορισμός των κατηγοριών κάλυψης) είναι απαραίτητη η χρήση εξειδικευμένης τεχνολογίας. Επίσης είναι πλέον διαθέσιμες δορυφορικές εικόνες διαφορετικών τύπων που διαθέτουν διαφορετικές χωρικές πληροφορίες που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για τη χαρτογράφηση. Τέλος τα Παγκόσμια Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning Systems -GPS) αποτελούν ένα βασικό εργαλείο ικανό για την καταγραφή ψηφιακών συντεταγμένων και πληροφορίας για τα υψόμετρα οποιασδήποτε θέσης της Γης με τη χρήση συστήματος 24 δορυφόρων. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή έγινε συστηματική συλλογή δεδομένων με τη χρήση GPS. Τα συλλεχθέντα δεδομένα έχουν εισαχθεί στο ΓΣΠ σύστημα πληροφοριών.

Τα ΓΣΠ-GIS συνδυαζόμενα με τεχνικές μοντελοποίησης του αναγλύφου είναι η κατάλληλη προσέγγιση για την ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Για τη συνδυαστική εφαρμογή Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, χαρτογράφησης με GPS, επεξεργασίας και ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων καθώς και για την οπτικοποίηση των διαφορετικών τύπων δεδομένων, και την εφαρμογή

διαφορετικού τύπου αναλύσεων και επερωτήσεων των χωρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το TNTmips πακέτο λογισμικού.

3. Μεθοδολογία

3.1 Ανάλυση δορυφορικής εικόνας

Τα δεδομένα των δορυφορικών εικόνων που έχουν χρησιμοποιηθεί στην μελέτη αναφέρονται σε εικόνες του Landsat 7 δορυφορικού συστήματος με ημερομηνία λήψης το καλοκαίρι του 2000.

Τεχνικές επεξεργασίας εικόνες έχουν εφαρμοσθεί για την ανάλυση της δορυφορικής εικόνας την γεωμετρική διόρθωση της, την μείωση του όγκου της πληροφορίας που περιέχεται στην ανακλώμενη περιοχή του φάσματος και την ταυτόχρονη συσχέτιση των διαφορετικής διακριτικότητας εικόνων [4]. Η μίξη με το Παγχρωματικό δίδει βελτιωμένη ερμηνευτικότητα σε σχέση με τα διαφορετικά στοιχεία της εικόνας. Υπάρχει βελτίωση σε σχέση με την κλίμακα χαρτογράφησης και την χωρική διακριτικότητα με μικρό κόστος και άμεση αξιοποίησή της από το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Οι δορυφορικές εικόνες δίδουν δυνατότητες όπως:

1. Αποτύπωση της τρέχουσας κατάστασης που αφορά τη κάλυψη με βλάστηση / δρόμους /οδικό δίκτυο /οικισμούς..

2. Αναγνώριση γεωλογικών / γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών

3. Συνδυασμού με το ανάγλυφο και δημιουργία τρισδιάστατων απόψεων.

Το αποτέλεσμα της εργασίας δείχνει ότι τα δεδομένα της τηλεπισκόπησης που έχουν χρησιμοποιηθεί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην συμπλήρωση ή ενημέρωση χαρτών κλίμακας έως 1:50.000.

Με την αποστολή των νέων δορυφορικών συστημάτων οι ακρίβειες όσον αφορά τις κλίμακες έχουν βελτιωθούν σημαντικά και φθάνουν στο επίπεδο της εφαρμοσμένης έρευνας σε κλίμακες 1:5.000. Ο χρόνος που απαιτείται για την οριοθέτηση επιλεγμένων χαρακτηριστικών, διαφοροποιήσεων και αλλαγών π.χ. αλλαγών της κάλυψης γης, τον συνδυασμό με άλλα στοιχεία και την τελική ενημέρωση των χαρτών είναι ελάχιστος σε σχέση με αυτόν που απαιτείται με τη εφαρμογή κλασικών μεθόδων ανάλυσης [5].

3.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Κλειδί για τη πετυχημένη εφαρμογή της χαρτογράφησης με G.I.S αποτελεί ο χάρτης υποβάθρου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν χαρτογραφικά υπόβαθρα τοπογραφικών χαρτών κλίμακας 1:50.000 με λεπτομερή ψηφιοποίηση των διαφορετικών επιπέδων πληροφορίας που περιλαμβάνει: Τις ισοϋψείς ανά 20 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο, το οδικό δίκτυο, τις θέσεις οικισμών και τα οικιστικά πολύγωνα, τις απότομες αλλαγές του ανάγλυφου, σημεία λήψης ύδατος (πηγές, πηγάδια), τριγωνομετρικά σημεία, όρια δημοτικών διαμερισμάτων κτλ). Τα δεδομένα έχουν αποδοθεί στο Ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του 1987. Από τις ψηφιοποιημένες ισοϋψείς δημιουργήθηκε το ψηφιακό ανάγλυφο εδάφους σε κλίμακα 20 μέτρων και επιπρόσθετα έγινε ο υπολογισμός των επιπέδων σκίασης και κλίσεων /προσανατολισμού κλιτύων για όλη τη Ζάκυνθο [6].

Η χρήση των δημιουργημένων χαρτών με τα χωρικά δεδομένα επιτρέπει την εφαρμογή διαφορετικών λειτουργιών όπως:

1. Τη εύρεση ιδιοτήτων οποιουδήποτε χαρτογραφημένου χαρακτηριστικού.
2. Την επιλογή δεδομένων σύμφωνα με τις ιδιότητες τους
3. Την επιλογή χαρακτηριστικών με βάση τη γειτνίαση τους με άλλα χαρακτηριστικά
4. Τη εύρεση ειδικών χαρακτηριστικών ενδιαφέροντος
5. Την ομαδοποίηση και δημιουργία στατιστικών από τις χαρτογραφημένες ιδιότητες
6. Τη δημιουργία χαρτών /αφισών και την εκτύπωση τους

4. Επικαιροποίηση των χαρτών βλάστησης

Για την επικαιροποίηση των χαρτών βλάστησης έγιναν οι παρακάτω εργασίες:

Χρησιμοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες βλάστησης της Διεύθυνσης δασικών χαρτών του Υπουργείου Γεωργίας. Οι χάρτες συντάχθηκαν με αεροφωτογραφίες έτους λήψης 1985 και επικαιροποιήθηκαν με δορυφορικές εικόνες του δορυφορικού συστήματος Landsat 7 με ημερομηνία λήψης το καλοκαίρι του 2000. Περιλαμβάνουν εκτός των τοπογραφικών πληροφοριών την παρακάτω διάκριση μορφών χρήσης γης:

1. Δασοπονικούς τύπους (διάκριση είδους δένδρων, συγκόμωσης, όγκου)
2. Γεωργικές καλλιέργειες
3. Βοσκότοπους
4. Άγωνα
5. Οικισμούς

1. Δασοπονικοί τύποι.

Στους ορθοφωτοχάρτες της Ζακύνθου διακρίνουμε τους παρακάτω τύπους, ανάλογα με το δασικό είδος που επικρατεί.

Για να χαρακτηριστεί μια έκταση σαν δασική θα πρέπει οι κόμης των δένδρων ή θάμνων να καλύπτουν τουλάχιστον το 10% της επιφανείας της.

Πχ = (Χαλέπιος πεύκη) περιλαμβάνει τη χαλέπιο πεύκη, την τραχεία πεύκη και όλα τα ξενικά είδη πεύκης (Maritime, Radiata) που φύονται στη ζώνη της χαλεπίου πεύκης, καθώς και το κυπαρίσσι.

Δ = (Δρυς) περιλαμβάνει όλα τα είδη δρυός, όπως και το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), όταν το ύψος του ξεπερνάει τα 5 μέτρα. Διαφορετικά κατατάσσεται στους θάμνους.

Πλ = (Πλάτανος) περιλαμβάνει γενικά όλα τα είδη της παραποτάμιας βλάστησης (Πλάτανος, Λεύκη, Ιτιά, Σκλήθρο κλπ).

Θ = (Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων) περιλαμβάνει όλους τους θάμνους που τα άτομά τους δεν ξεπερνούν τα 5 μέτρα.

1.2 Κλάσεις βαθμού συγκόμωσης

Ο βαθμός συγκόμωσης (εδαφοκάλυψης) αποτυπώνει την ορθή προβολή της κόμης των δένδρων στο έδαφος. Στους ορθοφωτοχάρτες διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες. α) 10-40%, β) 40-70% και γ) 70-100%

Ως βαθμός συγκόμωσης λαμβάνεται το ποσοστό εδαφοκάλυψης από τις κόμης των δένδρων.

Κλάσεις όγκου.

Η κλάση όγκου δίνεται σε τρεις κλάσεις με μεγάλα όρια και σε m³/ha. Οι κλάσεις είναι οι: α) 0-100 m³/ha β) 100-300 m³/ha γ) 300 m³/ha και άνω.

2. Γεωργικές καλλιέργειες οι οποίες διακρίνονται σε:

- 2.1 Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ΓΚ)

2.2 Εγκαταλελειμμένες γεωργικές εκτάσεις οι οποίες έχουν μείνει ακαλλιέργητες πάνω από 5 χρόνια.

3. Βοσκότοποι (B)

Ως βοσκότοποι χαρακτηρίζονται:

- α) Εκτάσεις με ποώδη βλάστηση
- β) Εκτάσεις στις οποίες η δενδρώδης δασική βλάστηση δεν ξεπερνάει το 9%
- γ) Οι εγκαταλελειμμένες γεωργικές καλλιέργειες για πάνω 20 χρόνια

4. Άγονα (A)

Χαρακτηρίζονται ως άγονες οι εδαφικές εκτάσεις με πολύ μεγάλη κλίση, μεγάλο βαθμό διάβρωσης και γενικά εκτάσεις όπου δεν μπορεί να γίνει καμιά εδαφοπονική εκμετάλλευση (επιφάνειες νερού, έλη, αμμώδεις και βραχώδεις εκτάσεις).

5. Οικισμοί (O)

Χαρακτηρίζονται οι κατοικημένες περιοχές (πόλεις, χωριά, οικισμοί) και γενικά κτιριακές εγκαταστάσεις με ελάχιστο όριο τα τέσσερα (4) οικήματα.

Οι τύποι βλάστησης και οι χρήσεις γης που απαντώνται στη Ζάκυνθο είναι οι εξής:

Πχ (χαλέπιος πεύκη): 10, 11, 20, 21, 22, 30, 31, 32. Ο πρώτος αριθμός αντιπροσωπεύει την κλάση συγκόμωσης και ο δεύτερος τον ξυλώδη όγκο. Από τον δεύτερο αριθμό μπορούμε να έχουμε κατά προσέγγιση το ύψος του πευκοδάσους. Όταν ο αριθμός της κλάσης όγκου είναι μηδέν (0) σημαίνει ότι το δάσος είναι χωρίς ξυλώδη όγκο και συνήθως πρόκειται για αναγέννηση μετά από πυρκαγιά.

Πχ + Θ (Μικτό δάσος χαλεπίου πεύκης με θάμνους: Στην περίπτωση μικτού δάσους κυριαρχεί το πρώτο είδος.: 10, 11, 20, 21, 22, 30, 31, 32.

Θ + Πχ (Μικτό δάσος αειφύλλων πλατυφύλλων με πεύκα).

Δ (Δρυς): στην κατηγορία αυτή ανήκει το μοναδικό δάσος από πουρνάρια το οποίο περιβάλλει προστατευτικά την Ιερά Μονή Υπεραγάθου.

Θ (Θαμνώδεις αειφύλλων πλατυφύλλων): 10, 20, 30. Πρόκειται για θαμνώδεις εκτάσεις με αραιή ή πυκνή εδαφοκάλυψη, χωρίς ξυλώδη όγκο.

B (Βοσκότοποι): περιοχές με βλάστηση κάτω από 10% ή καλυμμένες με ποώδη βλάστηση.

ΓΚ (Γεωργικές καλλιέργειες)

ΕΓ (Εγκαταλελειμμένοι αγροί)

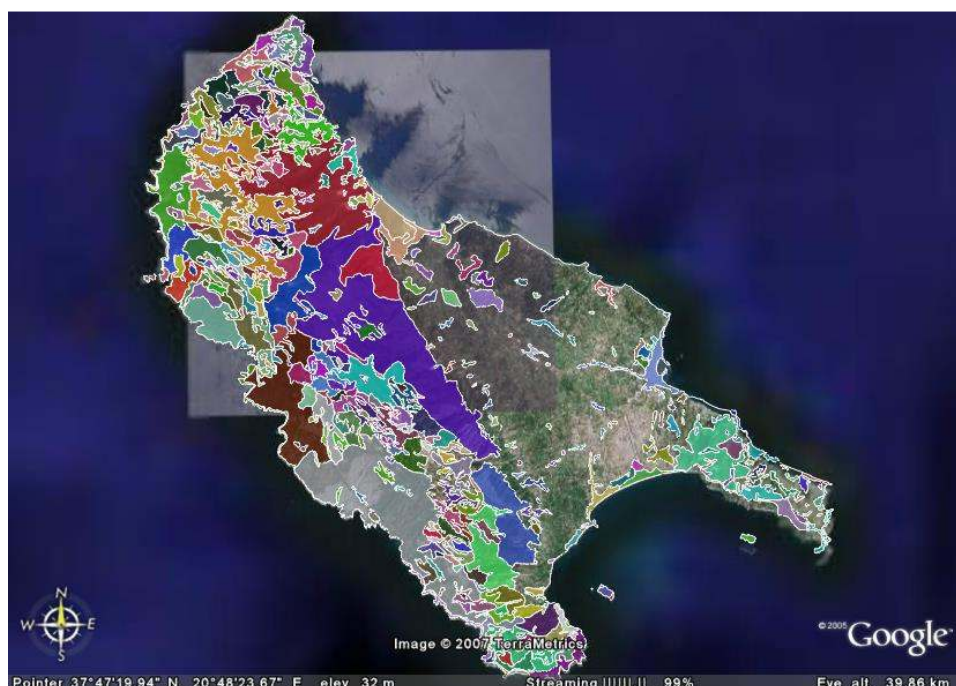
A (Άγονες εκτάσεις)

O (οικισμοί)

Η νήσος Ζάκυνθος καλύπτεται από 9 φύλλα θεματικών ορθοφωτοχαρτών βλάστησης 1:20.000.

Έγινε σάρωση, Γεωαναφορά σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87, Ψηφιοποίηση, κατηγοριοποίηση και συμβολισμός πολυγώνων βλάστησης σε όλη τη Ζάκυνθο των δασικών χαρτών κλίμακας 1:20.000.

Στη συνέχεια τα δεδομένα των ορθοφωτοχαρτών 1:20000 εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS, και δημιουργήθηκε ένα μωσαϊκό χαρτών. Επειδή η κατηγοριοποίηση ήταν πολύ αναλυτική για την εφαρμογή έγινε νέα κατηγοριοποίηση της βλάστησης ως εξής:



Εικόνα 2: Χάρτης βλάστησης και χρήσεων γης

Τα στοιχεία εμβαδομέτρησης των νέων ομαδοποιημένων τύπων βλάστησης, καθώς και τα στοιχεία βλάστησης της δορυφορικής εικόνας, παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες (2,3).

Πίνακας 2

**Οι χρήσεις γης και η βλάστηση στην ορεινή ζώνη της
Ζακύνθου (σε στρέμματα το 1985 και το 2000)**

1985		2000	
Πεύκα πυκνά	31445	Πεύκα πυκνά	29700
Πεύκα αραιά	41195	Πεύκα αραιά	39500
Θάμνοι πυκνοί	92140	Θάμνοι πυκνοί	93280
Θάμνοι αραιοί	25500	Θάμνοι αραιοί	29540
Γεωργ. Καλ.	37535	Γεωργ. Καλ.	31400
Βοσκ.-Φρύγανα	3350	Βοσκ.-Φρύγανα	6780
Άγωνα	3685	Άγωνα	4590
Οικισμοί	3910	Οικισμοί	3970
ΣΥΝΟΛΟ	238.760	ΣΥΝΟΛΟ	238.760

Πίνακας 3

Χρήσεις γης και βλάστηση πεδινής ζώνης (1985 και 2000)

1985		2000	
Πεύκα πυκνά	110	Πεύκα πυκνά	160
Πεύκα αραιά	535	Πεύκα αραιά	535
Λοιπά πλατ.	445	Λοιπά πλατ.	640
Θάμνοι	100	Θάμνοι	250
Γ. Καλ.	133456	Γ. Καλ.	127200
Άγωνα	1110	Άγωνα	500
Οικισμοί	10060	Οικισμοί	11550
		Ε.Γ(χέρσοι αγροί)	3765
Σύνολο	145.815	Σύνολο	145.815

5. Συμπεράσματα - Διαπιστώσεις

Τα συγκριτικά στοιχεία χρήσεων γης τα οποία παραθέτουμε στους πίνακες (2 και 3) προέκυψαν από τις εμβαδομετρήσεις των θεματικών χαρτών κλίμακας 1: 20.000 του Υπουργείου Γεωργίας, οι οποίοι συντάχθηκαν από αεροφωτογραφίες έτους λήψης 1985 και από την ανάλυση δορυφορικής εικόνας έτους λήψης 2000.

Συγκρίνοντας τις διαφορές στις χρήσεις γης και τη βλάστηση τόσο στον ορεινό όσο και στον πεδινό χώρο μεταξύ 1985 και 2000 διαπιστώνουμε τα εξής:

Στην ορεινή ζώνη της Ζακύνθου:

- Μείωση των Γ.Κ (6.000 στρ. περίπου),
- Αύξηση των χέρσων και χορτολιβαδικών εκτάσεων (3.000 στρ. περίπου),
- Μικρή μείωση των πευκοδασών (3.000 στρ. περίπου),
- Αύξηση της μακίας βλάστησης (χαμηλή θαμνώδης βλάστηση), κατά 4.000 στρ. περίπου.
-

Στην πεδινή ζώνη παρατηρούμε:

- ▶ Μείωση των Γ.Κ. κατά 3200 στρέμματα περίπου,
- ▶ Αύξηση του δομημένου χώρου κατά 1490 στρέμματα περίπου
- ▶ Εγκατάλειψη κάποιων καλλιεργειών (3165 στρέμ.)
- ▶ Μείωση των άγονων περιοχών κατά 500 στρ. περίπου

Εμφανής είναι η εγκατάλειψη του ορεινού χώρου, αποτέλεσμα της έντονης ανάπτυξης του μαζικού τουρισμού στις παράλιες περιοχές, οι οποίες είναι πλέον κορεσμένες με ορατά τα σημεία διατάραξης του κοινωνικοοικονομικού ιστού χωρίς τα αναμενόμενα ανταποδοτικά οφέλη. Το φυσικό περιβάλλον υποβαθμίζεται συνεχώς και οι φυσικοί πόροι του νησιού εξαντλούνται. Ο παράλιος χώρος της Ζακύνθου δέχεται πιέσεις οι οποίες προέρχονται από ανθρωπογενείς κυρίως επιδράσεις, είτε αυτές αφορούν επέκταση οικισμών και οικονομικές δραστηριότητες, είτε αποψίλωση της βλάστησης ή καταστροφή παράλιων βιοτόπων. Αυτό φαίνεται από την αύξηση του δομημένου χώρου και την αλλαγή χρήσης πρώην γεωργικών καλλιεργειών ή την εγκατάλειψή τους.

Αντίθετα, ο ορεινός χώρος εγκαταλείπεται και συρρικνώνεται πληθυσμιακά. Αυτό δείχνει και η εγκατάλειψη των γεωργικών καλλιεργειών και η αύξηση των χέρσων και των χορτολιβαδικών εκτάσεων.

Εν κατακλείδι, η προαναφερθείσα εξέλιξη του παράλιου και ορεινού χώρου της Ζακύνθου, δεν διαφέρει από αυτήν των άλλων μεσογειακών χωρών [7].

Ευχαριστίες

Αυτή η εργασία χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ - ΕΠΕΑΕΚ

Βιβλιογραφία

1. Clarke, K., (2001), Getting Started with Geographic Information Systems. Upper Saddle River, N.J.:Prentice-Hall,
2. DeMers, M. N. (2000), Fundamentals of Geographic Information Systems (2nd edition).: John Wiley & Sons, New York
3. Καμάρη Γ, Φοίτος Δ., Κωνσταντινίδης Β. Καλλιμασιά Μ..«Βοτανική έρευνα της νήσου Ζακύνθου και των παρακείμενων νησίδων» Εργαστήριο Βοτανικής Πανεπιστήμιο. Πατρών, Πάτρα 1998
4. Tomlin D.C., (1991), Cartographic Modelling» in Maguire J. D. et al (eds.) Geographical Information Systems: Principles and Applications. London, Longman, Vol.1, pp. 361-374,
5. Mobile mapping Solutions <http://products.thalesnavigation.com/en/solutions/mobilemap/>
6. The Global Positioning System
http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html
7. L'environnement méditerranéen, contribution française, (1992)