



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)**  
**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Χρήση Τηλεπισκοπικών Μεθόδων για Εφαρμογή στη Γεωργία:**  
**Μελέτη Περίπτωσης Δήμου Μελιτειών Νομού Κερκύρας**

**Σπυρίδων Μπόικος, Περιβαλλοντολόγος**

**Επιτροπή Παρακολούθησης:**

**Καθηγητής Δ. Ρόκος (επιβλέπων),** Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Αν. Καθηγητής Μ. Κάβουρας,** Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Καθηγητής Κ. Κουτσόπουλος,** Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Περίληψη**

Η Ελληνική γεωργία είναι ένας τομέας παραγωγής που συνέβαλλε αποφασιστικά στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας, ενώ έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής και απέτρεψε μέρος του πληθυσμού από την τάση μετακίνησης προς τα αστικά κέντρα κατά τις δεκαετίες του 1960-1970. Σήμερα εξακολουθεί να απασχολεί μεγάλο μέρος του πληθυσμού και να συμβάλλει στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν με ποσοστό της τάξης του 8%.

Τα κυριότερα προβλήματα της Ελληνικής γεωργίας είναι κυρίως ο μεγάλος αριθμός μικρών και πολυτεμαχισμένων γεωργικών εκμεταλλεύσεων, το μικρό ποσοστό αρδευόμενης γης και το μεγάλο ποσοστό οικονομικά ενεργών ατόμων που ασχολούνται με αυτή. Για το λόγο αυτό ένα σύστημα χαρτογράφησης και συστηματικής παρακολούθησης των γεωργικών εκτάσεων ώστε να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα στην παραγωγή, κρίνεται όλο και πιο επιβεβλημένο. Συγκεκριμένα η φωτοερμηνεία και η τηλεπισκόπηση σε συνδυασμό με την ολοκλήρωση των δυνατοτήτων των μεθόδων και τεχνικών τους σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (G.I.S.) μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην αγροτική ανάπτυξη.

Η εργασία αυτή έχει στόχο να διερευνήσει τις δυνατότητες που έχει ο τηλεπισκοπικός δέκτης του δορυφόρου Ikonos 2 για την ταξινόμηση εδαφών, με τη διαδικασία της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης, σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο, που είναι συχνές στον Ελλαδικό χώρο και με κυρίαρχη καλλιέργεια την Ελιά. Το γεγονός ότι η ελιά είναι κυρίαρχη καλλιέργεια διευκολύνει την χρήση στοιχείων της Ε.Σ.Υ.Ε. ώστε να διευκολυνθεί η διάκριση των ταξινομημένων εκτάσεων. Επίσης γίνεται μια προσπάθεια να καθοριστεί

ποσοτικά η σχέση μιας σειράς παραμέτρων όπως το υψόμετρο, ο προσανατολισμός και η κλίση του εδάφους, με τις κατηγορίες χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης. Έτσι οι παράμετροι αυτοί μπορούν να αποτελέσουν εργαλείο για την αντιστοίχιση των τάξεων της ταξινόμησης με τις κατηγορίες αυτές.

Για την έρευνα μας χρησιμοποιήθηκε ως περιοχή μελέτης, η έκταση που ορίζεται διοικητικά από το δήμο Μελιτειέων του νησιού της Κέρκυρας. Είναι ένας από τους 12 δήμους του νησιού και βρίσκεται στο νότιο του τμήμα. Έχει έκταση 76,2 τετραγωνικά χιλιόμετρα, καταλαμβάνει δηλαδή το 12,9% της έκτασης του νησιού και ο πραγματικός πληθυσμός του το 2001 ήταν 6.690 κάτοικοι.

Μετά την γεωμετρική διόρθωση της απεικόνισης και την εφαρμογή ενός φίλτρου μέσου όρου χαμηλών συχνοτήτων μεγέθους 3x3 εικονοστοιχείων (average 3x3), έγινε μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τον αλγόριθμο ISOCLASS σε 10 τάξεις.

Για να εκτιμηθεί η ακρίβεια της ταξινόμησης διενεργήθηκε μια σειρά επιγείων ελέγχων σε όλο το νησί της Κέρκυρας. Οι επίγειοι έλεγχοι έγιναν την περίοδο Απριλίου 2002 και κατέταξαν την περιοχή μελέτης σε 8 γενικές κατηγορίες. Αυτές ήταν η θάλασσα, αστικές περιοχές, χορτολίβαδα, αμμόδεις εκτάσεις, γυμνό έδαφος, μακί, ελαιώνες και αραιή βλάστηση.

Η σύγκριση με τις κατηγορίες επιγείων ελέγχων έδωσε τα εξής ποσοστά ακρίβειας: Για τη «Θάλασσα» 100%, για την κατηγορία «Χορτολίβαδα» 76,9%, για την «Αραιή βλάστηση» 78,1%, για το «Γυμνό έδαφος» 72,8%, για τη «Άμμος» 94,9% και για το «Αστικό» 57,6%. Οι κατηγορίες που μας ενδιαφέρουν περισσότερο, οι «Ελαιώνες» και τα «Μακί» ταξινομήθηκαν σε μια τάξη σε ποσοστό 96,3% (61% τα μακί και 35,3% οι ελαιώνες). Το ποσοστό είναι αρκετά υψηλό, αρκεί να μπορέσουμε να διαχωρίσουμε τις δύο κατηγορίες. Ο λόγος που ο αλγόριθμος κατατάσσει τα εικονοστοιχεία που αντιστοιχούν σε ελαιώνες και μακί σε μια φασματική ομάδα είναι ότι οι φασματικές τους υπογραφές είναι πολύ κοντά. Τα μακί αποτελούνται από πυκνές εκτάσεις σκληροφυλλικής βλάστησης, κυρίως από σχοίνο, αγριελιά, μυρτιά και φιλύκι. Η δομή των φύλλων της βλάστησης αυτής είναι πολύ κοντά στη δομή του φύλλου της ελιάς. Έτσι ακόμα και το κανάλι 4 (εγγύς υπέρυθρο) το οποίο ανιχνεύει διαφορές στη δομή του φύλλου δεν μπορεί να διαχωρίσει τους ελαιώνες από τα μακί.

Προσπαθώντας να διαχωρίσουμε τις κατηγορίες ελαιώνες και μακί, έγιναν διαδοχικές μη επιβλεπόμενες ταξινομήσεις με αλλαγές στις ρυθμίσεις της ταξινόμησης όπως η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των τάξεων και το μέγιστο εκατοστιαίο ποσοστό εικονοστοιχείων σε κάθε τάξη και η χρήση 3 από τα 4 κανάλια της απεικόνισης. Σε όλες τις περιπτώσεις τα αποτελέσματα ήταν απογοητευτικά.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση σε κύριες συνιστώσες. Οι κύριες συνιστώσες 1, 2 και 3 δείχνουν παρόμοιες ψηφιακές τιμές για τις κατηγορίες ελαιώνες και μακί. Στην 4<sup>η</sup> κύρια συνιστώσα όμως υπάρχει μια διαφορά στις ψηφιακές τιμές, ικανή να διαχωρίσει τις εκτάσεις που μας ενδιαφέρουν (ελαιώνες και μακί).

Μια πρώτη προσέγγιση ήταν να γίνει ταξινόμηση χρησιμοποιώντας ως κανάλια τις 4 κύριες

συνιστώσες. Τα αποτελέσματα όμως δεν είναι ικανοποιητικά. Η επόμενη σκέψη ήταν να χρησιμοποιηθεί η 4<sup>η</sup> κύρια συνιστώσα σε μια ψηφιακή απεικόνιση που παρουσιάζει μόνο τις εκτάσεις των ελαιώνων και μακί. Έτσι λοιπόν με τη βοήθεια μάσκας τα εικονοστοιχεία που απαρτίζουν την δεύτερη τάξη της πρώτης μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης (και αντιστοιχούν στις εκτάσεις ελαιώνων και μακί) διαχωρίστηκαν σχηματίζοντας μια νέα απεικόνιση. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την 4<sup>η</sup> κύρια συνιστώσα και με τη βοήθεια του ιστογράμματος που πλέον παρουσίαζε μια κατανομή δύο κορυφών, επιλέχθηκε αυτή η ψηφιακή τιμή που διαχωρίζει καλύτερα τις δυο κατηγορίες και ταξινομούνται τα εικονοστοιχεία που βρίσκονται εκατέρωθεν της τιμής αυτής σε δύο κατηγορίες. Οι δυο κατηγορίες αυτές παίρνουν τη θέση της φασματικής ομάδας (από την οποία προήλθαν) της πρώτης μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Έχουμε έτσι την τελική ταξινόμηση με διακριτές πλέον κατηγορίες ελαιώνων και μακί.

Τα ποσοστά ακρίβειας της τελικής ταξινόμησης αφού έγινε εφαρμογή ενός φίλτρου στατιστικού μέσου, είναι 95,9% για τα μακί και 83,8% για τους ελαιώνες. Τα ποσοστά ακρίβειας είναι υψηλά για μια μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση και δείχνουν ότι οι κατηγορίες επιγείων ελέγχων αντιστοιχούν σε αντιπροσωπευτικές κατηγορίες της περιοχής μελέτης.

Στη συνέχεια συγκρίνουμε τα αποτελέσματα της τελικής ταξινόμησης με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας για να διερευνηθεί το πόσο συμφωνούν μεταξύ τους. Το ζητούμενο είναι να διερευνήσουμε, αν μπορούμε να αντιστοιχίσουμε σε εκτάσεις με μονοκαλλιέργεια (όπως η ελιά στην περίπτωση που εξετάζουμε) την τάξη της ταξινόμησης με αντίστοιχο μέγεθος. Η σύγκριση έγινε σε εκτάσεις επιπέδου κοινότητας και τα αποτελέσματα ήταν αρκετά κοντά. Σε 6 από τις 9 κοινότητες οι διαφορές στις εκτάσεις των ελαιώνων ήταν από 1,9% έως 9,1%, ενώ σε 3 κοινότητες βρέθηκαν μεγαλύτερες διαφορές που ήταν από 23,4% έως 33,5%.

Χωρικά στοιχεία που επηρεάζουν τις καλλιέργειες όπως το υψόμετρο, η κλίση του εδάφους και ο προσανατολισμός των κλίσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο αναγνώρισης των κατηγοριών μιας μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Με τη βοήθεια του λογισμικού Arc-view χρησιμοποιήθηκαν τα παραπάνω χαρακτηριστικά στη μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση της περιοχής μελέτης. Σχετικά με το υψόμετρο, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εκτάσεις των μακί αυξάνονται με την αύξηση του υψομέτρου, οι ελαιώνες παρουσιάζουν μια τάση μείωσης με την αύξηση του υψομέτρου, παρουσιάζοντας την μεγαλύτερη κατανομή τους στις υψομετρικές ζώνες 0-200 και 200-320 μέτρα. Επίσης όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να υπάρχουν εκτάσεις μακί. Συγκεκριμένα σε κλίση μεγαλύτερη από 30° η ταξινόμηση δείχνει ότι οι εκτάσεις μακί αντιπροσωπεύουν το 66% του συνόλου των τάξεων, ακολουθούν οι εκτάσεις ελαιώνων με 22% και στη συνέχεια οι άλλες τάξεις της ταξινόμησης. Αντίθετα ο προσανατολισμός των χρήσεων γης δεν έδωσε ξεκάθαρα αποτελέσματα εκτός από μια ελαφρά επικράτηση των μακί σε εδάφη με βόρειο προσανατολισμό. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε ένα γειτονικό δήμο, τον δήμο Αχιλλείων, για να εξεταστεί για άλλη μια φορά η ακρίβεια της παραπάνω προσέγγισης και τα αποτελέσματα ήταν συγκρίσιμα και αρκετά αποδοτικά στον χαρακτηρισμό των τάξεων της ταξινόμησης με κατηγορίες χρήσεων γης.