

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΦΥΣΙΚΟΥΣ
ΠΟΡΟΥΣ»**

Μεταπτυχιακή διατριβή:

***Θέμα: «Χωροχρονική ανάλυση τηλεπισκοπικών δεδομένων
πυρκαγιών με μεθόδους μετρικών τοπίου»***

της Νεκταρίας Θ. Τσάπαλη

Επιβλέπων: κ. Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2014

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΦΥΣΙΚΟΥΣ
ΠΟΡΟΥΣ»**

Μεταπτυχιακή διατριβή:

**Θέμα: «Χωροχρονική ανάλυση τηλεπισκοπικών δεδομένων
πυρκαγιών με μεθόδους μετρικών τοπίου»**

της Νεκταρίας Θ. Τσάπαλη

Επιβλέπων: κ. Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2014

Μεταπτυχιακή διατριβή:

Θέμα:

**«Χωροχρονική ανάλυση τηλεπισκοπικών δεδομένων
πυρκαγιών με μεθόδους μετρικών τοπίου»**

της Νεκταρίας Θ. Τσάπαλη

Επιβλέπων: κ. Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Τριμελής Εξεταστική και Συμβουλευτική Επιτροπή:

κ. Καλύβας Διονύσιος (Αναπληρωτής Καθηγητής)

κ. Κοσμάς Κωνσταντίνος (Καθηγητής)

κ. Πετρόπουλος Γεώργιος (Αναπληρωτής Καθηγητής)

ΑΘΗΝΑ 2014

Νεκταρία Τσάπαλη

Πτυχιούχος Μηχανικός Γεωπληροφορικής & Τοπογραφίας Τ.Ε απόφοιτος ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ 2008

Copyright © Νεκταρία Τσάπαλη, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας μελέτης εξ ολοκλήρου ή τμήμα αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πυρκαγιές ειδικά σε δασικές περιοχές επηρεάζουν πολλές περιοχές του κόσμου. Η συχνή εμφάνισή τους στη Μεσόγειο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τοπικούς παράγοντες όπως το κλίμα (ξηρές περιόδους), το ανάγλυφο, το υψόμετρο, τη τοπογραφία (δύσβατες περιοχές), τις χρήσεις γης, τους τύπους των καυσίμων υλικών, αλλά και τις δραστηριότητες των ανθρώπων. Η Ελλάδα θεωρείται μέρος της ΝΔ Ευρώπης, όμως σύμφωνα με την πυκνότητα και την συχνότητα των πυρκαγιών της ταιριάζει με τα μοτίβα της Νότιο- Ανατολικής Ευρώπης και είναι μια από τις πιο ευάλωτες περιοχές από άποψη πυρκαγιών. Με την βοήθεια της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) τα δεδομένα που αφορούν τις πυρκαγιές μπορούν να εντοπιστούν, να χαρτογραφηθούν και να αναλυθούν σε διάφορες κλίμακες. Η παρούσα εργασία ερευνά και αναλύει τα τη θέση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των καμένων εκτάσεων, τριών ετών (2005, 2006, 2007) για τον Ελλαδικό χώρο, όπως αυτά καταγράφηκαν από δυο δορυφορικά συστήματα εντοπισμού πυρκαγιών το Modis και το EFFIS το διακρατικό Ευρωπαϊκό πληροφοριακό σύστημα για τις πυρκαγιές.

Συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία έγινε χωροχρονική ανάλυση των πολυγώνων των καμένων εκτάσεων. Έγινε μελέτη των διαφορών τους και χωρική σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με μεθόδους μετρικών τοπίου (patch metrics - μετρικά πολυγώνων - δείκτες κατακερματισμού) σε περιβάλλον GIS. Τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν ανά έτος για να φανεί η χωροχρονική εξέλιξή τους με τις πληροφορίες που μας παρέχει η ανάλυση των χαρακτηριστικών των patch metrics με υπολογισμό των μετρητικών δεικτών (π.χ. δείκτες έκτασης/πυκνότητας/ορίων, δείκτες σχήματος, δείκτες κλασματικής διάστασης, δείκτες ποικιλότητας των patches των καμένων εκτάσεων για το κάθε σύστημα καταγραφής). Η ανάλυση των patches καμένων περιοχών πραγματοποιήθηκε με παράγοντες που επηρεάζουν τις πυρκαγιές όπως χρήσεις γης και τοπογραφικούς παράγοντες υψόμετρο, κλίση, έκθεση και μορφολογικούς παράγοντες αναγλύφου.

Για την πραγματοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον πληροφορίες υψομέτρου (ψηφιακό μοντέλο εδάφους, DEM) του Ελλαδικού χώρου και οι χρήσεις γης από το CORINE2000. Η ανάλυσή τους πραγματοποιήθηκε με τα λογισμικά Arcgis10, ENVI και Patch Analyst 5.1. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν σημαντικές διαφορές συγκριτικά για τα δυο συστήματα τόσο χρονικά όσο και χωρικά. Μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε στο βαθμό κατακερματισμού του τοπίου ανάμεσα στα δυο προϊόντα. Συγκεκριμένα τα προϊόντα του Modis εμφανίζουν μεγαλύτερο κατακερματισμό με μικρότερα patches σε σύγκριση με τα αντίστοιχα του Effis. Οι ποιοτικές διαφορές ανάμεσα στα δυο προϊόντα σχετίζονται με τις προδιαγραφές τους.

Επιστημονική περιοχή: Γεωπληροφορική

Λέξεις κλειδιά: χωροχρονική ανάλυση, μετρικά τοπίου, καμένες εκτάσεις, Modis, Effis, γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, Ελλάδα.

Ms. Thesis Title:

«Spatiotemporal analysis of remote sensing fire data with methods of landscape metrics»

ABSTRACT

Fires especially in forest areas affect many parts of the world. The frequent occurrence in the Mediterranean depends largely on local factors such as climate (dry periods), terrain, altitude, topography (inaccessible areas) land use, types of fuel materials, and human activities. Greece is considered part of Southwest Europe but according to the density and frequency of fires, matches with patterns of South - Eastern Europe and is one of the most vulnerable areas in terms of fire. With the help of remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) data related fires can be identified, mapped and analyzed at various scales. This study investigates and analyzes the position and geometry of burned areas, for three years (2005, 2006 and 2007) in Greece, as recorded by two satellite fire detection systems the Modis and EFFIS transnational European information system for fires.

Specifically in the present study spatiotemporal analysis was carried out for polygons of burned areas. Their differences studied thoughtfully and spatial comparison deliberated about their results with methods of landscape metrics (patch metrics - metrics polygons - hash indexes) in environment of ArcGIS. The results were grouped by year to show the spatiotemporal evolution. Their information were analysis of patch metrics characteristics with calculating measurement indicators such as: indices of area / density / edges/ shape /fractal dimension index/ diversity of patches of burned areas for each recording system. Analysis of patches burned areas carried out by factors affecting fires such as land use and topographic factors altitude, slope, exposure and morphological factors of the terrain.

For the study was used additional altitude information (digital elevation model, DEM) of Greece and land uses from CORINE 2000. Their analysis was performed with software Arcgis10, ENVI, Patch Analyst 5.1. The results showed significant differences compared to the two systems both temporally and spatially. Big difference noticed in the degree of fragmentation of the landscape between the two products. Specifically Modis products exhibit greater fragmentation with smaller patches compared with those of Effis. The qualitative differences between the two products are related to their specifications.

Scientific area: Geoinformatics

Keywords: *Spatiotemporal analysis, landscape metrics, patch metrics, burned areas, Modis, Effis geographical information systems (GIS), Greece.*

Ευχαριστίες

Πρώτα θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ θερμά, τον επιβλέποντα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας κ. Διονύσιο Καλύβα, Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής (Εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας) του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τη συνεχή βοήθεια και επιστημονική καθοδήγηση του, σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Επιπλέον τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Κοσμά Κωνσταντίνο, Καθηγητή του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής (Εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας) του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, και τον κ. Γεώργιο Πετρόπουλο Επίκουρο Καθηγητή Aberystwyth University Ηνωμένου Βασιλείου για τη συνεργασία και την αφιέρωση χρόνου για την αξιολόγηση της παρούσας μελέτης.

Επιπροσθέτως την κα Δήμου Παρασκευή, Υποψήφια Διδάκτωρ του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής (Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων) του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την συνεχή βοήθεια και υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης.

Επίσης ευχαριστώ την ερευνητική μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την φιλοξενία και την χρήση υλικοτεχνική υποστήριξης απαραίτητης για την ολοκλήρωση της διατριβής.

Προσωπικά ευχαριστώ τον κ. Νίκα Επαμεινώνδα μέλος της ερευνητικής μονάδας Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την βοήθεια του και την κ. Κουρουτζίδου Φωτεινή μεταπτυχιακή απόφοιτο τμήματος Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Αθηνών για την παροχή συμβουλών και βιβλιογραφίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ θερμά την οικογένεια μου και κυρίως τον σύζυγο μου κ. Γεώργιο Κούση για την ηθική συμπαράσταση και οικονομική υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
Ευχαριστίες.....	7
1. Εισαγωγή.....	11
1.1 Γενικά για τις πυρκαγιές	11
1.2 Στόχος της παρούσας εργασίας και ερευνητικές προσπάθειες	12
1.3 Χαρακτηριστικά Μεσογειακών - Ελληνικών Δασών	15
1.3.1 Τα δάση της Μεσογείου	15
1.3.2 Τα δάση της Ελλάδας.....	15
1.3.3 Σύνθεση των ελληνικών δασών.....	16
1.3.4 Τύποι καύσιμων υλικών.....	16
1.4 Χαρακτηριστικά δασικών πυρκαγιών	18
1.4.1 Τα θεμελιώδη στοιχεία της φωτιάς.....	18
1.4.2 Τα βασικά αίτια των δασικών πυρκαγιών	20
1.4.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις πυρκαγιές	21
1.4.4 Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες και ο ρόλος τους στην εκδήλωση πυρκαγιών	25
1.4.5 Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα	26
1.5 Τηλεπισκόπηση	29
1.5.1 Τηλεπισκόπηση και πυρκαγιές	30
1.5.2 Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με τηλεπισκόπηση	31
1.5.3 Κλίμακες χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων (Burnt area mapping)	33
1.5.4 Μοντελοποίηση καμένων εκτάσεων η περίπτωση της Ιταλίας	33
1.5.5 Δεδομένα καμένων εκτάσεων Modis - Effis	34
2. Υλικά & Μέθοδοι	38
2.1 Περιοχή μελέτης	38
2.2 Διάγραμμα ροής της συνολικής μεθοδολογίας της εργασίας.....	39
2.3. Δεδομένα χρήσεων γης και καμένων εκτάσεων.....	40
2.3.1 Χρήσεις γης	40
2.3.2 Προϊόν καμένων περιοχών του Modis.....	41

2.3.3	Προϊόν καμένων περιοχών του Effis	41
2.4	Μετρικά τοπίου	42
2.4.1	ArcGis Patch Analyst.....	42
2.4.2	Περιγραφή μετρικών τοπίου (Patch metrics).....	43
2.4.2.1	Δείκτες έκτασης πυκνότητας και μεγέθους patch (Area Metrics).....	43
2.4.2.2	Δείκτες ακμών (Edge Metrics)	46
2.4.2.3	Δείκτες σχήματος (Shape Metrics).....	47
2.4.2.4	Δείκτες γειτνίασης (Nearest Neighbor Metrics)	49
2.4.2.5	Δείκτες ποικιλομορφίας (Diversity and interspersion metrics).....	50
2.5.	Τοπογραφικοί παράγοντες	54
2.5.1	Ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM	54
2.5.2	Κλίσεις και δημιουργία raster Slope.....	56
2.5.3	Προσανατολισμός, Βορινότητα, Ανατολικότητα και δείκτης Τραχύτητας.....	58
3.	Αποτελέσματα – Συζήτηση	61
3.1.	Landscape Metrics	61
3.1.1	Μετρικά στο σύνολο του τοπίου με δείκτες έκτασης, πυκνότητας μεγέθους των patches καμένων περιοχών των συστημάτων Effis - Modis για το 2005, 2006, 2007 ..	61
3.1.2	Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες ακμών - σχήματος των patches Effis - Modis για 2005, 2006, 2007	67
3.1.3	Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες γειτνίασης των patches Effis - Modis για 1 ^ο , 2 ^ο , 3 ^ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine.....	71
3.1.4	Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες ποικιλομορφίας των patches Effis - Modis για 1ο, 2ο, 3ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine	73
3.2	Class metrics.....	75
3.2.1	Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 1 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	75
3.2.2	Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 1 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	82
3.2.3	Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 2 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	89
3.2.4	Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 2 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	92
3.2.5	Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 3 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	95

3.2.6 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 3 ^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000	99
3.3 Ανάλυση δεδομένων Τοπογραφικών Παραγόντων	103
3.3.1 Ανάλυση υψομέτρου	103
3.3.2 Ανάλυση κλίσης	107
3.3.3 Ανάλυση δείκτη τραχύτητας SARI, και Ανατολικότητας, Βορινότητας έκθεσης	112
3.3.4 Αποτελέσματα τοπογραφικών παραγόντων	120
4. Συμπεράσματα.....	123
5. Βιβλιογραφία	128
6. Παράρτημα	133

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά για τις πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές, ειδικά σε δασικές περιοχές, επηρεάζουν πολλές περιοχές του κόσμου. Η εμφάνισή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τοπικούς παράγοντες όπως το είδος της βλάστησης και τη χρήση γης. Επίσης, οι επιπτώσεις των πυρκαγιών είναι εμφανείς σε παγκόσμια κλίμακα, κατά την εξέταση των ατμοσφαιρικών εκπομπών, στην αλλαγή κάλυψης γης, στις λειτουργίες των οικοσυστημάτων και στις υπηρεσίες που προσφέρουν τα δάση. Αυτή η παγκόσμια διάσταση των πυρκαγιών και η ανάγκη να κατανοηθεί η πολύπλοκη αλληλεπίδραση των παραγόντων που δεν περιορίζεται σε μια περιορισμένη γεωγραφική περιοχή, απαιτούν την εκτίμηση της εμφάνισης πυρκαγιάς σε επίπεδο περιφερειακό, ευρωπαϊκό ή παγκόσμιο.

Μια μακροπρόθεσμη εκτίμηση είναι κατάλληλη για τη διερεύνηση των δομικών παραγόντων που επηρεάζουν τη τάση μιας περιοχής να εκδηλωθεί πυρκαγιά, βοηθώντας στην ορισμό των στρατηγικών πρόληψης και κατανομής των πόρων πυρκαγιάς πριν από την έναρξη της περιόδου πυρκαγιών (πυρική περίοδος). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μια εξαιρετική προσπάθεια έχει γίνει τις τελευταίες δεκαετίες να συγκεντρωθούν αξιόπιστες πληροφορίες για τις πυρκαγιές που επηρεάζουν πολλές χώρες. Έτσι ώστε να βοηθηθούν στην πρόληψη των πυρκαγιών και στην χάραξη πολιτικής.

Το μέγεθος δασικής πυρκαγιάς καθορίζεται από τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς, η οποία είναι μια συνάρτηση του αριθμού των σημείων ανάφλεξης, τις ποσότητες καυσίμων υλικών, τη διαθεσιμότητα για καύση (λόγω υγρασίας), τα χαρακτηριστικά του εδάφους, π.χ. φυσικές αντιπυρικές ζώνες ή εμπόδια στην εξάπλωση πυρκαγιάς, την τοπογραφία, την ταχύτητα του ανέμου και την κατεύθυνση του, (καθοριστικοί παράγοντες για την εξάπλωση της πυρκαγιάς και της κατεύθυνσης της) (Turner et al., 1994). Ένα συμβάν πυρκαγιάς δημιουργεί ένα μοναδικό μοτίβο, που κυμαίνεται από μία καμένη περιοχή (patch) μέσα σε ένα άκαυτο τοπίο ή ένα καμένο τοπίο που περιέχει και άκαυτες περιοχές (patches). Οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές τροποποιούν αυτά τα πρότυπα.

Παρόλο που οι ευρωπαϊκές χώρες συλλέγουν δεδομένα για τις πυρκαγιές αρκετές δεκαετίες, χωρίς αποκλεισμούς, γίνεται προσπάθεια διακρατικού συντονισμού για τα δεδομένα όσο αφορά τη συλλογή και την εναρμόνιση τους. Η Ελλάδα θεωρείται μέρος της ΝΔ Ευρώπης, όμως σύμφωνα με την πυκνότητα και την συχνότητα των πυρκαγιών της ταιριάζει με τα μοτίβα της Νότιο-ανατολικής Ευρώπης (Oliveira, 2014).

Οι στατιστικές αποκαλύπτουν ότι περισσότερες από 80,000 πυρκαγιές εκδηλώνονται κατά μέσο όρο σε ένα χρόνο στην Ευρώπη, οι οποίες καίνε πάνω 500,000 εκτάρια γης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση πυρκαγιάς διαφέρουν μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών και περιφερειών, ως αποτέλεσμα της πολυμορφίας βιογεωγραφικών χαρακτηριστικών, φυσικών και ανθρωπογενών συνθηκών σε όλη την ήπειρο, και λόγω των πολιτικών πρόληψης των πυρκαγιών και τεχνικών καταστολής της πυρκαγιάς που εφαρμόζονται σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο. Η Νότια Ευρώπη, λόγω του μεσογειακού τύπου κλίματος και της βλάστησης που επικρατεί, θεωρείται ως η πλέον ευάλωτη περιοχή σε πυρκαγιές. Η Νότια Ευρώπη έχει συνήθως ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, συνθήκες που σχετίζονται άμεσα με την μεγάλη επικινδυνότητα για πυρκαγιά. Οι ισχυροί άνεμοι, αποτελούν ένα επιπλέον συστατικό που βοηθάει στην γρήγορη εξάπλωση μιας πυρκαγιάς.

Οι ακραίες κλιματικές και καιρικές αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν επιβαρύνει την Μεσόγειο. Έρευνες έχουν δείξει ότι η αυξανόμενη επικινδυνότητα για πυρκαγιές σχετίζεται άμεσα και με την θέρμανση του πλανήτη.

1.2 Στόχος της παρούσας εργασίας και ερευνητικές προσπάθειες

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι μέσα από τα τηλεπισκοπικά δεδομένα καμένων περιοχών, τριών ετών (2005, 2006, 2007), από δορυφορικές εικόνες των συστημάτων Effis και Modis και της χωροχρονικής τους ανάλυσης να μελετηθούν οι περιοχές (patches) των καμένων εκτάσεων για τον Ελλαδικό χώρο και να επισημανθούν οι διαφορές τους. Να γίνει δηλαδή χωρική σύγκριση των αποτελεσμάτων της χρήσης μεθόδων ανάλυσης μετρικών τοπίου (patch metrics) (μετρικά πολυγώνων - δείκτες κατακερματισμού) σε περιβάλλον GIS. Τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν ανά έτος για να διερευνηθεί η χωροχρονική εξέλιξη των πληροφοριών που μας παρέχει ο υπολογισμός των patch metrics, ο υπολογισμός δηλαδή των δεικτών, έκτασης/πυκνότητας/ορίων, των

δεικτών σχήματος, των δεικτών κλασματικής διάστασης, των δεικτών ποικιλότητας των περιοχών (Mcgarigal, 1994) των καμένων εκτάσεων για το κάθε σύστημα καταγραφής. Η ανάλυση των δεδομένων στηρίχθηκε σε παραμέτρους που επηρεάζουν την εκδήλωση και την εξέλιξη των πυρκαγιών, αλλά και την μορφή (π.χ. σχήμα, μέγεθος) των καμένων εκτάσεων. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι χρήσεις γης και τα χαρακτηριστικά τους στο τοπίο των καμένων εκτάσεων, τοπογραφικοί παράγοντες υψόμετρο, κλίση, έκθεση και μορφολογικοί παράγοντες όπως δείκτης τραχύτητας του εδάφους.

Η βιβλιογραφική αναζήτηση σε επιστημονικές πηγές έδειξε ότι σε επίπεδο χωρικών δεικτών ανάλυσης τοπίου (patch metrics) και πυρκαγιών υπάρχουν λίγες ερευνητικές μελέτες για το τοπίο του Ελλαδικού χώρου.

Στον Ελλαδικό χώρο μια σημαντική εργασία από την οποία μελετήθηκαν οι δείκτες που δείχνουν κατακερματισμό είναι: «Quantifying spatio - temporal patterns of forest fragmentation in Hymettus Mountain, Greece», (Gounaridis D. et al, 2014). Η έρευνα αυτή διερευνά την εφαρμογή των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούν διαχρονική χρήση δορυφορικών εικόνων, σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και μετρήσεις του τοπίου, για την αξιολόγηση του κατακερματισμού των δασών. Ο στόχος είναι να καθοριστεί χωρο - χρονικά η ταχεία αλλαγή χρήσης γης / κάλυψης με επίκεντρο την ξυλώδη βλάστηση στον Υμηττό στην Ελλάδα κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η περιοχή μελέτης, η οποία έχει χαρακτηριστεί ως περιοχή Natura 2000, βρίσκεται κοντά στην πόλη της Αθήνας.

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο μια σημαντική εργασία αφορά τη περιοχή της Ευρώπης και έχει τίτλο: «Landscape metrics and topographical determinants of large-scale forest dynamics in a Mediterranean landscape» (Francesco G. et al., 2010). Αυτή εξετάζει τη δυναμική της δασοκάλυψης στην περιοχή της Μεσογείου (στη Σιένα, κεντρική Ιταλία), συγκρίνοντας ιστορικούς (1933) και πρόσφατους δασικούς χάρτες (2000). Ο ιστορικός χάρτης έχει γεωγραφική αναφορά, ψηφιοποιημένος σε ένα περιβάλλον GIS, και κατατασσόμενος σε τρεις κατηγορίες δάσους: πλατύφυλλα, κωνοφόρα και μικτά δάση. Η ίδια κατάταξη χρησιμοποιήθηκε για τον πρόσφατο δασικό χάρτη. Η έρευνα βασίστηκε στη μελέτη μετρικών χωρικών δεικτών τοπίου που εφαρμόστηκαν για την ποσοτικοποίηση των αλλαγών των δασικών εκτάσεων.

Άλλη μια σημαντική διεθνής ερευνητική εργασία είναι η σχέση δομής τοπίου και δυναμικής πυρκαγιών «Relationship between landscape structure and burn severity at the

landscape and class levels in Samchuck, South Korea» (Sang - Woo Lee et al., 2009). Ο στόχος της έρευνας στη Ν. Κορέα διερεύνησε τη σχέση δομής τοπίου όπως περιγράφεται από τα χωρικά χαρακτηριστικά των patches και της δυναμικής της πυρκαγιάς σε επίπεδο τοπίου και κλάσεων. Τα χωρικά χαρακτηριστικά των καμένων εκτάσεων περιλαμβάνουν μετρικά όπως πυκνότητα patches ανά 100 ha (Patch density - PD), δείκτης μεγαλύτερου patch (Largest patch index Index (LPI%), μέσος δείκτης σχήματος (Mean shape index - MSI), σταθμισμένος μέσος σχήματος (Area Weighted Mean Shape Index-AWMSI), μέσος όρος του πλησιέστερου γείτονα patch (Mean Nearest Neighbor-MNN), δείκτης ομοιογένειας του Shannon (Shannon's Evenness Index-SEI), (Mcgarigal Marks, 1994) και τοπογραφικά χαρακτηριστικά αναγλύφου όπως κλίση (slope), προσανατολισμός (aspect).

1.3 Χαρακτηριστικά Μεσογειακών - Ελληνικών Δασών

1.3.1 Τα δάση της Μεσογείου

Τα Μεσογειακά δάση αποτελούνται στην πλειοψηφία τους από πευκοδάση στις ακτές της Ισπανίας, της Γαλλίας, της Ιταλίας και την Ελλάδα, ενώ ο ορεινός όγκος καλύπτεται κυρίως από δάση με δρύες. Το μωσαϊκό των δασικών ειδών στην Νότια Ευρώπη, αποτελείται από 25.000 είδη φυτών, τα οποία είναι ιδιαίτερα σημαντικά όχι μόνο γιατί αποτελούν το 10% των φυτικών ειδών παγκοσμίως, αλλά γιατί περισσότερα από τα μισά είδη δεν συναντώνται πουθενά αλλού στον κόσμο σύμφωνα με την παγκόσμια οργάνωση WWF (WWF, 2004). Τα πευκώδη δάση και τα δάση με δρύες που κυριαρχούν, είναι προσαρμοσμένα είδη στην φωτιά και μπορούν εύκολα να αναγεννηθούν μετά από μία πυρκαγιά. Η συχνότητα όμως και η δριμύτητα των πυρκαγιών τα τελευταία χρόνια στα δάση της Μεσογείου, έχουν οδηγήσει στην καταστροφή των δασών, καθώς αδυνατούν να αναγεννηθούν σε τόσο μικρό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο πυρκαγιές. Έρευνα της WWF έδειξε ότι οι καμένες περιοχές της Ευρώπης από το 1960 μέχρι το 2004 έχουν τετραπλασιαστεί με αποτέλεσμα τα δάση να αδυνατούν να αναγεννηθούν σε τέτοιο χρονικό διάστημα αντίστοιχο με αυτό που καίγονται (Bassi et al, 2008).

1.3.2 Τα δάση της Ελλάδας

Στην Ελλάδα σήμερα, είναι μικρό το ποσοστό των παραγωγικών δασών, καθώς καλύπτει σε επιφάνεια 25 εκατομμύρια στρέμματα, δηλαδή έκταση που αντιστοιχεί στο 19% του ελλαδικού χώρου, ενώ 32 εκατομμύρια στρέμματα καλύπτονται από υποβαθμισμένες δασικές εκτάσεις, που αντιστοιχούν στο 24% του ελλαδικού χώρου. Τα άγονα εδάφη που χαρακτηρίζονται βοσκότοποι αποτελούν το 20% της επιφάνειας της χώρας μας, οι γεωργικά καλλιεργούμενες εκτάσεις καλύπτουν ποσοστό 30% της έκτασης και ακολουθούν με ποσοστό 7% δηλαδή επιφάνεια 8 εκατομμυρίων στρεμμάτων οι οικισμοί, οι δρόμοι, οι λίμνες, κλπ.. (Γκόφας, 2008)

1.3.3 Σύνθεση των ελληνικών δασών

Από άποψη σύνθεσης διακρίνουμε τρεις κατηγορίες δασών στην χώρα μας :

1. Τα κωνοφόρα, συνολικής έκτασης 9,5 εκατομμυρίων στρεμμάτων. Μόνο τα 4 εκατομμύρια στρέμματα από τα 9,5 είναι υψηλής παραγωγικότητας και παράγουν (ανά στρέμμα) 3-5 m³/έτος, ενώ τα υπόλοιπα στρέμματα είναι χαμηλής παραγωγικότητας (1-3 m³/έτος).

2. Τα φυλλοβόλα – πλατύφυλλα, συνολικής έκτασης 10,7 εκατομμυρίων στρεμμάτων. Μόνο το 1,3 εκατ. στρέμματα είναι υψηλής παραγωγικότητας και παράγουν πάνω από 3m³/έτος ενώ τα υπόλοιπα 9,4 εκατ. στρέμματα είναι μέσης παραγωγικότητας (2-3 m³/έτος).

3. Τέλος, τα αείφυλλα – πλατύφυλλα, που είναι συνολικής έκτασης 4,8 εκατ. στρεμμάτων είναι χαμηλής παραγωγικότητας, παράγουν μόνο καυσόξυλα και η παραγωγικότητά τους είναι περίπου 1m³/έτος (Γκόφας, 2008).

1.3.4 Τύποι καύσιμων υλικών

Το καύσιμο υλικό προκύπτει από αποξηραμένη βλάστηση και αποτελείται από (πευκοβελόνες, πεσμένα κλαδιά, αποξηραμένη χλωώδης βλάστηση, ξερά χόρτα, σπαρτά υλικά αροτριάων εκτάσεων) και ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες:

- ✓ Εδαφικό φορτίο: αποξηραμένη βλάστηση σε αποσύνθεση και οργανικό υλικό στην βάση των δένδρων,
- ✓ Επιφανειακό: πεσμένες πευκοβελόνες, πεσμένα κλαδιά, αποξηραμένη χλωώδης βλάστηση, ξερά χόρτα, σπαρτά, χαμηλή βλάστηση και θάμνοι,
- ✓ Μεσαίο: οι μεγάλοι θάμνοι και τα μικρά δένδρα τα χαμηλά κλαδιά των μεγάλων δένδρων που επιτρέπουν στην πυρκαγιά να ανέβει ψηλά,
- ✓ Ανώτερο: τα κλαδιά των δένδρων, τα φύλλα που αποτελούν το δασικό φύλλωμα.

Το ποσό του καύσιμου υλικού κατηγοριοποιείται σε tones/acre όπου το acre = 4.047m² και επηρεάζει την δυναμική των πυρκαγιών.

Επίσης ομαδοποιούνται σύμφωνα με το μέγεθος τους και την δυνατότητα να απορροφούν ή να αποβάλουν υγρασία. Η κατάταξη τους σε 1 - 10 και 100 ώρες του καύσιμου υλικού αναφέρεται στο χρόνο που χρειάζονται διαφορετικά μεγέθη καύσιμου υλικού να στεγνώσουν ή να απορροφήσουν υγρασία σε σχέση με τον καιρό, την σχετική υγρασία και την υγρασία ανάλογα με την εποχή. Στην κατηγορία 1 - 10 περιλαμβάνονται τα επιφανειακά ξερά υλικά που δημιουργούν ανάφλεξη εύκολα και υποστηρίζουν την πυρκαγιά σε αρχικό επίπεδο. Η κατηγορία 100 - 1,000 ώρες μπορεί να υποστηρίξει μια πυρκαγιά που έχει αναφλεγεί από το επιφανειακό καύσιμο υλικό και χρειάζεται καύσιμο φορτίο. Η μεγαλύτερη κατηγορία 10,000 ωρών καύσιμου υλικού δεν έχει να κάνει με την ανάφλεξη της πυρκαγιάς αλλά με εκτάσεις πυκνής βλάστησης που τροφοδοτούν την πυρκαγιά με αυτό που ονομάζουν οι πυροσβέστες πυρκαγιές εκτός ελέγχου που μπορούν να κατακαίουν εκτάσεις για μέρες μέχρι να τεθούν υπό έλεγχο (Fitzgerald, 2004).

Κατηγορία καύσιμου υλικού	Διάμετρος	Περιγραφή	Επίδραση στη συμπεριφορά της πυρκαγιάς
1 ώρα	0-0.25	Πευκοβελόνες, πεσμένα κλαδιά, λειχήνες, χορτάρια μικροί θάμνοι	Αναφλέγονται εύκολα. Υποστηρίζουν την αρχική εξάπλωση της πυρκαγιάς. Όταν είναι ξερά βοηθούν στην εξάπλωση των επιφανειακών πυρκαγιών ταχύτατα
10 ώρες	0.25-1.00	Κλαδιά και μεγάλοι θάμνοι	Υποστηρίζουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς την ανάφλεξη και την δυναμική μεγαλύτερων καυσίμων υλικών
100 ώρες	1.00-3.00	Κλαδιά μεσαία	Υποστηρίζουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς την ανάφλεξη και την δυναμική μεγαλύτερων καυσίμων υλικών
1,000 ώρες	3.00-8.00	Μεγάλα κλαδιά	Υποστηρίζει την διάρκεια της πυρκαγιάς την ποικιλομορφία ιδίως από το είδος βλάστησης
10,000 ώρες	>8.00	Μεγάλα πεσμένα κούτσουρα	Αυξάνουν την διάρκεια της πυρκαγιάς που διέρχεται και την ποικιλομορφία της. Δύσκολα ελέγχεται η πυρκαγιά

Πίνακας 1.3.4.1. Κατηγορίες καύσιμου υλικού (Fitzgerald, 2004).

1.4 Χαρακτηριστικά δασικών πυρκαγιών

1.4.1 Τα θεμελιώδη στοιχεία της φωτιάς



Εικόνα1.4.1.1. Το τρίγωνο της φωτιάς (πηγή : WWW1ΕΘΙΑΓΕ).

Όλες οι φωτιές είναι αποτέλεσμα της χημικής διεργασίας που λαμβάνει χώρα, όταν συνυπάρξουν τα τρία ουσιώδη στοιχεία που φαίνονται παρακάτω στην εικόνα: **καύσιμη ύλη, θερμοκρασία και αέρας**, σε κατάλληλο συνδυασμό, ώστε να προκληθεί ανάφλεξη

- Η καύσιμη ύλη

Τα καύσιμα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- τα στερεά καύσιμα: ξύλα, χόρτα, βαμβάκι, υφάσματα, χαρτί, πλαστικά, άνθρακες κ.α.,
- τα υγρά καύσιμα: πετρέλαιο, βενζίνη, οινόπνευμα, νέφτι κ.α.,
- τα αέρια καύσιμα: υγραέριο, προπάνιο, βουτάνιο, φυσικό αέριο, υδρογόνο, ασετυλίνη κ.α.

Η καύσιμη ύλη είναι η τροφή της φωτιάς. Στην περίπτωση της δασικής πυρκαγιάς, αυτή αποτελεί το αναφλέξιμο υλικό του δάσους (Γκόφας, 2008).

- Η θερμότητα

Δύο είδη θερμότητας είναι αναγκαία: το ένα για να ανάψει η φωτιά και το άλλο για να συντηρηθεί η θερμότητά της. Η εναρκτήρια θερμότητα υψώνει τη θερμοκρασία του καυσίμου μέχρι το σημείο που το καύσιμο φτάνει στο σημείο ανάφλεξης και καίγεται. Το σημείο ανάφλεξης της καύσιμης ύλης των δασών ανέρχεται στους 100 με 200°C, εξαρτώμενο από την καύσιμη ύλη. Η φωτιά συνεχίζει να καίει, μετά την ανάφλεξη από την θερμότητα που την εφοδιάζει το ίδιο το καύσιμο υλικό και συνεχίζει να υπάρχει, (όσο υπάρχει καύσιμη ύλη). Η φωτιά όμως συνήθως εξαπλώνεται, με ακτινοβολία, κινητική ενέργεια και επαφή, με τα γύρω καύσιμα υλικά τα οποία αναφλέγονται και με την σειρά τους στα επόμενα. Το αίτιο είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο γειτονικών σωμάτων ή μεταξύ δύο σημείων του σώματος. Ο τρίτος τρόπος διάδοσης της θερμότητας είναι η μεταφορά που γίνεται στα υγρά και στα αέρια. Θερμές μάζες υγρού ή αερίου μεταφέρονται σε ψυχρότερες περιοχές.



Εικόνα 1.4.1.2. Το τετράεδρο της πυρκαγιάς (Πούλης κ.ά, 2009)

- Το οξυγόνο

Στην καύσιμη ύλη και στη θερμότητα, όταν προστεθεί και ο αέρας, δηλαδή το οξυγόνο, αυτό συντηρεί και αναζωογονεί την πυρκαγιά και βοηθάει στην εξάπλωσή της. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο συστατικό για να ανάψει μία φωτιά. Όταν αυτό συνδεθεί χημικά με τα αναφλέξιμα αέρια που παράγει η θερμαινόμενη καύσιμη ύλη, αναφλέγεται (Γκόφας, 2008).

1.4. 2 Τα βασικά αίτια των δασικών πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα φυσικό φαινόμενο που εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών. Η διαχείριση κάθε φυσικής καταστροφής έχει σαν βασικό στοιχείο τον προκατασταλτικό σχεδιασμό και τη λήψη προληπτικών μέτρων, έτσι ώστε όταν συμβεί το φαινόμενο να μπορεί να εκτονωθεί μέσα από τα μέτρα και τις υποδομές του προκατασταλτικού σχεδιασμού και η συμπεριφορά του να μην ξεπεράσει τα όρια του μηχανισμού καταστολής.

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί τον ιδεώδη στόχο της αντιτυρικής προστασίας του δασικού και γενικότερα φυσικού περιβάλλοντος. Ο στόχος αυτός επιδιώκεται μέσα από την άρση των αιτιών που άμεσα ή έμμεσα προκαλούν τις δασικές πυρκαγιές. Είναι γνωστό ότι οι δασικές πυρκαγιές μπορεί να προκληθούν από φυσικά αίτια (π.χ. κεραυνοί) ή από ανθρώπινες δραστηριότητες (κάψιμο σκουπιδιών, υπολείμματα καλλιεργειών, κλπ.). Στην Ελλάδα, ο κίνδυνος εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς από ανθρώπινες δραστηριότητες έχει διαπιστωθεί ότι είναι μεγάλος (WWW2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ).

Μερικοί από τους φυσικούς κινδύνους που μπορεί να συναντήσει κανείς στα δάση της Νότιας Ελλάδας και των νησιών, είναι :

- Μεγάλη συγκέντρωση και σύνθεση αναφλέξιμου υλικού, όπως φύλλα ξερά, κλαδιά και ξερά δέντρα, θαμνώδες αναφλέξιμο υλικό κλπ.,
- Δάση με ελάχιστη υγρασία, λόγω παρατεταμένης ξηρασίας,
- Δυσπρόσιτα δάση, λόγω μη ύπαρξης μονοπατιών ή αντιτυρικών ζωνών, ή λόγω μη καθαρισμού των αντιτυρικών ζωνών,
- Ισχυρούς και ξερούς ανέμους (μελτέμια),
- Ηλεκτροφόρες καταιγίδες, χωρίς βροχή, ή με λίγη βροχή και πολλές αστραπές, (Γκόφας, 2008).

1.4.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις πυρκαγιές

Το ιστορικό πυρκαγιών μιας συγκεκριμένης περιοχής σχετίζεται με έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων σύμφωνα με τον (Beck et al., 2005)

όπως :

- το κλίμα και τη παρουσία ξηρής θερινής περιόδου,
- τις χρήσεις γης,
- τους τύπους των καυσίμων υλικών (ρυθμός εξάπλωσης, ένταση φωτιάς),
- το υψόμετρο που σχετίζεται με τις μικροκλιματικές διαφοροποιήσεις και τον προσανατολισμό,
- την τοπογραφία,

Υψόμετρο, κλίση, προσανατολισμός και έδαφος είναι εξαιρετικά ευμετάβλητα στο τοπίο, το οποίο αλλάζει ιδιαίτερα γρήγορα σε ορεινές περιοχές.

Το κλίμα

Μαζί με την θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις αναγνωρίζονται ως ισχυροί καθοριστικοί παράγοντες εμφάνισης της πυρκαγιάς, διότι επηρεάζουν άμεσα τους ρυθμούς ανάπτυξης της βλάστησης και της υγρασίας. Υπάρχουν καθημερινά δορυφορικά δεδομένα απ' την βάση E-OBS database σε επίπεδο Ευρωπαϊκής κλίμακας. Η εποχή Ιουνίου - Οκτωβρίου (οι καλοκαιρινοί μήνες) αντιπροσωπεύουν τους πιο ζεστούς και ξηρούς μήνες στη Νότια Ευρώπη και τους πιο πιθανούς για εκδήλωση πυρκαγιάς λόγω των ελάχιστων βροχοπτώσεων και του υψηλού ποσοστού αύξησης της διαθεσιμότητας των λεπτών καυσίμων υλικών (ξηρή βλάστηση). Οι μεγάλες περίοδοι ξηρασίας με χαμηλό δείκτη υγρασίας ευνοούν την ανάπτυξη και την ένταση των πυρκαγιών. Το ποσοστό του ανέμου και η θερμοκρασία στη διάρκεια της μέρας είναι ευμετάβλητο και επηρεάζει την συμπεριφορά της πυρκαγιάς ιδίως στο ορεινό ανάγλυφο του εδάφους, όσον αφορά την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου. Τους θερινούς μήνες στο ορεινό ανάγλυφο ο

άνεμος δυναμώνει το απόγευμα κινούμενος με ανοδική πορεία όταν φτάνει στο υψηλότερο σημείο θερμοκρασίας της μέρας και με καθοδική πορεία την νύχτα όταν η επιφάνεια του εδάφους έχει κρυώσει. Οι πυρκαγιές εξαπλώνονται από τους δυνατούς ανέμους σε μια κατεύθυνση με σχήμα στήλης καπνού και μακρύ δυνατό μέτωπο που επεκτείνεται γρήγορα όταν μελετηθούν με τηλεσκοπικά δεδομένα.

Οι χρήσεις γης

Η χρήση γης που χαρακτηρίζει την κατανομή των χαρακτηριστικών των εδαφών που σχετίζονται με τη φύση, όπως τα δάση, υδάτινες μάζες ή γυμνά βράχια, αλλά επίσης και ετερογενή χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν την επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως για παράδειγμα αστικοποιημένες περιοχές και καλλιέργειες όπως είναι καταγεγραμμένα από το Corine (Kerrell et al, 1991). Η βάση δεδομένων έχει εναρμονιστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο και η κατάταξή τους ενσωματώνει και τις ανθρώπινες δραστηριότητες μέσα στις κατηγορίες του έχοντας κατά νου την ανθρωπογενή επίδραση στην εκδήλωση πυρκαγιάς στη Νότια Ευρώπη, και λόγω της έλλειψης ενός εναρμονισμένου χάρτη με καύσιμες πρώτες ύλες σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η κάλυψη γης χρησιμοποιείται εδώ ως υποκατάστατο αναλωσίμων για τους τύπους βλάστησης. Παλαιότερες μελέτες έχουν συνδέσει την κάλυψη γης και την εμφάνιση πυρκαγιάς. Συγκεκριμένοι τύποι βλάστησης έχουν αυξημένη πιθανότητα για την εκδήλωση πυρκαγιάς όπως οι βοσκότοποι, οι θαμνώδεις εκτάσεις και τα δάση αντίθετα ένα υψηλό ποσοστό αγροτικών περιοχών έχουν αρνητική συσχέτιση για την εκδήλωση πυρκαγιάς.

Το υψόμετρο

Επιδρά στα κλιματικά καθεστώτα και ως εκ τούτου στη συνολική ετήσια βροχόπτωση, το ποσοστό πτώσης χιονιού το ρυθμό που λιώνει, τη βλάστηση και έκθεση σε επικρατέστερο άνεμο. Το υψόμετρο συνδέεται άμεσα με το καύσιμο υλικό και την περίοδο ξηρασίας. Στα χαμηλότερα υψόμετρα το καύσιμο υλικό στεγνώνει νωρίτερα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της χαμηλής βροχόπτωσης. Στα υψηλότερα υψόμετρα συμβαίνει το αντίθετο.

Η τοπογραφία

Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά όπως η κλίση, ο προσανατολισμός είναι καθοριστικοί παράγοντες της ποσότητας της ηλιακής ενέργειας που λαμβάνεται από μια τοποθεσία και, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, επηρεάζουν τον τύπο βλάστησης, το καύσιμο υλικό, και τελικά το καθεστώς πυρκαγιάς. Συγκεκριμένα:

- Ο προσανατολισμός (0-360°) επηρεάζει τα χωρικά χαρακτηριστικά της βλάστησης, σύνθεση και ευφλεκτότητα και τις τοπικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή. Επειδή οι τοπικές θερμοκρασίες του αέρα και σχετικής υγρασίας επηρεάζονται από τον προσανατολισμό του αναγλύφου, ποικιλομορφίες υπάρχουν στη θερμοκρασία του καυσίμου και στη περιεκτικότητα σε υγρασία. Για παράδειγμα, μια τοποθεσία νότια προσανατολισμένη μπορεί να καλύπτεται με χόρτα ή θάμνους ενώ η βόρεια πλευρά στο ίδιο ύψος του ίδιου λόφου ή βουνού μπορεί υποστηρίζουν ένα κλειστό δάσος κωνοφόρων. Κάθε προφίλ καυσίμων έχει διαφορετικές πιθανότητες ανάφλεξης και δυνατές συμπεριφορές της πυρκαγιάς. Λόγω της κατεύθυνσης της διαδρομής του ήλιου μέσα από τον ουρανό, οι ανατολικά προσανατολισμένες πλαγιές θερμαίνονται πρώτες, φθάνοντας στο υψηλότερο σημείο θερμοκρασίας τους πριν από όλες τις άλλες πλευρές. Οι βορινές πλαγιές επιτυγχάνουν τη μέγιστη θερμοκρασία τους περίπου δύο ώρες αργότερα και το ποσοστό μπορεί να είναι υψηλότερο από αυτό που σημειώθηκε σε μια πλαγιά με ανατολικό προσανατολισμό. Οι δυτικές πλαγιές φθάνουν τη μέγιστη θερμοκρασία τους ακόμα αργότερα, και μπορεί να είναι υψηλότερες από εκείνες των δύο με ανατολικό και νότιο προσανατολισμό. Οι Βόρειες προσανατολισμένες πλαγιές έχουν χαμηλότερο εύρος θερμοκρασιών στη διάρκεια της μέρας και η ημερήσια υψηλότερη θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από εκείνες για όλες τις άλλες πλευρές. Οι ιδιαιτερότητες αυτών των σχέσεων ποικίλουν ανάλογα με την νεφοκάλυψη, την κλίση, τον χρόνο την ημέρα, την εποχή του έτους και το γεωγραφικό πλάτος (Countryman, 1966, Pyne et al., 1996).
- Η κλίση μετράει το ρυθμό της αλλαγής του υψομέτρου σε μια καθορισμένη τοποθεσία $\text{rise/run} \cdot 100$. Η γωνία κλίσεως επηρεάζει την ικανότητα μιας πυρκαγιάς να αναζωπυρώσει παρακείμενα άκαυστα καύσιμα υλικά. Πυρκαγιές που ανέρχονται σε πλαγιά είναι πιο αποτελεσματικές στη θέρμανση από την ηλιακή

ακτινοβολία και συμπεριφέρονται σαν να ανεβάζουν ταχύτητα με τον άνεμο. Πυρκαγιές που κατέρχονται μια πλαγιά συμπεριφέρονται σαν να είναι η καύση στον αέρα, αν και τα καμένα ξυλώδη υπολείμματα που κατέρχονται μπορεί να ενθαρρύνουν την ταχύτερη εξάπλωση πυρκαγιάς σε χαμηλότερα υψόμετρα.

- Η *θέση της κλίσης* π.χ. κοιλάδα, λόφος, όρος. Επηρεάζει επίσης τις καθημερινές θερμοκρασίες και τα επίπεδα υγρασίας, προσθέτοντας έναν ακόμα καθοριστικό παράγοντα της κατάστασης του καυσίμου και της διαθεσιμότητας του. Καθώς η πυρκαγιά καίει μέσα σε διαφορετικά υψόμετρα και διαφορετικές πλαγιές με διαφορετικό προσανατολισμό, η συμπεριφορά τους ποικίλλει καθώς συναντά διαφορετικά προφίλ καυσίμου σε μία ποικιλία συνθηκών. Η συμπεριφορά της πυρκαγιάς σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία θα αλλάξει, όπως αλλάζουν η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα και οι σχετικές υγρασίες στη διάρκεια της ημέρας
- Χαρακτηριστικά του ανάγλυφου όπως *δείκτης τραχύτητας* που περιγράφει την παρουσία απότομων εναλλαγών όπως φαράγγια, πλαγιές, λεκάνες (Haïre et al., 2013). Πυρκαγιές στη μία πλευρά μια απότομης χαράδρα ακτινοβολούν θερμότητα προς την αντίθετη πλευρά και φέρνουν ανάφλεξη στα καύσιμα υλικά της νωρίτερα. Σε ένα κλειστό φαράγγι, τόσο η ακτινοβολία όσο και η ανερχόμενη θέρμανση με τη βοήθεια του ασταθή αέρα, μπορεί να οδηγήσει σε ακραίες συμπεριφορές πυρκαγιάς. Από την άλλη πλευρά, χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως γυμνοί βράχοι, πλαγιές, λίμνες ποτάμια, παρόχθιες περιοχές, δρόμοι και μονοπάτια μπορούν να λειτουργήσουν ως εμπόδια για την εξάπλωση της φωτιάς και χρησιμεύουν για τον περιορισμό της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς.

1.4.4 Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες και ο ρόλος τους στην εκδήλωση πυρκαγιών

Είναι πολύ σημαντικός στην περιοχή μιας και το 95% των φωτιών στην Ευρώπη συμβαίνουν εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (Vázquez et al., 1998). Πολλές είναι οι περιπτώσεις όπου οι κίνδυνοι που διευκολύνουν το ξεκίνημα μιας δασικής πυρκαγιάς προέρχονται **από τον άνθρωπο**.

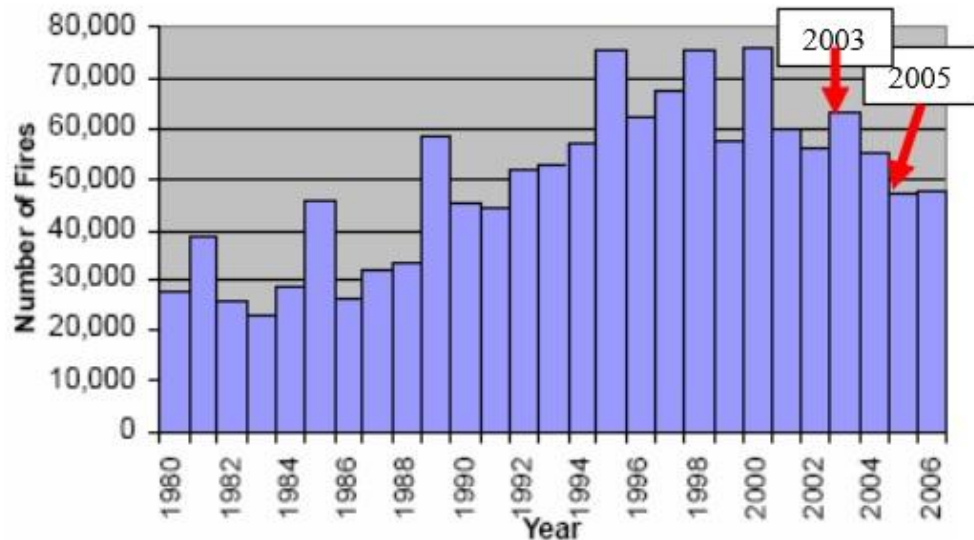
Με αιτίες:

- Από πρόθεση – εμπρησμός ,
- Κάπνισμα,
- Συγκοινωνιακά μέσα, οδικό δίκτυο (π.χ σιδηροδρομικοί συρμοί κατά την διέλευσή τους μέσα από δασικές περιοχές, προκαλούν πυρκαγιές),
- Σκουπιδότοποι,
- Ως αγροτική πρακτική καθαρισμού αγροτεμαχίων σε πολλές χώρες τις Μεσογείου (Γκόφας, 2008).

Στον κόλπο της Μεσογείου όμως ο ανθρώπινος παράγοντας παίζει μεγάλο ρόλο στις πυρκαγιές τα τελευταία χρόνια. Σε κάποιες περιπτώσεις οι πυρκαγιές ξεκινούν από εμπρηστές για εγκληματικούς λόγους, ενώ σε άλλες από εμπρησμούς που σκοπό έχουν την μετέπειτα αξιοποίηση της καμένης γης για αγροτικές, δασικές ή και οικοδομικές δραστηριότητες ή μπαίνουν από αγρότες με σκοπό να κάψουν ξερά χόρτα κ.α. και τελικά ξεφεύγουν από τον έλεγχό τους προκαλώντας μεγάλης έκτασης πυρκαγιές (Bassi et al, 2008).

Οι υποδομές και κυρίως το οδικό δίκτυο έχουν επισημανθεί ως παράγοντες που επηρεάζουν την παρουσία πυρκαγιάς καθώς συνδέεται με την προσβασιμότητα της περιοχής σε παράγοντες που σχετίζονται με την ανθρώπινη ανάφλεξη είτε από αμέλεια είτε από πρόθεση. Υψηλότερα ποσοστά χαμηλού υψομέτρου και μικρότερη κλίση

περιοχών αναμένεται να έχουν θετική επίδραση στην εμφάνιση πυρκαγιάς, λόγω της παρουσίας βλάστησης και βελτίωσης της προσβασιμότητας των περιοχών αυτών σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αποτελούν παράγοντες ανάφλεξης. Στα υψηλότερα υψόμετρα υπάρχει τάση περισσότερων κεραυνών που έχει σαν αποτέλεσμα επακόλουθη ανάφλεξη (Bassi et al, 2008).



Διάγραμμα 1.4.4.1. Στο παραπάνω διάγραμμα, φαίνεται ο αριθμός των πυρκαγιών που ξέσπασαν στα Νότια Κράτη Μέλη της Ε.Ε. από το 1980 μέχρι και το 2006. (Bassi et al, 2008).

1.4.5 Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα

Η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα μέχρι το 1998, χαρακτηριζόταν κυρίως από την οργάνωση στον τομέα της αντιμετώπισης και της κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς και λιγότερο στον τομέα της πρόληψης. Το έργο αυτό για την Ελλάδα είχε αναλάβει η Πυροσβεστική Υπηρεσία. Η Δασική Υπηρεσία από την άλλη μεριά, ήταν υπεύθυνη για την πρόληψη κινδύνου δασικής πυρκαγιάς, έργο που σταδιακά με το πέρασμα τον χρόνων μειώθηκε, λόγω της κακής δομής της υπηρεσίας, της μη ανταγωνιστικότητάς της καθώς και της φτωχής χρηματοδότησής της από το κράτος (Bassi et al, 2008).

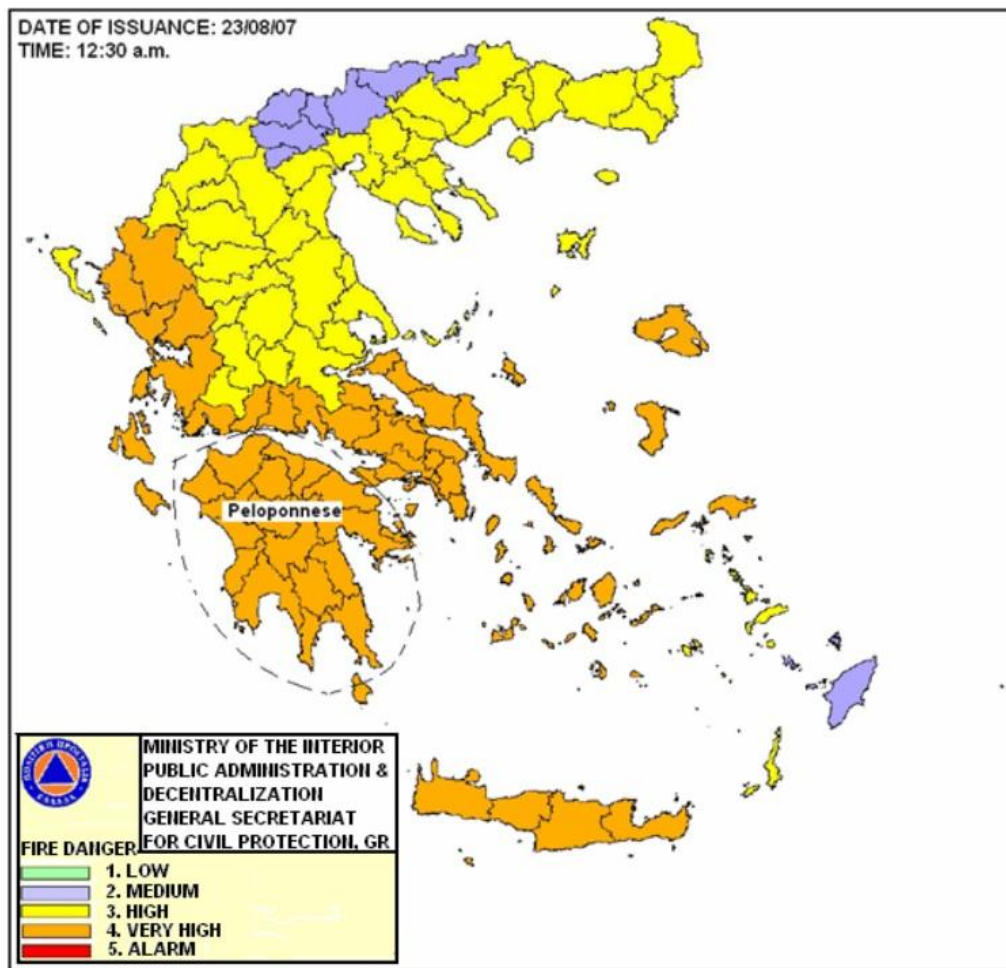
Η χειρότερη χρονιά απ' άποψη πυρκαγιών ήταν το καλοκαίρι του 2007. Είχαν ως αποτέλεσμα την απώλεια ανθρώπινων ζωών, υποδομών και καταστροφή μεγάλου μέρους του οικοσυστήματος. Το καλοκαίρι του 2007 ήταν ένα από τα χειρότερα καλοκαίρια για

την Νότια Ευρώπη, από άποψη πυρκαγιών. Ειδικά στην Ελλάδα, η συνολική καμένη έκταση μέχρι και την 31η Αυγούστου του 2007 ήταν 269,114 εκτάρια και από την έκταση αυτή το 11.2% ανήκε σε περιοχές NATURA 2000. Μια από τις μεγαλύτερες δασικές πυρκαγιές που συνέβησαν στην Ελλάδα ήταν αυτή της Πελοποννήσου μεταξύ της 24ης και 31ης Αυγούστου το 2007. Σε αυτήν την περίοδο, πυροδοτήθηκαν 137 δασικές πυρκαγιές μόνο στην Πελοπόννησο, σύμφωνα με την Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι καμένες περιοχές στην Πελοπόννησο, αποτελούν σχεδόν το 65% των καμένων περιοχών σε ολόκληρη την Ελλάδα μέχρι και τον Αύγουστο του 2007 (Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία, EFFIS).

Γεωγραφικά, δύο μεγάλα βουνά τις Πελοποννήσου περιλαμβάνονταν μέσα στις μεγάλες πυρκαγιές: Ο Ταΰγετος με υψόμετρο 2.407 μέτρα που εκτείνεται στους νομούς Αρκαδίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας και ο Πάρνωνας με υψόμετρο 1,935 μέτρα που εκτείνεται στους νομούς Αρκαδίας και Λακωνίας (Statheropoulos et al 2007).



1.4.5.1. Εικόνες της Πελοποννήσου από τη NASA στις 24 και 25 Αυγούστου 2007 (πηγή: Statheropoulos et al 2007, GSCP, GR)..



Σχήμα 1.4.5.2. Χάρτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς στην Ελλάδα την 24η Αυγούστου 2007. Η Πελοπόννησος είναι μαρκαρισμένη με διακεκομμένη γραμμή. (Πηγή: Statheropoulos et al 2007, GSCP, GR).

1.5 Τηλεπισκόπηση

Η τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη της απόκτησης ποιοτικής και μετρητικής πληροφορίας ενός φαινομένου ή ενός αντικειμένου από απόσταση, χωρίς δηλαδή φυσική επαφή με το υπό μελέτη φαινόμενο ή αντικείμενο. Πρακτικά στην τηλεπισκόπηση χρησιμοποιούνται καταγραφείς διαφόρων τεχνολογιών (δέκτες) π.χ. δορυφόροι (δορυφορική τηλεπισκόπηση) μέσω των οποίων συλλέγεται και στην συνέχεια αναλύεται πληροφορία που αφορά αντικείμενα ή περιοχές (Μηλιαρέσης, 2003).

Τα συστήματα τηλεπισκόπησης που συλλέγουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διακρίνονται σε:

α) παθητικά συστήματα που καταγράφουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία φυσικά.

β) ενεργητικά που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και αναλύουν αυτή που επιστρέφει πίσω (Rees, 2001).

Τα χαρακτηριστικά των δορυφορικών εικόνων που παράγονται από τα συστήματα τηλεπισκόπησης και αξιολογούν την ποιότητάς τους είναι:

- Η χωρική διακριτική ικανότητα το μέγεθος του Pixel,
- Η φασματική διακριτική ικανότητα το φάσμα του μήκους κύματος που μπορούν να καταγράψουν οι δορυφόροι σε bits,
- Χρονική διακριτική ικανότητα συχνότητα κάλυψης και συλλογής δεδομένων από ένα συγκεκριμένο τμήμα της γήινης επιφάνειας,
- Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα ο αριθμός των διαφορετικών εντάσεων της ακτινοβολίας που μπορεί να διαχωρίσει ο καταγραφέας του συστήματος τηλεπισκόπησης.

1.5.1 Τηλεπισκόπηση και πυρκαγιές

Η δορυφορική τηλεπισκόπηση χρησιμεύει στον εντοπισμό:

- ✓ των ενεργών δασικών πυρκαγιών (Active fires) και την παρακολούθηση της καταγραφής της δυναμική τους εξέλιξης.
- ✓ των καμένων εκτάσεων (Burned areas) μετά την κατάσβεσή τους και τις διαδικασίες που περιλαμβάνουν την χαρτογράφηση της έκτασης αυτών και εκτίμηση των ζημιών που υπέστησαν οι δασικές περιοχές. Ελέγχει επίσης την ικανότητα του διαταραγμένου οικοσυστήματος για ανάκαμψη και υπολογίζει τις παρεμβάσεις που χρειάζονται για την αποκατάστασή του. Έχει την δυνατότητα να ελέγξει και την δυναμική ανάκαμψης των πληγέντων περιοχών (Chirici, 2008).

Η μικρή χρονική κλίμακα στην οποία αυτές εξελίσσονται απαιτεί τη χρήση δορυφορικών εικόνων με μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα για την παρακολούθηση της εξέλιξης τους. Γι'αυτό το λόγο οι εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης για πυρκαγιές έχουν στραφεί σε δέκτες με μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα όπως τα συστήματα:

- NOA-AVHRR,
- METEOSAT,
- MODIS

Οι πολυφασματικοί δέκτες μεγάλης χρονικής διακριτικής ικανότητας, παρέχουν πληροφορία τόσο στο ορατό, όσο και στο υπέρυθρο κομμάτι του φάσματος και με την προσθήκη των θερμικών καναλιών που διαθέτουν, αποτελούν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση και ανίχνευση θερμικών ανωμαλιών, σαν και αυτές που δημιουργεί τοπικά η παρουσία μιας πυρκαγιάς με μέγεθος εικονοστοιχείου της τάξης του ενός (ή και περισσότερων) χιλιομέτρων και λιγότερο σε δέκτες όπως:

- LANDSAT TM αναγνώριση χρήσης και κάλυψης γης,
- IKONOS,

- QUICKBIRD κλπ.

που διακρίνονται για την δυνατότητα εικονοστοιχείου μικρής χωρικής διάστασης (μέχρι και 60cm) (Τζώτσος, Αργιαλάς, 2010).

1.5.2 Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με τηλεπισκόπηση

Οι καμένες εκτάσεις έχουν μια φασματική τυπική υπογραφή λόγω της διαφοράς της βλάστησης πριν την πυρκαγιά και της καμένης έκτασης μετά την πυρκαγιά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως άσπρη στάχτη, μαύρος καπνός, γυμνός έδαφος και νεκρή βλάστηση (Lentile et al 2006). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι εύκολα αποδόσιμα από αισθητήρες που αιχμαλωτίζουν τις αντανακλάσεις στο υπέρυθρο (IR) και το εγγύς υπέρυθρο (NIR).

Εκτός από τον δείκτη βλάστησης NDVI και IRI δείκτη υπέρυθρου που αποδίδουν τις αντανακλάσεις στο υπέρυθρο και στο εγγύς υπέρυθρο ο πιο αποτελεσματικός δείκτης βλάστησης για την χαρτογράφηση των δασών είναι ο NBR (Normalized Burned Ratio) που βασίζεται στο κόκκινο και στις μπάντες του βραχέος υπέρυθρου SWIR (shortwave infrared) (Holden et al., 2005).

Την τελευταία δεκαετία ο τομέας της τηλεπισκόπησης που αναπτύχθηκε περισσότερο είναι αυτή των παθητικών συστημάτων πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων από δορυφόρους που παρατηρούν τη Γη Earth Observation - (EO). Για αυτά τα συστήματα απαιτείται υψηλή και πολύ υψηλή ανάλυση, μεγάλο βάθος πάνω από 8 bit ανά pixel για κάθε φασματική μπάντα και με γεωμετρική ακρίβεια χαρτογράφησης

- 10 m πανχρωματικό Spot HRV,
- 6 m για τον IRS-1C and Spot 4,
- 2.5 m for Spot 5,
- ≤1 m for Quickbird and Ikonos,
- ≤0.5 m for the upcoming WorldView-1 and GeoEye-1.

Η ταξινόμηση των εικόνων περιλαμβάνει χειροκίνητη φωτοερμηνεία (πραγματικές φωτογραφίες από το πεδίο και ταξινόμηση π.χ. καλλιεργειών) ή αυτόματη ή ημιαυτόματη ταξινόμηση μέσω αλγορίθμων (Franklin 2001, Lillesand et al., 2004).

Ένα πρόβλημα που προκύπτει για την αναγνώριση και χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων είναι αν αυτές ληφθούν την άνοιξη (με την αναγέννηση της φύσης) είναι δύσκολο να διαχωριστεί η καμένη έκταση από την μη καμένη λόγω του ανθισμένου τοπίου ή αν απέχουν οι καμένες εκτάσεις μεγάλη απόσταση από την πυρκαγιά. Για την χαρτογράφηση δυσδιάκριτων περιπτώσεων καμένων εκτάσεων τη λύση δίνουν τα δορυφορικά VHR δεδομένα πολύ υψηλής ανάλυσης. Τα δεδομένα αυτά στηρίζουν τη χαρτογράφηση μετά την πυρκαγιά με σύγκριση των απόλυτων αριθμών από επιλεγμένες μπάντες ή συνδυασμό δεικτών βλάστησης πριν και μετά την πυρκαγιά. Στην περίπτωση των πολυφασματικών εικόνων για την χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων απαιτείται η σύγκριση μιας με την πρότερη υγιή βλάστηση και μιας μετά με την καμένη. Το αρνητικό είναι ότι η μέθοδος αυτή είναι ακριβή γιατί αυτές οι εικόνες πρέπει να ορθοδιορθωθούν και να ταξινομηθούν φασματικά.

Τα πολυφασματικά δεδομένα χαμηλής και μέτριας ανάλυσης χρησιμοποιούνται συχνά για την χαρτογράφηση μεγάλων δασικών πυρκαγιών σε μεγάλες εκτάσεις π.χ Αμαζόνιος (Stroppiana et al. 2003, Bottai, 2000).

1.5.3 Κλίμακες χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων (Burnt area mapping)

Η χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων μετά την πυρκαγιά με έμφαση στη χαρτογράφηση της περιμέτρου καμένης έκτασης (burn scar) και εκτίμηση δυναμικής πυρκαγιάς (damage severity assessment) γίνεται σε διάφορες κλίμακες:

✓ Κλίμακα 1: 10,000 - 1:20,000 αφορά κυρίως την αποτελεσματική υποστήριξη επιχειρησιακών μέτρων μετά την πυρκαγιά. Τα τηλεσκοπικά δεδομένα προέρχονται από αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες που χαρακτηρίζονται από υψηλή ανάλυση (π.χ., Spot HVR, IRS LissIII, Aster) και, πολύ υψηλή ανάλυση (αεροφωτογραφίες, Ikonos, QuickBird, Spot5).

✓ Κλίμακα 1: 5,000 – 25,000 βασίζεται σε χρήση αποκλειστικών δεδομένων πεδίου περπάτημα γύρω από περίμετρο καμένων εκτάσεων (GPS, Laser data integration συνδυασμός δορυφορικών δεδομένων και δεδομένων πεδίου). Η χαρτογράφηση στο πεδίο μπορεί να γίνει με φορητό GPS ή Tablet PC με τους ορθοφωτοχάρτες φορτωμένους και ένα GPS συνδεδεμένο για απευθείας χαρτογράφηση δεδομένων σε ένα πρόγραμμα GIS απευθείας στο πεδίο.

1.5.4 Μοντελοποίηση καμένων εκτάσεων η περίπτωση της Ιταλίας

Η περιφέρεια της Καμπανίας έχει υλοποιήσει μια γεωβάση κτηματολογίου καμένων εκτάσεων για τα έτη 2000 - 2003 για να συμβαδίζει με τις νομικές προδιαγραφές του νέου νόμου 353/2000 για τα δάση. Η χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων περιλαμβάνει δυο φάσεις. Στην πρώτη για κάθε χρόνο πραγματοποιήθηκε μια μη επιβλεπόμενη ανάλυση πολυφασματικών εικόνων Landsat 7 ETM για να εντοπιστούν οι περιοχές εκείνες που βάση της φασματικής υπογραφής είναι συμβατές με τα συμβάντα πυρκαγιάς σε δάσος. Εφαρμόστηκε ο δείκτης MNI στο κανάλι 4 (NIR band) που κυμαίνεται από -1 έως 1 και ισούται $MNI = (image_{post} - image_{pre}) / (image_{post} + image_{pre})$ για τις εικόνες Landsat 7 ETM. Με το δείκτη αυτό οι εικόνες που θα προκύψουν MNI images

θα έχουν χαμηλότερες τιμές απ' τις μη καμένες λόγω χαμηλού επίπεδου φωτοσυνθετικής ικανότητας της βλάστησης λόγω πυρκαγιών και ρυθμό αναβλάστησης αυξημένο. Τα δεδομένα των εικόνων που προέκυψαν περιείχαν τις πιθανές καμένες εκτάσεις. Στη δεύτερη φάση κάθε μια από τις πιθανές καμένες εκτάσεις συγκρίνεται με τα δεδομένα της γεωβάσης παλαιότερων ετών και τα δεδομένα πεδίου από GPS από την εθνική υπηρεσία δασών. Αν μια πιθανή καμένη έκταση επιβεβαιωθεί από μια επίσημη αναφορά πεδίου η περίμετρος της καμένης έκτασης ψηφιοποιείται χειροκίνητα σε μια κλίμακα απόδοσης 1:10,000 μέσω GIS σε ψηφιακούς ορθοφωτοχάρτες ετήσιους και ψηφιακούς τοπογραφικούς χάρτες. Τα δεδομένα των καμένων εκτάσεων της γεωβάσης προβάλλονται πάνω στους ψηφιακούς κτηματολογικούς χάρτες με τις ιδιοκτησίες, (Grasso et al., 2004).

1.5.5 Δεδομένα καμένων εκτάσεων Modis - Effis

Το σύστημα Modis

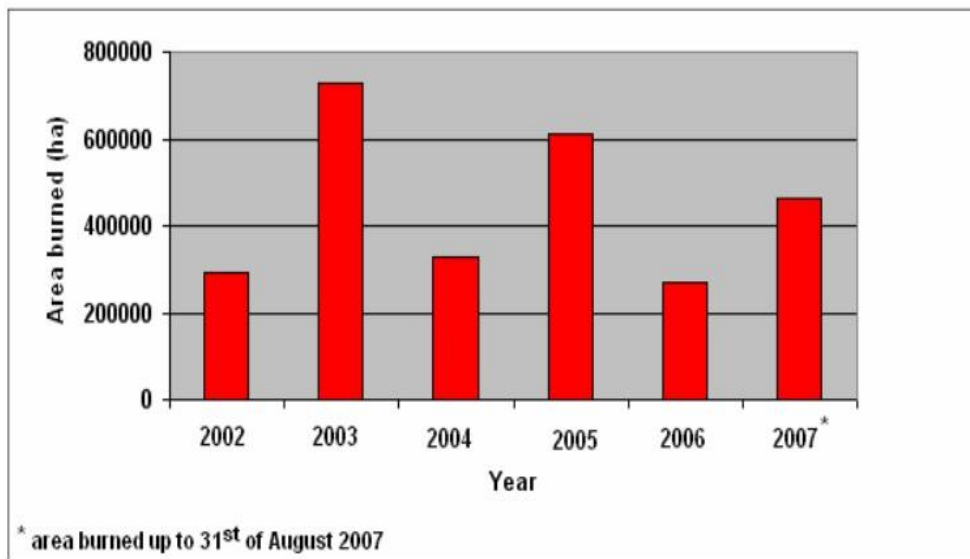
MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer) είναι ένα εργαλείο απεικόνισης που τρέχει σε δύο δορυφόρους παρακολούθησης της Γης από τη NASA τον Terra και Aqua. Το σύστημα Terra ξεκίνησε το 1999 με τροχιές από νότο προς βορρά με μια πρωινή διέλευση από τον ισημερινό. Το σύστημα Aqua ξεκίνησε το 2002, με τροχιές από βορρά προς νότο με μια απογευματινή διέλευση από τον ισημερινό. Πετώντας σε δύο δορυφόρους επιτρέπει την λήψη εικόνων ίδιας περιοχής σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της ημέρας, επίσης καλύπτει ολόκληρη τη γη σε μία ή δύο ημέρες. Η χωρική του ανάλυση έχει σχεδιαστεί για να παρατηρεί τη γη, τους ωκεανούς, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες σε περιφερειακό και σε παγκόσμιο επίπεδο. Το σύστημα διαθέτει 36 ξεχωριστές φασματικές ζώνες και ένα οπτικό πεδίο $\pm 55^\circ$ εκτός ναδίρ το οποίο δίνει τη δυνατότητα να έχουν πολύ μεγάλα πλάτη λωρίδας 2,330 χιλιόμετρα. Οι ζώνες που είναι περισσότερο λειτουργικές για τις μελέτες των βοσκοτόπων είναι οι ζώνες 1 - 7 που συγκεντρώνουν δεδομένα στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα σε χωρική ανάλυση 250 μέτρων και 500 μέτρων. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης των εικόνων του MODIS είναι η διαθεσιμότητα μιας σειράς προϊόντων που κυμαίνονται από πρώτες ανεπεξέργαστες εικόνες μέχρι υψηλής

επεξεργασίας εικόνες όπως δείκτες βλάστησης. Τα προϊόντα των εικόνων δημιουργούνται με ποικίλα χρονικά δρομολόγια, μερικές από τα οποία γίνονται τόσο συχνά όσο κάθε ημέρα και κάθε 8 ημέρες. Τα προϊόντα όλα αρχειοθετούνται και διατίθενται, συνήθως χωρίς χρέωση. Τα προϊόντα MODIS οργανώνονται σε διαφορετικά επίπεδα επεξεργασίας. Επίπεδο 0: προϊόντα είναι πρώτες ανεπεξέργαστες εικόνες με ψηφιακό αριθμό 0. Προϊόντα επιπέδου 1 περιλαμβάνουν ανεπεξέργαστες αλλά και επεξεργασμένες τιμές. Επίπεδο 2 και 3 προϊόντα που έχουν περισσότερη επεξεργασία και προέρχονται από προϊόντα χαμηλότερου επιπέδου. Το προϊόν Καμένων Περιοχών περιέχει καύσιμη πληροφορία σε μια βάση ανά-ριxel και παράγεται τόσο από τον Terra όσο και από τον Aqua MODIS. Προέρχονται από τις εισροές καθημερινής επιφάνειας ανάκλασης, ο αλγόριθμος αναλύει τη δυναμική της επιφάνειας ανάκλασης για να εντοπίσει γρήγορες αλλαγές, και χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για την ανίχνευση της κατά προσέγγιση ημερομηνίας καύσης, χαρτογραφώντας τη χωρική έκταση μόνο πρόσφατων πυρκαγιών. Παρέχει ποικίλες πληροφορίες ποιοτικής αξιολόγησης και μια τελική ενιαία βαθμολογία αξιολόγησης της ποιότητας για κάθε rixel. Ο αλγόριθμος βελτιώνει τις προηγούμενες μεθόδους, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο BRDF προσέγγιση που βασίζεται στην ανίχνευση της αλλαγής για να χειριστεί γωνιακές μεταβολές στα δεδομένα και χρησιμοποιεί ένα στατιστικό μέτρο για τον εντοπισμό πιθανότητας αλλαγής από προηγουμένως παρατηρηθείσα κατάσταση (WWW3 MODIS). Στη παρούσα εργασία το προϊόν που χρησιμοποιήθηκε είναι το MCD45 με 500 μέτρα ανάλυση.

Το σύστημα Effis (European Forest Information System)

Πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό και την επίδραση των δασικών πυρκαγιών συλλέγονται στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου από το 1980 με ένα ορισμένο βαθμό διακύμανσης μεταξύ των χωρών. Κατά το τέλος της δεκαετίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση συνειδητοποίησε ότι θα μπορούσαν να λαμβάνονται πολλά οφέλη μεταξύ των χωρών μέσα από μία ενισχυμένη συνεργασία μεταξύ των χωρών της ένωσης και μέσω μιας εναρμονισμένης προσέγγισης για τη συλλογή στοιχείων πυρκαγιών. Η ΕΕ υποστήριξε τη δημιουργία και τη βελτίωση των πληροφοριών στις χώρες και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μέσω από τις πολλές πρωτοβουλίες και κανονισμούς. Η συνεργασία αυτή είχε ως αποτέλεσμα την είσπραξη του λεγόμενου συνόλου βασικών πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές μέσω μιας σειράς Ευρωπαϊκών Κανονισμών από το 1992 μέχρι το 2006, όταν ο τελευταίος κανονισμός - ΕΚ Έμφαση στα δάση 2152/2003 - (Ευρωπαϊκό Επιτροπή, 2003) έληξε. Ωστόσο, ο μηχανισμός για την συλλογή των δεδομένων αυτών παραμένει στο πλαίσιο της ως Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Δασικές Πυρκαγιές (EFFIS), που δημιουργήθηκε να στηρίξει τις χώρες και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή όσον αφορά τη συλλογή πληροφοριών για δασικές πυρκαγιές και τη βελτίωση της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών. (San Miguel – Ayanz et al., 2011). Το Effis ξεκίνησε να λειτουργεί το 2000 ύστερα από κοινή προσπάθεια όλων των χωρών της ΕΕ. Το 2003 ενεργοποιήθηκε ο χάρτης ταχείων ζημιών για την Ν. Ευρώπη με στοιχεία πυρκαγιών σε πραγματικό χρόνο. Η καταγραφή των προϊόντων των πυρκαγιών γίνεται με τα λεγόμενα hot spots του Modis και τους αισθητήρες των δορυφόρων Terra και Aqua. Η ταυτοποίηση των ενεργών πυρκαγιών γίνεται από την ανίχνευση της θερμοκρασίας των περιοχών που έχουν ενεργή πυρκαγιά. Πληροφορίες σχετικά με τις ενεργές πυρκαγιές δίνονται καθημερινά και είναι διαθέσιμες μέσω προγράμματος Effis από τον δορυφόρο Modis. Ο Effis διαθέτει φίλτρο για να φιλτράρονται οι πυρκαγιές που δεν είναι δασικές. Ο αλγόριθμος του φίλτρου δηλαδή που εφαρμόζεται λαβαίνει υπόψη την έκταση των γύρω χρήσεων γης και την απόσταση από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Το Effis εφαρμόζει για την πυρική περίοδο το σύστημα RDA (RDA) rapid data assessment με την ανάλυση 250 μέτρα των δορυφορικών εικόνων του Modis. Δίνει ενημέρωση για εκτάσεις 40 ha ή και μεγαλύτερες. Η περίμετρος των καμένων εκτάσεων προέρχονται από τους δορυφόρους Terra & Aqua. Από το 2007 δορυφορικές εικόνες λαμβάνονται και από τον AWiFS με

ανάλυση 180 μ. τον IRS 56 και τον δορυφόρο DMC με 32μ. Με αποτέλεσμα να χαρτογραφούνται οι πυρκαγιές σε πολύ καλό Ευρωπαϊκό επίπεδο (WWW4 EFFIS).



Διάγραμμα 1.5.5.1. Στο παραπάνω διάγραμμα, βλέπουμε τις καμένες δασικές εκτάσεις σε πέντε Μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Ελλάδα), από αποτελέσματα που προκύψαν από επεξεργασία των δεδομένων από τον δορυφόρο (Bassi et al, 2008).

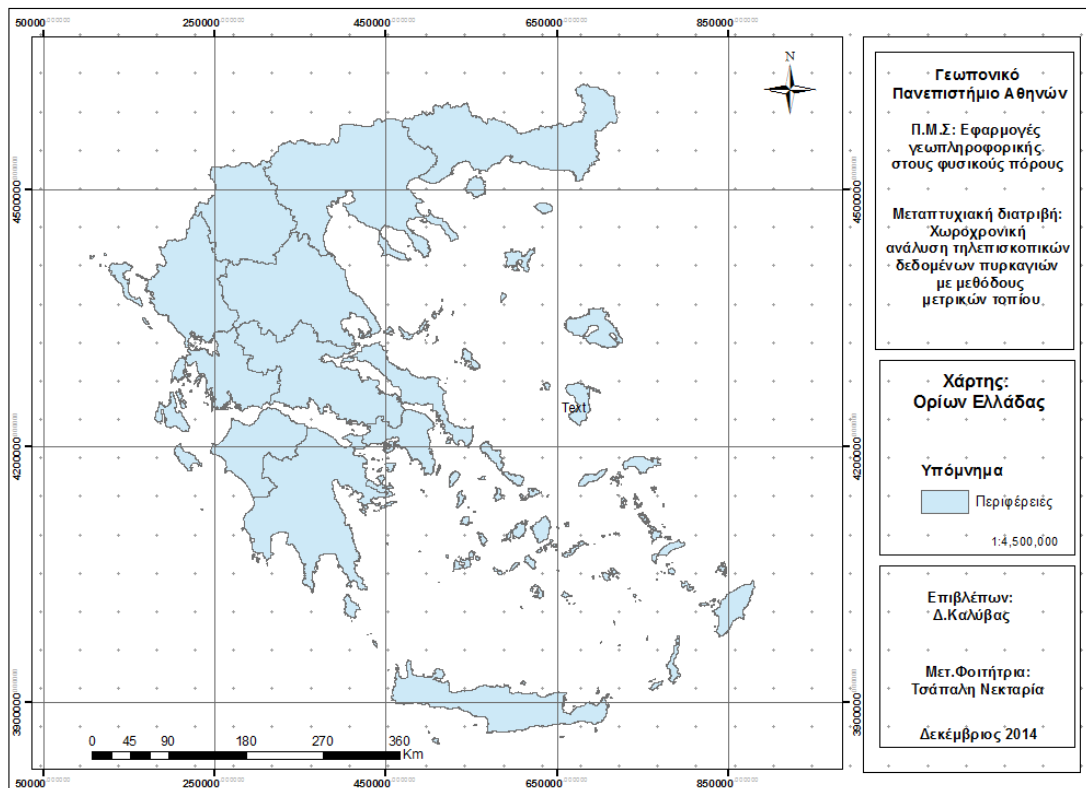
2. Υλικά & Μέθοδοι

2.1 Περιοχή μελέτης

Η εργασία διεξήχθη για τον Ελλαδικό χώρο το χαρτογραφικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε είναι GCS_European_1987 με προβολή Transverse_Mercator και χαρακτηριστικά:

Projection:	Transverse_Mercator
False_Easting:	500000.00000000
False_Northing:	0.00000000
Central_Meridian:	24.00000000
Scale_Factor:	0.99960000
Latitude_Of_Origin:	0.00000000
Linear Unit:	Meter
Geographic Coordinate System:	Datum: D_European_1987

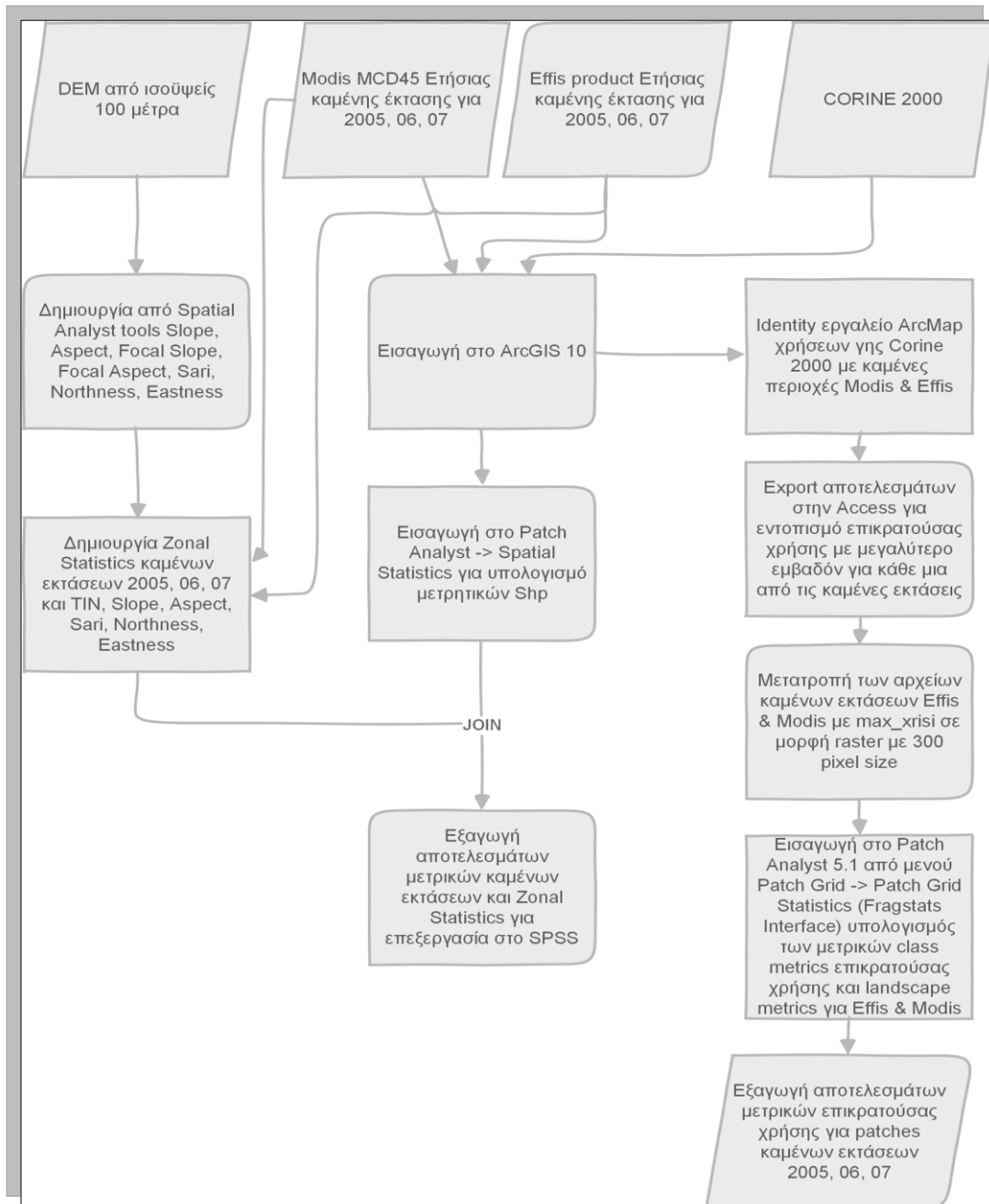
Όποια δεδομένα ήταν σε άλλο σύστημα π.χ WGS84 προσαρμόστηκαν στο παραπάνω.



Σχήμα 2.1.1. Χάρτης Ελλαδικού χώρου.

2.2 Διάγραμμα ροής της συνολικής μεθοδολογίας της εργασίας

Στο διάγραμμα ροής φαίνονται περιληπτικά η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε καθώς και τα βήματα υλοποίησης αυτής καθώς και τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Επίσης παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τη λογική ακολουθία των βημάτων.



Σχήμα 2.2.1. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε

2.3. Δεδομένα χρήσεων γης και καμένων εκτάσεων

2.3.1 Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης κατά Corine είναι ένα σύνθετο ευρωπαϊκό έργο στο οποίο συμμετέχουν όλες οι χώρες της Ευρώπης με την αποστολή δεδομένων που αφορούν τις χρήσεις γης σε εθνικό επίπεδο. Αποτελείται από μια μεγάλη βάση δεδομένων που περιέχει πληροφορίες κάλυψης εδάφους. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το διανυσματικό αρχείο κάλυψης γης το οποίο μας παρέχει πληροφορίες σε 3 επίπεδα διάκρισης χρήσεων γης. Για την εξαγωγή των μετρικών τοπίου επικρατούσας χρήσης χρησιμοποιήθηκαν για τα patches των καμένων εκτάσεων και τα τρία επίπεδα ανάλυσης:

Ελληνική ονοματολογία CORINE LAND COVER		
Πρώτο επίπεδο	Δεύτερο επίπεδο	Τρίτο επίπεδο
1. Τεχνητές επιφάνειες	1.1 Αστικός ιστός	1.1.1 Συνεχής αστικός ιστός 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός
	1.2 Βιομηχανικές-εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών	1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες 1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα 1.2.3 Ζώνες λιμένων 1.2.4 Αεροδρόμια
	1.3 Ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών 1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
	1.4 Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πράσινου	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου 1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
2. Γεωργικές περιοχές	2.1 Αρόσιμη γη	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες
	2.2 Μόνιμες καλλιέργειες	2.2.1 Αμπελώνες 2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς 2.2.3 Ελαιώνες
	2.3 Λιβάδια	2.3.1 Λιβάδια
	2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές	2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες 2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες 2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης 2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές
3. Δάση και ημι-φυσικές περιοχές	3.1 Δάση	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων 3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι 3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι 3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση 3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, Αμμουδιές 3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι 3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση 3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις 3.3.5 Παγετώνες και αένας χιόνι
4. Υγρότοποι	4.1 Υγρότοποι ενδοχώρας	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα 4.1.2 Τυρφώνες
	4.2 Παραθαλάσσιοι υγρότοποι	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι 4.2.2 Αλυκές 4.2.3 Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα
5. Υδάτινες επιφάνειες	5.1 Χερσαία ύδατα	5.1.1 Υδατορρέυματα 5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
	5.2 Θαλάσσια ύδατα	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες 5.2.2 Εκβολές ποταμών 5.2.3 Θάλασσες και ωκεανοί

Πίνακας 2.3.1.1. Ελληνική ονοματολογία κατηγοριών χρήσεων γης κατά Corine.

2.3.2 Προϊόν καμένων περιοχών του Modis

Βασικό δεδομένο της εργασίας ήταν οι καμένες εκτάσεις κατά Modis για τα έτη 2005, 2006 και 2007 που είναι διαθέσιμα από τη διεύθυνση http://modis-fire.umd.edu/BA_getdata.html όπου υπάρχουν διαθέσιμα για οποιαδήποτε γεωγραφική θέση το προϊόν των καμένων περιοχών σε μορφή Geotiff. Τα αρχεία είναι της μορφής MCD45 μηνιαία. Για κάθε ένα από τα τρία έτη προκύπτουν δώδεκα αρχεία της μορφής Mcd45monthly*.burndate.tif τα οποία εισάγονται σε ένα λογισμικό τηλεπισκόπησης π.χ ENVI και για τα 3 έτη. Το αρχικό προϊόν του Modis για κάθε ένα εικονοστοιχείο δίνει ένα κωδικό. Τα εικονοστοιχεία που είναι οι καμένες περιοχές είναι αυτά με κωδικό 1 - 366. Στο λογισμικό τηλεπισκόπησης εφαρμόζεται η εντολή band math με την έκφραση B1 GE 1 and B1 LE366 και επιτυγχάνεται η δημιουργία ενός αρχείου με εικονοστοιχεία με κωδικό 1 που είναι οι καμένες περιοχές και με κωδικό 0 όλες οι υπόλοιπες περιοχές. Τα δώδεκα μηνιαία πλεγματικά αρχεία B1 έως B12 ενώνονται με πρόσθεση με την εντολή band math για κάθε χρόνο και περιέχουν την πληροφορία των καμένων εκτάσεων. Από την εντολή subset γίνεται επιλογή των ορίων του Ελλαδικού χώρου και με map projection ορισμός από WGS84 στο ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς. Τα τρία αρχεία για τα έτη 2005, 2006 και 2007 με εντολή raster to vector και DN value 1 εξάγονται τα αρχεία σε διανυσματική μορφή (Αθανασίου, 2011).

2.3.3 Προϊόν καμένων περιοχών του Effis

Δεύτερο βασικό δεδομένο της εργασίας ήταν οι καμένες εκτάσεις κατά Effis για τα έτη 2005, 2006 και 2007 που είναι διαθέσιμα απ'τη διεύθυνση του Ευρωπαϊκού οργανισμού Effis <http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/applications/data-and-services/>. Για την κάθε μια χρονιά είναι διαθέσιμα τα πολύγωνα των καμένων εκτάσεων τα οποία περιέχουν την πληροφορία της έκτασης, περίμετρο και ημερομηνία εκδήλωσης της φωτιάς. Τα τρία αυτά αρχεία έχουν συντεταγμένες στο WGS84 και μέσω feature project τα μετατρέπουμε στο ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Αθανασίου, 2011).

2.4 Μετρικά τοπίου

Η περιγραφή του ποσοτικού προσδιορισμού της δομής από την οποία αποτελείται το τοπίο αποτελεί βασικό στοιχείο για την μελέτη των λειτουργιών του. Οι μετρικοί δείκτες τοπίου (landscape metrics) προσδιορίζουν ποσοτικά την δομή του τοπίου μέσα στα καθορισμένα όρια του για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ μοτίβου και οικολογικών διαδικασιών (Mcgarigal Marks, 1994). Η ερμηνεία των μετρικών δεικτών απαιτεί πολύ καλή γνώση του συγκεκριμένου τοπίου και της σχέσης του με τους υπό μελέτη παραμέτρους. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης του τοπίου είναι η κλίμακα των χωρικών δεδομένων π.χ. μικρότερη χωρική μονάδα και ο τρόπος κατάταξης του τοπίου π.χ. χρήσεις γης.

Για να υπολογισθούν οι μετρικοί δείκτες των καμένων εκτάσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Patch Analyst 5.1 extension tool για το ArcGis10 (Rempel et al, 2012).

2.4.1 ArcGis Patch Analyst

Το πρόγραμμα Patch Analyst είναι ένα αρχείο επέκτασης (extension tool) για το σύστημα ArcGIS® software που διευκολύνει τη χωρική ανάλυση των (patches) μετρικών τοπίου και την μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών τους. Χρησιμοποιείται για την χωρική ανάλυση μοτίβου, συχνά στην μοντελοποίηση των ενδιαιτημάτων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη διαχείριση των δασών. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει δυνατότητες για τον χαρακτηρισμό του μοτίβου του patch και τη δυνατότητα ορισμού τιμών στα patches με βάση τους συνδυασμούς των χαρακτηριστικών τους (π.χ. συνδυασμοί ηλικίας ομάδας δένδρων, σύνθεσης, πυκνότητα φυλλώματος). Είναι διαθέσιμο σε δύο εκδόσεις, Patch Analyst και Patch Grid. Η πρώτη έκδοση χρησιμοποιείται με πολυγωνικά επίπεδα δεδομένων, ενώ η δεύτερη έκδοση Patch Grid με αρχεία raster (Rempel et al, 2012).

Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε από το Centre for Northern Forest Ecosystem Research με την υποστήριξη του Thunder Bay τμήματος Γεωπληροφορικής και την περιφέρεια του

Οντάριο για το υπουργείο Φυσικών πόρων του Καναδά τον Απρίλιο του 2012. Το λογισμικό Patch Analyst είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο από :

http://www.cnfer.on.ca/SEP/patchanalyst/Patch5_1_Install.htm).

Σημ. Για να προστεθεί το Patch Analyst και Patch Grid με τα στοιχεία του μενού τους, μέσα από τον ArcMap τότε δεξί κλικ στην μπάρα εργαλείων με επιλογή Customize Mode μόλις εμφανιστεί το παράθυρο του Customize επιλογή το μεσαίο Commands tab (middle tab) και με την κύλιση της μπάρας προς τα κάτω την πρωτελευταία εντολή [Menus]. Δεξιά στα Commands βρίσκεται η μπάρα κύλισης του Analyst Patch και Patch Grid με τα μενού τους. Για να προστεθούν στην γραμμή εργαλείων σύρσιμο των μενού "Patch Analyst " και "Patch Grid" στην γραμμή εργαλείων. Έτσι προστίθενται στις τρέχουσες εργασίες της γραμμής εργαλείων.

2.4.2 Περιγραφή μετρικών τοπίου (Patch metrics)

Ο υπολογισμός των δεικτών του τοπίου για τα patches καμένων εκτάσεων τόσο του Modis όσο και του Effis για τις τρεις χρονιές μελέτης και έγινε σε επίπεδο patch, (class metrics) και σε επίπεδο συνόλου του τοπίου (landscape metrics).

Το patch analyst περιλαμβάνει τις εξής ομάδες δεικτών (μετρικά) τοπίου (πηγή patch analyst 5.1 help Rempel et al, 2012):

2.4.2.1 Δείκτες έκτασης πυκνότητας και μεγέθους patch (Area Metrics)

Εμβαδόν κλάσης - Class Area (CA): Άθροισμα των εμβαδών όλων των patches που ανήκουν σε μία δεδομένη κλάση.

CA > 0, χωρίς όριο.

CA προσεγγίζει το 0 καθώς το είδος του patch γίνεται σπάνιο στο τοπίο.

CA = TA όταν ολόκληρο το τοπίο αποτελείται από ένα μόνο τύπο patch

Π.χ: κλάση γεωργικές περιοχές (CA) = 359047.844+.....+65819.984

CA = 69.6626 εκτάρια

Εάν οι μονάδες του χάρτη δεν έχουν καθοριστεί (και τα εκτάρια δεν έχουν επιλεγεί στις "Επιλογές για προχωρημένους" του πλαισίου διαλόγου "Χωρική Στατιστική"), τότε τα προκύπτοντα στατιστικά στοιχεία θα αναφερθούν στις μονάδες χάρτη προέλευσης (π.χ. σε m).

Στο παράδειγμα CA = 696626.012 (map units).

Συνολικό εμβαδό τοπίου - Landscape Area (TLA): Συνολικό εμβαδό τοπίου που αποτελείται από το άθροισμα των εμβαδών όλων των patches στο τοπίο. Δεν είναι σημαντικός για την αξιολόγηση του τοπίου αλλά είναι σημαντικός γιατί ορίζει το γεωγραφικό μέγεθος του τοπίου.

Π.χ: Landscape Area (TLA) = 46872.719 + 359047.844 +... + 62423.574

TLA = 184.11 εκτάρια

Ποσοστό επί του τοπίου - Percentage of Landscape (ZLAND): Κατά την ανάλυση ανά κλάση, ZLAND ή PLAND είναι το ποσοστό του συνολικού τοπίου που αποτελείται από την αντίστοιχη κατηγορία (τύπος patch). Ισούται με το άθροισμα των εμβαδών (m²) όλων των patches της αντίστοιχης κλάσης, διαιρούμενο με το συνολικό εμβαδόν τοπίου (m²), πολλαπλασιασμένο με το 100 (για τη μετατροπή σε ποσοστό). Με άλλα λόγια, ισούται με το ποσοστό του τοπίου που αποτελείται από τον αντίστοιχο τύπο patch.

Τιμές από 0 < Pland ≤ 100

Ο Pland τείνει στο 0 όταν η αντίστοιχη κλάση των patches γίνεται ολοένα και πιο σπάνια στο τοπίο. Pland = 100, όταν το σύνολο του τοπίου αποτελείται από ένα μόνο patch (χωροψηφίδα).

Αριθμός Patches - (NumP): ο αριθμός των patches του τοπίου μιας συγκεκριμένης κλάσης. Είναι ένα απλό μέτρο του βαθμού υποδιαίρεσης ή κατακερματισμού του τύπου του patch. Αν επιλεγθεί "Analyze by Landscape" έχουμε συνολικό αριθμό patches στο τοπίο ή αριθμό των Patches για κάθε ξεχωριστή κλάση, αν επιλεγθεί το "Analyze by Class".

Πόσες κατηγορίες patch, ποικιλομορφία - Patch richness (PR): είναι ο αριθμός των διαφορετικών τύπων patches εντός ορίων του τοπίου

Πυκνότητα ποικιλομορφίας patch - Patch Richness Density (PRD) or PD: είναι ισοδύναμη με το PR δηλαδή αριθμό των patches μιας συγκεκριμένης κλάσης διαιρεμένο με τη συνολική έκταση του τοπίου (m²) πολλαπλασιασμένο με 10,000 και στη συνέχεια επί

100 (για τη μετατροπή σε εκατοντάδες εκτάρια). Εκφράζει τον αριθμό των διακριτών τμημάτων για κάθε κλάση χρήσεων γης ανά 100 εκτάρια.

Δείκτης μεγαλύτερου patch - Largest Patch Index (LPI): Ισούται με το μεγαλύτερο εμβαδόν (m^2) συγκεκριμένης κλάσης patches διαιρούμενο με το συνολικό εμβαδόν του τοπίου (m^2), πολλαπλασιασμένο με το 100 (για τη μετατροπή σε ποσοστό). Όταν ολόκληρο το τοπίο αποτελείται από μια κλάση (patches), το LPI θα ισούται με 100. Καθώς το μέγεθος μεγαλύτερου εμβαδού συγκεκριμένης κλάσης μειώνεται, το LPI προσεγγίζει το μηδέν. Το ποσοστό του τοπίου που αποτελείται από το μεγαλύτερο patch.

Τιμές από $0 < LPI \leq 100$

Μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης - Mean Patch Size (MPS):

Ισούται με το άθροισμα του εμβαδού των patches μιας συγκεκριμένης κατηγορίας, διαιρούμενο με το πλήθος των patches (χωροψηφίδων) της ίδιας κλάσης σε επίπεδο class. Σε επίπεδο τοπίου αθροίζονται όλα τα patches του τοπίου και διαιρούνται / το πλήθος τους στο τοπίο.

Διάμεσος του εμβαδού των patches - Median Patch Size (MedPS): MD(median)

ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών για τα patches της αντίστοιχης κατηγορίας patch.

Π.χ: Median Patch size για Patches class1 (Class Level)

MedPS = 13.22 εκτάρια

Π.χ: Median Patch size of all patches (Landscape Level)

MedPS = 7.59 εκτάρια

Τυπική απόκλιση των patches - Patch Size Standard Deviation (PSSD): Ισούται με την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των αποκλίσεων του μετρητικού τιμής κάθε patch από τη μέση μετρική τιμή του αντίστοιχου τύπου patch, διαιρούμενο με τον αριθμό των patches του ίδιου τύπου. Δηλαδή, η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (απόκλιση από τη μέση τιμή) στο αντίστοιχο μετρικό patch.

Σημείωση, αυτή είναι η τυπική απόκλιση του πληθυσμού, δεν είναι η τυπική απόκλιση του δείγματος.

Π.χ: Patch Size Standard Deviation of Patches γεωργικής περιοχής (Class Level)

PSSD = 11.05 εκτάρια

Π.χ: Patch Size Standard Deviation of all patches (Landscape Level)

PSSD = 9.51 εκτάρια

CV συντελεστής μεταβλητότητας του Patch - Patch Size Coefficient of Variance

(PSCoV): ισούται με την τυπική απόκλιση διαιρούμενη με τη μέση τιμή, πολλαπλασιαζόμενο με το 100 για να γίνει ποσοστό, για το αντίστοιχο μετρητικό patch.

Π.χ: Συντελεστής μεταβλητότητας για τα Patches γεωργικής γης (Class Level)

$PSCoV = PSSD/MPS = (11.05 \text{ εκτάρια} / 17.42 \text{ εκτάρια}) * 100 = 63$

Π.χ: Συντελεστής μεταβλητότητας για όλα τα patches (Landscape Level)

$PSCoV = (9.51 \text{ εκτάρια} / 13.15 \text{ εκτάρια}) * 100 = 72$

2.4.2.2 Δείκτες ακμών (Edge Metrics)

Περίμετρος - Total Edge (TE): ισούται με το άθροισμα των αποστάσεων (m) όλων των τμημάτων που περιλαμβάνουν τον αντίστοιχο τύπο patch.

Π.χ. Σύνολο αθροίσματος των μηκών των patches (Class Level)

TE = Άθροισμα περιμέτρου όλων των patches γεωργικής γης

TE = 10,858.88 μέτρα ακμών

TE = Άθροισμα περιμέτρου όλων των patches (Landscape)

TE = 28,607.27 μέτρα ακμών

Πυκνότητα ακμών - Edge Density (ED): ισούται με το ποσό των ακμών σε σχέση με το εμβαδό του τοπίου. Ισούται με το άθροισμα των μηκών (m) όλων των τμημάτων που αφορούν τον αντίστοιχο τύπο patch (περίμετρο), διαιρούμενο με το συνολικό εμβαδόν του τοπίου (m²).

Π.χ: Edge Density κωνοφόρα (Class Level)

$ED = TE / TLA$

Μέσος όρος ακμής ανά patch - Mean Patch Edge (MPE):

Π.χ: Mean Patch Edge γεωργικής γης (Class Level)

$$\text{MPE} = \text{TE} / \text{NumP}$$

$$\text{MPE} = 10,858.88 \text{ metres} / 4 \text{ patches} = 2,714.72 \text{ metres/patch}$$

Π.χ: Mean Patch Edge all Patches (Landscape Level)

$$\text{MPE} = \text{TE} / \text{NumP}$$

$$\text{MPE} = 28,607.27 \text{ metres} / 14 \text{ patches} = 2,043.38 \text{ metres/patch}$$

2.4.2.3 Δείκτες σχήματος (Shape Metrics)

Δείκτης σχήματος τοπίου - Landscape Shape Index (LSI): είναι το συνολικό μήκος των ορίων των διακριτών τμημάτων των patches (λόγος περιμέτρου) διαιρεμένο με την τετραγωνική ρίζα του συνολικού εμβαδού τοπίου (σε τετραγωνικά μέτρα) και ρυθμισμένο από μια σταθερά (κυκλικό πρότυπο για τα διανυσματικά θέματα, τετράγωνο πρότυπο για τα ψηφιδωτά). Ο δείκτης τοπίου θα αυξηθεί με την αυξανόμενη μορφή ακανόνιστου σχήματος τοπίου ή αυξανόμενων άκρων μέσα στο τοπίο. Ως δείκτης είναι καθαρός αριθμός και ερμηνεύεται ως μέτρηση του βαθμού διαχωρισμού ή συσσώρευσης των τμημάτων. Η ελάχιστη τιμή του δείκτη είναι 1. Όσο αυξάνεται ο δείκτης τόσο το τοπίο γίνεται ακανόνιστο.

Δείκτης κλασματικής διάστασης patch fractal index frac- Double Log Fractal Dimension (DLFD): είναι ένα μέτρο της πολυπλοκότητας της περιμέτρου του patch. Αντιστοιχεί με δυο φορές το λογάριθμο της περιμέτρου του patch δια του λογαρίθμου της επιφάνειας του patch. Είναι καθαρός αριθμός και παίρνει τιμές μεταξύ 1 και 2. Τιμές κοντά στο 1 αντιστοιχούν σε απλές δομές περιμέτρου όπως κύκλους και τετράγωνα, και κοντά στο 2 ως τμήματα με πιο περίπλοκες περιμέτρους.

Μέσος όρος του λόγου της περιμέτρου / εμβαδού των patches - Mean Perimeter-Area Ratio (MPAR): ο δείκτης αντανακλά την πολυπλοκότητα του patch Π.χ.: Μέσος όρος του λόγου της περιμέτρου-εμβαδού των patches πχ. δάση (Class Level) διαιρεμένο με τον αριθμό των patches για την συγκεκριμένη κλάση.

MPAR = Άθροισμα των patches για κάθε κατηγορία περίμετρο / εμβαδό διαιρεμένο με τον αριθμό των patches.

$$\text{MPAR} = (132 \text{ m} / \text{ha} + 112 \text{ m} / \text{ha} + 201 \text{ m} / \text{ha} + 84 \text{ m} / \text{ha}) / 4 \text{ patches δασών}$$

MPAR = 182 μέτρα / εκτάριο

Π.χ.: Μέσος όρος του λόγου της περιμέτρου-εμβαδού των patches διαιρεμένο δια του συνολικού αριθμού των patches (Επίπεδο Landscape).

Παράδειγμα MPAR = (200 m / ha + 132 m / ha + ... + 175 m / ha) / 14 patches

MPAR = 185 μέτρα / εκτάριο

Μέσος δείκτης σχήματος - Mean Shape Index (MSI): Ο μέσος Δείκτης Σχήματος (MSI) παρέχει ένα μέτρο της συνολικής πολυπλοκότητας σχήματος κάθε κατηγορίας κλάσης. Εκφράζει πόσο αποκλίνει κατά μέσο όρο το σχήμα των διακριτών τμημάτων κάθε κλάσης από το απλούστερο δυνατό σχήμα ενός διακριτού τμήματος με την ίδια έκταση. Ισούται με 1 όταν όλα τα patches είναι κυκλικά για τα διανυσματικά θέματα ή τετράγωνα για τα ψηφιδωτά και αυξάνεται όσο πιο ακανόνιστα είναι τα σχήματα

MSI = άθροισμα της περιμέτρου για κάθε patch διαιρούμενο με την τετραγωνική ρίζα της περιοχής του patch (σε εκτάρια) για κάθε κατηγορία (κατά την ανάλυση ανά κατηγορία) ή για όλα τα patches (κατά την ανάλυση με το τοπίο), και ρυθμίζεται για τα διανυσματικά θέματα ή τετράγωνα για τα ψηφιδωτά, διαιρούμενο με τον αριθμό των patches.

Σταθμισμένος μέσος σχήματος Area Weighted Mean Shape Index (AWMSI)- Area Weighted Mean Shape Index (AWMSI): ο σταθμισμένος μέσος σχήματος ισούται με 1, όταν όλα τα patches είναι κυκλικά (για πολυγωνικά δεδομένα) ή τετραγωνικά (για πλεγματικά δεδομένα) και αυξάνει με την αύξηση του ακανόνιστου σχήματος του patch.

Ο AWMSI υπολογίζεται ως το άθροισμα της περιμέτρου του patch, διαιρούμενο δια της τετραγωνικής ρίζας του εμβαδού του patch (σε εκτάρια) για κάθε κατηγορία (κατά την ανάλυση κλάσης) ή για όλα τα patches (κατά την ανάλυση τοπίου), και ορίζεται με κυκλικό πρότυπο (για τα πολυγωνικά δεδομένα), ή τετραγωνικό πρότυπο (για τα πλεγματικά δεδομένα), διαιρούμενο με τον αριθμό των patches. Διαφέρει από την MSI στο ότι είναι σταθμισμένα με βάση το εμβαδό του patch έτσι μεγαλύτερα θα ζυγίζουν περισσότερο από ό,τι μικρότερα.

Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης - Mean Patch Fractal Dimension (MPFD): μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch αποτελεί ένα μέτρο ακόμα της πολυπλοκότητας της περιμέτρου του patch. Πλησιάζει το 1 για σχήματα με απλές περιμέτρους και το 2 για πιο πολύπλοκα σχήματα.

Σταθμισμένος μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch - Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension (AWMPFD): ο σταθμισμένος μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch αποτελεί ένα μέτρο ακόμα της πολυπλοκότητας του μεγέθους του σχήματος του patch. Είναι ο ίδιος με το μέσο όρο δείκτη κλασματικής διάστασης (MPFD) με την προσθήκη σταθμισμένου ατομικού βάρους εμβαδού για κάθε του patch. Επειδή τα μεγαλύτερα patches τείνουν να είναι πιο περίπλοκα από ό, τι τα μικρότερα, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον προσδιορισμό της πολυπλοκότητας λαμβάνοντας υπόψη και το μέγεθος των patches.

2.4.2.4 Δείκτες γειτνίασης (Nearest Neighbor Metrics)

Ο μέσος όρος του πλησιέστερου γείτονα patch - Mean Nearest Neighbor (MNN): Μέτρο της απομόνωσης των patches των διακριτών τμημάτων γης κάθε κλάσης. Ο μέσος όρος του πλησιέστερου γείτονα εκφράζει τη μέση απόσταση σε μέτρα του πλησιέστερου patch που ανήκει στην ίδια κλάση κατηγορία. Η μέση απόσταση πλησιέστερου γείτονα είναι ο μέσος όρος της κάθε κλάσης (μέτρα) για ξεχωριστές κλάσεις στο επίπεδο της κατηγορίας και ο μέσος όρος όλων των αποστάσεων σε επίπεδο τοπίου.

Συντελεστής μεταβλητότητας κοντινότερης απόστασης γειτνίασης patch - Nearest-neighbor coefficient of variation (NNCV): εκφράζει την τυπική απόκλιση κοντινότερης απόστασης γειτνίασης patch διαιρούμενη με τη μέση τιμή, πολλαπλασιαζόμενο με το 100 για να γίνει ποσοστό, για το αντίστοιχο μετρητικό patch.

Δείκτης μέτρησης του βαθμού της απομόνωσης και του κατακερματισμού - Mean Proximity Index (MPI): Ο μέσος δείκτης εγγύτητας είναι ένα μέτρο του βαθμού της απομόνωσης και του κατακερματισμού του patch (χωροψηφίδας). Χρησιμοποιεί το πλησιέστερο γείτονα στη στατιστική. Το προεπιλεγμένο όριο απόστασης είναι 1,000,000. Αν ο δείκτης θα δοκιμαστεί σε συγκεκριμένες αποστάσεις, τότε επιλογή Set MPI Threshold από το pull-down μενού Patch και εισαγωγή ενός ορίου απόστασης. Τόσο ο δείκτης κοντινότερου γείτονα όσο και ο δείκτης εγγύτητας χρησιμοποιούν το πλησιέστερο γείτονα στη στατιστική παρόμοιων πολυγώνων στον αλγόριθμό τους.

2.4.2.5 Δείκτες ποικιλομορφίας (Diversity and interspersion metrics)

Δείκτης ποικιλότητας Shannon - Shannon's Diversity Index (SHDI)*: Μέτρο της σχετικής ποικιλομορφίας του patch. Αντιστοιχεί στο αρνητικό άθροισμα όλων των τύπων των patches της σχετικής αφθονίας κάθε κατηγορίας patch επί το λογάριθμο της. Ο δείκτης ποικιλότητας του Shannon είναι διαθέσιμος μόνο σε επίπεδο τοπίου και είναι ένα σχετικό μέτρο της διαφορετικότητας του patch. Ο δείκτης θα ισούται με το μηδέν, όταν υπάρχει μόνο ένα patch στο τοπίο και αυξάνεται καθώς ο αριθμός των κατηγοριών patches και η αναλογική κατανομή τους αυξάνεται.

Δείκτη ποικιλότητας Simpson - Simpson's Diversity Index (SDI)*: Μέτρο της σχετικής ποικιλομορφίας του patch. Δείκτης ποικιλότητας του Simpson είναι διαθέσιμος μόνο σε επίπεδο τοπίου και είναι ένα σχετικό μέτρο της διαφορετικότητας του patch. Ο δείκτης θα ισούται με το μηδέν, όταν υπάρχει μόνο ένα patch στο τοπίο και αυξάνεται καθώς ο αριθμός των κατηγοριών των patches και η αναλογική κατανομή τους αυξάνεται.

Δείκτης ομοιογένειας Shannon - Shannon's Evenness Index (SHEI)*: Μέτρο της κατανομής των patches και της αφθονίας (πληρότητα). Αντιστοιχεί στο αρνητικό άθροισμα όλων των τύπων patches, της σχετικής αφθονίας του κάθε τύπου patch επί της αφθονίας δια του λογάριθμου του αριθμού των τύπων patches. Ο δείκτης είναι ίσος με το μηδέν, όταν η παρατηρούμενη κατανομή των patch είναι χαμηλή και προσεγγίζει το ένα όταν η κατανομή των τύπων patches γίνει πιο ομοιόμορφη.

Τροποποιημένος δείκτης ποικιλότητας Simpson - Modified Simpson's Diversity Index (MSIDI)*: είναι ένα μέτρο της ποικιλομορφίας των patches. Ισούται με μηδέν, όταν υπάρχει μόνο ένα patch στο τοπίο και αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο αριθμός των διαφορετικών τύπων patch (PR).

Δείκτης ομοιογένειας του Simpson - Simpson's Evenness Index (SIEI)*: Μέτρο της κατανομής του εμβαδού της περιοχής μεταξύ των τύπων των patches. Είναι ίσο με 1 όταν η κατανομή της περιοχής μεταξύ των patches είναι όμοια. Προσεγγίζει το 0 καθώς η κατανομή του χώρου μεταξύ των patches γίνονται όλο και περισσότερο κυρίαρχη από ένα μόνο patch.

*Διαθέσιμα μόνο σε επίπεδο συνόλου του τοπίου Landscape Metrics

Τροποποιημένος δείκτης ομοιογένειας του Simpson - Modified Simpson's Evenness Index (MSIEI)*: είναι ένα μέτρο της κατανομής του εμβαδού μεταξύ των τύπων των patch. Είναι ίσο με 1 όταν η κατανομή της περιοχής μεταξύ των patches είναι ισοδύναμη. SIEI προσεγγίζει το 0 καθώς η κατανομή του χώρου μεταξύ των patches γίνονται όλο και περισσότερο κυρίαρχη από ένα τύπο patch. Διαφέρει από τον SIEI στο ότι προέρχεται από τον Τροποποιημένο δείκτη ποικιλότητας του Simpson (MSIDI) αντί του δείκτη ποικιλότητας του Simpson (SIDI).

Δείκτης διασποράς και παράθεσης patch - Interspersion Juxtaposition Index (IJI)*: Αντιστοιχεί στον αρνητικό αριθμό του αθροίσματος των αποστάσεων καθενός τύπου ορίου δια των συνολικών ορίων του τοπίου επί το λογάριθμο της ίδιας ποσότητας αθροιστικά για κάθε τύπο ορίου δια του λογάριθμου του αριθμού των τύπων των τμημάτων επί του αριθμού των τύπων των τμημάτων μείον 1 δια 2 και επί 100 για τη μετατροπή του σε επί τοις εκατό ποσοστό. Προσεγγίζει το μηδέν όταν η κατανομή των μοναδικών γειτονικών patches γίνει πιο άνιση και 100 όταν όλοι οι τύποι patches είναι σχεδόν ίσοι. Η διασπορά απαιτεί ότι το τοπίο θα αποτελείται από τουλάχιστον τρεις κατηγορίες. Η διασπορά στο επίπεδο της τάξης είναι ένα μέτρο της σχετικής διασποράς της κάθε κατηγορίας. Στο επίπεδο τοπίου είναι ένα μέτρο της διασποράς του κάθε patch στο τοπίο.

Δείκτης συνεκτικότητας – Contagion (Contag)*: ο δείκτης μετράει την χωρική κατανομή των patches μέσα σε ένα raster και αναφέρεται στη γειτνίαση των pixels μέσα στο raster και όχι στα patches. Όταν τα patches είναι καλά διασκορπισμένα (ισοκατανεμημένα) στο τοπίο τότε θα έχουν και χαμηλές τιμές contagion

*Διαθέσιμα μόνο σε επίπεδο συνόλου του τοπίου Landscape Metrics

Όνομα στατιστικού στοιχείου	Σύντμηση	Εφαρμόσιμο σε Shape file	Εφαρμόσιμο σε Raster (Grid) επίπεδο
Area Metrics (Δείκτες έκτασης)			
Εμβαδόν κλάσης - Class Area (CA)	CA	YES	YES
Συνολικό εμβαδό τοπίου - Landscape Area (TLA)	TLA	YES	YES
Ποσοστό επί του τοπίου - Percentage of Landscape (ZLAND) (%)	ZLAND	NO	YES
Δείκτης μεγαλύτερου patch - Largest Patch Index (LPI) (%)	LPI	NO	YES
Patch Density & Size Metrics (Δείκτες πυκνότητας και μεγέθους patch)			
Αριθμός Patches - No. of Patches (NumP)	NumP	YES	YES
Πυκνότητα patches ανά 100 ha - Patch Density (PD)	PD		YES
Μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης - Mean Patch Size (MPS):	MPS	YES	YES
Διάμεσος του εμβαδού των patches - Median Patch Size (MedPS)	MedPS	YES	NO
Συντελεστής μεταβλητότητας του μεγέθους του patch - Patch Size Coefficient of Variance (PSCoV)	PSCoV	YES	YES
Τυπική απόκλιση του μεγέθους του patch - Patch Size Standard Deviation (PSSD)	PSSD	YES	YES
Edge Metrics (Δείκτες ακμών)			
Περίμετρος - Total Edge (TE)	TE	YES	YES
Edge Density - Πυκνότητα ακμών (ED)	ED	YES	YES
Μέσος όρος ακμής ανά patch - Mean Patch Edge (MPE)	MPE	YES	YES
Shape Metrics (Δείκτες σχήματος)			
Μέσος δείκτης σχήματος- Mean Shape Index (MSI)	MSI	YES	YES
Σταθμισμένος μέσος σχήματος Area Weighted Mean Shape Index (AWMSI)	AWMSI	YES	YES
Μέσος όρος του λόγου της περιμέτρου / εμβαδού των patches - Mean Perimeter-Area Ratio (MPAR)	MPAR	YES	NO
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης - Mean Patch Fractal Dimension (MPFD)	MPFD	YES	YES
Σταθμισμένος μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch – Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension (AWMPFD)	AWMPFD	YES	YES
Δείκτης σχήματος τοπίου - Landscape Shape Index (LSI)	LSI	NO	YES
Δείκτης κλασματικής διάστασης patch fractal index frac- Double Log Fractal Dimension (DLFD)	DLFD	NO	YES
Neighbour Metrics (Δείκτες Γειτνίασης)			
Ο μέσος όρος του πλησιέστερου γείτονα patch - Mean Nearest Neighbor (MNN)	MNN	NO	YES

Δείκτης μέτρησης του βαθμού της απομόνωσης και του κατακερματισμού - Mean Proximity Index (MPI)	MPI	NO	YES
Diversity & Interspersion Metrics (Δείκτες ποικιλομορφίας)			
Δείκτης διασποράς και παράθεσης patch - Interspersion Juxtaposition Index (IJI)	IJI	NO	YES
Δείκτης ποικιλότητας Shannon - Shannon's Diversity Index (SHDI) *	SHDI	NO	YES
Δείκτης ομοιογένειας Shannon - Shannon's Evenness Index (SHEI) *	SHEI	NO	YES
Δείκτη ποικιλότητας Simpson - Simpson's Diversity Index (SIDI) *	SIDI	NO	YES
Δείκτης ομοιογένειας Simpson - Simpson's Evenness Index (SIEI)*	SIEI	NO	YES
Τροποποιημένος δείκτης ομοιογένειας Simpson - Modified Simpson's Evenness Index (MSIEI)*	MSIEI	NO	YES
Τροποποιημένος δείκτης ποικιλότητας Simpson - Modified Simpson's Diversity Index (MSIDI)*	MSIDI	NO	YES
Πόσες κατηγορίες patch – ποικιλομορφία Patch richness (PR)*	PR	NO	YES
Πυκνότητα ποικιλομορφίας Patch - Patch Richness Density (PRD)*	PRD	NO	YES
Δείκτης συνεκτικότητας- contagion (Contag) *	Contag	NO	YES

*Διαθέσιμα μόνο σε επίπεδο συνόλου του τοπίου Landscape Metrics

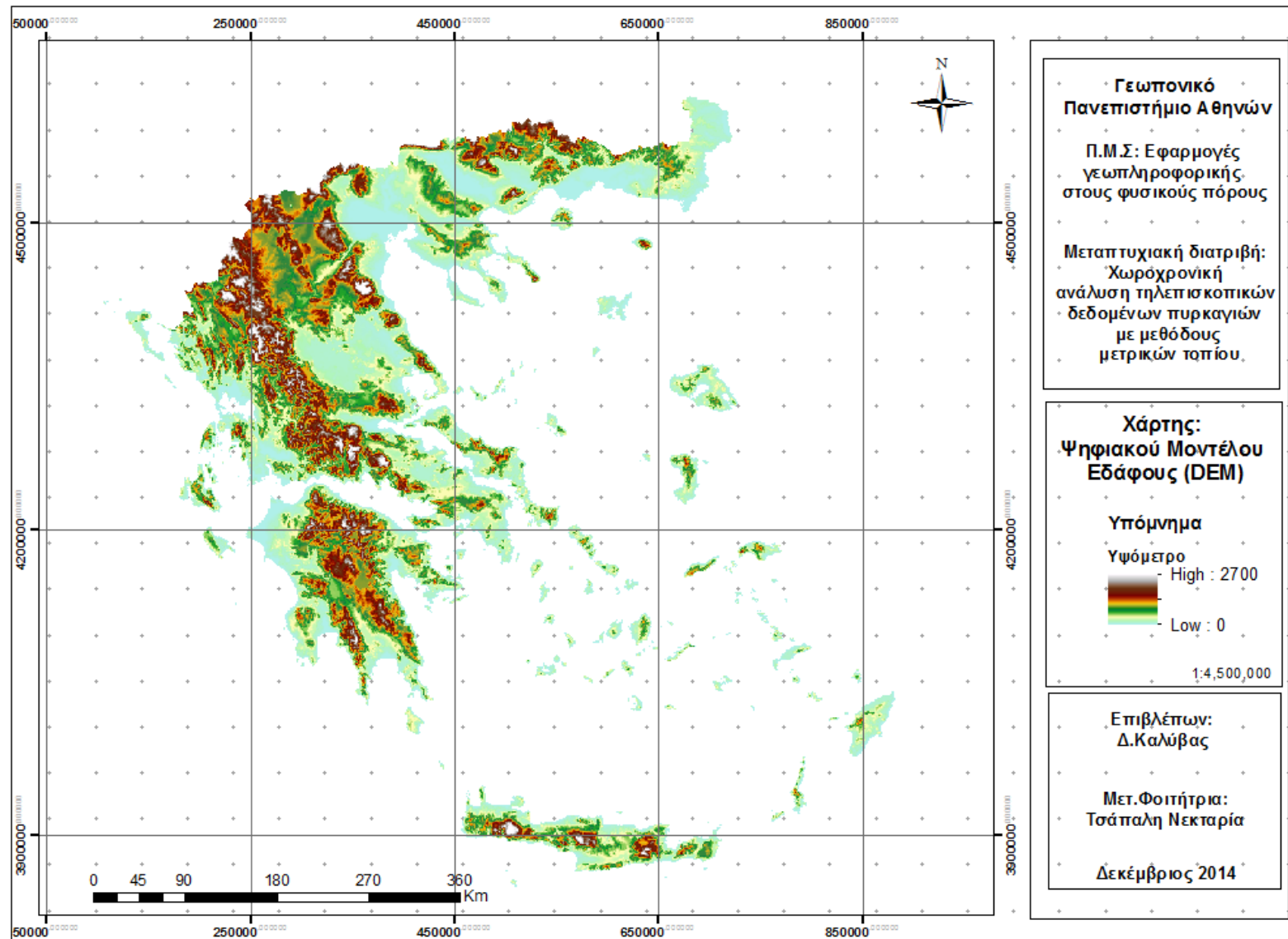
2.4.2.0. Πίνακας Μετρικών δεικτών τοπίου του Patch Analyst.(πηγή: patch analyst 5.1 help, Rempel et al, 2012)

2.5. Τοπογραφικοί παράγοντες

2.5.1 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM

Τα Γ.Σ.Π (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών) επεξεργάζονται δεδομένα εδάφους όπως ισουψείς καμπύλες, υψομετρικά σημεία, δορυφορικές μετρήσεις, μετρήσεις με GPS και μπορούν να παράγουν μια πιστή απεικόνιση του εδάφους και της τοπογραφίας του, ένα ψηφιακό μοντέλο. Το πόσο πιστή θα είναι αυτή η απεικόνιση εξαρτάται από την ακρίβεια των πρωτογενών δεδομένων καθώς και από τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του μοντέλου.

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (digital elevation model – DEM) μπορεί να οριστεί ως ψηφιακή αναπαράσταση της γεωμετρικής μορφής του αναγλύφου (τρισεδιάστατο μοντέλο – three dimensions – 3d). Είναι η ψηφιακή αναπαράσταση του αναγλύφου μέσα από μια συγκεκριμένη κλίμακα ανάλυσης. Ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους έχει γεωμετρικές πληροφορίες και αποδίδει την επιφάνεια του υψηλότερου επιπέδου εδάφους. Αναπαριστά ένα κανονικό πλέγμα υψομετρικών σημείων και αναφέρεται σε έναν επίπεδο κάρναβο (grid) συγκεκριμένης ανάλυσης. Κάθε κελί (φατνίο) του κάρναβου έχει κάποια μέτρηση υψομέτρου και η ποιότητα του DEM μπορεί να επηρεάσει τις μετρήσεις που εξάγονται από αυτό (π.χ. κλίση και έκθεση προσανατολισμός), (Κωνσταντινίδης, 2002). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε DEM για την Ελλάδα με ανάλυση 100 μέτρων.

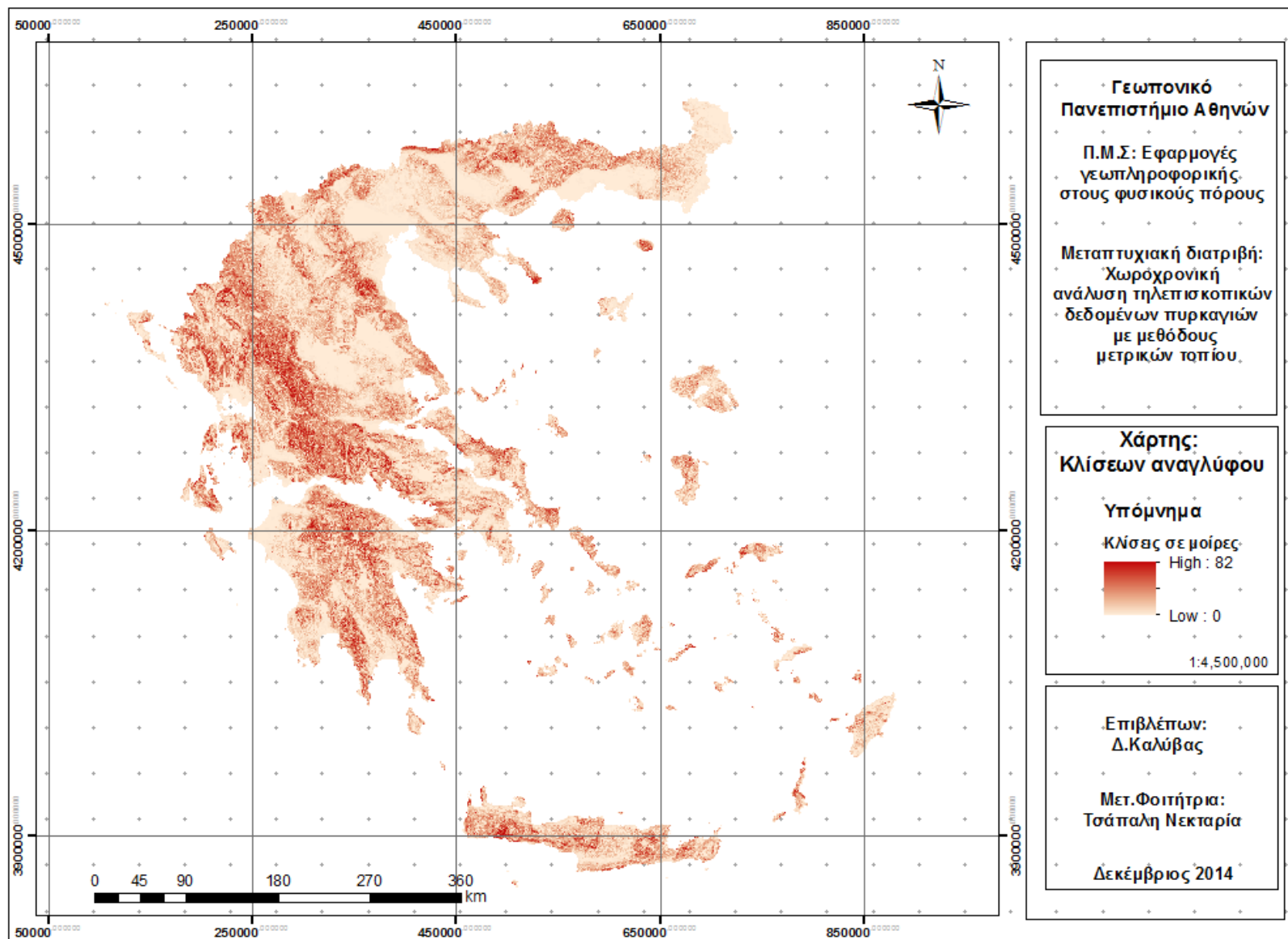


Σχήμα 2.5.1.1. Χάρτης ψηφιακού μοντέλου εδάφους για τον Ελλαδικό χώρο.

2.5.2 Κλίσεις και δημιουργία raster Slope

Η κλίση (slope) είναι μια σημαντική ιδιότητα των εδαφών που επηρεάζει την εξέλιξη της πυρκαγιάς και είναι ένας σημαντικός παράγοντας που εξετάστηκε. Στην Ελλάδα επικρατεί ποικιλομορφία ως προς την κλίση του εδάφους με αρκετές εναλλαγές από ήπια κλίση μέχρι περιοχές με μεγάλη κλίση σε μεγάλα υψόμετρα. Οι δυσπρόσιτες περιοχές ευνοούν την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Με την έννοια δυσπρόσιτες περιοχές εννοούμε απότομες πλαγιές, χαράδρες, γκρεμούς και βραχώδεις περιοχές σε υψόμετρο. Αυτά τα χαρακτηριστικά αφ' ενός μεν είναι δύσκολο να χαρτογραφηθούν και να μετρηθούν αφ' ετέρου η επίδρασή τους στις πυρκαγιές είναι δύσκολο να εκτιμηθεί γιατί επικρατούν και τοπικοί κλιματικοί παράγοντες όπως άνεμοι, θερμοκρασία που επηρεάζουν επίσης την εξέλιξη της πυρκαγιάς.

Το αρχείο με τις κλίσεις του αναγλύφου προέκυψε με την βοήθεια του ψηφιακού μοντέλου εδάφους DEM για την Ελλάδα ανάλυσης 100x100 m. Από μενού ArcGis10 spatial analyst tools → surface → slope δημιουργήθηκε το raster με τις κλίσεις του αναγλύφου σε μοίρες.



Σχήμα 2.5.2.1. Χάρτης κλίσεων (σε μοίρες) για τον Ελλαδικό χώρο.

2.5.3 Προσανατολισμός, Βορινότητα, Ανατολικότητα και δείκτης Τραχύτητας

Ο προσανατολισμός μιας περιοχής είναι παράγοντας του αναγλύφου που επηρεάζει τα χωρικά χαρακτηριστικά της βλάστησης, την σύνθεση και την ευφλεκτότητα και τις τοπικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή. Συνδέεται άμεσα με την ηλιοφάνεια που δέχεται μια περιοχή και με τους επικρατούντες ανέμους. Από το πλεγματοικό επίπεδο του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM) δημιουργήθηκαν:

- Πλεγματοικό επίπεδο με δείκτη Τραχύτητας

Ο δείκτης τραχύτητας (*Slope Aspect Ruggedness Index - (SARI)*) είναι ένας σημαντικός τοπογραφικός μορφολογικός παράγοντας του αναγλύφου ο οποίος συνδυάζει την κλίση με την έκθεση του εδάφους. Με την βοήθεια του χάρτη κλίσεων και του χάρτη έκθεσης του εδάφους, δημιουργήθηκε ένας χάρτης τραχύτητας με κλάσεις διαβαθμισμένες από το λιγότερο ως το περισσότερο τραχύ ανάγλυφο του εδάφους (Bragin et al, 2013).

Υπολογισμός SARI

Σε περιβάλλον Arcgis10 εισήχθη το ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM για την Ελλάδα ανάλυσης 100x100 m και δημιουργήθηκε απ'το menu Spatial analyst→Surface Tools→Aspect το raster με την έκθεση του αναγλύφου σε μοίρες με εύρος τιμών από 0 έως 360°. Εκθέσεις από 0° - 22.5 ° αντιστοιχούν σε βόρειες εκθέσεις, 22.5 ° – 67.5 ° σε βορειοανατολικές κλπ.

■ Flat (-1)
■ North (0-22.5)
■ Northeast (22.5-67.5)
■ East (67.5-112.5)
■ Southeast (112.5-157.5)
■ South (157.5-202.5)
■ Southwest (202.5-247.5)
■ West (247.5-292.5)
■ Northwest (292.5-337.5)
■ North (337.5-360)

Στη συνέχεια το επίπεδο των εκθέσεων χωρίστηκε με την εντολή reclassify σε 8 κλάσεις 1: 0 - 45°, 2: 45 - 90°, 3: 90° - 135°, 4: 135 ° -180 °, 5: 180° -225°, 6: 225° -270°, 7: 270° - 315°, 8: 315° - 360°

Τα slope και aspect προετοιμάστηκαν απ'το μενού spatial analyst→ focal statistics, ορισμός γειτονιάς cicle, radius=3, statistical type= standard deviation (STD), cell και προέκυψαν τα raster αρχεία focal_slope= STDEV_SLOPE, focal_aspect= VARIETY OF ASPECT. Η χρήση της γειτονιάς ως κυκλικού παραθύρου με ακτίνα 3 έγινε για να δημιουργηθεί μια ομαλή συνέχεια της τραχύτητας της επιφάνειας του εδάφους.

Το raster με το δείκτη τραχύτητας slope aspect ruggedness index (SARI) προέκυψε από το μενού Spatial Analyst→Raster Calculator Math Algebra και βασίστηκε στον τύπο της τραχύτητας εδάφους της τροποποιημένης έκδοσης του Nelleman and FRY 1995 (Nielsen et al., 2001 Singh et al., 2009), που δίνεται από την σχέση:

$$SARI = (STDEV_SLOPE) \times (VARIETY\ OF\ ASPECT) / ((STDEV_SLOPE) + (VARIETY\ OF\ ASPECT))$$

Με τα ονόματα των αρχείων raster calculator
 $focal_slope * focal_aspect / (focal_slope + focal_aspect)$

Το παραγόμενο επίπεδο τραχύτητας έχει τιμές από 1 (μικρής τραχύτητας) έως 9 (μεγάλης τραχύτητας. (Bragin et al, 2013).

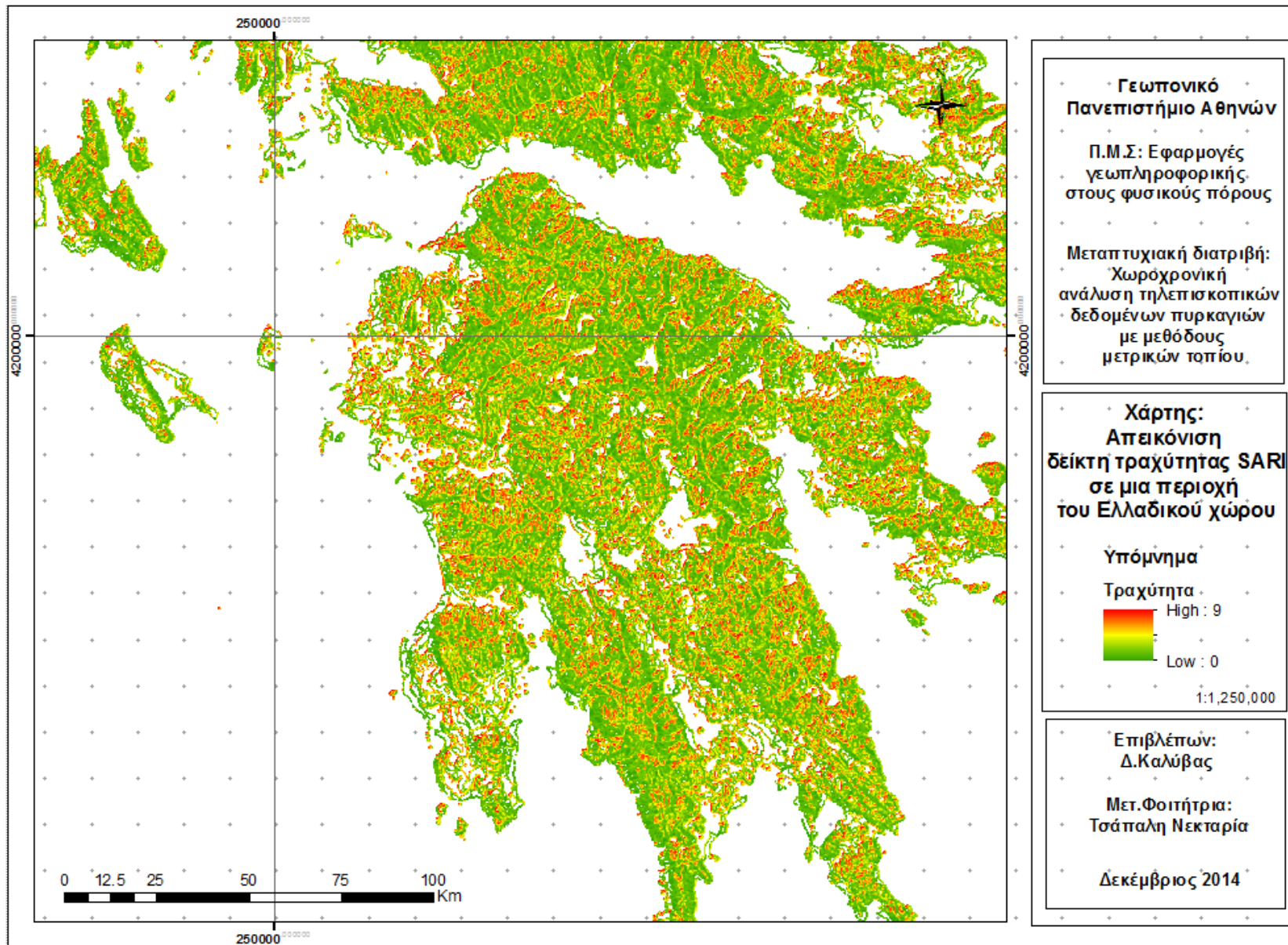
- **Raster Eastness και Northness**

Για να μελετηθεί ο προσανατολισμός ως παράγοντας πυρκαγιάς επιλέχθηκαν να μελετηθούν η ανατολικότητα μιας περιοχής και η βορινότητα. τα raster Northness και Eastness με κατάλληλη επεξεργασία:

$$Northness = \cos(aspect * \pi / 180)$$

$$Eastness = \sin(aspect * \pi / 180)$$

Με τιμές 1 υψηλή τιμή και -1 χαμηλή τιμή



Σχήμα 2.5.3.1. Raster δείκτη τραχύτητας με τιμές από 1 λιγότερο τραχύ μέχρι 9 μέγιστο τραχύ έδαφος.

3. Αποτελέσματα – Συζήτηση

3.1. Landscape Metrics

3.1.1 Μετρικά στο σύνολο του τοπίου με δείκτες έκτασης, πυκνότητας μεγέθους των patches καμένων περιοχών των συστημάτων Effis - Modis για το 2005, 2006, 2007

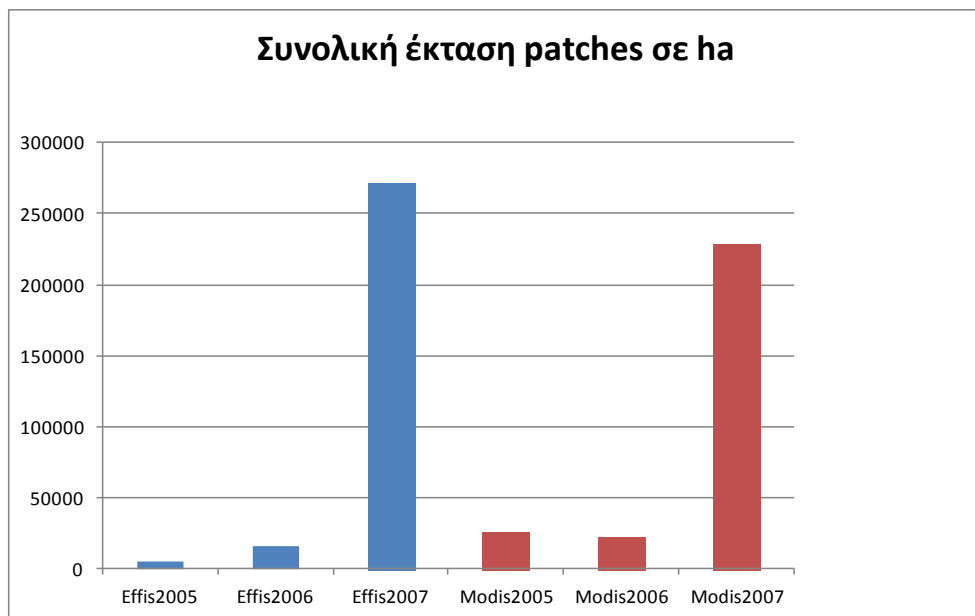
Σύμφωνα με τη χωροχρονική ανάλυση των οντοτήτων των καμένων εκτάσεων επικρατούσας χρήσης σε μορφή raster το σύστημα Effis το 2007 έχει εντοπίσει τις περισσότερες καμένες εκτάσεις σε έκταση 271,584 ha και ακολουθεί ο Modis το 2007 με έκταση 228,591 ha. Τις λιγότερες καμένες εκτάσεις σε έκταση έχει εντοπίσει ο Effis το 2005 με 4,590 ha.

Δείκτες έκτασης & πυκνότητας μεγέθους patches

Σύστημα	TA (ha)	LPI (%)	NP	PD (#/100 ha)	MPS (ha)	PSSD (ha)	PSCV (%)
Effis2005	4590	16.67	15	0.33	306	225.25	73.61
Effis2006	16227	41.82	25	0.15	649.08	1562.53	240.73
Effis2007	271584	16.88	141	0.05	1926.13	6721.91	348.99

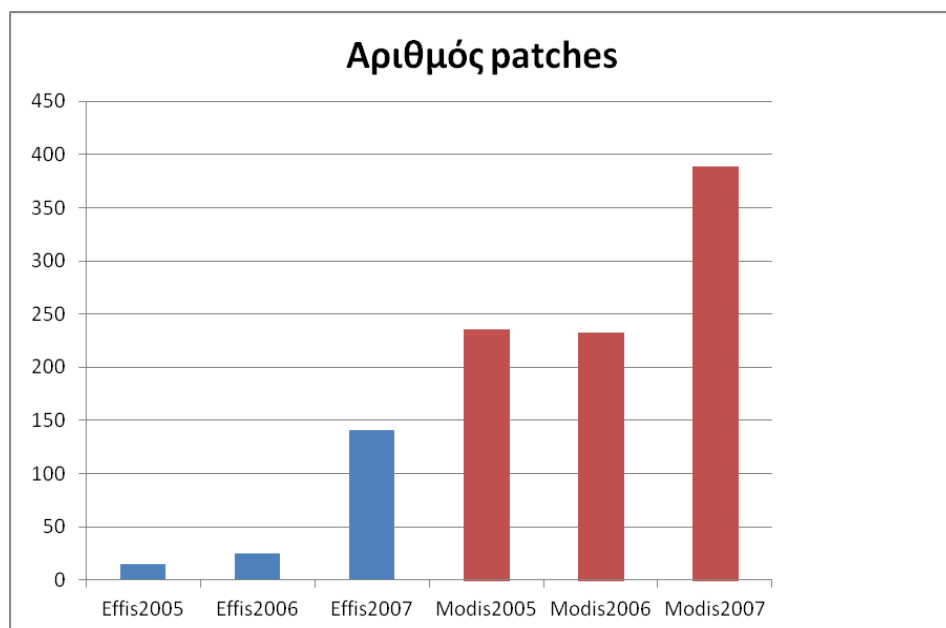
Σύστημα	TA (ha)	LPI (%)	NP	PD (#/100 ha)	MPS (ha)	PSSD (ha)	PSCV (%)
Modis2005	26082	6.56	236	0.9	110.52	205.26	185.73
Modis2006	22608	17.16	233	1.03	97.03	352.71	363.51
Modis2007	228591	18.27	389	0.17	587.64	3401.35	578.82

Πίνακες 3.1.1.1. Δείκτες έκτασης και Πυκνότητας μεγέθους των patches συστήματος Effis - Modis για το 2005, 2006, 2007.



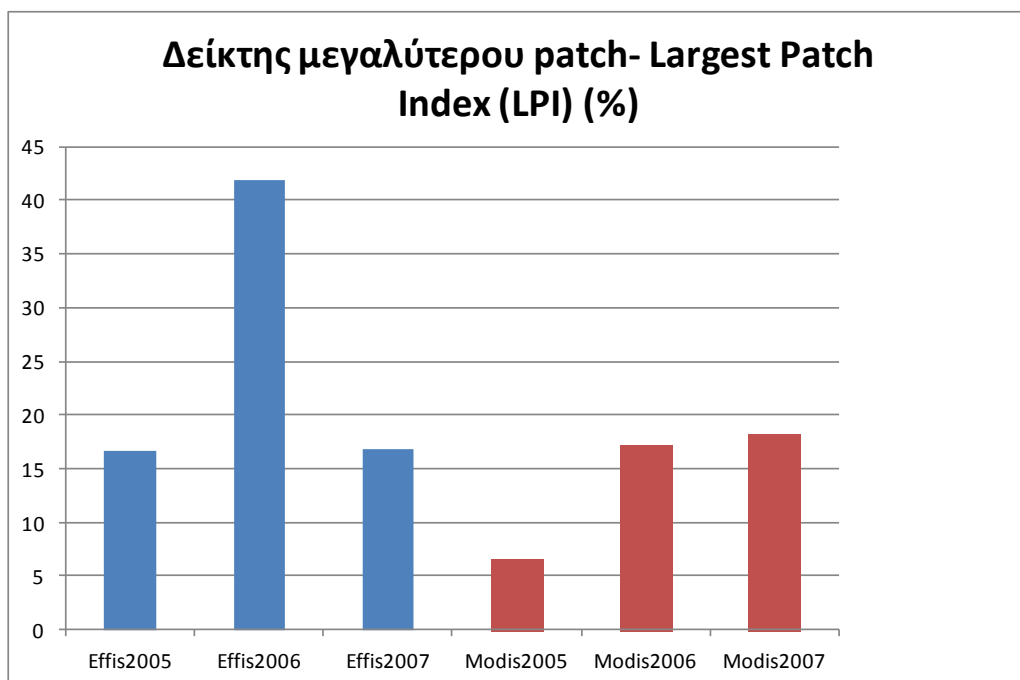
Διάγραμμα 3.1.1.2. EFFIS, MODIS με συνολική έκταση (TA).

Μεγαλύτερο αριθμό patches εμφανίζει κατά πλειοψηφία και για τις τρεις χρονιές το σύστημα Modis με μέγιστο τις καμένες εκτάσεις του 2007. Συγκριτικά ο Effis το 2005, 2006 έχει εντοπίσει ελάχιστες καμένες εκτάσεις σε σχέση με τον Modis και μόνο το 2007 λόγω και των πολλών πυρκαγιών σε όλη την Ελλάδα έχει εντοπίσει αυξημένο αριθμό πυρκαγιών.



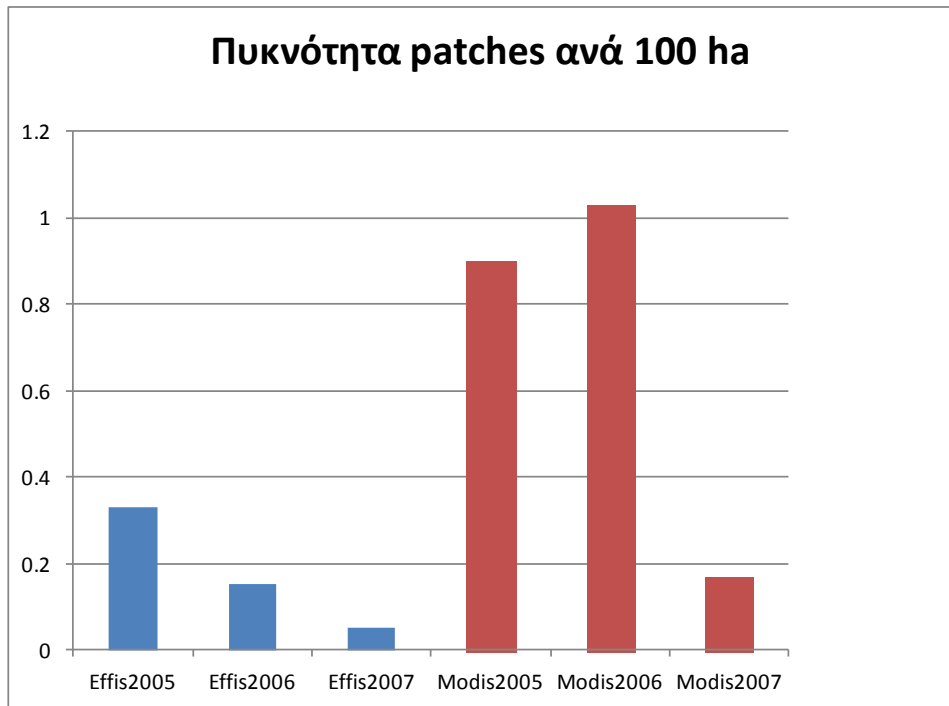
Διάγραμμα 3.1.1.3. EFFIS, MODIS με αριθμό patches (NumP).

Από τις καμένες εκτάσεις του 2006 το 41.82% αποτελείται από το μεγαλύτερο patch. Οι καμένες εκτάσεις του Modis το 2005 έχουν το μικρότερο ποσοστό μεγαλύτερου patch με 6.56% αποτελείται δηλαδή από μικρά patches.



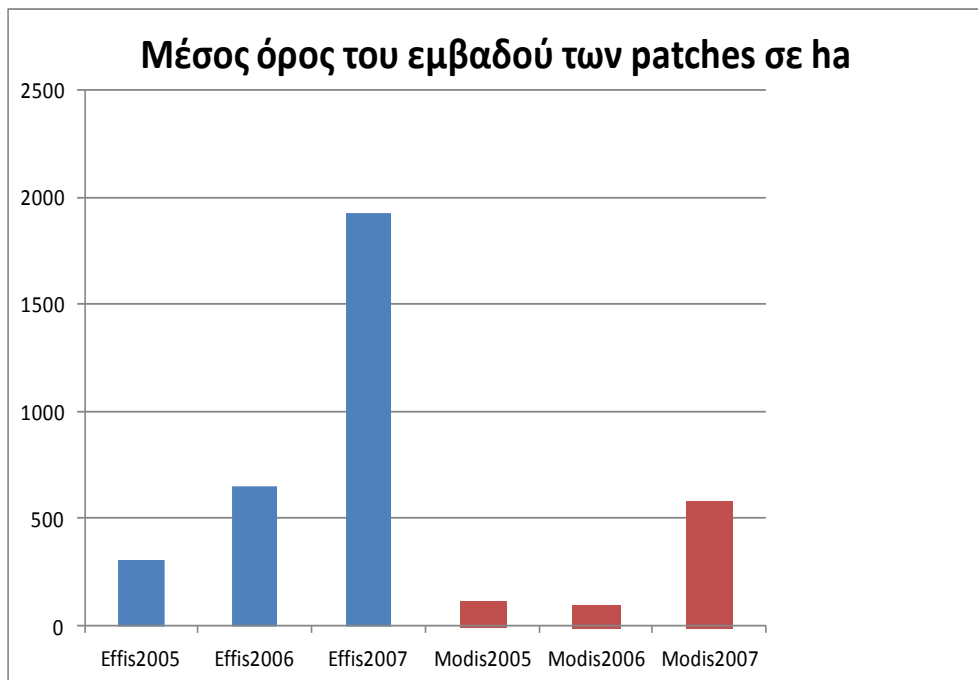
Διάγραμμα 3.1.1.4. EFFIS, MODIS με LPI.

Μικρότερη πυκνότητα patches ανά 100 ha εμφανίζει το σύστημα Effis το 2007 με 0.05 ανά 100 ha γιατί η αναλογία αριθμών patches 141 προς την έκταση του τοπίου 271584 ha είναι μικρή και ερμηνεύεται και με το μέσο όρο εμβαδού κλάσης 1926.13 ha. Δηλαδή το 2007 το σύστημα Effis εντόπισε λίγα και μεγάλα σε εμβαδόν patches καμένων εκτάσεων. Αντίθετα μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζει το Modis του 2006 με τιμή 1.03 ha γιατί έχουμε μεγάλο κατακερματισμό 233 patches μικρό εμβαδόν στο τοπίο 22,608 ha και μικρού εμβαδού patches 97.03 ha.



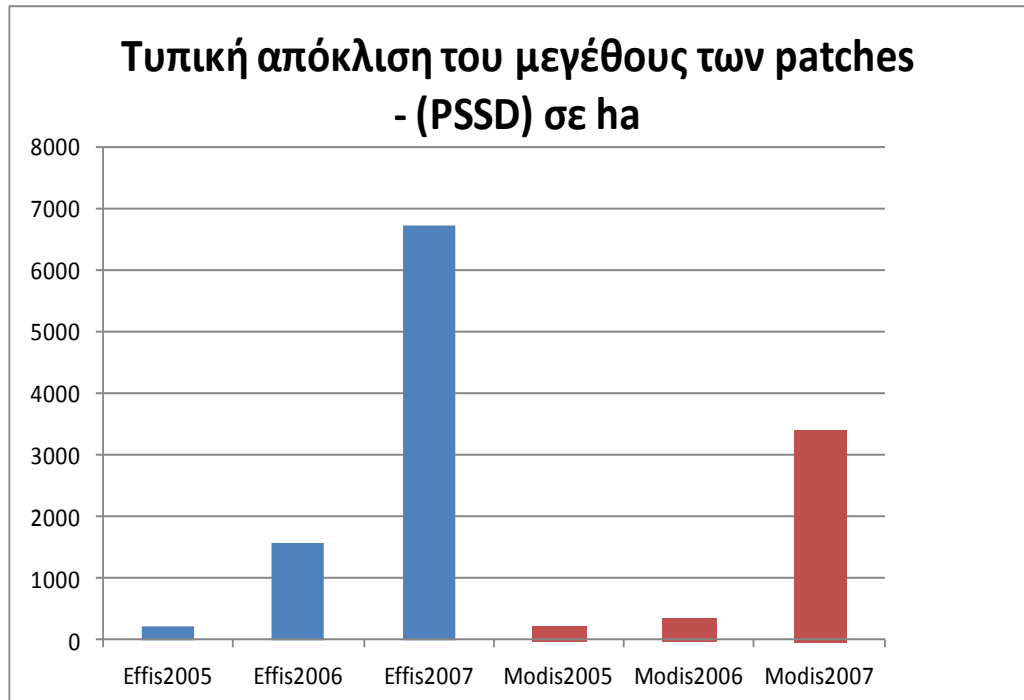
Διάγραμμα 3.1.1.5. EFFIS, MODIS με PD.

Ο MPS μέσος εμβαδού patches εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των patches με τα οποία διαιρείται το συνολικό εμβαδό του τοπίου. Μεγαλύτερο μέσο όρο εμβαδού patches καμένων εκτάσεων έχει καταγράψει το σύστημα Effis και για τις τρεις χρονιές με μεγαλύτερη το 2007 με 1926.13 ha.



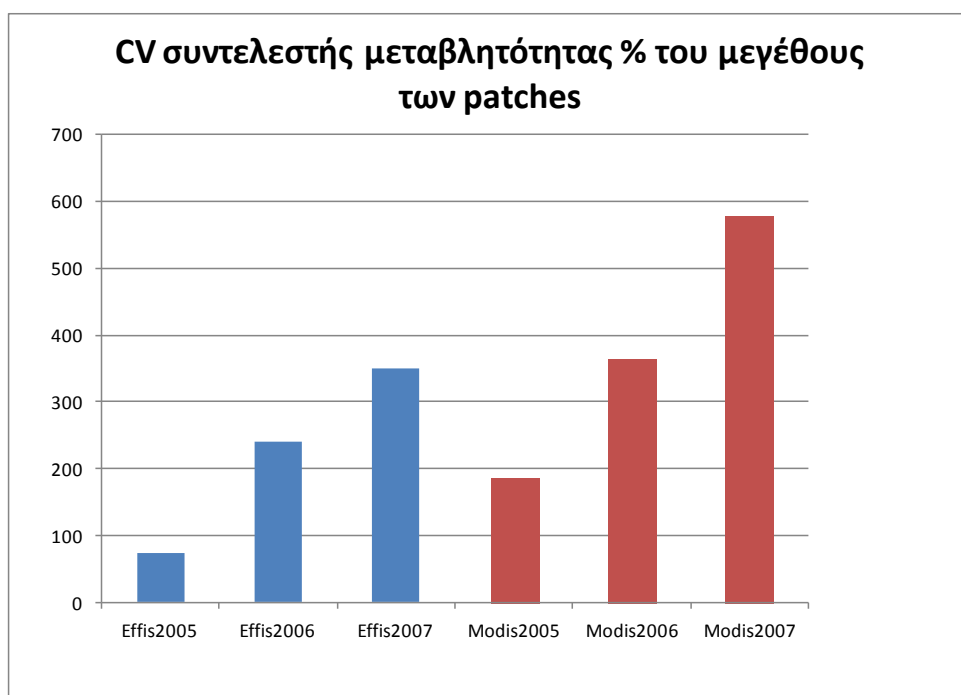
Διάγραμμα 3.1.1.6. EFFIS, MODIS με MPS.

Η τυπική απόκλιση ερμηνεύεται με το μέσο όρο και έχει την έννοια της διαφοράς μεγέθους ανάμεσα στα patches. Μεγαλύτερη τυπική απόκλιση εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 για το σύστημα Effis και ακολουθεί το σύστημα Modis.



Διάγραμμα 3.1.1.7. EFFIS, MODIS με PSSD.

Μεγαλύτερη παραλλακτικότητα τιμών με τιμή PSCV% = 578.82 εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του Modis 2007. Γιατί ο αριθμός patches 389 δείχνει μεγάλη ποικιλομορφία δηλαδή πόσο παραλλάσουν οι τιμές ως προς το μέσο όρο εμβαδού patch. Γενικά πάντως η τάση του συντελεστή μεταβλητότητας % ως προς το μέγεθος του patch είναι αυξητική για τις τρεις χρονιές και για τα τρία συστήματα με μεγαλύτερες τιμές αυτές της παραλλακτικότητας μεγέθους των patches του Modis.



Διάγραμμα 3.1.1.8. EFFIS, MODIS με CV%.

3.1.2 Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες ακμών - σχήματος των patches Effis - Modis για 2005, 2006, 2007

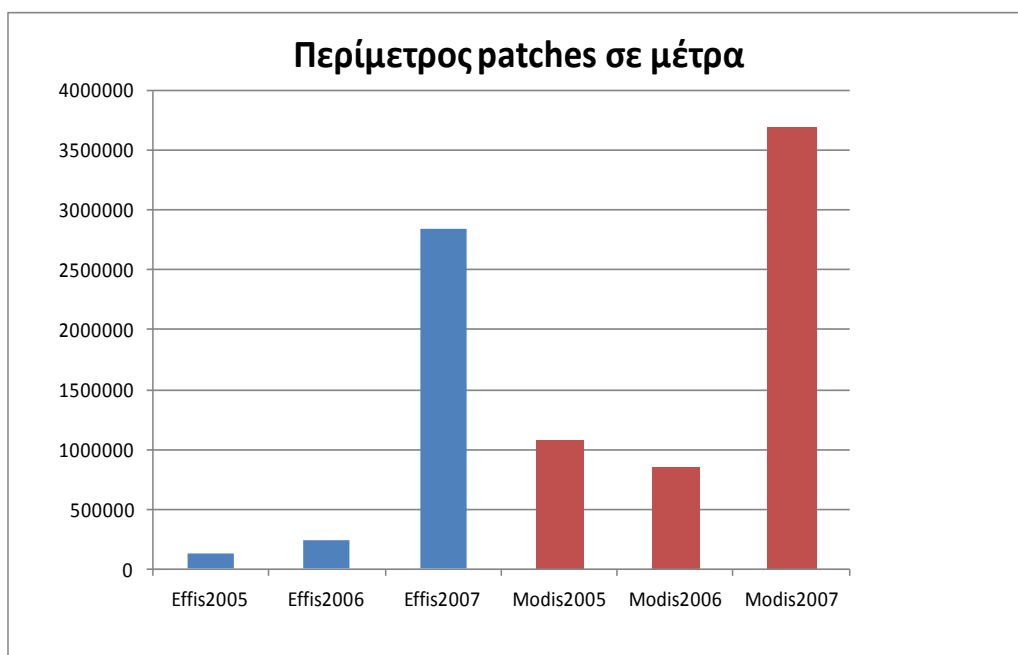
Δείκτες ακμών & σχήματος

Σύστημα	TE (m)	ED (m/ha)	LSI	MSI	AWMSI	DFLD	MPFD	AWMPFD
Effis2005	133200	29.02	4.92	1.31	1.39	1.29	1.04	1.04
Effis2006	248400	15.31	4.87	1.26	1.6	1.17	1.03	1.05
Effis2007	2845800	10.48	13.7	1.48	2.49	1.25	1.05	1.09

Σύστημα	TE (m)	ED (m/ha)	LSI	MSI	AWMSI	DFLD	MPFD	AWMPFD
Modis2005	1068600	40.97	16.5	1.19	1.61	1.27	1.02	1.05
Modis2006	854400	37.79	14.2	1.12	1.75	1.24	1.01	1.06
Modis2007	3684000	16.12	19.3	1.26	2.74	1.26	1.03	1.1

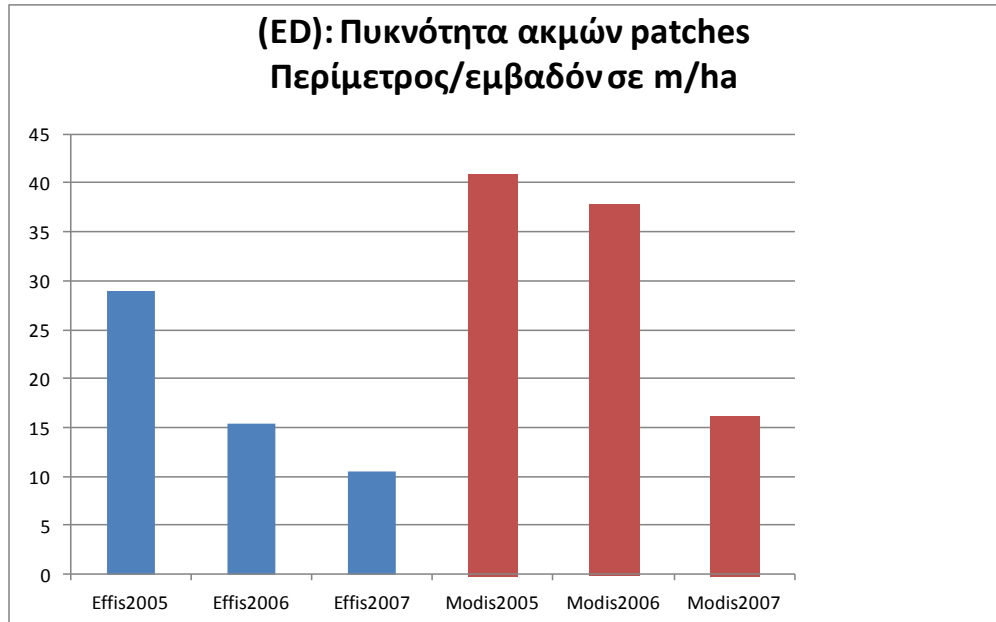
Πίνακες 3.1.2.1. Δείκτες ακμών & σχήματος.

Μεγαλύτερη περίμετρο TE και για τις τρεις χρονιές εμφανίζουν τα patches καμένων εκτάσεων του συστήματος Modis. Το 2007 μόνο ο EFFIS εντόπισε patches με μεγάλη περίμετρο.



Διάγραμμα 3.1.2.2. EFFIS, MODIS με TE.

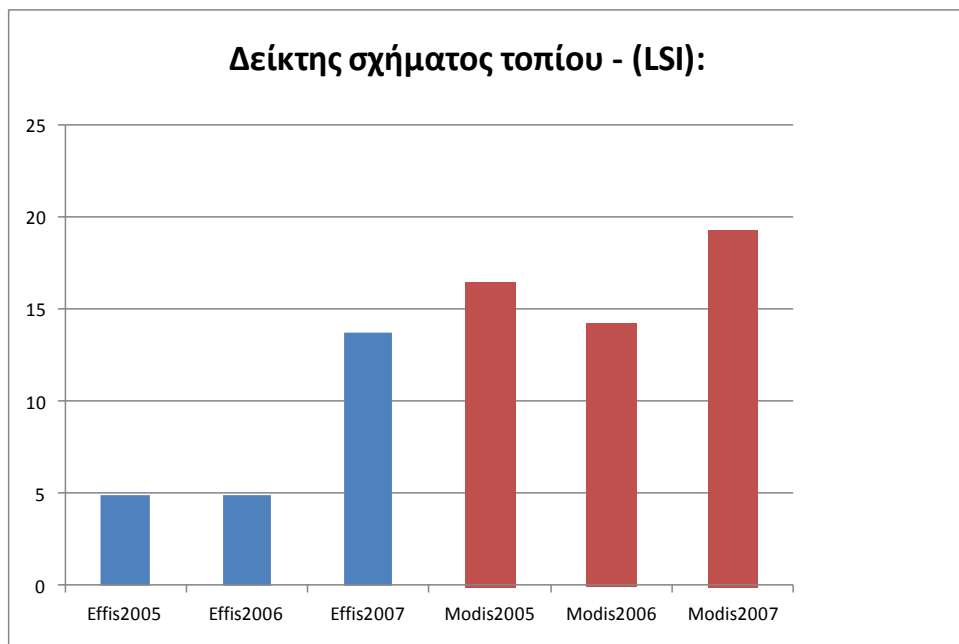
Μεγαλύτερη πυκνότητα ακμών edge εμφανίζουν τα patches καμένων εκτάσεων του συστήματος Modis με μεγαλύτερες τιμές και για τις τρεις χρονιές.



Διάγραμμα 3.1.2.3. EFFIS, MODIS με ED.

Μέγιστη τιμή ED= 40.97 m/ha εμφανίζουν τα patches του συστήματος Modis το 2005 γιατί έχουν αυξημένη περίμετρο TE=1,068,600 σε ha και μικρό εμβαδό 26,082. Η πυκνότητα ακμής εξαρτάται από την ανάλυση των συγκρινόμενων raster όταν έγινε η μετατροπή τους σε raster, η ανάλυση ορίστηκε στα 300 μέτρα cell size για όλα τα ψηφιδωτά επίπεδα με τις καμένες εκτάσεις Effis, Modis για να μην έχουμε απώλεια patches.

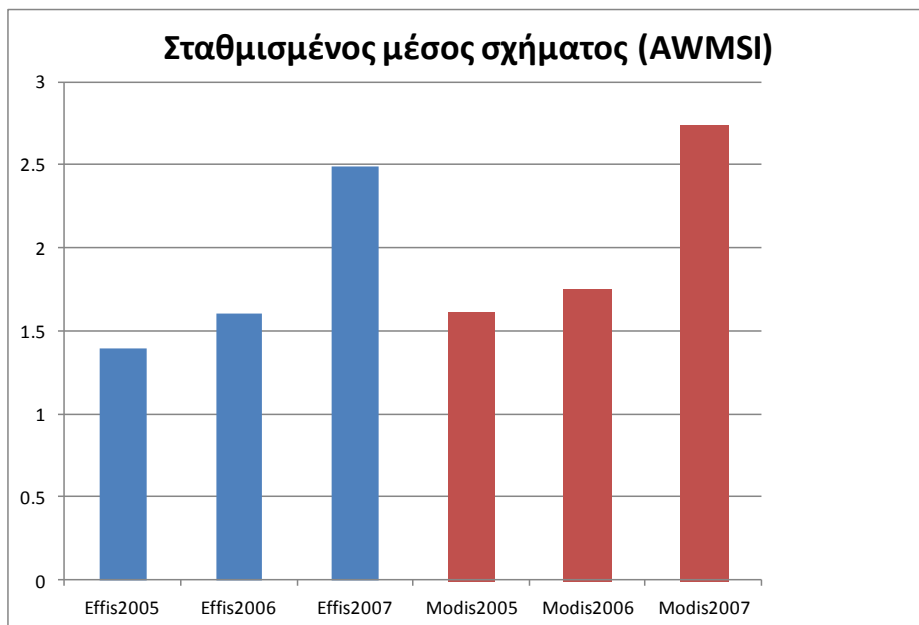
Ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI μετράει την πολυπλοκότητα του σχήματος βάσει του μέσου όρου των χαρακτηριστικών των patches το ποσό της περιμέτρου που αντιστοιχεί στο τοπίο αναφορικά με την παρουσία ενός τετράγωνου σχήματος (για raster images) στο τοπίο. Για τις τρεις χρονιές μεγαλύτερες τιμές εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του συστήματος Modis. Οι χαμηλές τιμές του Effis για το 2005, 2006 εμφανίζουν χαμηλή ποικιλομορφία πιο κανονική κατανομή στο σχήμα των patches. Το 2007 είναι η μόνη χρονιά του EFFIS που εμφανίζει υψηλές τιμές στο δείκτη τοπίου αντίστοιχα μεγάλο με τις τιμές του Modis του οποίου τα patches εμφανίζουν μεγάλη ποικιλομορφία.



Διάγραμμα 3.1.2.4. EFFIS, MODIS με LSI.

Ο μέσος δείκτης σχήματος Mean shape index εμφανίζεται μεγαλύτερος και για τις τρεις χρονιές καμένων εκτάσεων του EFFIS με μέγιστη τιμή πολυπλοκότητας 1,48 αυτή του 2007. Μετράει το μέσο όρο του σχήματος των patches εξαρτώμενος από την αναλογία περιμέτρου / εμβαδού τους στο τοπίο και είναι μεγαλύτερος του 1 γιατί τα σχήματα των patches ομοιάζουν με τετράγωνα λόγω της μετατροπής σε raster.

Ο σταθμισμένος μέσος δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches και είναι μεγαλύτερες οι τιμές του από τον μη ζυγισμένο MSI γιατί τα μεγαλύτερα patches έχουν πιο ακανόνιστη μορφή στο σχήμα. Μεγαλύτερο μέσο δείκτη σχήματος AWMSI εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του Effis 2007 με τιμή 2.49 και της ίδιας χρονιάς του συστήματος Modis με τιμή 2.74.



Διάγραμμα 3.1.2.5. EFFIS, MODIS με AWMSI.

Γενικά οι τιμές των δυο συστημάτων Modis, Effis δεν εμφανίζουν ακραίες διαφορές ως προς το γεωμετρικό σχήμα τους. Σαφώς πάντως με μικρή διαφορά οι τιμές του Modis για τις τρεις χρονιές είναι αυξημένες σε σχέση με το Effis. Δείκτης κλασματικής διάστασης της χωροψηφίδας (DLFD) double log fractal dimension οι τιμές είναι κοντινές και για τις τρεις χρονιές 2005, 2006, 2007. Ο μέσος δείκτης σχήματος λαβαίνει υπόψη το μέσο όρο δείκτης κλασματικής διάστασης των patches και είναι τα αποτελέσματα κοντά στο 1 απλές δομές ως προς το σχήμα της fractal dimension. Ο σταθμισμένος μέσος όρος σχήματος λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches οι τιμές είναι κοντά στο 1 και για τα δυο συστήματα.

3.1.3 Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες γειτνίασης των patches Effis - Modis για 1^ο, 2^ο, 3^ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine

Από την ανάλυση των μετρικών γειτνίασης σε επίπεδο τοπίου για την κλάση της επικρατούσας χρήσης απορρέει το συμπέρασμα ότι μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches του συστήματος EFFIS και για τα τρία επίπεδα ανάλυσης κατά corine. Η τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα σε συνδυασμό με την μέση κοντινότερη τιμή μας δίνει ένα βαθμό της ετερογένειας του τοπίου και για τα δυο συστήματα. Ποιο ετερογενή είναι τα patches του συστήματος Modis με μεγαλύτερες τιμές τυπικής απόκλισης απόστασης κοντινότερου patch σε σχέση με τη μέση τιμή γειτονικού patch και μεγάλες τιμές συντελεστή παραλλακτικότητας. Μεγαλύτερη παραλλακτικότητα τιμών ως προς τη μέση κοντινότερη απόσταση εμφανίζουν τα patches του Modis το 2005. Οι τιμές τυπικής απόκλισης απόστασης κοντινότερου patch σε συνδυασμό με την μέση κοντινότερη τιμή υποδηλώνουν καλή κατανομή και πιο ομοιόμορφα κατανεμημένο τοπίο στα patches του Effis.

Ο Nearest - neighbor coefficient of variation (NNCV) δεν μπορεί να ερμηνευθεί μόνος του γιατί πρέπει να είναι γνωστός ο αριθμός των patches η πυκνότητα τους ή και η απόσταση κοντινότερου γείτονα. Ο μέσος δείκτης εγγύτητας MPI (Mean proximity index) είναι σημαντικός γιατί δείχνει το βαθμό απομόνωσης και τον κατακερματισμό των patches. Εδώ μικρό δείκτη MPI εμφανίζουν τα patches του EFFIS το 2005 με την μεγαλύτερη απομόνωση στο τοπίο. Μεγαλύτερο δείκτη και μικρή απόσταση patches εμφανίζουν τα patches του Modis 2007 κατακερματισμός στο τοπίο και τα patches του Effis 2007.

Ο δείκτης PR δείχνει τον αριθμό των κλάσεων την ποικιλία των κλάσεων των patches. Μεγαλύτερη ποικιλομορφία εμφανίζουν τα patches του συστήματος Modis.

Δείκτες γειτνίασης

1ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Effis2005	97613.4	129870.17	133.05	0.8	2	0.04
Effis2006	41793.2	51918	124.23	0.44	2	0.01
Effis2007	21749.6	28927.31	133	16.28	2	0

1ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Modis2005	15641.5	66683.12	426.32	4.66	3	0.01
Modis2006	10914.2	33881.88	310.44	4.91	3	0.01
Modis2007	9199.3	18364.45	199.63	14.46	4	0

2ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Effis2005	69375.1	61188.23	88.2	0.1	5	0.11
Effis2006	54770.2	62732.67	114.54	0.16	3	0.02
Effis2007	25960	31897.82	122.87	16.05	7	0

2ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Modis2005	25493.5	89115.8	349.56	4.59	8	0.03
Modis2006	15525.7	39303.95	253.15	4.87	7	0.03
Modis2007	14615.2	34018.07	232.76	11.21	9	0

3ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Effis2005	132179.4	89491.15	67.7	0.1	7	0.15
Effis2006	91595.8	95757.55	104.54	0.03	7	0.04
Effis2007	48013.6	72153.47	150.28	15.8	13	0

3ο επίπεδο	MNN (m)	NNSD (m)	NNCV (%)	MPI	PR	PRD (#/100 ha)
Modis2005	24431.9	77160.22	315.82	4.38	14	0.05
Modis2006	20787.8	50195.89	241.47	4.78	14	0.06
Modis2007	20131.1	41342.92	205.37	8.18	16	0.01

Πίνακες 3.1.3.1. Δείκτες γειτνίασης των patches Effis - Modis στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) για 1^ο, 2^ο 3^ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine.

3.1.4 Μετρικά στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) με δείκτες ποικιλομορφίας των patches Effis - Modis για 1ο, 2ο, 3ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine

Η ποικιλομορφία εξαρτάται από δυο δομικά στοιχεία την πληρότητα (richness) και την κατανομή (evenness). Η ποικιλία παρουσίας ειδών patches είναι το richness και η πληρότητα είναι το evenness με την κατανομή της περιοχής ανάμεσα στα διαφορετικά είδη patches. Ο δείκτης SHDI Shannon είναι πιο ευαίσθητος στην πληρότητα. Ο δείκτης SIDI Simpson's δεν επηρεάζεται τόσο από την πληρότητα των patches όσο από την πιθανότητα οι τυχαίες επιλεγμένες τιμές να είναι διαφορετικού τύπου εκφράζει μεγαλύτερη ποικιλομορφία. Στο τοπίο ανά επίπεδο ανάλυσης επηρεάζεται και ο δείκτης Shannon στο 3^ο επίπεδο ανάλυσης κατά corine είναι και μεγαλύτερες οι τιμές του και για τα δυο συστήματα. Η κατανομή της περιοχής εκφράζεται με τους δείκτες (SHEI Shannon evenness index) και (SIEI Simpson's evenness index) και modified τιμές MSIEI. Μεγαλύτερες τιμές εκφράζουν και μεγαλύτερη ποικιλομορφία στο τοπίο και όσο αυτές πλησιάζουν το 1 η παρατηρούμενη ποικιλομορφία στο τοπίο προσεγγίζει το βαθμό πολύ καλής κατανομής.

Ο δείκτης contagion δείκτης συνεκτικότητας μετράει την χωρική κατανομή των patches μέσα σε ένα raster και αναφέρεται στη γειννίαση των pixels μέσα στο raster και όχι στα patches. Όταν τα patches είναι καλά διασκορπισμένα (ισοκατανεμημένα) στο τοπίο τότε θα έχουν και χαμηλές τιμές contagion. Υψηλές τιμές contagion υποδηλώνουν την παρουσία μεγάλων patches με συνεχείς τιμές γιατί έχουν μια πλειάδα εσωτερικών pixels με γειννίαση μεταξύ τους. Στο τοπίο οι καμένες εκτάσεις του 2007 εμφανίζουν μεγαλύτερο δείκτη contagion και μικρότερο αυτές του 2005.

Δείκτες ποικιλομορφίας

1ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Effis2005	0.69	0.5	0.69	0.99	0.99	0.99	50.27
Effis2006	0.09	0.04	0.04	0.13	0.07	0.05	93.41
Effis2007	0.69	0.49	0.68	0.99	0.98	0.98	50.56

1ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Modis2005	0.41	0.24	0.27	0.37	0.36	0.25	81.4
Modis2006	0.6	0.41	0.53	0.55	0.61	0.48	72.47
Modis2007	0.7	0.5	0.69	0.51	0.66	0.5	74.76

2ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Effis2005	1.32	0.69	1.17	0.82	0.86	0.73	59.01
Effis2006	0.77	0.52	0.73	0.7	0.77	0.66	64.95
Effis2007	0.99	0.57	0.84	0.51	0.67	0.43	74.46

2ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Modis2005	1.09	0.57	0.84	0.53	0.65	0.4	73.77
Modis2006	0.86	0.46	0.62	0.44	0.54	0.32	78.21
Modis2007	1.11	0.63	1	0.51	0.71	0.46	74.66

3ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Effis2005	1.67	0.79	1.57	0.86	0.92	0.8	57.21
Effis2006	1.2	0.64	1.03	0.62	0.75	0.53	69.21
Effis2007	1.33	0.64	1.01	0.52	0.69	0.39	74.07

3ο επίπεδο	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI	CONTAG (%)
Modis2005	1.75	0.75	1.39	0.66	0.81	0.53	66.85
Modis2006	1.42	0.64	1.02	0.54	0.69	0.39	73.34
Modis2007	1.75	0.78	1.52	0.63	0.83	0.55	68.5

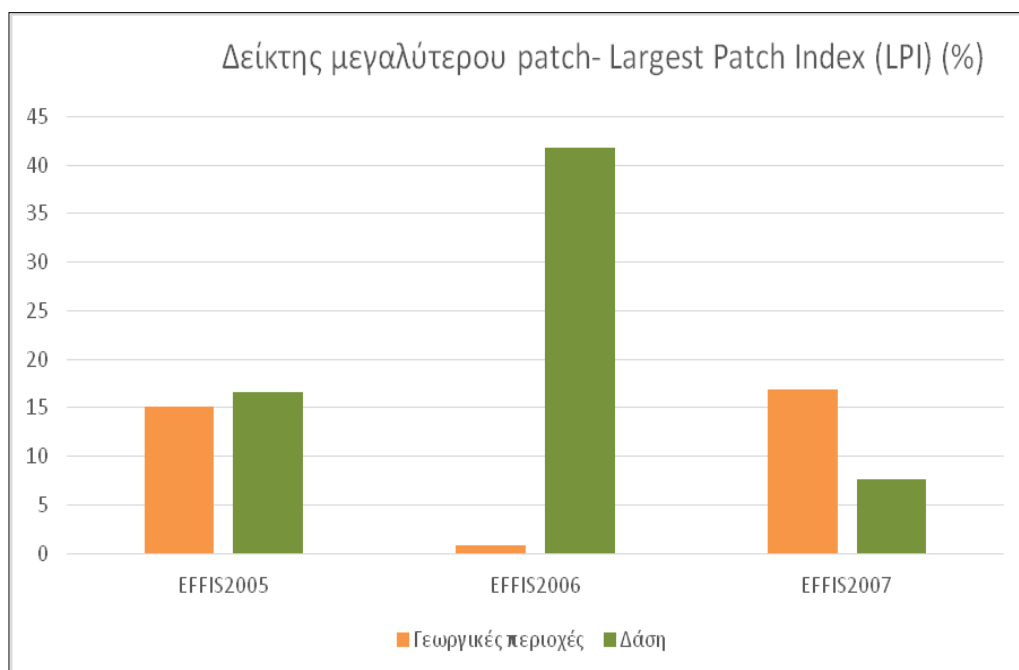
Πίνακες 3.1.4.1 με δείκτες ποικιλομορφίας των patches Effis - Modis στο σύνολο του τοπίου (Landscape metrics) για 1^ο, 2^ο, 3^ο επίπεδο ανάλυσης κατά Corine

3.2 Class metrics

3.2.1 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 1^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Effis

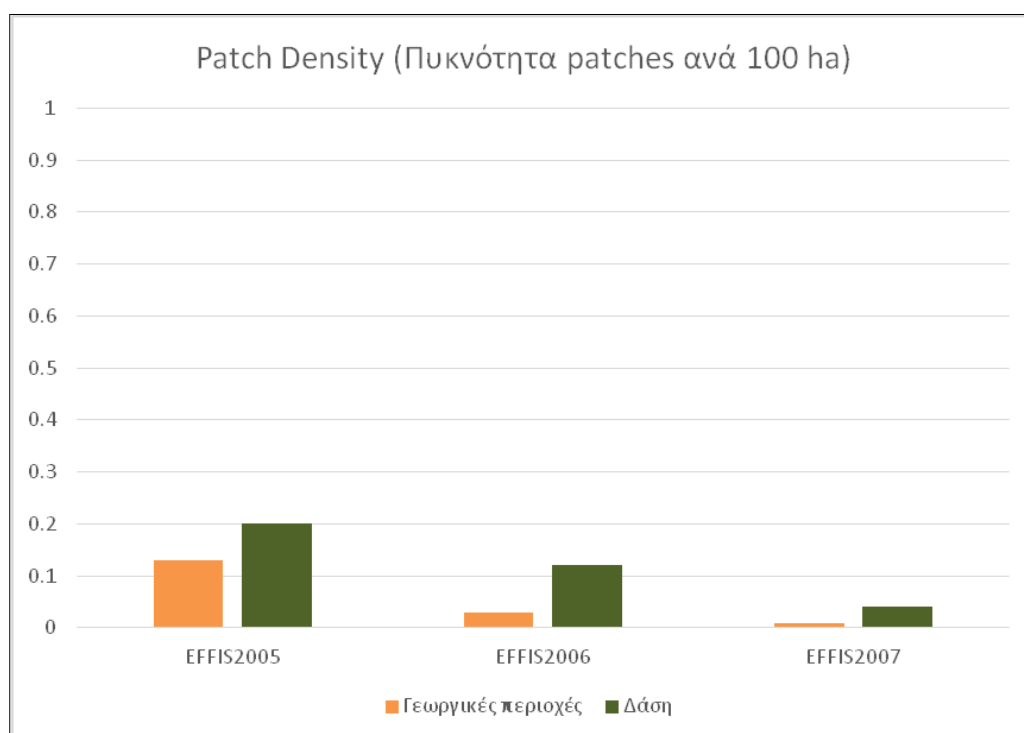
Οι κατηγορίες καμένων εκτάσεων του Effis με επικρατούσα χρήση μεγαλύτερου εμβαδού είναι οι γεωργικές περιοχές και οι δασικές ημιφυσικές περιοχές για τα έτη 2005, 2006, 2007. Οι λιγότερες καμένες εκτάσεις εντοπίστηκαν το 2005 με 4590 ha στο τοπίο, ακολουθεί το 2006 και 2007. Οι περισσότερες καμένες εκτάσεις σε δάση που εντόπισε το σύστημα Effis έγιναν το 2007 που εμφανίζουν και μεγαλύτερο κατακερματισμό. Γιατί η κλάση των δασών 118872 ha καλύπτει το 43.77% του συνόλου του τοπίου των 271,584 ha από αυτά μόνο το 7.62% της κλάσης (LPI=7.62) αποτελείται από το μεγαλύτερο patch το υπόλοιπο 36.15% έχει μικρού μεγέθους patches και πολλά σε αριθμό 116.



Διάγραμμα 3.2.1.1. EFFIS patch classes με LPI.

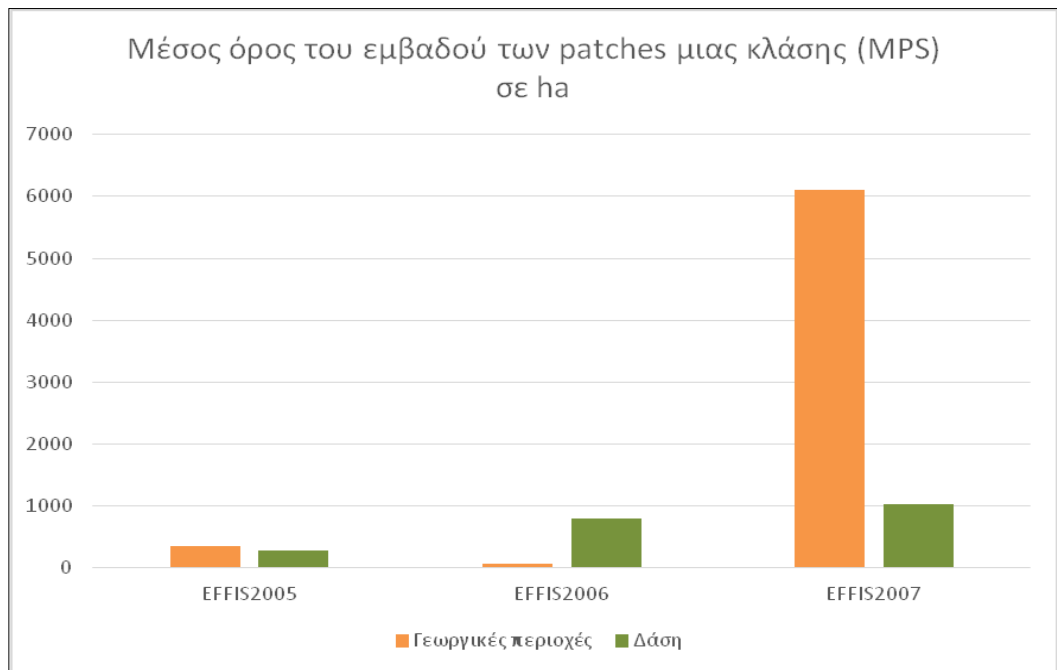
Τα δάση το 2006 με 15,930 ha είχαν και το μεγαλύτερο ποσοστό 98% στο τοπίο 16227 ha από αυτά το 41.82% της έκτασης της κλάσης αποτελείται από το μεγαλύτερο patch της κλάσης το υπόλοιπο 60% από μικρότερα patches.

Η πυκνότητα των patches PD ανά 100 ha είναι μεγάλη το 2005 για τα δάση PD = 0.2 με 9 patches προς 4,590 ha και για τις γεωργικές περιοχές με PD = 0.13 γιατί ο αριθμός των patches της κλάσης είναι 6 προς 4,590 ha.

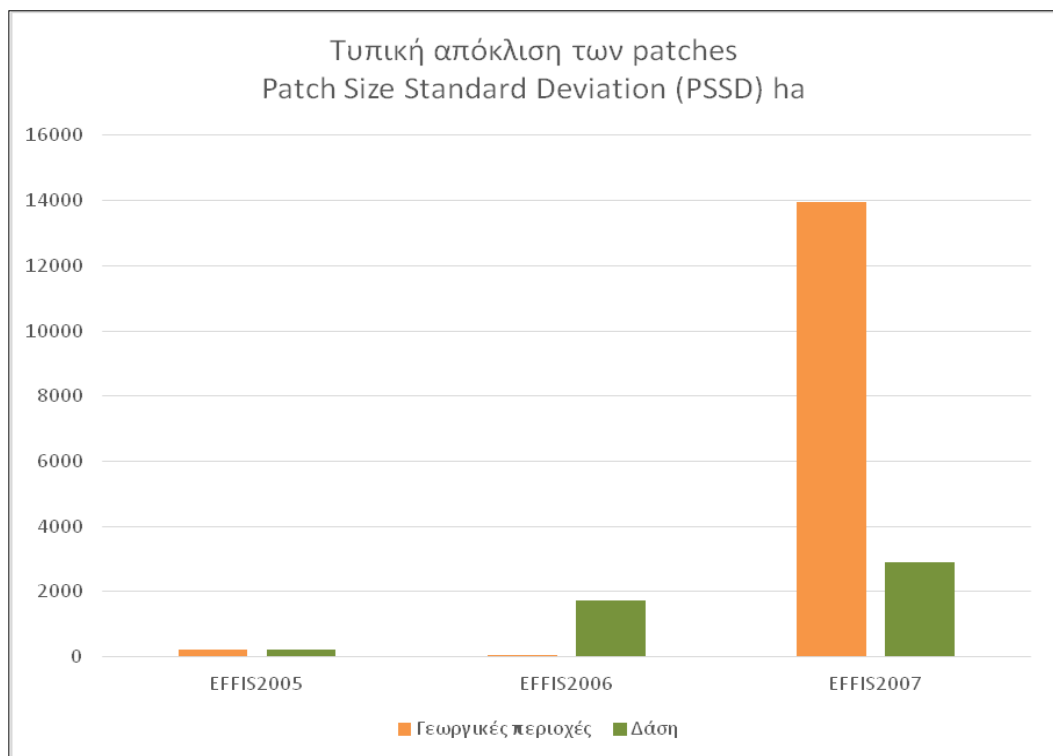


Διάγραμμα 3.2.1.2. EFFIS patch classes με PD.

Ο μέσος όρος του εμβαδού κλάσης MPS είναι μεγάλος το 2007 για τις γεωργικές περιοχές 6,108 ha γιατί έχουμε μεγάλο εμβαδό για αυτή τη κλάση και λίγα patches. Το ίδιο ισχύει για την τυπική απόκλιση της κλάσης των γεωργικών περιοχών που έχουν μεγάλη τιμή 13,940 ha.

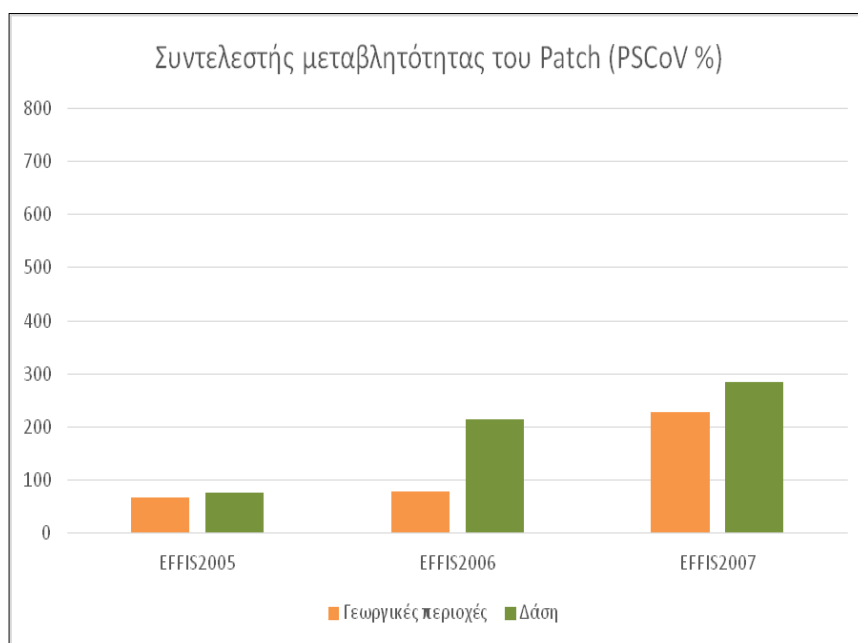


Διάγραμμα 3.2.1.3. EFFIS patch classes με MPS.

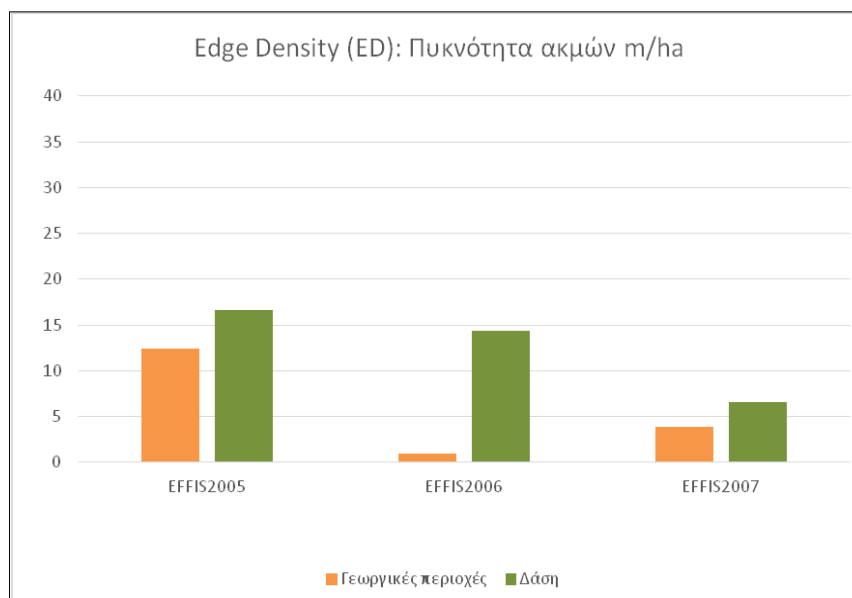


Διάγραμμα 3.2.1.4. EFFIS patch classes με PSSD.

Ο συντελεστής μεταβλητότητας PSCoV είναι μεγαλύτερος το 2007 σε σχέση με το 2005, 2006 γιατί έχουμε μεγαλύτερη μέση τιμή και τυπική απόκλιση τόσο για τα δάση αλλά και για τις γεωργικές περιοχές.

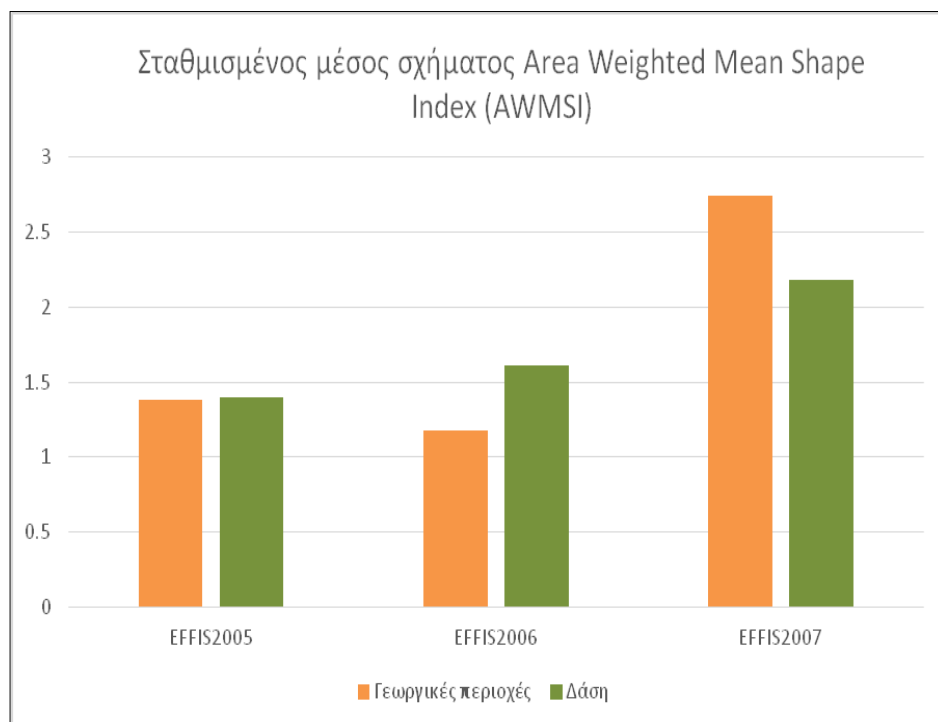


Διάγραμμα 3.2.1.5. EFFIS patch classes με PSCOV %.



Διάγραμμα 3.2.1.6. EFFIS patch classes με ED.

Η μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής το 2006 $ED = 14.31 \text{ m/ha}$ παρουσιάζεται για τα δάση, το 2005 $ED = 16.6 \text{ m/ha}$ γιατί έχουμε μεγάλη περίμετρο για αυτές. Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές μεγαλύτερο δείκτη εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 $LSI = 13.65$ γιατί έχουν μεγαλύτερη αναλογία περιμέτρου εμβαδού για το τοπίο από αυτές του 2005 με τιμή $LSI = 4.92$ και το 2006 με $LSI = 4.87$. Οι χαμηλές τιμές LSI δείχνουν πιο κανονική κατανομή των patches για το 2005, 2006. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα έχουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 συγκεκριμένα με 1.55 οι γεωργικές περιοχές. Πιο απλή ως προς το σχήμα με τιμή κοντά στο 1.11 είναι οι γεωργικές περιοχές καμένων περιοχών του 2006. Ο σταθμισμένος μέσος δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches όπου μεγαλύτερα patches ζυγίζουν περισσότερο εδώ πιο μεγάλη τιμή εμφανίζουν οι τιμές του 2007 με μεγαλύτερο μέγεθος και εμβαδό και συγκεκριμένα οι γεωργικές περιοχές με τιμή 2.74.



Διάγραμμα 3.2.1.7. EFFIS patch classes με AWMSI.

Δείκτης κλασματικής διάστασης patch fractal index frac (DLFD) και για τις τρεις χρονιές τα αποτελέσματα είναι κοντά στο 1 πράγμα που δείχνει απλή δομή περιμέτρου (τετράγωνο). Το ίδιο ισχύει και για το μέσο όρο δείκτη κλασματικής διάστασης του patch και για το σταθμισμένο δείκτη. Μεγαλύτερο MNN (mean nearest neighbor) δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση-απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο

εμφανίζουν τα patches καμένων γεωργικών περιοχών του 2005 με τιμή 128,925.01 μέτρα και ακολουθούν οι δασικές περιοχές του 2005 με τιμή 76,739.06 μέτρα. Η μεταβλητότητα στην απόσταση του κοντινότερου patch φαίνεται από την διασπορά (NNSD) τιμών όπου μεγαλύτερο δείκτη 185,341.58 ανάλογο με την μέση τιμή εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις των γεωργικών περιοχών με ακανόνιστη κατανομή των patches. Πιο κανονική κατανομή (patches) χωροψηφίδων πλησιέστερου γείτονα εμφανίζουν οι πυρκαγιές σε δάση το 2007. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest - neighbor coefficient of variation (NNCV) δεν μπορεί να ερμηνευθεί μόνος του γιατί δίνει κοντινές τιμές 143.76 για τις γεωργικές περιοχές του 2005 και 141.22 για τα δάση του 2007. Ερμηνεύεται σε συνδυασμό με τη μέση απόσταση του κοντινότερου γείτονα και τον αριθμό των patches. Ο μέσος δείκτης εγγύτητας MPI (Mean proximity index) είναι σημαντικός γιατί δείχνει το βαθμό απομόνωσης και τον κατακερματισμό των patches. Εδώ μεγάλο δείκτη MPI έχουμε για τις καμένες γεωργικές περιοχές του 2007 με 73.1 που δείχνει απομόνωση και λίγα μεγάλα patches σε μεγάλη απόσταση. Αντίθετα πάλι για το 2007 για τα δάση έχουμε MPI = 4.04 μικρό δείκτη προσέγγισης και μεγάλο κατακερματισμό αφού αποτελείται από πολλά μικρά patches σε κοντινή απόσταση MNN 16,741 m.

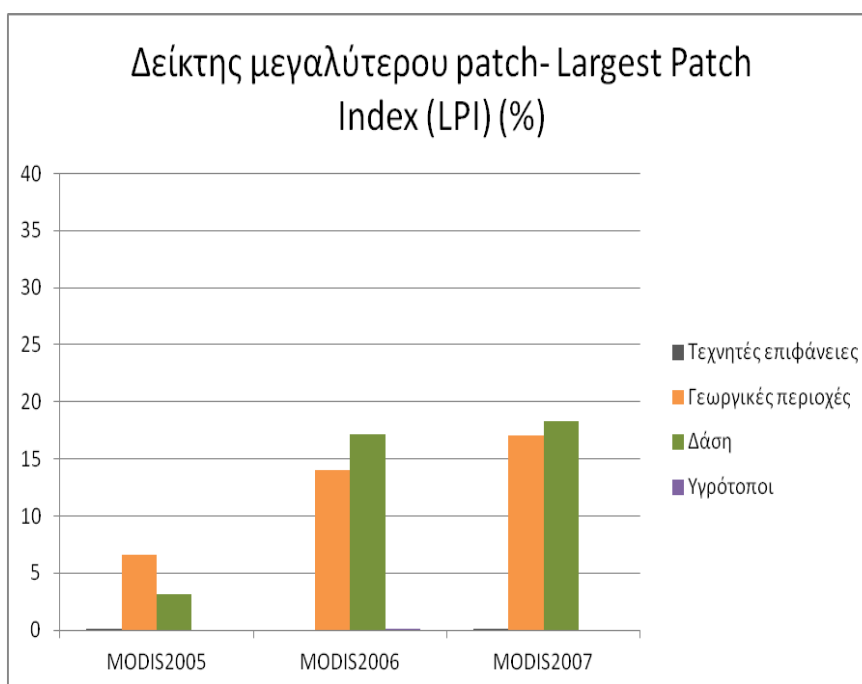
EFFIS2005																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
2	2097	4590	45.69	15.1	6	0.13	349.5	234.77	67.17	57000	12.42	4.92	1.31	1.38	1.26	1.04	1.04	128925.01	185341.58	143.76	0.24
3	2493	4590	54.31	16.67	9	0.2	277	213.81	77.19	76200	16.6	4.92	1.32	1.4	1.31	1.04	1.04	76739.06	64187.9	83.64	1.18
EFFIS2006																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
2	297	16227	1.83	0.83	5	0.03	59.4	46.45	78.2	16200	1	4.87	1.11	1.18	1.16	1.01	1.02	39412.83	32496.14	82.45	0
3	15930	16227	98.17	41.82	20	0.12	796.5	1715.42	215.37	232200	14.31	4.87	1.3	1.61	1.16	1.03	1.05	42388.26	55709.77	131.43	0.55
EFFIS2007																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
2	152712	271584	56.23	16.88	25	0.01	6108.48	13940.19	228.21	1057800	3.89	13.65	1.55	2.74	1.27	1.05	1.1	44986.17	38335.47	85.22	73.1
3	118872	271584	43.77	7.62	116	0.04	1024.76	2908.34	283.81	1788000	6.58	13.65	1.46	2.18	1.25	1.05	1.08	16741.75	23642.37	141.22	4.04

Πίνακας 3.2.1.8. Δείκτες μετρικών κλάσης των Effis patches καμένων εκτάσεων των κατηγοριών 1ου επιπέδου της επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000.

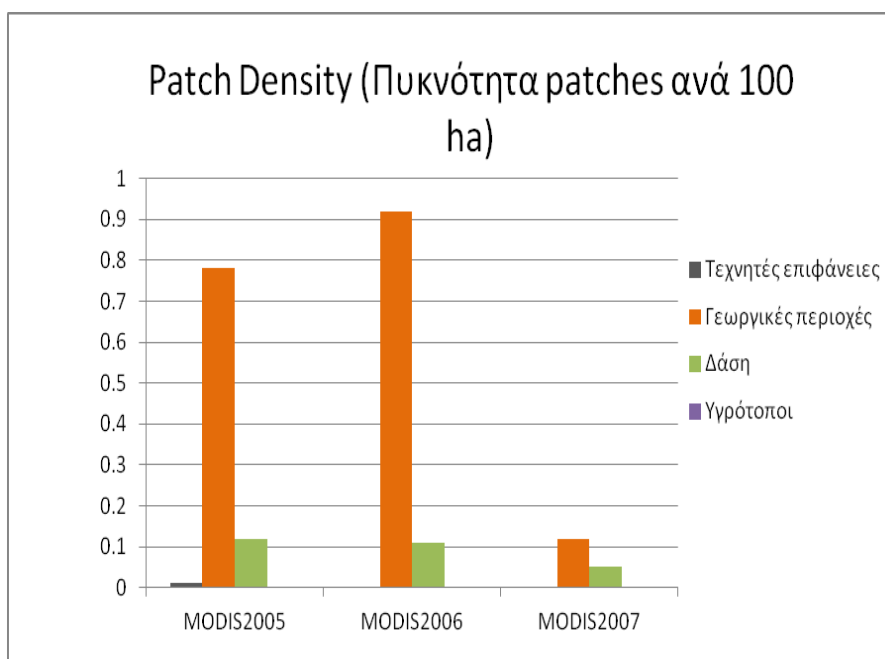
3.2.2 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 1^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Modis

Οι κατηγορίες καμένων εκτάσεων του Modis με επικρατούσα χρήση μεγαλύτερου εμβαδού είναι τεχνητές επιφάνειες, γεωργικές περιοχές και δάση ημιφυσικές περιοχές, υγρότοποι για τα έτη 2005, 2006, 2007. Οι περισσότερες καμένες εκτάσεις εντοπίστηκαν το 2007 με έκταση 228,591 ha. Οι φωτιές του 2005 ήταν 26,082 ha και 22,608 ha του 2006. Από αυτές οι γεωργικές πυρκαγιές αντιπροσώπευαν το 86% του τοπίου για το 2005 το 71.3% του τοπίου για το 2006 και το 53.77 για το 2007. Οι δασικές πυρκαγιές είχαν μεγαλύτερο ποσοστό 46.08% το 2007 ακολουθεί το 2006 28.62% και 13.77 το 2005. Το χαμηλότερο ποσοστό καμένων εκτάσεων εντοπίζεται στους υγροτόπους 0.08 για το 2006 και 0 για το 2007. Μεγαλύτερο δείκτη patch LPI εμφανίζει η κλάση των δασών που σημαίνει ότι το 18.27% του 105,336 ha αποτελείται από το μεγαλύτερο patch για το 2007 και το 17.16% του 6,471 ha αποτελείται από το μεγαλύτερο patch για το 2006.

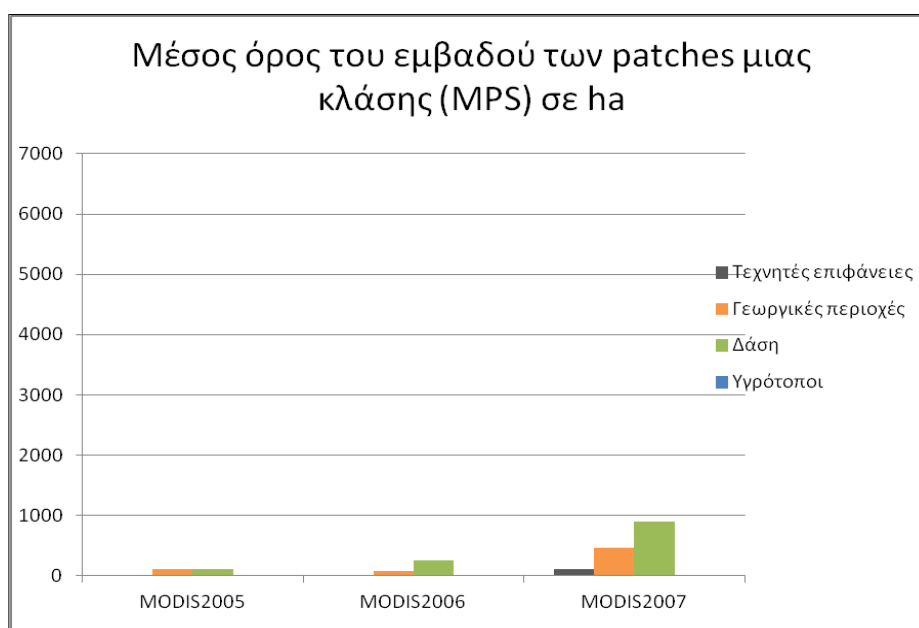


Διάγραμμα 3.2.2.1. MODIS patch classes με LPI.



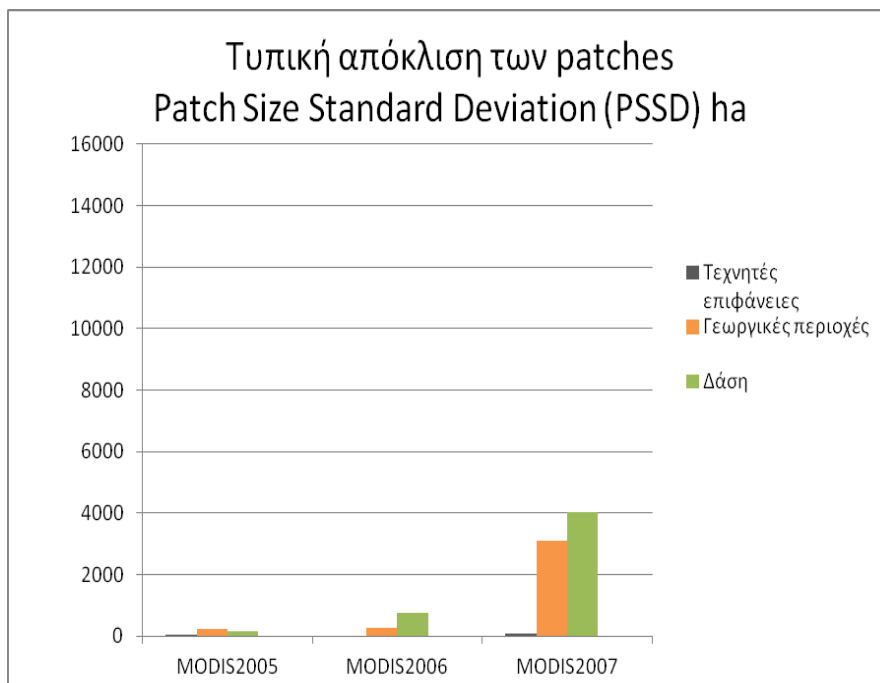
Διάγραμμα 3.2.2.2. MODIS patch classes με PD.

Η πυκνότητα των patches PD ανά 100 ha εμφανίζει μεγαλύτερο αριθμό για τις καμένες γεωργικές περιοχές του 2006 0.92 και 0.78 ανά 100 ha για τις γεωργικές περιοχές του 2005 εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των patches και το συνολικό εμβαδό της κλάσης.



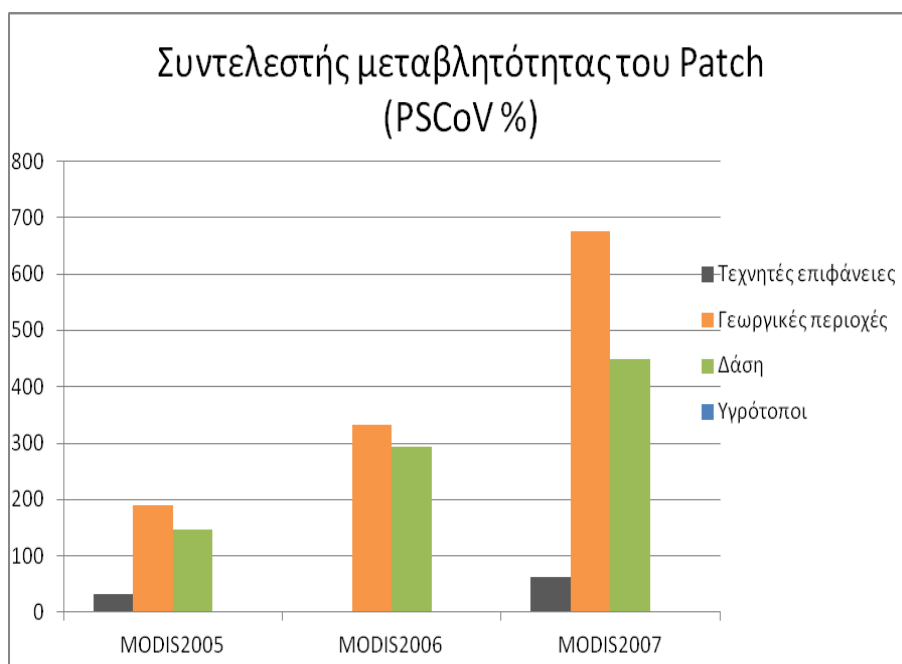
Διάγραμμα 3.2.2.3. MODIS patch classes με MPS.

Ο MPS μέσος όρος του εμβαδού των patches για τα δάση 2007 είναι ο μεγαλύτερος 892.68 ha γιατί έχουμε μεγάλο εμβαδό 105,336 ha και 118 patches για τη συγκεκριμένη κλάση ακολουθούν οι γεωργικές περιοχές του 2007 με 460.38 ha γιατί έχουν μεγάλο εμβαδό 122,922 ha αλλά διαιρούνται με περισσότερα patches 267.

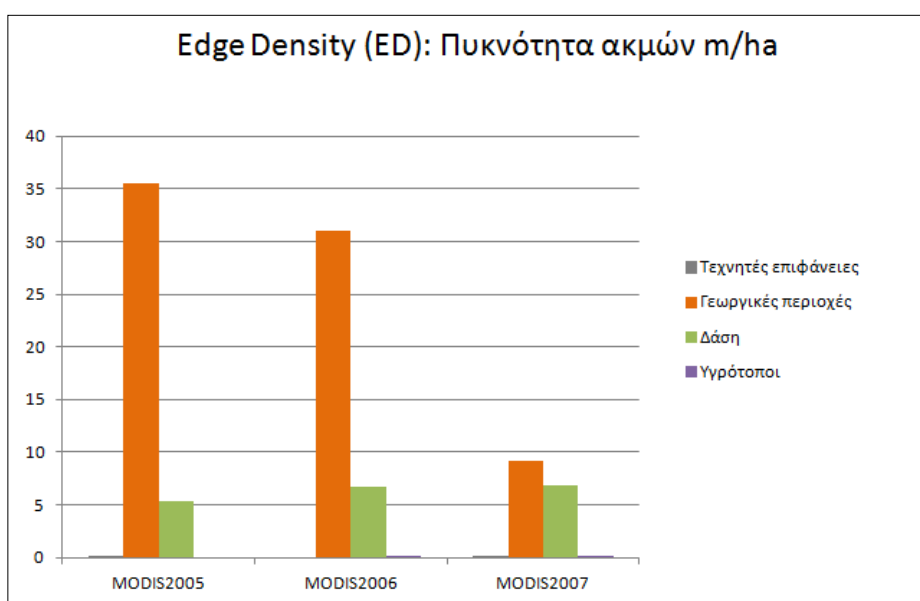


Διάγραμμα 3.2.2.4 MODIS patch classes με PSSD

Η τυπική απόκλιση PSSD ερμηνεύεται με τον MPS και προκύπτει μεγάλη τυπική απόκλιση 4,011.37 για τις δασικές καμένες εκτάσεις του 2007 προκύπτει δηλαδή μεγάλη διασπορά τιμών. Ο συντελεστής μεταβλητότητας $rscv$ είναι μεγάλος 675.9 για τις καμένες γεωργικές περιοχές του 2007 γιατί έχουμε μεγάλη τυπική απόκλιση 3,111.73 και μικρό μέσο όρο εμβαδού patch 460.38. Ο ED με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 35.5 m/ha εμφανίζεται για τις καμένες γεωργικές περιοχές του 2005 λόγω μεγάλης περιμέτρου της κλάσης 925,800 ha προς το μικρό σύνολο εμβαδού του τοπίου 26,082 ha ακολουθεί με μικρή διαφορά ο ED= 31.05 m/ha γεωργικών εκτάσεων του 2006.



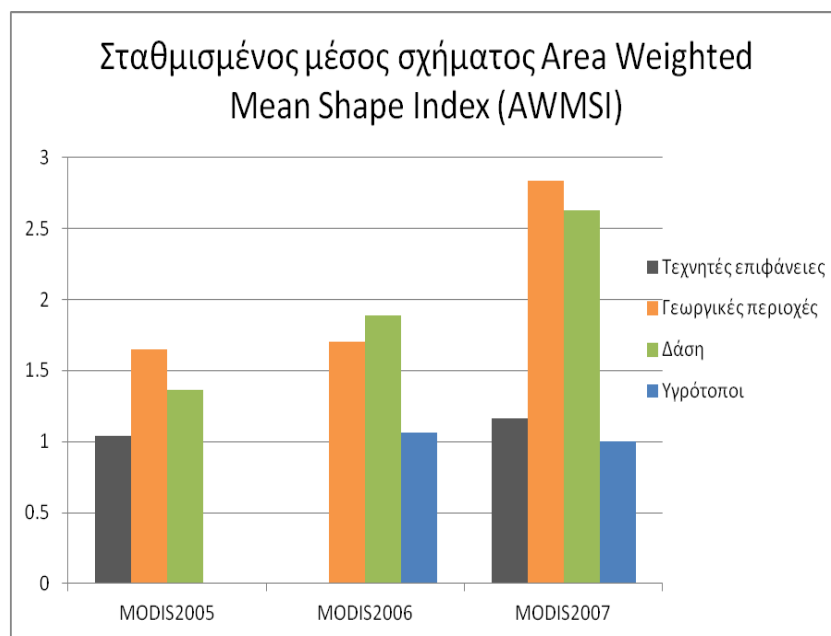
Διάγραμμα 3.2.2.5. MODIS patch classes με PSCOV %.



Διάγραμμα 3.2.2.6. MODIS patch classes με ED.

Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές μεγαλύτερο δείκτη 19.26 εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 που δείχνει πιο ακανόνιστο τοπίο γιατί έχουν μεγαλύτερη αναλογία περιμέτρου εμβαδού για το τοπίο από αυτές του 2005, 2006. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα

έχουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 και πιο συγκεκριμένα η κλάση των δασικών πυρκαγιών με τιμή 1.35. Ο σταθμισμένος μέσος δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches εδώ μεγαλύτερη τιμή εμφανίζουν οι γεωργικές περιοχές 2.84 του 2007 γιατί έχουν μεγάλη έκταση και μεγάλα patches.



Διάγραμμα 3.2.2.7. MODIS patch classes με AWMSI.

Δείκτης κλασματικής διάστασης χωροψηφίδας fractal index frac (DLFD) και για τις τρεις χρονιές τα αποτελέσματα είναι κοντά στο 1.2 πράγμα που δείχνει απλή δομή περιμέτρου (τετράγωνο). Το ίδιο ισχύει και για το μέσο όρο δείκτη κλασματικής διάστασης του patch και για το σταθμισμένο δείκτη με τιμές κοντά στο 1 απλές δομές. Μεγαλύτερο MNN δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches των τεχνητών επιφανειών με απόσταση 666,722.06 μέτρα ακολουθεί η ίδια κλάση για το έτος 2007 με τιμή 55,386.72 μέτρα. Ο δείκτης (NNSD) τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα είναι επίσης αυξημένος με τιμή 77,480.12 για τις τεχνητές επιφάνειες με αυξημένο επίσης MNN 55,686.72 που δείχνει ακανόνιστη κατανομή των patches. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest - neighbor coefficient of variation (NNCV) εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή για τις γεωργικές περιοχές του 2007 344.95% γιατί ο αριθμός των patches της κλάσης είναι 207 και η πυκνότητα των

patches είναι μεγάλη 0.92 επίσης έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους τα patch 7,331.66 μέτρα MNN.

Ο μέσος δείκτης εγγύτητας MPI είναι σημαντικός γιατί δείχνει το βαθμό απομόνωσης και τον κατακερματισμό των patches. Το MPI είναι 16.12 για τις καμένες γεωργικές περιοχές του 2007 που δείχνει μικρή απομόνωση πολλά μικρά patches σε κοντινή απόσταση 7,399 μέτρα γιατί το εμβαδό της κλάσης είναι 122,922 ha και το 17.03% αποτελείται από το μεγαλύτερο patch το υπόλοιπο αποτελείται από πολλά μικρά patches. Μεγάλη απομόνωση με MPI 1.17 εμφανίζουν το 2007 οι τεχνητές επιφάνειες με ελάχιστα και πολύ μικρά patches σε μεγάλη απόσταση.

MODIS2005																						
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινιάσης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
1	27	26082	0.1	0.07	2	0.01	13.5	4.5	33.33	3000	0.12	16.54	1.03	1.04	1.17	1	1.01	666722.06	0	0	0	
2	22464	26082	86.13	6.56	203	0.78	110.66	210.91	190.6	925800	35.5	16.54	1.19	1.65	1.28	1.02	1.06	5670.48	13806.38	243.48	5	
3	3591	26082	13.77	3.11	31	0.12	115.84	169.72	146.51	139800	5.36	16.54	1.18	1.36	1.23	1.02	1.04	38930.73	63729.04	163.7	2.71	
MODIS2006																						
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινιάσης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
2	16119	22608	71.3	13.97	207	0.92	77.87	259.15	332.8	702000	31.05	14.21	1.12	1.7	1.25	1.01	1.06	7331.66	25290.41	344.95	5.1	
3	6471	22608	28.62	17.16	25	0.11	258.84	757.59	292.68	150600	6.66	14.21	1.17	1.89	1.2	1.02	1.07	40577.81	66114.59	162.93	3.49	
4	18	22608	0.08	0.08	1	0	18	0	0	1800	0.08	14.21	1.06	1.06	.	1.01	1.01	.	.	.	0	
MODIS2007																						
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γεινιάσης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
1	324	228591	0.14	0.09	3	0	108	67.35	62.36	13800	0.06	19.26	1.16	1.16	1.26	1.02	1.02	55386.72	77480.12	139.89	1.17	
2	122922	228591	53.77	17.03	267	0.12	460.38	3111.73	675.9	2103000	9.2	19.26	1.22	2.84	1.26	1.02	1.1	7399.03	14811.63	200.18	16.12	
3	105336	228591	46.08	18.27	118	0.05	892.68	4011.37	449.36	1566000	6.85	19.26	1.35	2.63	1.27	1.03	1.1	12098.67	19746.66	163.21	11.18	
4	9	228591	0	0	1	0	9	0	0	1200	0.01	19.26	1	1	.	1	1	.	.	.	0	

Πίνακας 3.2.2.8. Δείκτες μετρικών κλάσης των Modis patches καμένων εκτάσεων των κατηγοριών 1ου επιπέδου της επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000.

3.2.3 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 2^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Effis

Από τις καμένες εκτάσεις του 2005 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο επικρατούσας χρήσης καταλαμβάνει η υποκατηγορία 32 (Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) με 44.12% του 4,590 ha και δείκτη μεγαλύτερου patch LPI = 16.67% του εμβαδού 2025 ha της κλάσης 32. Για το 2006 μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο 51.91% του 4,590 ha καταλαμβάνει η υποκατηγορία 31 (Δάση) και δείκτη μεγαλύτερου patch LPI = 41.82% μεγάλα και συμπαγή patches. Για το 2007 μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο 54.53% καταλαμβάνει η υποκατηγορία 24 (ετερογενείς γεωργικές περιοχές) με δείκτη μεγαλύτερου patch LPI = 16.88%. Ο MPS μέσος όρος του εμβαδού των patches είναι μεγαλύτερος για την υποκατηγορία 24 (ετερογενείς γεωργικές περιοχές) του 2007 με τιμή 9,255.38 ha. Το ίδιο ισχύει για την τυπική απόκλιση με μεγαλύτερη τιμή 16,607.31 για την υποκατηγορία 24 (ετερογενείς γεωργικές περιοχές) του 2007. Η πυκνότητα των patches PD είναι μεγάλη 0.17 ανά 100 ha για την υποκατηγορία 32 (Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των patches 8 προς το συνολικό εμβαδό 4,590 ha. Η τυπική απόκλιση PSSD ερμηνεύεται με τον MPS μεγάλη τυπική απόκλιση εμφανίζει η υποκατηγορία 24 (ετερογενείς γεωργικές περιοχές) του 2007 με τιμή 16,607.31 και MPS επίσης μεγάλο 9,255.38. Ο συντελεστής μεταβλητότητας PSCV είναι μεγάλος 306.54 για το 2007 της υποκατηγορίας 32 (Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) γιατί η τυπική απόκλιση της κλάσης είναι μικρή 2,893.31 προς την μέση τιμή που είναι μεγάλη. Η μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής ED= 13.2 m/ha παρουσιάζεται για την υποκατηγορία 32 (Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) το 2005 με τιμή 13.2 και το 2006 με τιμή 8.76 m/ha γιατί έχουμε μεγάλη περίμετρο και μικρό εμβαδό κλάσης για αυτές. Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές με μεγαλύτερο δείκτη εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 με LSI = 13.6 και ακολουθούν οι φωτιές του 2005 με LSI = 4.92 και τέλος του 2006 με LSI = 4.87. Τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με του 1^{ου} επιπέδου αφού ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI αφορά το σύνολο του τοπίου, οι χαμηλές τιμές LSI δείχνουν πιο κανονική κατανομή των patches για το 2005-2006. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα έχουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 και πιο συγκεκριμένα η κλάση 31 (Δάση) με τιμή 1.68 και 24 με 1.7. Ο σταθμισμένος μέσος

δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches εδώ μεγαλύτερη τιμή εμφανίζουν οι γεωργικές περιοχές 24 με τιμή 2.78 με μεγάλο εμβαδό κλάσης και μεγάλο δείκτη μεγέθους patch $LPI = 16.88\%$ του 148,086 ha της κλάσης των γεωργικών περιοχών. Δείκτης κλασματικής διάστασης χωροψηφίδας fractal index frac (DLFD) μεγαλύτερη τιμή 1.48 εμφανίζει η κατηγορία 21 (Αρόσιμη γη) που δείχνει πιο πολύπλοκη δομή περιμέτρου. Ο μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης της χωροψηφίδας και ο σταθμισμένος δείκτης έχουν τιμές κοντά στο 1 που δείχνουν απλές δομές. Μεγαλύτερο MNN δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches κλάσης 33 (Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση) με 113,560 μέτρα για το 2007 και ακολουθεί η κλάση 31 (Δάση) με 109,088 μέτρα για το 2006. Ο δείκτης (NNSD) τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα είναι επίσης αυξημένος με τιμή 94,740.16 για την κλάση των δασών 31 του 2006. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest-neighbor coefficient of variation (NNCV) εμφανίζεται μεγάλος για την κλάση 21 (Αρόσιμη γη) του 2005 με τιμή 146.76 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 4 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 31,128 μέτρα. Για την κλάση 32 (Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) του 2007 ο συντελεστής μεταβλητότητας δίνει τιμή 134.89 με αριθμό patches 102 και απόσταση κοντινότερου γείτονα 18,611 μέτρα. Ο μέσος δείκτης εγγύτητας MPI είναι σημαντικός γιατί δείχνει το βαθμό απομόνωσης και τον κατακερματισμό των patches. Μεγαλύτερο βαθμό με τιμή 114.15 εμφανίζει η κλάση 24 (Ετερογενείς γεωργικές περιοχές του 2007) που δείχνει απομόνωση γιατί το εμβαδό της κλάσης είναι μεγάλο 148,086 ha έχει μεγάλο LPI 16,88% της κλάσης αποτελείται από το μεγαλύτερο patch και μικρό αριθμό patches $NP = 16$ σε απόσταση 43,865.82 μέτρα, χαμηλός κατακερματισμός. Αντίθετα μεγάλο κατακερματισμό με $MPI=4.42$ εμφανίζουν τα δάση 32 του 2007 με 7.62% LPI μικρό ποσοστό μεγάλου patch, 102 πολλά patches και 43,865.82 και μικρή απομόνωση - απόσταση 18,611.4 μέτρα.

EFFIS2005																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειννίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
21	1332	4590	29.02	15.1	4	0.09	333	210.2	63.12	37800	8.24	4.92	1.31	1.4	1.48	1.03	1.04	31128.32	45684.68	146.76	0.36
22	657	4590	14.31	14.31	1	0.02	657	0	0	13800	3.01	4.92	1.35	1.35		1.04	1.04				0
24	108	4590	2.35	2.35	1	0.02	108	0	0	5400	1.18	4.92	1.3	1.3		1.04	1.04				0
31	468	4590	10.2	10.2	1	0.02	468	0	0	15600	3.4	4.92	1.8	1.8		1.08	1.08				0
32	2025	4590	44.12	16.67	8	0.17	253.12	215.18	85.01	60600	13.2	4.92	1.26	1.31	1.21	1.03	1.04	88498.53	58952.02	66.61	0
EFFIS2006																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειννίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
24	297	16227	1.83	0.83	5	0.03	59.4	46.45	78.2	16200	1	4.87	1.11	1.18	1.16	1.01	1.02	39412.83	32496.14	82.45	0
31	8424	16227	51.91	41.82	6	0.04	1404	2429.89	173.07	90000	5.55	4.87	1.31	1.48	1.11	1.03	1.04	109088.14	94740.16	86.85	0.01
32	7506	16227	46.26	29.78	14	0.09	536.14	1203.09	224.4	142200	8.76	4.87	1.29	1.75	1.21	1.03	1.06	36975.8	33738.14	91.24	0.28
EFFIS2007																					
Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch						Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειννίασης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
21	2898	271584	1.07	0.82	6	0	483	782.36	161.98	55800	0.21	13.65	1.28	1.42	1.18	1.03	1.04	56460.12	42725.11	75.67	0.02
22	1629	271584	0.6	0.59	2	0	814.5	778.5	95.58	28200	0.1	13.65	1.41	1.57	1.12	1.04	1.05	23576.26	0	0	0.01
23	99	271584	0.04	0.04	1	0	99	0	0	4200	0.02	13.65	1.06	1.06		1.01	1.01				0
24	148086	271584	54.53	16.88	16	0.01	9255.38	16607.31	179.43	969600	3.57	13.65	1.7	2.78	1.28	1.05	1.1	43865.82	38960.76	88.82	114.15
31	22383	271584	8.24	4.19	13	0	1721.77	3010.91	174.87	315000	1.16	13.67	1.68	2.09	1.29	1.06	1.08	34393.57	29656.75	86.23	0.1
32	96273	271584	35.45	7.62	102	0.04	943.85	2893.31	306.54	1472400	5.42	13.67	1.44	2.2	1.24	1.04	1.08	18611.4	25104.99	134.89	4.42
33	216	271584	0.08	0.05	2	0	108	27	25	10200	0.04	13.65	1.23	1.24	1.4	1.03	1.03	113560.6	0	0	0

Πίνακας 3.2.3.1 Δείκτες μετρικών κλάσης των Effis patches καμένων εκτάσεων των κατηγοριών 2ου επιπέδου της επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000.

3.2.4 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 2^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Modis

Από τις καμένες εκτάσεις του 2005 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο επικρατούσας χρήσης καταλαμβάνει η υποκατηγορία 21 (αρόσιμη γη) με ποσοστό 61.63%. Για το 2006 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο καταλαμβάνει η υποκατηγορία 21 (αρόσιμη γη) με 69.15%. Για το 2007 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο καταλαμβάνει η υποκατηγορία 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) με 45.18%. Μεγαλύτερο δείκτη patch LPI εμφανίζει η κλάση 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) με 18.27% για το 2007 και 17.16% για το έτος 2006. Η πυκνότητα των patches PD = 0.84 ανά 100 ha είναι μεγάλη για την κλάση 21 (αρόσιμη γη) γιατί ο αριθμός των patches είναι 189 προς το συνολικό εμβαδό του τοπίου 22,608 ha που είναι μικρό. Ο MPS μέσος όρος του εμβαδού των patches είναι μεγάλος 1,293.82 για την κλάση 24 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) του 2007 γιατί έχει μεγάλο εμβαδό 85,392 ha και 66 patches για τη συγκεκριμένη κλάση και ακολουθεί η κλάση 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) του 2007 με 1,012.59 ha γιατί έχει μεγάλο εμβαδό 103,284 ha και αρκετά patches 102. Η τυπική απόκλιση PSSD ερμηνεύεται με τον MPS και προκύπτει μεγάλη τυπική απόκλιση για την κλάση 24 (ετερογενείς γεωργικές περιοχές). Ο συντελεστής μεταβλητότητας PSCV είναι μεγάλος για την κλάση 24 (Ετερογενείς γεωργικές περιοχές) του 2007 και για την κλάση 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) του 2007 με 424.8 γιατί έχουμε μεγάλη τυπική απόκλιση και μικρό μέσο όρο εμβαδού patch. Ο ED m/ha με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 29.35 εμφανίζεται για την κλάση 21 (αρόσιμη γη) του 2006 λόγω μεγάλης περιμέτρου της κλάσης 663600 ha προς το μικρό σύνολο εμβαδού του τοπίου 22,608. Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές μεγαλύτερο δείκτη 19.26 εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 που δείχνει ακανόνιστο τοπίο γιατί έχουν μεγαλύτερη αναλογία περιμέτρου εμβαδού για το τοπίο από αυτές του 2005, 2006. Τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με του 1^{ου} επιπέδου αφού ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI αφορά το σύνολο του τοπίου. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα έχουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 και πιο συγκεκριμένα η κλάση 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) με τιμή 1.37 που έχει μεγάλη περίμετρο 1,479,600 μέτρα και εμβαδό 103,284 ha. Ο σταθμισμένος μέσος

δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches εδώ μεγαλύτερη τιμή εμφανίζουν οι γεωργικές περιοχές του 2007 με τιμή 3.32 με μεγάλο εμβαδό κλάσης και μεγάλο δείκτη μεγέθους patch LPI. Δείκτης κλασματικής διάστασης χωροψηφίδας fractal index frac (DLFD) μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει η κλάση 12 με τιμή 1.77 του 2007 (Βιομηχανικές - εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών) που δείχνει πιο πολύπλοκη δομή περιμέτρου. Ο μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης της χωροψηφίδας MPFD και ο σταθμισμένος εμφανίζουν τιμές κοντά στο 0 που δείχνει πιο απλές δομές. Μεγαλύτερο MNN δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση-απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches κλάσης των τεχνητών επιφανειών του 2005 με απόσταση 666,722.06 μέτρα. Ο δείκτης (NNSD) τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα είναι επίσης αυξημένος με τιμή 150,456.55 για την κλάση 33 του 2007 (Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση) γιατί εμφανίζει και μεγαλύτερο MNN δηλαδή πολύ μεγάλη απόσταση-απομόνωση. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest - neighbor coefficient of variation (NNCV) εμφανίζεται μεγάλος 449.45 για την κλάση 21 (Αρόσιμη γη) του 2005 γιατί έχει και μεγάλο αριθμό patch 145 και πυκνότητα patch 0.56 και μικρή απόσταση μεταξύ των patches που δείχνει πιο συμπαγής κατανομή με $MPI = 6.6$. Το 2006 η κλάση 21 (Αρόσιμη γη) με $MPI = 5.55$ αποτελείται από πολλά μικρά patches σε μικρή απόσταση με μεγαλύτερο δείκτη εμβαδού LPI και πολύπλοκη περίμετρο σε κοντινή απόσταση. Η κλάση 21 (Αρόσιμη γη) το 2007 αποτελείται επίσης από πολλά και μικρά patches σε κοντινή απόσταση ($MPI=10.52$). Έντονος κατακερματισμός της κλάσης 21 για το 2006 και 2007. Με δείκτη εγγύτητας $MPI = 25.18$ τα patches της κλάσης 24 είναι τα μεγαλύτερα για το 2007 λίγα σε αριθμό σε μεγάλη απόσταση-απομόνωση. Η κλάση των δασών 31 και 33 με δείκτη MPI κοντά στο 0 αποτελείται από λίγα και μικρά patches. Η κλάση 32 (συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης) αποτελείται από πολλά μεγάλα patches σε κοντινή απόσταση.

MODIS 2005		Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch					Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος				Δείκτες Γεινιάσης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
11	27	26082	0.1	0.07	2	0.01	13.5	4.5	33.33	3000	0.12	16.54	1.03	1.04	1.17	1	1.01	666722.06	0	0	0
21	16074	26082	61.63	6.56	145	0.56	110.86	208.83	188.38	668400	25.63	16.54	1.19	1.69	1.29	1.02	1.06	7431.72	33402.05	449.45	6.6
22	2025	26082	7.76	1.59	22	0.08	92.05	120.68	131.11	87600	3.36	16.54	1.16	1.32	1.21	1.02	1.04	15023.65	48347.43	321.81	0.89
23	9	26082	0.03	0.03	1	0	9	0	0	1200	0.05	16.54	1	1		1	1				0
24	4356	26082	16.7	5.73	35	0.13	124.46	259.76	208.72	168600	6.46	16.54	1.21	1.67	1.29	1.02	1.06	31888.78	49864.19	156.37	0.63
31	54	26082	0.21	0.14	2	0.01	27	9	33.33	4200	0.16	16.54	1.03	1.02	0.83	1	1	565876.19	0	0	0
32	3519	26082	13.49	3.11	28	0.11	125.68	175.73	139.83	133800	5.13	16.54	1.2	1.36	1.23	1.02	1.04	34859.23	59202.23	169.83	3
33	18	26082	0.07	0.07	1	0	18	0	0	1800	0.07	16.54	1.06	1.06		1.01	1.01				0
MODIS 2005																					
MODIS 2006		Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch					Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος				Δείκτες Γεινιάσης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
21	15633	22608	69.15	13.97	189	0.84	82.71	270.53	327.06	663600	29.35	14.21	1.12	1.71	1.25	1.01	1.06	5891.22	13501.4	229.18	5.55
22	153	22608	0.68	0.68	1	0	153	0	0	8400	0.37	14.21	1.7	1.7		1.07	1.07				0
23	27	22608	0.12	0.04	3	0.01	9	0	0	3600	0.16	14.21	1	1		1	1	68938.72	17227.39	24.99	0
24	306	22608	1.35	0.16	14	0.06	21.86	10.04	45.94	26400	1.17	14.21	1.04	1.04	1.04	1.01	1.01	60814.26	81196.01	133.51	0.02
31	1197	22608	5.29	2.91	12	0.05	99.75	178.32	178.77	44400	1.96	14.21	1.11	1.32	1.15	1.01	1.04	22901.13	38727	169.11	7.08
32	5274	22608	23.33	17.16	13	0.06	405.69	1014.61	250.09	106200	4.7	14.21	1.21	2.01	1.23	1.02	1.08	87689.13	82294.75	93.85	0.18
41	18	22608	0.08	0.08	1	0	18	0	0	1800	0.08	14.21	1.06	1.06		1.01	1.01				0
MODIS2007																					
MODIS2007		Δείκτες έκτασης				Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους patch					Δείκτες Ακμών		Δείκτες σχήματος				Δείκτες Γεινιάσης				
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI
12	126	228591	0.06	0.04	2	0	63	27	42.86	7800	0.03	19.26	1.21	1.3	1.77	1.03	1.04	600	0	0	1.75
13	198	228591	0.09	0.09	1	0	198	0	0	6000	0.03	19.26	1.07	1.07		1.01	1.01				0
21	35505	228591	15.53	2.39	187	0.08	189.87	493.06	259.69	1080000	4.72	19.26	1.21	1.79	1.25	1.02	1.06	7329.93	22278.56	303.94	10.52
22	2025	228591	0.89	0.21	14	0.01	144.64	155.79	107.71	69600	0.3	19.26	1.13	1.27	1.17	1.02	1.03	34930.66	46501.5	133.13	0.21
24	85392	228591	37.36	17.03	66	0.03	1293.82	6128.17	473.65	953400	4.17	19.26	1.29	3.32	1.28	1.03	1.12	26880.72	45251.36	168.34	25.18
31	1845	228591	0.81	0.31	13	0.01	141.92	219.24	154.48	76200	0.33	19.26	1.29	1.84	1.34	1.03	1.07	24997.58	21626.21	86.51	0.02
32	103284	228591	45.18	18.27	102	0.04	1012.59	4301.49	424.8	1479600	6.47	19.26	1.37	2.65	1.27	1.03	1.1	12634.07	20707.6	163.9	7.1
33	207	228591	0.09	0.05	3	0	69	43.06	62.4	10200	0.04	19.26	1.09	1.13	1.1	1.01	1.02	135798.03	150456.55	110.79	0
41	9	228591	0	0	1	0	9	0	0	1200	0.01	19.26	1	1		1	1				0

Πίνακας 3.2.4.1. Δείκτες μετρικών κλάσης των Modis patches καμένων εκτάσεων των κατηγοριών 2ου επιπέδου της επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000.

3.2.5 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Effis δεδομένων, 3^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Effis

Από τις καμένες εκτάσεις του 2005 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο επικρατούσας χρήσης μεγέθους 4,590 ha καταλαμβάνει η κλάση 211 (μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) με ποσοστό 29.02% και ακολουθεί η κλάση 323 (σκληροφυλλική βλάστηση) με ποσοστό 22.16% και 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με ποσοστό 20.98%. Οι υπόλοιπες κατηγορίες αποτελούνται από ένα patch που δεν δίνουν σημαντικά μετρικά χαρακτηριστικά τοπίου. Μεγαλύτερο δείκτη patch LPI εμφανίζει η κλάση 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με LPI = 16.67% μεγαλύτερου patch του εμβαδού 963 ha της κλάσης και 211 με 15.1% μεγαλύτερου patch του εμβαδού 1332 της κλάσης. Από τις καμένες εκτάσεις του 2006 μεγαλύτερο ποσοστό στην έκταση του τοπίου % land καλύπτουν οι κατηγορίες 313 (μικτό δάσος) με 41.99% και LPI = 41.82% και 323 με 41.15% και LPI= 29.78%. Για το 2007 η επικρατούσα κλάση είναι η 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) με ποσοστό 54.47% στο τοπίο και δείκτη μεγαλύτερου patch LPI = 16.88%. Η πυκνότητα των patches PD ανά 100 ha για το 2005 είναι μεγαλύτερη για την κλάση 323 (σκληροφυλλική βλάστηση) με τιμή 0.11 ανά 100 ha για το 2006 για την ίδια κλάση 323 με 0.06 ανά 100 ha και για το 2007 με 0.02 ανά 100 ha για την ίδια κλάση γιατί εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των patches και το συνολικό εμβαδό. Ο MPS μέσος όρος του εμβαδού των patches είναι μεγαλύτερος το 2005 για την κλάση 223 (ελαιώνες) με τιμή 657 ha, το 2006 για την κλάση 323 με MPS = 667.8 ha, το 2007 για την κλάση 243 (μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με εμβαδό 10,567.29 ha. Μεγαλύτερη τυπική απόκλιση το 2005 εμφανίζει η κλάση 324 (μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με 283.5, το 2006 εμφανίζει η κλάση 323 (σκληροφυλλική βλάστηση) και το 2007 η 243 (μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) γιατί εμφανίζουν και μεγάλο MPS. Ο συντελεστής μεταβλητότητας PSCV είναι μεγάλος 63.12 το 2005 για την κλάση 211 (μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) το 2006 με τιμή 209.38 για την κλάση 323 (σκληροφυλλική βλάστηση) και το 2007 για την ίδια κλάση 323 με τιμή 330.18 γιατί έχει μεγάλο αριθμό patches = 63 και πυκνότητα Pd = 0.02 ανά 100 ha που δείχνει πιο συμπαγής κατανομή. Οι ενδιάμεσες κλάσεις με 1 patch δεν εμφανίζουν αποτελέσματα για τυπική απόκλιση και συντελεστή μεταβλητότητας. Ο ED του 2005 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 8.24 m/ha προκύπτει για την κλάση 211 (μη αρδευόμενη

αρόσιμη γη) με μεγαλύτερη περίμετρο 37,800 προς το συνολικό εμβαδό της κλάσης 4,590 ha. Ο ED του 2006 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 7.21 m/ha προκύπτει για την κλάση 323 με μεγαλύτερη περίμετρο 117,000 m προς το συνολικό εμβαδό της κλάσης 16227 ha. Ο ED του 2007 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 3.54 m/ha προκύπτει για την κλάση 243 με 961,200 m προς το συνολικό εμβαδό της κλάσης 271,584 ha. Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές με μεγαλύτερο δείκτη εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 με $LSI = 13.6$ και ακολουθούν οι αυτές του 2005 με $LSI = 4.92$ και τέλος του 2006 με $LSI = 4.87$. Τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με του 1^{ου} επιπέδου αφού ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI αφορά το σύνολο του τοπίου. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα έχουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 και πιο συγκεκριμένα οι κλάσεις 312 (Δάσος κωνοφόρων) με 1.78 και 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) με 1.76. Ο σταθμισμένος μέσος δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches εδώ μεγαλύτερη τιμή εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 συγκεκριμένα η κλάση 243 με τιμή 2.78 με μεγάλο εμβαδό κλάσης και μεγάλο δείκτη μεγέθους patch $LPI = 16.88$. Δείκτης κλασματικής διάστασης χωροψηφίδας fractal index frac (DLFD) μεγαλύτερη τιμή 1.57 εμφανίζει η κατηγορία 312 (Δάσος κωνοφόρων) του 2007 που δείχνει πιο πολύπλοκη δομή περιμέτρου. Ο μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch και ο σταθμισμένος δείκτης έχουν τιμές κοντά στο 1 που δείχνουν απλές δομές στα patches. Μεγαλύτερο MNN δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches καμένων εκτάσεων των γεωργικών περιοχών κλάσης 242 (Σύνθετες καλλιέργειες) του 2007 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 2 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 472,352.56 μέτρα. Ο δείκτης (NNSD) τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα είναι επίσης αυξημένος με τιμή 109,256.19 για την κλάση των δασών 312 του 2006. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest - neighbor coefficient of variation (NNCV) εμφανίζεται μεγάλος για την κλάση 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη του 2005) με τιμή 146.76 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 4 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 31,128 μέτρα ακανόνιστη κατανομή. Ο αυξημένος συντελεστής μεταβλητότητας αν ερμηνευθεί σε συνδυασμό με τον αριθμό των patches και την πυκνότητα τους είναι πιο αντιπροσωπευτικός για την κλάση 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) του 2007 με 63 patches και $PD = 0.02$ ανά 100 ha που δείχνει πιο κανονική κατανομή στην κλάση. Μεγαλύτερο βαθμό δείκτης εγγύτητας $MPI = 130.5$ εμφανίζει η κλάση 243 (Γη που χρησιμοποιείται

κυρίως για Γεωργία) του 2007 που αποτελείται από λίγα και μεγάλα matches σε μέτρια απόσταση μεταξύ τους, χαμηλός κατακερματισμός.

EFFIS2005																						
Δείκτες έκτασης					Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους Patch					Δείκτες ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειτνίασης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
211	1332	4590	29.02	15.1	4	0.09	333	210.2	63.12	37800	8.24	4.92	1.31	1.4	1.48	1.03	1.04	31128.32	45684.68	146.76	0.36	
223	657	4590	14.31	14.31	1	0.02	657	0	0	13800	3.01	4.92	1.35	1.35	.	1.04	1.04	.	.	.	0	
243	108	4590	2.35	2.35	1	0.02	108	0	0	5400	1.18	4.92	1.3	1.3	.	1.04	1.04	.	.	.	0	
312	468	4590	10.2	10.2	1	0.02	468	0	0	15600	3.4	4.92	1.8	1.8	.	1.08	1.08	.	.	.	0	
321	45	4590	0.98	0.98	1	0.02	45	0	0	3000	0.65	4.92	1.12	1.12	.	1.02	1.02	.	.	.	0	
323	1017	4590	22.16	8.04	5	0.11	203.4	99.67	49	34200	7.45	4.92	1.22	1.25	1.3	1.03	1.03	178836.87	51789.51	28.96	0	
324	963	4590	20.98	16.67	2	0.04	481.5	283.5	58.88	23400	5.1	4.92	1.42	1.38	0.86	1.05	1.04	217637.95	0	0	0	
EFFIS2006																						
EFFIS2005																						
Δείκτες έκτασης					Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους Patch					Δείκτες ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειτνίασης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
242	36	16227	0.22	0.22	1	0.01	36	0	0	2400	0.15	4.87	1	1	.	1	1	.	.	.	0	
243	261	16227	1.61	0.83	4	0.02	65.25	50.26	77.03	13800	0.85	4.87	1.14	1.2	1.15	1.02	1.03	63425.98	54082.53	85.27	0	
312	1611	16227	9.93	5.93	4	0.02	402.8	372.2	92.41	38400	2.37	4.87	1.3	1.43	1.16	1.03	1.04	94583.71	109256.19	115.51	0.01	
313	6813	16227	41.99	41.82	2	0.01	3407	3380	99.21	51600	3.18	4.87	1.32	1.49	1.09	1.03	1.04	307514.62	0	0	0	
321	801	16227	4.94	2.33	3	0.02	267	144.4	54.1	22800	1.41	4.87	1.21	1.24	1.11	1.03	1.03	73444.16	90282.64	122.93	0.03	
323	6678	16227	41.15	29.78	10	0.06	667.8	1398	209.38	117000	7.21	4.87	1.33	1.81	1.24	1.04	1.07	63930.2	46802.21	73.21	0.07	
324	27	16227	0.17	0.17	1	0.01	27	0	0	2400	0.15	4.87	1.15	1.15	.	1.02	1.02	.	.	.	0	
EFFIS2007																						
Δείκτες έκτασης					Δείκτες πυκνότητας - μεγέθους Patch					Δείκτες ακμών		Δείκτες σχήματος					Δείκτες Γειτνίασης					
TYPE	CA	TA	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSSD	PSCV	TE	ED	LSI	MSI	AWMSI	DLFD	MPFD	AWMPFD	MNN	NNSD	NNCV	MPI	
211	2898	271584	1.07	0.82	6	0	483	782.4	161.98	55800	0.21	13.65	1.28	1.42	1.18	1.03	1.04	56460.12	42725.11	75.67	0.02	
222	36	271584	0.01	0.01	1	0	36	0	0	3000	0.01	13.65	1.25	1.25	.	1.03	1.03	.	.	.	0	
223	1593	271584	0.59	0.59	1	0	1593	0	0	25200	0.09	13.65	1.58	1.58	.	1.06	1.06	.	.	.	0	
231	99	271584	0.04	0.04	1	0	99	0	0	4200	0.02	13.65	1.06	1.06	.	1.01	1.01	.	.	.	0	
242	144	271584	0.05	0.04	2	0	72	36	50	8400	0.03	13.65	1.27	1.29	1.07	1.04	1.04	472352.56	0	0	0	
243	147942	271584	54.47	16.88	14	0.01	10567	17362	164.3	961200	3.54	13.65	1.76	2.78	1.3	1.06	1.1	54350	68993.39	126.94	130.5	
311	1026	271584	0.38	0.27	4	0	256.5	270.9	105.63	38400	0.14	13.67	1.46	1.94	1.57	1.04	1.08	176975.73	78863.32	44.56	0	
312	21357	271584	7.86	4.19	9	0	2373	3418	144.04	276600	1.02	13.65	1.78	2.1	1.22	1.07	1.08	33794.57	32268.05	95.48	0.12	
321	14463	271584	5.33	0.94	22	0.01	657.4	701.1	106.64	312000	1.15	13.65	1.53	1.66	1.26	1.05	1.06	40319.21	44128.18	109.45	0.23	
322	36	271584	0.01	0.01	1	0	36	0	0	3000	0.01	13.65	1.25	1.25	.	1.03	1.03	.	.	.	0	
323	62289	271584	22.94	7.62	63	0.02	988.7	3265	330.18	904800	3.33	13.67	1.42	2.34	1.24	1.04	1.08	27653.75	34928.09	126.31	6.49	
324	19485	271584	7.17	5.01	16	0.01	1218	3237	265.84	252600	0.93	13.65	1.39	2.15	1.24	1.04	1.08	44570.57	36436.58	81.75	0.11	
333	216	271584	0.08	0.05	2	0	108	27	25	10200	0.04	13.65	1.23	1.24	1.4	1.03	1.03	113560.6	0	0	0	

Πίνακας 3.2.5.1. Δείκτες μετρικών κλάσης των Effis patches καμένων εκτάσεων των κατηγοριών 3ου επιπέδου της επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000.

3.2.6 Σύγκριση μετρικών αποτελεσμάτων των Modis δεδομένων, 3^{ου} επιπέδου επικρατούσας κάλυψης γης κατά Corine2000

Modis

Από τις καμένες εκτάσεις του 2005 το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο επικρατούσας χρήσης καταλαμβάνει η υποκατηγορία 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) έκτασης 11,574 ha με ποσοστό 44.38% στο τοπίο. Για το 2006 το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει η υποκατηγορία 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) έκτασης 12,483 ha με ποσοστό 55.21% στο τοπίο με συνολική έκταση 22,608 ha. Για το 2007 καταλαμβάνει η υποκατηγορία 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) 81,576 ha με ποσοστό 35.69% στο τοπίο με έκταση 228,591 ha. Μεγαλύτερο δείκτη LPI το 2005 εμφανίζει η κλάση 213 (Ορυζώνες) με 6.56% του 3033 ha μεγαλύτερο patch στη κλάση. Το 2006 μεγαλύτερο δείκτη LPI patch στη κλάση εμφανίζει η κλάση 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) με 17.16% του 4,356 ha μεγαλύτερο patch. Το 2007 μεγαλύτερο δείκτη LPI patch στη κλάση εμφανίζει η κλάση 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις Εκτάσεις) με 18.27% του 46,962 ha μεγαλύτερο patch στη κλάση. Η πυκνότητα των patches PD για το 2005 είναι μεγαλύτερη για την κλάση 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) με 0.43 ανά 100 ha για το 2006 επίσης για την 211 με 0.49 ανά 100 ha και για το 2007 με τιμή 0.07 ανά 100 ha. Γιατί εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των patches και το συνολικό εμβαδό. Ο MPS μέσος όρος του εμβαδού των patches είναι μεγαλύτερος το 2005 για την κλάση 213 (Ορυζώνες) με 606.6 ha, το 2006 για την κλάση 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) με 871.2 ha και το 2007 για την κλάση 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με 3130.8 ha γιατί ο μέσος όρος των patches εξαρτάται από την έκταση τους δια τον αριθμό των patches. Η τυπική απόκλιση PSSD ερμηνεύεται με τον MPS και προκύπτει μεγάλη τυπική απόκλιση στις αντίστοιχες μεγάλες τιμές του μέσου όρου. Δηλαδή PSSD το 2005 για την 213 (Ορυζώνες) με 645.89 ha για την 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) 1,509.14 ha του 2006 και για την 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις) με 10,341.75 ha του 2007. Ο συντελεστής μεταβλητότητας pscv είναι μεγάλος 207.38 για το 2005 για την κλάση 242 (Σύνθετες καλλιέργειες) γιατί έχουμε μεγάλη τυπική απόκλιση και μικρό μέσο όρο εμβαδού patch. Για το 2006 η κλάση 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) με 308.05 εμφανίζει μεγάλο συντελεστή μεταβλητότητας γιατί έχει μεγάλο αριθμό patches = 110 και πυκνότητα PD=0.49 πολλά μικρά patches κοντά πιο κανονική κατανομή. Για το 2007 μεγάλο συντελεστή μεταβλητότητας 376.37 εμφανίζει η κλάση 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία

μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) γιατί έχει μεγάλη τυπική απόκλιση 7,872.49 και μικρότερο μέσο όρο 2,091.69 patches. Ο ED του 2005 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής προκύπτει για την κλάση 211 με 19.23 m/ha με μεγαλύτερη περίμετρο 501,600ha/26,082ha συνολικό. Ο ED του 2006 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 20.41 m/ha προκύπτει για την ίδια κλάση 211 του 2006 με μεγαλύτερη περίμετρο 461,400 ha/22,608 ha. Ο ED του 2007 με μεγαλύτερη πυκνότητα ακμής 3.81 m/ha προκύπτει πάλι για την κλάση 211 με περίμετρο 871,200 ha/228,591 ha. Δείκτης σχήματος τοπίου LSI για τις τρεις χρονιές μεγαλύτερο δείκτη 19.26 εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του 2007 γιατί έχουν μεγαλύτερη αναλογία περιμέτρου εμβαδού για το τοπίο από αυτές του 2005, 2006. Τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με του 1^{ου} επιπέδου αφού ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI αφορά το σύνολο του τοπίου και δείχνει πιο ακανόνιστη κατανομή για τις φωτιές του 2007. Ο μέσος δείκτης σχήματος MSI μας δείχνει την πολυπλοκότητα του σχήματος αναλογία περιμέτρου εμβαδού σε σχέση με το εμβαδό της κάθε κλάσης εδώ πιο πολύπλοκο σχήμα έχει η κλάση 213 (Ορυζώνες) του 2005 με τιμή 1.68 και 324 του 2007 με 1.52. Ο σταθμισμένος μέσος δείκτης σχήματος AWMSI λαβαίνει υπόψη το μέγεθος των patches εδώ μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει η κλάση 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) του 2007 με τιμή 3.41, η κλάση 324 (Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις του 2007) με τιμή 3.36 με μεγάλο εμβαδό κλάσης και μεγάλο δείκτη μεγέθους patch LPI. Δείκτης κλασματικής διάστασης του patch fractal index frac (DLFD) μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει η κλάση 213 του 2005 (Ορυζώνες) με 1.49 που δείχνει πιο πολύπλοκη δομή περιμέτρου. Ο μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης της χωροψηφίδας MPFD και ο σταθμισμένος εμφανίζουν τιμές κοντά στο 1 που δείχνει πιο απλές δομές. Μεγαλύτερο MNN δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches κλάσης 112 (Ασυνεχής αστικός ιστός) του 2005 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 2 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 666,722.1 μέτρα πολύ μεγάλη, 242 (Σύνθετες καλλιέργειες) του 2006 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 6 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 176,669.8 η κλάση 213 γιατί ο αριθμός των patches είναι μικρός 5 και η απόσταση μεταξύ τους είναι 51,488.85 του 2007. Ο δείκτης (NNSD) τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα είναι επίσης αυξημένος με τιμή 88,844.54 για την κλάση 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) του 2005 και 333 (Εκτάσεις με αραιή βλάστηση) με 150,456.55 του 2007. Ο συντελεστής μεταβλητότητας Nearest-neighbor coefficient of variation (NNCV) εμφανίζεται μεγάλος για την κλάση 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) του 2005 με μεγάλο αριθμό patch 113 και πυκνότητα patches 0.43 και μικρή απόσταση μεταξύ των patches που δείχνει πιο συμπαγής

κατανομή. Ο αυξημένος συντελεστής της κλάσης 211 μεταβλητότητας του 2006 με 223.33 και του 2007 με 297.22 αν ερμηνευθεί σε συνδυασμό με τον αριθμό των patches και την πυκνότητα τους είναι πιο αντιπροσωπευτικός για την κλάση. Μεγαλύτερο βαθμό δείκτης εγγύτητας MPI = 19.3 για το 2005 εμφανίζει η κλάση 213 (Ορυζώνες) που αποτελείται από λίγα και μεγάλα patches σε 13,587 μέτρα απόσταση μεταξύ τους, χαμηλός κατακερματισμός. Η 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) του 2005 έχει μικρή απομόνωση - απόσταση μεταξύ των patches, μικρός δείκτης 7.1 και πολλά patches σε μικρή απόσταση μεγάλος κατακερματισμός. Η 323 (Σκληροφυλλική βλάστηση) έχει ακόμα μικρότερο δείκτη 0.11 πολύ μεγάλη απομόνωση -> μεγάλη απόσταση 88,844.54 μέτρα λίγα και μεγάλα patches 12. Το 2006 μεγάλη απομόνωση και μεγάλο δείκτη 28.13 έχει η κλάση 312 (Δάσος κωνοφόρων) με τιμή MPI = 28.13 λίγα patches σε μικρή απόσταση μεταξύ τους χαμηλός κατακερματισμός. Μικρή απομόνωση με πολλά patches έντονα κατακερματισμένα σε όλο το τοπίο και σε μικρή απόσταση εμφανίζει η κλάση 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) με MPI = 8.9 και κοντινή απόσταση 8,348 μέτρα. Το 2007 μεγάλο δείκτη και χαμηλό κατακερματισμό εμφανίζει η κλάση 243 (Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης) με λίγα 39 patches MPS = 2,091 ha πολύ μεγάλα patches σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους 36,353 μέτρα. Η 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη) εμφανίζει δείκτη 6.7 μικρό δείκτη και μεγάλο κατακερματισμό με πολλά μικρά patches MPS = 164.68 ha σε κοντινή απόσταση 8,352.34 μέτρα. Η 324 με MPI = 3.02 εμφανίζει λίγα πολύ μεγάλα patches σε κοντινή απόσταση 20,259.33 μέτρα.

3.3 Ανάλυση δεδομένων Τοπογραφικών Παραγόντων

3.3.1 Ανάλυση υψομέτρου

Ο παράγοντας υψομέτρου έχει μεγάλη σημασία για την εκδήλωση μιας πυρκαγιάς και για την διαχείριση της από τις κατασβεστικές δυνάμεις πολιτικής προστασίας. Με την βοήθεια του ψηφιακού μοντέλου εδάφους DEM για την Ελλάδα και των shp files των καμένων εκτάσεων 2005, 2006, 2007 υπολογίστηκαν τα δεδομένα ζώνης με χρησιμοποίηση zonal statistics. Οι πίνακες μετρικών χαρακτηριστικών των καμένων εκτάσεων ενώθηκαν με join στα tables με τα αναλυτικά στοιχεία των zonal statistics για το υψόμετρο για κάθε χρονιά και για κάθε δορυφορικό σύστημα. Υπολογίστηκε ανά πολύγωνο καμένης έκτασης ή μέση τιμή υψομέτρου και έγινε η κατάλληλη επεξεργασία για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης.

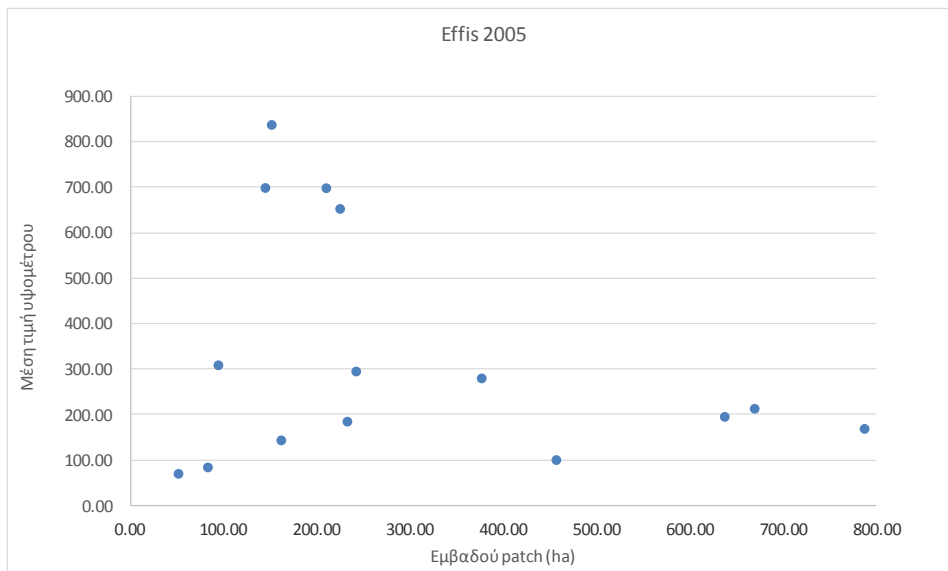
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα zonal statistics για το υψόμετρο

Σύστημα	Min TIN Μικροτέρα τιμή (TIN)	MAX Μέγιστη τιμή (TIN)	Mean Μέση τιμή (TIN)
Effis 2005	0	980.9	329.6
Effis2006	0	940.1	287.2
Effis2007	0	2161.8	466.6

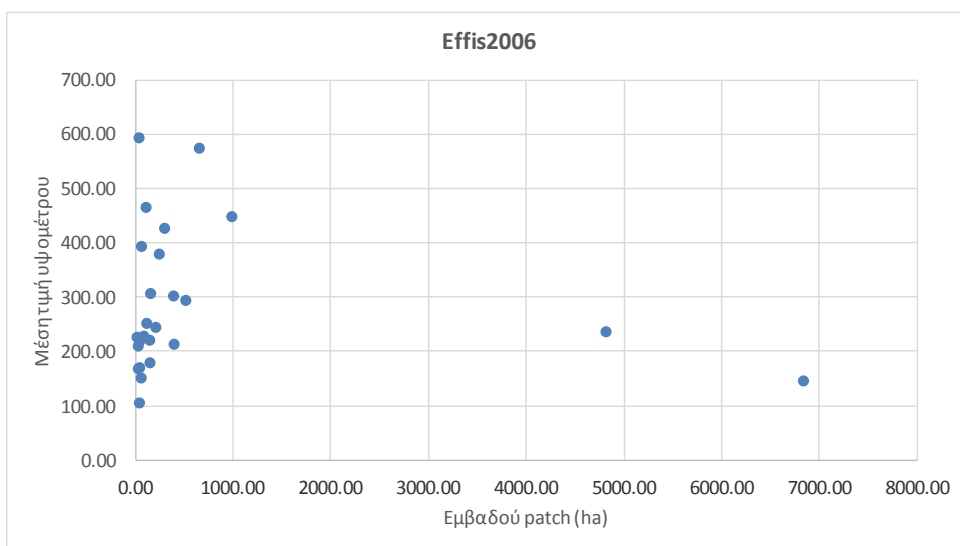
Πίνακας 3.3.1.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υψομέτρου για τα patches του Effis 2005, 2006, 2007.

Σύστημα	Min TIN Μικροτέρα τιμή (TIN)	MAX Μέγιστη τιμή (TIN)	Mean Μέση τιμή (TIN)
modis2005	0	1117.8	172.6
modis2006	0	1886.1	259.4
modis2007	0	1874.8	334.8

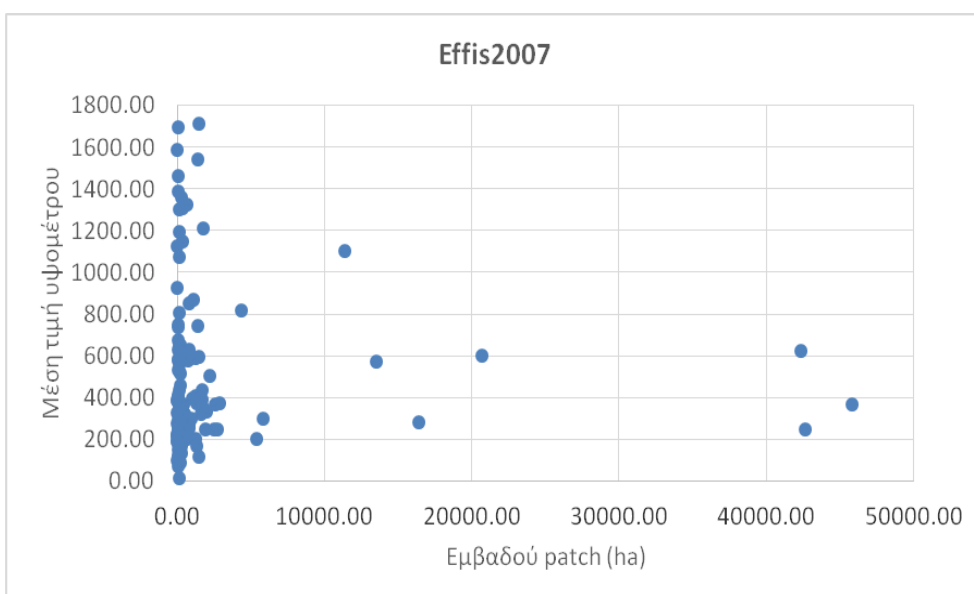
Πίνακας 3.3.1.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υψομέτρου για τα patches του Modis, 2005, 2006, 2007



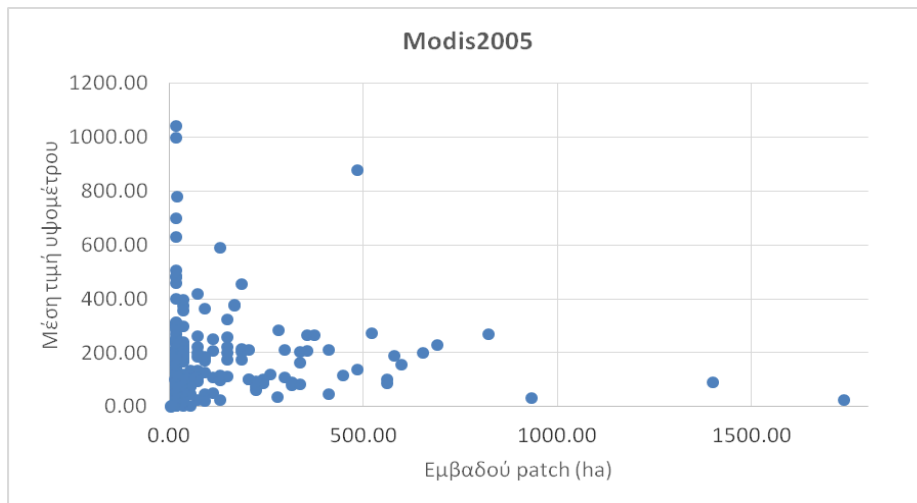
Διάγραμμα 3.3.1.3. Εμβαδού patch με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Effis.



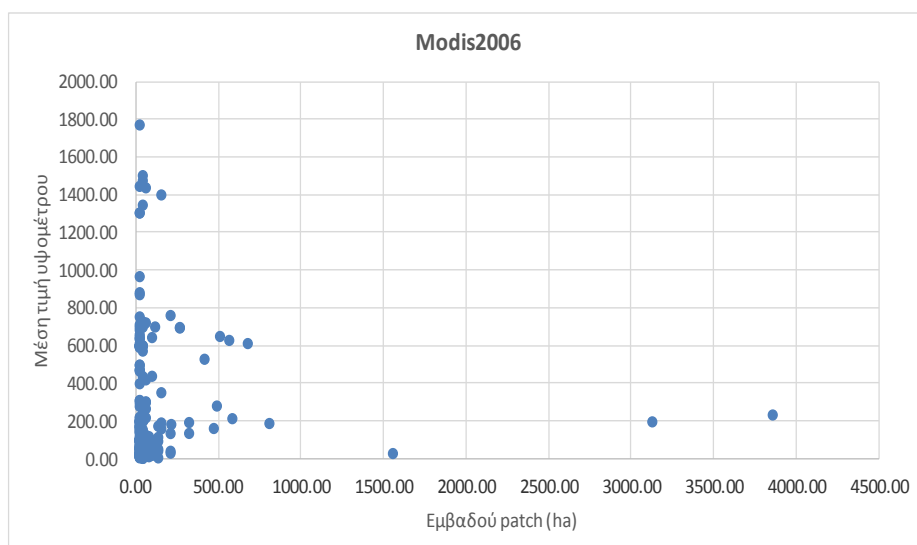
Διάγραμμα 3.3.1.4. Εμβαδού patch με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Effis.



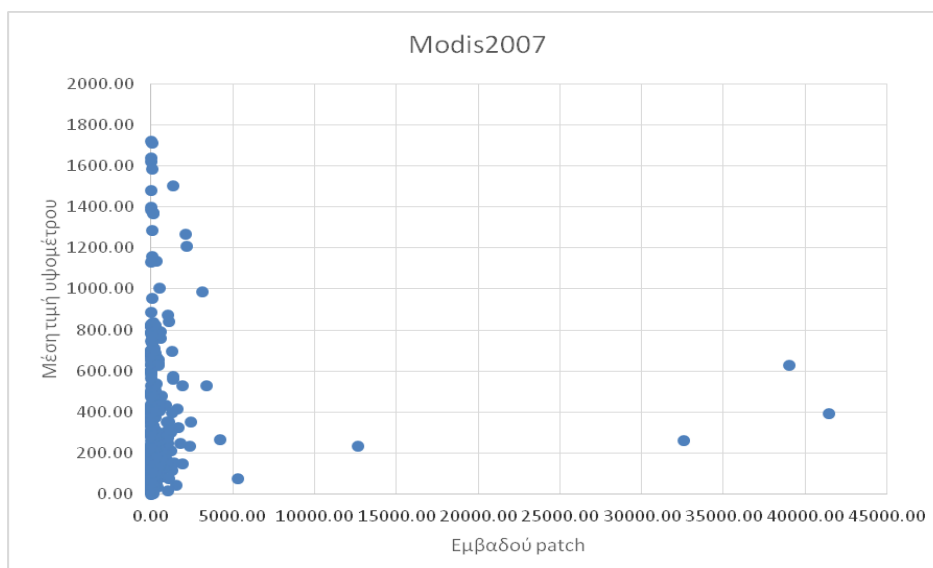
Διάγραμμα 3.3.1.5. Εμβαδού patch με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Effis.



Διάγραμμα 3.3.1.6. Εμβαδού patch με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Modis.



Διάγραμμα 3.3.1.7. Εμβαδού patch με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Modis.



Διάγραμμα 3.3.1.8. Εμβαδού patch (MPS) με κατανομή υψομέτρου Σύστημα Modis.

	TIN2005		TIN2006		TIN2007	
Effis	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)				,433 [*]		,678 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)				,433 [*]		,678 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)				-,664 ^{**}		-,572 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)				-,493 [*]		
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)				-,493 [*]		
Περίμετρος (TE) σε m				,451 [*]		,601 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED)				,451 [*]		,601 ^{**}
Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha				,451 [*]		,601 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)				,451 [*]		,601 ^{**}
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP						,463 ^{**}
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών						,463 ^{**}

3.3.1.9. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις υψομέτρου και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 καμένων εκτάσεων του EFFIS.

	TIN2005		TIN2006		TIN2007	
Modis	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση	Μέση τιμή Υψομέτρου	Τυπική Απόκλιση
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)		,339 ^{**}		,350 ^{**}		,591 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)		,339 ^{**}		,350 ^{**}		,591 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)		-,405 ^{**}		-,446 ^{**}		-,372 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)	-,133 [*]					,138 ^{**}
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)	-,133 [*]					,138 ^{**}
Περίμετρος (TE) σε m		,366 ^{**}		,441 ^{**}		,495 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED)		,366 ^{**}		,441 ^{**}		,495 ^{**}
Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha		,366 ^{**}		,441 ^{**}		,495 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)		,366 ^{**}		,441 ^{**}		,495 ^{**}
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP		,392 ^{**}		,445 ^{**}		,403 ^{**}
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών		,392 ^{**}		,445 ^{**}		,403 ^{**}

3.3.1.10. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις υψομέτρου και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 καμένων εκτάσεων του MODIS.

Οι ισχυρές συσχετίσεις επισημάνθηκαν από το SPSS με ένα και δυο αστερίσκους αντίστοιχα

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3.3.2 Ανάλυση κλίσης

Ο παράγοντας κλίση μελετήθηκε με την βοήθεια του αρχείου Slope με τις κλίσεις του εδάφους και των shp files των καμένων εκτάσεων 2005, 2006, 2007 ως δεδομένα ζώνης με χρησιμοποίηση zonal statistics. Οι πίνακες μετρικών χαρακτηριστικών των καμένων εκτάσεων ενώθηκαν με join στα tables με τα αναλυτικά στοιχεία των zonal statistics για την κλίση για κάθε χρονιά και για κάθε δορυφορικό σύστημα. Υπολογίστηκε ανά πολύγωνο καμένης έκτασης η μέση τιμή κλίσης και έγινε η κατάλληλη επεξεργασία για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των καμένων εκτάσεων.

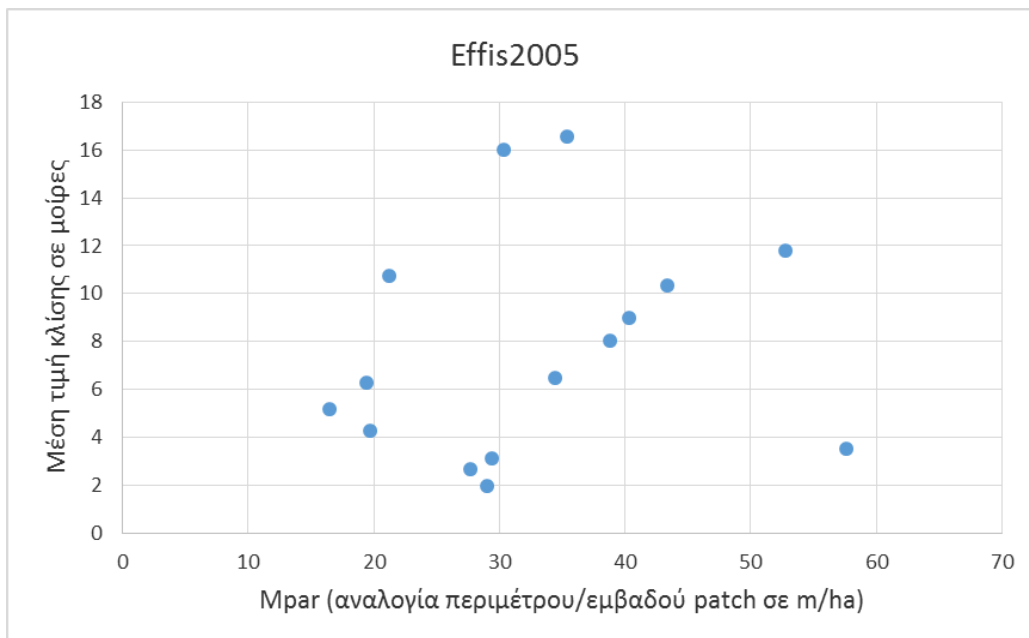
Η κλίση όπως ανιχνεύτηκε και από τα δύο συστήματα Modis Effis

Σύστημα	Min Slope (Μικρότερη κλίση)	MAX Slope (Μέγιστη κλίση)	Mean Slope (Μέση κλίση)
Effis 2005	0 ⁰	31 ⁰	7.73 ⁰
Effis2006	0 ⁰	37.5 ⁰	10.29 ⁰
Effis2007	0 ⁰	80.9 ⁰	9.1 ⁰

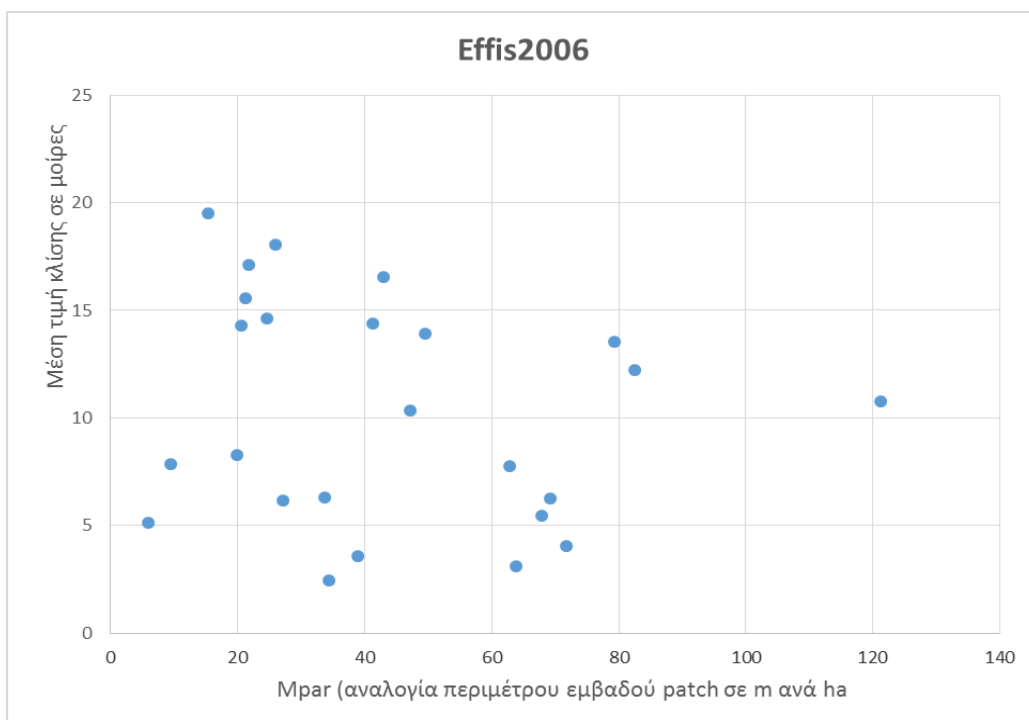
Πίνακας 3.3.2.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα κλίσης του εδάφους για τα Patches του EFFIS 2005, 2006, 2007.

Σύστημα	Min Slope (Μικρότερη κλίση)	MAX Slope (Μέγιστη κλίση)	Mean Slope (Μέση κλίση)
Modis2005	0 ⁰	31.2 ⁰	2.45 ⁰
Modis2006	0 ⁰	37.5 ⁰	2.66 ⁰
Modis2007	0 ⁰	80.87 ⁰	4.66 ⁰

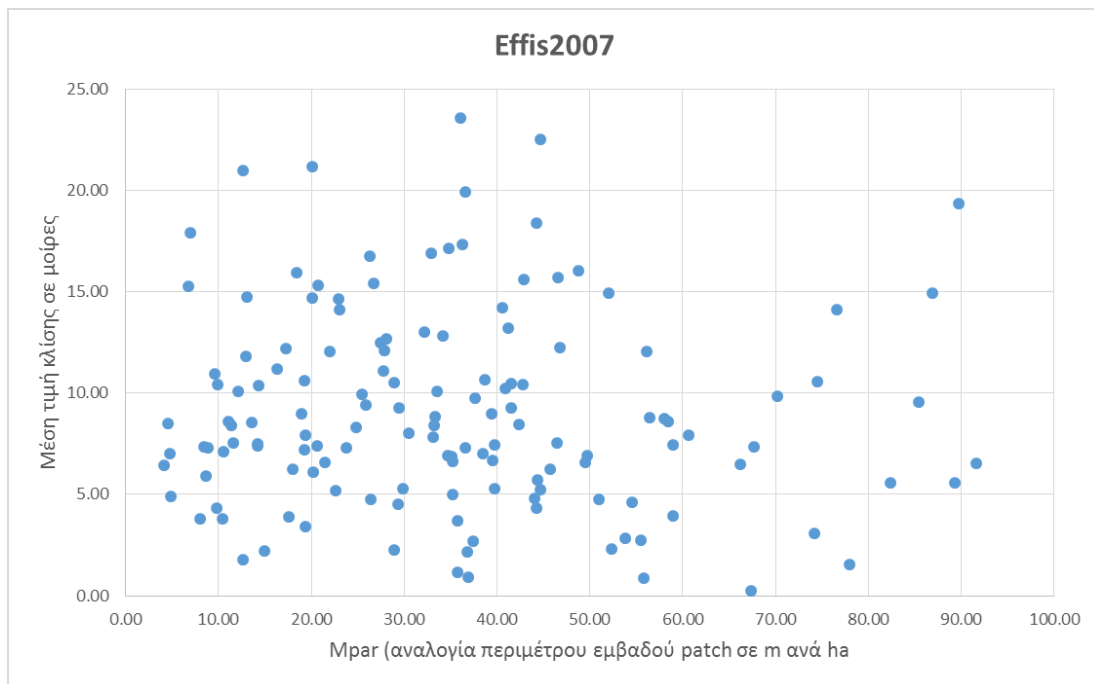
Πίνακας 3.3.2.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα κλίσης του εδάφους για τα Patches του MODIS 2005, 2006, 2007.



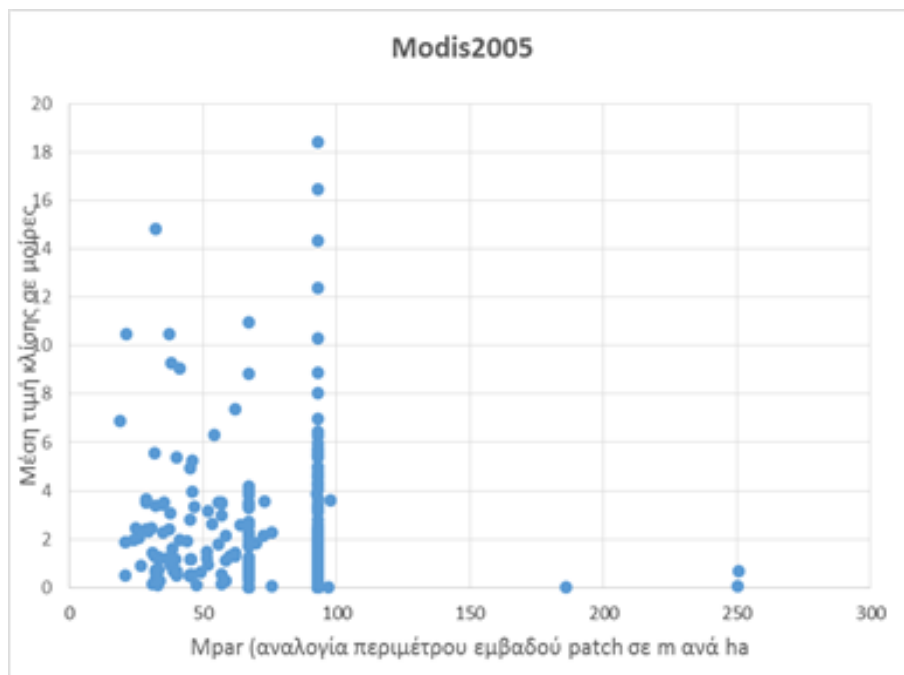
Διάγραμμα 3.3.2.3. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα Effis.



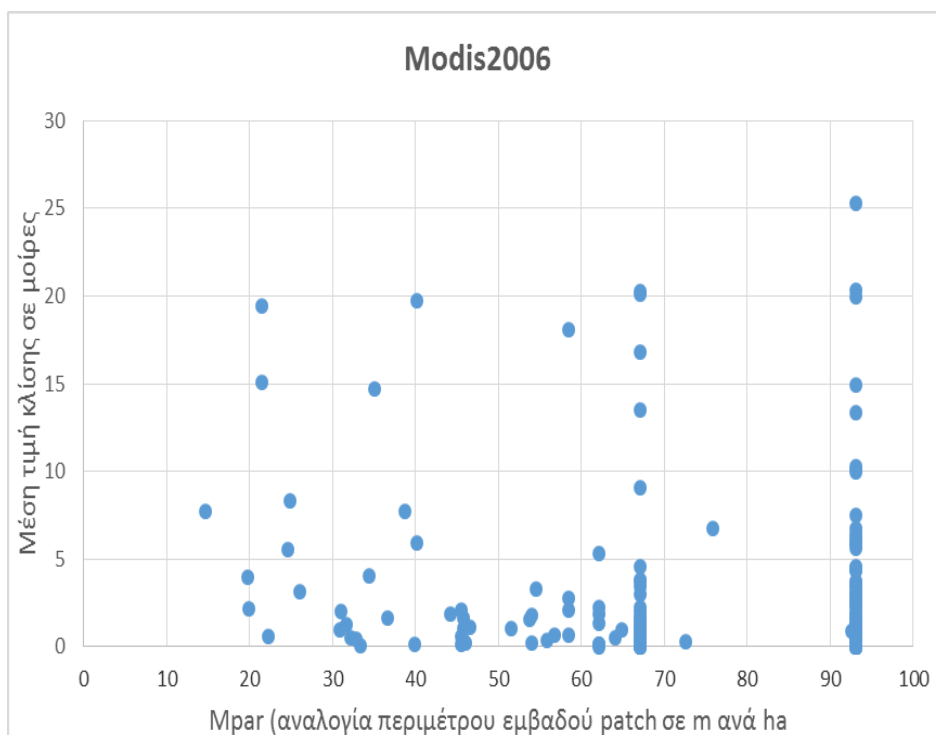
Διάγραμμα 3.3.2.4. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα Effis.



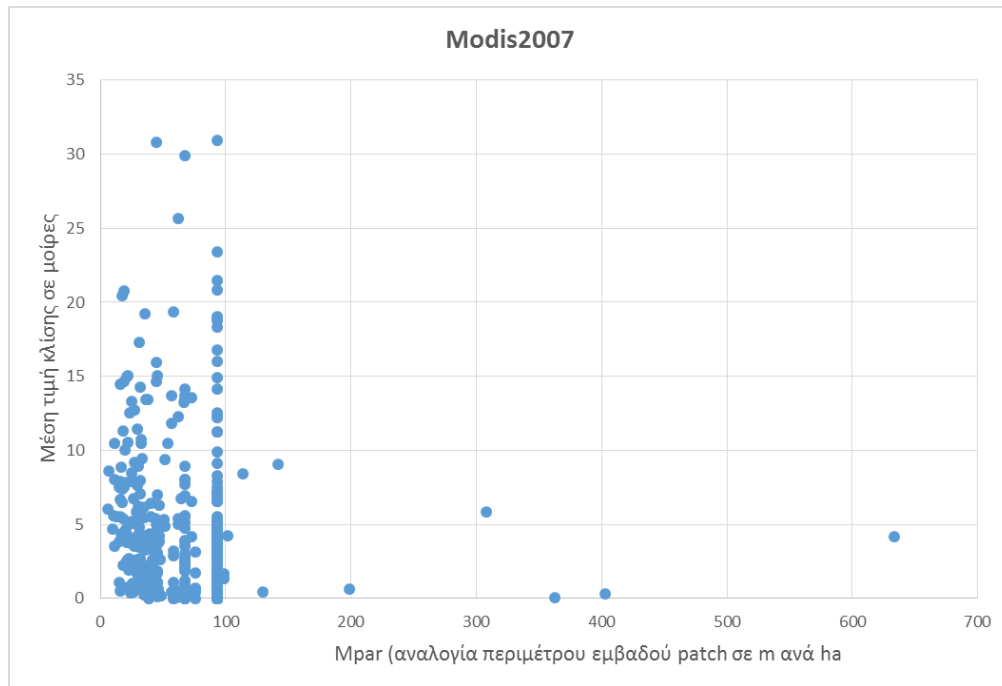
Διάγραμμα 3.3.2.5. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα Effis.



Διάγραμμα 3.3.2.6. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα MODIS.



Διάγραμμα 3.3.2.7. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα MODIS.



Διάγραμμα 3.3.2.8. Σύγκριση μέσης τιμής κλίσης εδάφους σε μοίρες και αναλογίας περιμέτρου/εμβαδού patch σε m/ha σύστημα MODIS.

3.3.3 Ανάλυση δείκτη τραχύτητας SARI, και Ανατολικότητας, Βορινότητας έκθεσης

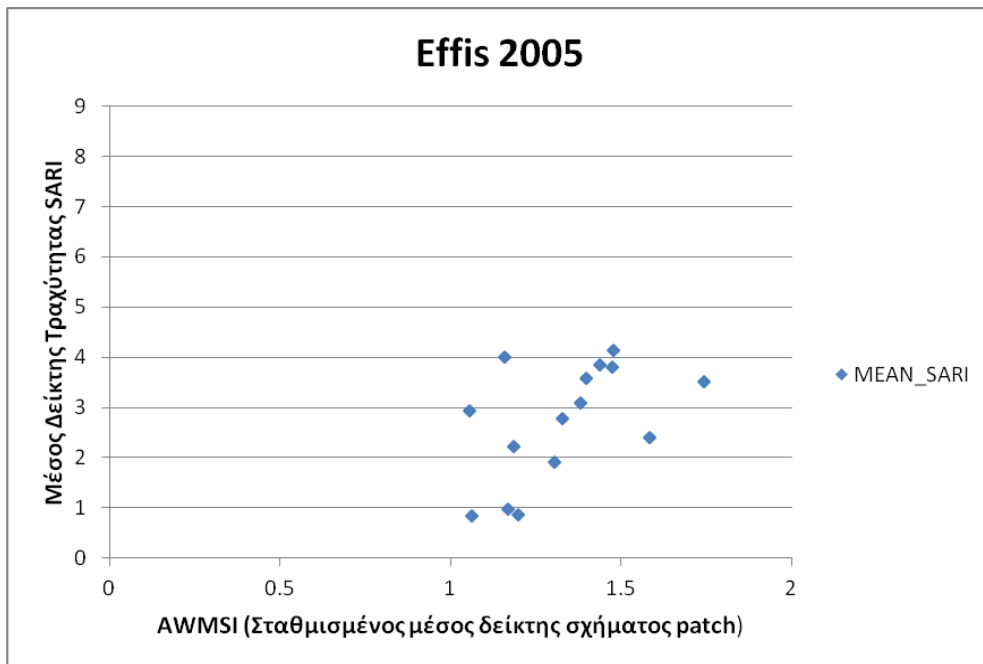
Οι παράγοντες δείκτης τραχύτητας, ανατολικότητα και βορινότητα έκθεσης μελετήθηκε με την βοήθεια του αρχείου SARI (με την τραχύτητα του εδάφους) και των raster αρχείων ανατολικότητα (Eastness), βορινότητα (Northness) με τα shape files των καμένων εκτάσεων 2005, 2006, 2007 ως δεδομένα ζώνης με χρησιμοποίηση zonal statistics. Οι πίνακες μετρικών χαρακτηριστικών των καμένων εκτάσεων ενώθηκαν με join στα tables με τα αναλυτικά στοιχεία των zonal statistics για τους παραπάνω παράγοντες για κάθε χρονιά και για κάθε δορυφορικό σύστημα. Υπολογίστηκε ανά πολύγωνο καμένης έκτασης η μέση τιμή τραχύτητας και η μέση τιμή και το άθροισμα ανατολικότητας, βορινότητας και έγινε η κατάλληλη επεξεργασία για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των καμένων εκτάσεων.

Σύστημα	Min Μικροτέρη τιμή (SARI)	MAX Μέγιστη τιμή (SARI)	MEAN Μέση τιμή (SARI)
Effis 2005	0	8.93	2.73
Effis2006	0	8.89	2.59
Effis2007	0	8.93	2.69

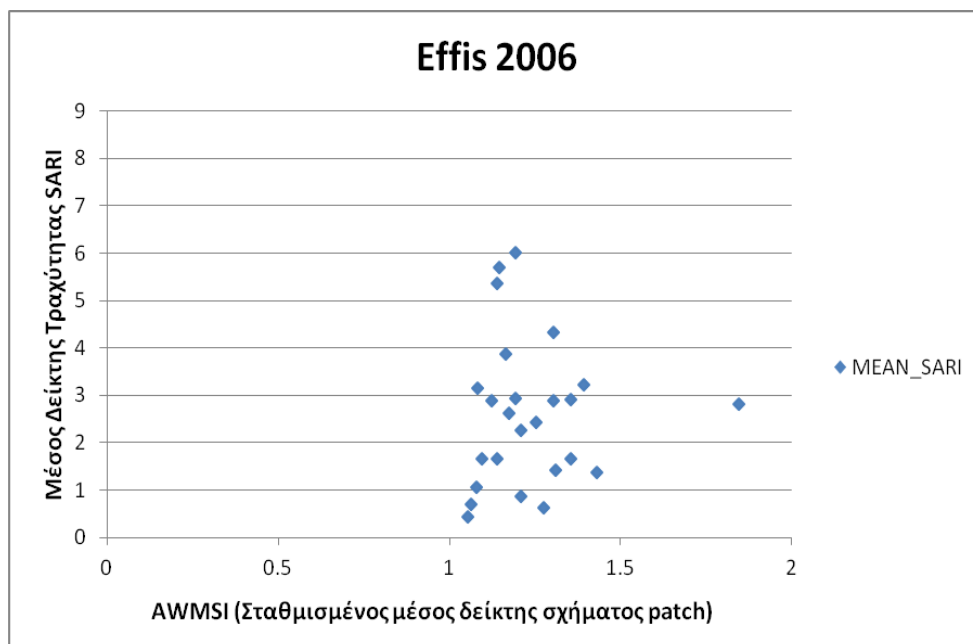
Πίνακας 3.3.3.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα με την τραχύτητα του εδάφους (SARI) για τα patches του Effis 2005, 2006, 2007.

Σύστημα	Min Μικροτέρη τιμή (SARI)	MAX Μέγιστη τιμή (SARI)	MEAN Μέση τιμή (SARI)
Modis2005	0	8.87	2.48
Modis2006	0	8.93	2.71
Modis2007	0	8.94	2.9

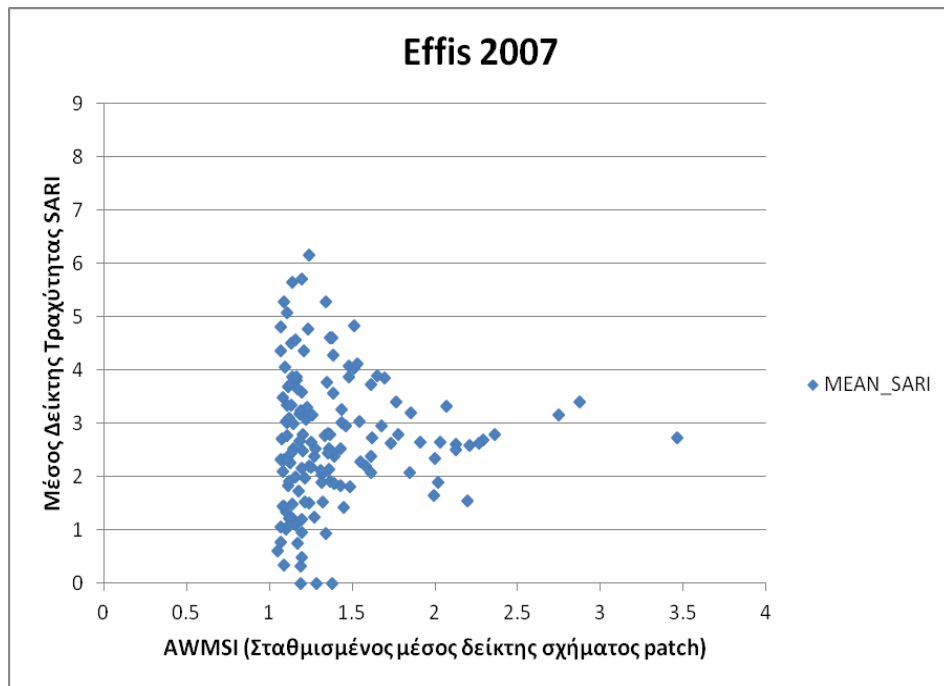
Πίνακας 3.3.3.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα με την τραχύτητα του εδάφους (SARI) για τα patches του Modis 2005, 2006, 2007.



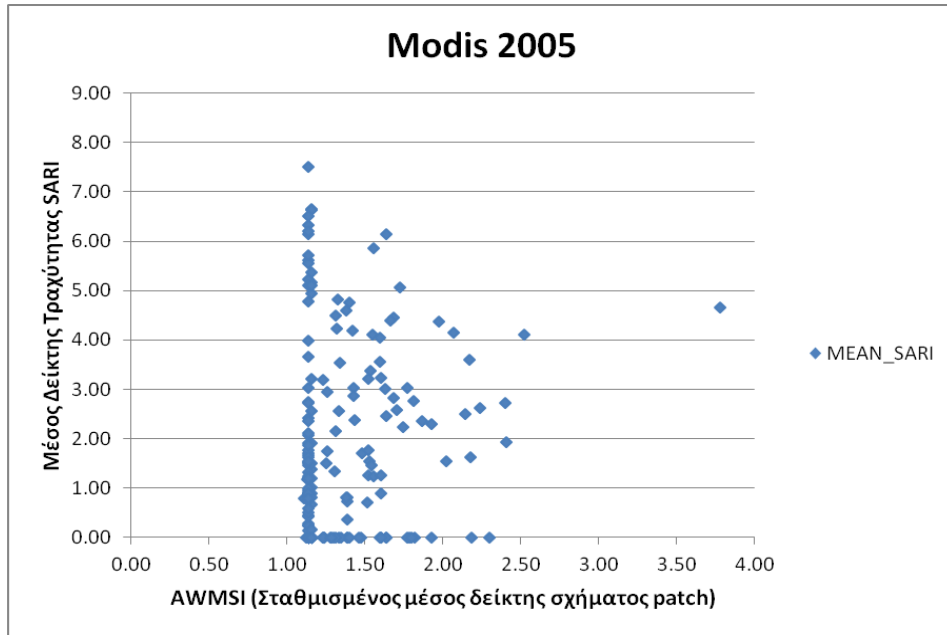
Διάγραμμα 3.3.3.3. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Effis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.



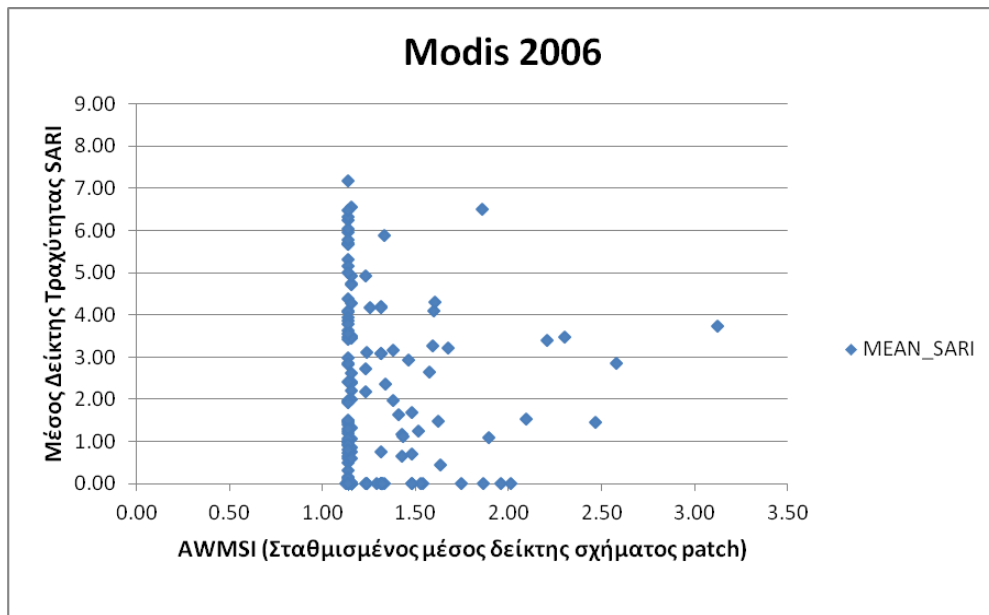
Διάγραμμα 3.3.3.4. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Effis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.



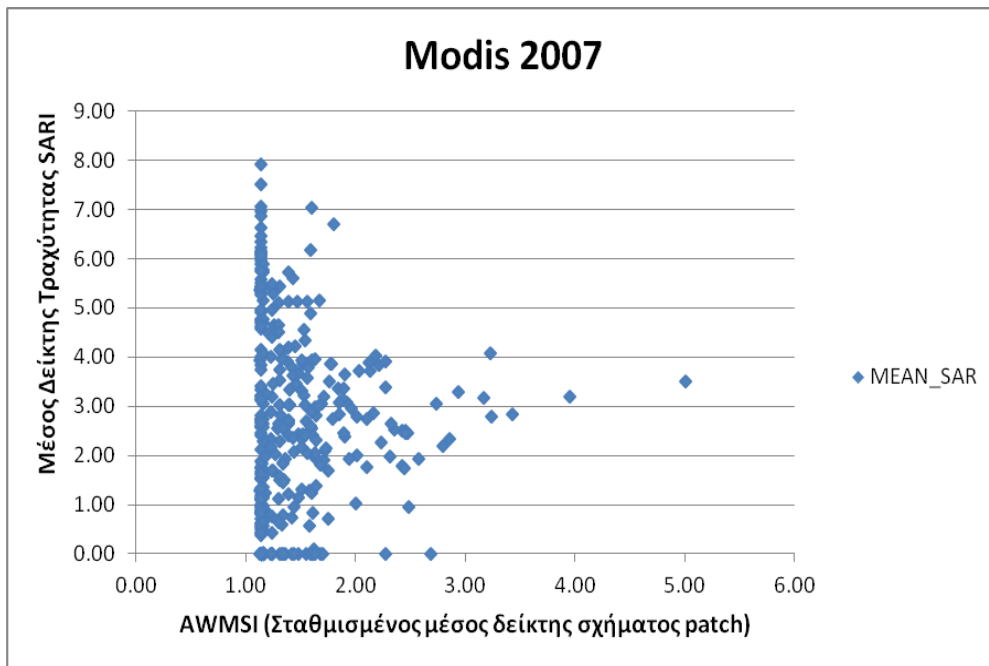
Διάγραμμα 3.3.3.5. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Effis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.



Διάγραμμα 3.3.3.6. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Modis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.



Διάγραμμα 3.3.3.7. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Modis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.



Διάγραμμα 3.3.3.8. Σύγκριση σταθμισμένου μέσου δείκτη σχήματος patches του Modis με μέσο δείκτη τραχύτητας SARI.

	SARI2005		SARI2006		SARI2007	
	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας
Effis						
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)	,517 [*]			0,488 [*]		,303 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch (MSI)	,517 [*]			0,488 [*]		,303 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)			0,507 ^{**}			-,520 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)			0,516 ^{**}			-,106
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)			0,516 ^{**}			-,106
Περίμετρος (TE) σε m						,264 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha						,264 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)						,202 [*]
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης. $MPS = \text{Class Area} / \text{NumP}$,202 [*]
MDPS (median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών						,202 [*]

3.3.3.9. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις τραχύτητας εδάφους και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 καμένων εκτάσεων του EFFIS.

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

	SARI2005		SARI2006		SARI2007	
	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας	Μέση τιμή Τραχύτητας	Τυπική Απόκλιση Τραχύτητας
Modis						
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)	,230 ^{**}	,404 ^{**}		,345 ^{**}	,125 [*]	,480 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch (MSI)	,230 ^{**}	,404 ^{**}	,152 [*]	,345 ^{**}	,125 [*]	,480 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)		-,434 ^{**}	,152 [*]	-,346 ^{**}	-,170 ^{**}	-,464 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)		,138 [*]			-,025	
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)		,138 [*]			-,025	
Περίμετρος (TE) σε m	,244 ^{**}	,406 ^{**}	,137 [*]	,352 ^{**}		,310 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha	,244 ^{**}	,406 ^{**}	,137 [*]	,352 ^{**}		,310 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)	,244 ^{**}	,406 ^{**}		,352 ^{**}		,310 ^{**}
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης. $MPS = \text{Class Area} / \text{NumP}$,235 ^{**}	,403 ^{**}		,322 ^{**}		,210 ^{**}
MDPS (median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών	,235 ^{**}	,403 ^{**}				,210 ^{**}

3.3.3.10. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις τραχύτητας εδάφους και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 καμένων εκτάσεων του MODIS.

	NORTHNESS2005			NORTHNESS2006			NORTHNESS2007		
	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα
Effis									
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)		.711 ^{**}				.477 ^{**}		.448 ^{**}	.408 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)		.711 ^{**}				.477 ^{**}		.448 ^{**}	.408 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)								-.506 ^{**}	-.232 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)									
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)									
Περίμετρος (TE) σε m		.653 ^{**}		.458 ^{**}	.805 ^{**}		.349 ^{**}		.702 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha		.653 ^{**}		.458 ^{**}	.805 ^{**}		.349 ^{**}		.702 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)		.653 ^{**}		.458 ^{**}	.805 ^{**}		.349 ^{**}		.702 ^{**}
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP		.521 ^{**}		.448 ^{**}	.903 ^{**}		.268 ^{**}		.817 ^{**}
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών		.521 ^{**}		.448 ^{**}	.903 ^{**}		.268 ^{**}		.817 ^{**}

3.3.3.11. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (northness) βορινότητας έκθεσης και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 του EFFIS.

	NORTHNESS2005			NORTHNESS2006			NORTHNESS2007		
	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα	Μέση τιμή Βορινότητα	Τυπική Απόκλιση Βορινότητα	Άθροισμα Βορινότητα
MODIS									
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)		.469 ^{**}	.174 ^{**}		.357 ^{**}	.521 ^{**}		.456 ^{**}	.511 ^{**}
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)		.469 ^{**}	.174 ^{**}		.357 ^{**}	.521 ^{**}		.456 ^{**}	.511 ^{**}
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)		-.517 ^{**}	-.186 ^{**}		-.396 ^{**}	-.250 ^{**}		-.437 ^{**}	-.129 ^{**}
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)		.156 ^{**}			.146 ^{**}	.268 ^{**}			.147 ^{**}
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)		.156 ^{**}			.146 ^{**}	.268 ^{**}			.147 ^{**}
Περίμετρος (TE) σε m		.457 ^{**}	.246 ^{**}		.310 ^{**}	.706 ^{**}		.290 ^{**}	.858 ^{**}
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha		.457 ^{**}	.246 ^{**}		.310 ^{**}	.706 ^{**}		.290 ^{**}	.858 ^{**}
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)		.457 ^{**}	.246 ^{**}		.310 ^{**}	.706 ^{**}		.290 ^{**}	.858 ^{**}
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP		.435 ^{**}	.317 ^{**}		.263 ^{**}	.723 ^{**}		.194 ^{**}	.937 ^{**}
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών		.435 ^{**}	.317 ^{**}		.263 ^{**}	.723 ^{**}		.194 ^{**}	.937 ^{**}

3.3.3.12. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (northness) βορινότητας έκθεσης και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 του MODIS.

	Eastness2005			Eastness2006			Eastness2007		
Effis	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Άθροισμα Ανατολικότητα	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Άθροισμα Ανατολικότητα	
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)		,566		,415	,480	-.232	,424	-.435	
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)		,566		,415	,480	-.232	,424	-.435	
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)						,318	-.545	,181	
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)									
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)									
Περίμετρος (TE) σε m				,494	,693		,328	-.636	
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha				,494	,693		,328	-.636	
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)				,494	,693		,328	-.636	
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP				,455	,713		,245	-.672	
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών				,455	,713		,245	-.672	

3.3.3.13. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (Eastness) Ανατολικότητας έκθεσης και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 του EFFIS.

	Eastness2005			Eastness2006			Eastness2007		
Modis	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Άθροισμα Ανατολικότητα	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Άθροισμα Ανατολικότητα	Μέση τιμή (Mean) Ανατολικότητα	Τυπική απόκλιση (STD) Ανατολικότητα	Άθροισμα Ανατολικότητα
Σταθμισμένος μέσος σχήματος με βάση το εμβαδόν των patches (AWMSI)		,548	-.140		,400			,470	-.324
Μέσος Δείκτης Σχήματος του patch(MSI)		,548	-.140		,400			,470	-.324
Δείκτης αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού του patch σε m/ha (MPAR)		-.565	,154		-.468			-.466	
Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (MPFD)		,193	-.268		,130	-.173			
Σταθμισμένος Μέσος όρος δείκτη κλασματικής διάστασης του patch (AWMPFD)		,193	-.268		,130	-.173			
Περίμετρος (TE) σε m		,554	-.268		,368			,307	-.613
Πυκνότητα ακμών Edge Density (ED) Περίμετρος patch/συνολικό εμβαδό patches m/ha		,554	-.268		,368			,307	-.613
Μέσος όρος ακμής ανά patch TE / NumP (MPE)		,554	-.354		,368			,307	-.613
Mean Patch Size (MPS): ο μέσος όρος του εμβαδού των patches μιας κλάσης.MPS =Class Area /NumP		,533	-.354		,316			,208	-.645
MDPS(median) διάμεσος ισούται με την αξία του αντίστοιχου patch metric για τη χωροψηφίδα και αντιπροσωπεύει το μέσο της κατανομής κατάταξης του μετρικών τιμών		,533	-.354		,316			,208	-.645

3.3.3.14. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (Eastness) Ανατολικότητας έκθεσης και μετρικών χαρακτηριστικών των patches 2005, 2006, 2007 του MODIS.

3.3.4 Αποτελέσματα τοπογραφικών παραγόντων

Υψόμετρο

Οι καμένες εκτάσεις σε μέση τιμή υψομέτρου κυμαίνονται σε χαμηλά υψόμετρα και για τις τρεις χρονιές κατά μέσο όρο για το σύστημα Effis στα 350 m και για τον Modis στα 260 μέτρα. Οι πυρκαγιές με τις χαμηλότερες τιμές υψομέτρου μεγάλος όγκος μετρήσεων εντοπίστηκαν από τον Modis. Το εμβαδό των patches του Effis έδειξε ότι για το 2005 ήταν λίγα και διασκορπισμένα με μικρό εύρος τιμών υψομέτρου και μικρά στο μέγεθος. Για το 2006 τα patches του Effis κυμαίνονται σε μέγεθος 600 ha είναι πιο συγκεντρωμένα στα 300 μέτρα υψόμετρο. Για το 2007 τα patches του Effis έχουν το μεγαλύτερο εμβαδόν στα 2,000 ha, μεγαλύτερες ακραίες τιμές υψομέτρου και υψηλή συγκέντρωση καμένων εκτάσεων γύρω στα 500 μέτρα.

Το σύστημα Modis για το 2005 έχει εντοπίσει καμένες εκτάσεις σε χαμηλά υψόμετρα χαμηλό εύρος με μέγιστη τιμή κοντά στα 1,000 μέτρα υψόμετρο. Ο μέσος όρος εμβαδού patch είναι μικρός κάτω από 200 ha και έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών patches κοντά στα 200 μέτρα. Για το 2006 τα patches έχουν μικρός μέγεθος patch κατά μέσο όρο κοντά στα 100 ha μεγάλο εύρος υψομέτρου με μέγιστη τιμή τα 1,800 μέτρα και μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών στα 250 μέτρα υψόμετρο. Για το 2007 έχουμε μεγάλο αριθμό patches εμβαδό τα 500 ha και υψηλή συγκέντρωση τιμών υψομέτρου των patches στα 400 μέτρα. Συμπερασματικά το Modis εμφανίζει καλύτερη δυνατότητα στον εντοπισμό καμένων περιοχών με χαμηλό υψόμετρο σε σχέση με το Effis.

Μετά την ανάλυση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των patches καμένης έκτασης και υψομέτρου βάση στατιστικών του αναγλύφου προέκυψαν κάποιες σημαντικές συσχετίσεις. Για το Effis υπάρχει ισχυρή συσχέτιση κοντά στο 0.43 για το 2006 και κοντά στο 0.67 για το 2007 της τυπικής απόκλισης του υψομέτρου και των δεικτών σχήματος των patches των καμένων εκτάσεων: μέσος δείκτης σχήματος και σταθμισμένος, περίμετρος, πυκνότητα ακμών. Οι δείκτες έκτασης με το εμβαδόν του patch εμφανίζουν συσχέτιση για το 2007 στο 0.5. Όσο περισσότερο αποκλίνουν οι τιμές του υψομέτρου από το μέσο όρο τόσο αυξάνει ο δείκτης σχήματος τους για το 2006 και 2007. Επίσης για το 2007 υπάρχει αύξηση και στην συσχέτιση τυπικής απόκλισης υψομέτρου και δεικτών

εμβαδού των patches. Για το 2005 του Effis δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική στατιστική συσχέτιση.

Για το Modis υπάρχει επίσης μικρότερη συσχέτιση κοντά στο 0.34 για το 2005 και 0.35 για το 2006 της τυπικής απόκλισης του υψομέτρου και των δεικτών σχήματος των patches. Τιμή 0.36 για το 2005 για την περίμετρο, πυκνότητα ακμών, μέσο όρο ακμής και 0.4 για τους δείκτες έκτασης της τυπικής απόκλισης του υψομέτρου και του εμβαδού των patches. Πιο ισχυρή συσχέτιση κοντά στο 0.6 εμφανίζουν οι τιμές της τυπικής απόκλισης του υψομέτρου και των δεικτών σχήματος των patches για το 2007. Αυξημένη τιμή 0.5 για το 2007 εμφανίζουν οι συσχετίσεις τυπικής απόκλισης υψομέτρου και περιμέτρου πυκνότητα ακμών και 0.4 η συσχέτιση τυπικής απόκλισης υψομέτρου και δεικτών εμβαδού.

Συγκριτικά η ανάλυση υψομέτρου έδειξε μια ισχυρή τάση συσχέτισης δεικτών σχήματος και ακμών των patches με την τυπική απόκλιση υψομέτρου για δυο χρονιές 2006, 2007 του Effis. Η τάση αυτή είναι ισχυρή και για τον Modis με πιο υψηλές τιμές αυτές των patches του 2007. Οι δείκτες εμβαδού των patches εμφανίζουν μεγάλη τάση συσχέτισης και για τις τρεις χρονιές του Modis και μόνο για το 2007 του Effis.

Κλίση και δείκτη τραχύτητας

Οι καμένες εκτάσεις κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές και για τα δυο συστήματα με μέση τιμή κλίσης των patches του Effis στις 10⁰ και για τον Modis με μέση τιμή κλίσης στις 5⁰. Για το Effis τα patches εμφανίζονται σε κλίσεις μεγαλύτερες απ' τον Modis. Επίσης τα patches του Effis έχουν πιο καλή κατανομή στο χώρο σε σχέση με αυτά του Modis που έχουν ακανόνιστη κατανομή στο χώρο.

Ο Modis εμφανίζει μεγαλύτερο εύρος κλίσεων περισσότερες ακραίες τιμές κλίσεων κυρίως για το 2006 και για το 2007 και πολύ υψηλές συγκεντρώσεις patches σε επίπεδες περιοχές. Ο δείκτης τραχύτητας αναγλύφου έδειξε ένα μέσο δείκτη τιμής κοντά στο 3 χαμηλός δείκτης τραχύτητας εδάφους για τα patches που ανίχνευσαν τα δυο συστήματα και για τις τρεις χρονιές. Για το 2005 εμφανίζεται το χαμηλότερο εύρος τιμών τραχύτητας του εδάφους και τα πιο απλά σχήματα patches. Η αφετηρία τιμής τραχύτητας

του Effis για το 2005 και 2006 είναι κοντά στο 1 που σημαίνει ότι δεν είναι επίπεδες οι περιοχές ανίχνευσης των Patches. Για το 2006 και κυρίως το 2007 έχουμε πιο πολύπλοκο σχήμα patches σε εύρος τιμών για τον Effis. Ο Modis και για τις τρεις χρονιές εμφανίζει μεγαλύτερο εύρος ακραίων τιμών τραχύτητας και πολύ υψηλές συγκεντρώσεις patches σε επίπεδες περιοχές με εξαιρετικά χαμηλές τιμές. Επίσης ο Modis εμφανίζει και πιο ακραίες τιμές πολυπλοκότητας σχήματος των patches.

Μετά την ανάλυση συσχέτισης ο Effis για το 2005 και 2006 εμφανίζει συσχέτιση για την μέση τιμή τραχύτητας με τιμή 0.5 των δεικτών σχήματος και αναλογίας περιμέτρου/ εμβαδού των patches. Ο Modis για το 2005, 2006, 2007 εμφανίζει υψηλή συσχέτιση τιμών της τυπικής απόκλισης της τραχύτητας και των δεικτών σχήματος (σταθμισμένος μέσος σχήματος, μέσος δείκτης σχήματος της περιμέτρου, πυκνότητας ακμών και δεικτών εμβαδού των patches)

Προσανατολισμός

Η ανάλυση έκθεσης προσανατολισμού έδειξε μια ισορροπημένη κατανομή των περιοχών στα επίπεδα έκθεσης που μελετήθηκαν και για τα δυο συστήματα με τον Modis να καταγράφει ένα μεγάλο ποσοστό επίπεδων περιοχών. Η συσχέτιση ανατολικότητας βορινότητας με τους δείκτες σχήματος, έκτασης των patches των patches έδειξε μια σύνδεση του αθροίσματος τιμής με τους δείκτες προσανατολισμού. Τα δυο συστήματα Modis, Effis γενικά εμφανίζουν διαφοροποιήσεις στις συσχετίσεις τους ως προς την έκθεση (ανατολικότητα, βορινότητα) του εδάφους που δεν μπορούν να οδηγήσουν σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα.

4. Συμπεράσματα

Η χωροχρονική ανάλυση των μετρικών τοπίου των καμένων περιοχών (patch analysis) για τις τρεις χρονιές είχε ως αποτέλεσμα να προκύψουν σημαντικά συμπεράσματα:

Ο χρόνος

Για τις τρεις χρονιές το σύστημα Modis έχει καταγράψει τα περισσότερα patches καμένων εκτάσεων ως προς τον αριθμό και την περίμετρο και μόνο το 2007 το Effis έχει καταγράψει μεγαλύτερο εμβαδόν. Αυτό οφείλεται εκτός από την χωρική ανάλυση και στο βαθμό γενίκευσης του διανυσματικού χάρτη πυρκαγιών του Effis μιας και είναι προϊόν ψηφιοποίησης. Συγκεκριμένα μέσα στο όριο καμένης περιοχής μπορούν να συμπεριληφθούν και μη καμένες εκτάσεις κατά την ψηφιοποίηση των πολυγώνων.

Για τις χρονιές χαμηλής δραστηριότητας πυρκαγιών για την Ελλάδα, όπως το 2005 και το 2006 οι μεγάλες διαφορές στην έκταση των καμένων περιοχών που εντόπισαν τα δυο συστήματα μπορεί να εξηγηθεί με βάση το μέγεθος των πυρκαγιών. Επειδή το μέγεθός τους στα δυο αυτά έτη είναι μικρό είναι δύσκολο να ανιχνευθούν. Το μικρό αυτό μέγεθος επηρεάζεται από το γειτονικό υπόλοιπο τοπίο. Αυτό δυνητικά μπορεί να έχει μεγαλύτερο ποσοστό λάθους γενίκευσης στις περιπτώσεις των μικρών πυρκαγιών. Τα αποτελέσματά μας συγκριτικά εμφάνιζαν μεγαλύτερη συμφωνία για τις καμένες εκτάσεις του 2007 μια χρονιά με μεγάλη δραστηριότητα πυρκαγιών με μεγάλες καμένες εκτάσεις (Kalivas et al, 2013).

Η επικρατούσα χρήση

Ο Modis συνολικά εντόπισε περισσότερες καμένες εκτάσεις γεωργικών περιοχών επικρατούσας χρήσης το 2005 γιατί δεν έχει φίλτρο αποκλεισμού και εντοπίζει και όλες τις πυρκαγιές σε αγροτικές εκτάσεις. Οι χαμηλές τιμές των patches γεωργικών περιοχών του Effis για το 2005 εμφανίζουν χαμηλή ποικιλομορφία και πιο κανονική κατανομή στο σχήμα των patches. Πιο πολύπλοκη δομή έχουν τα patches των καμένων δασών του Effis 2005 με

μεγαλύτερη περίμετρο. Οι γεωργικές εκτάσεις του 2005 του Effis εμφανίζονται με μεγαλύτερο μέσο όρο εμβαδού patches και μικρό αριθμό patches σε μεγαλύτερη απόσταση- απομόνωση μεταξύ τους. Το 2005 τα patches των δασών για το σύστημα Effis είναι λιγότερα από του Modis και μεγαλύτερα κατά μέσο όρο και πιο απομονωμένα από του Modis.

Ο μικρότερος αριθμός πυρκαγιών γεωργικής περιοχής εντοπίστηκαν το 2006 από το Effis. Ο Modis το 2006 εντόπισε περισσότερα patches από το Effis σε αγροτικές περιοχές με πιο πολύπλοκη δομή μεγαλύτερη περίμετρο και εμβαδό πυκνότητα ακμών, πολλά και μικρά patches, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους μεγάλη πυκνότητα που δείχνει έντονο κατακερματισμό. Το 2006 η δασική κατηγορία του Modis αποτελείται από λίγα μεγάλα patches σε μακρινή απόσταση μεταξύ τους. Τα patches δασικών περιοχών του Effis το 2006 είχαν μεγαλύτερη περίμετρο και εμβαδόν από του Modis και καταλάμβαναν το μεγαλύτερο ποσοστό στο τοπίο.

Το 2007 και τα δυο συστήματα εντόπισαν καμένες εκτάσεις μεγάλης έκτασης (Modis 228,591 ha και το Effis 271,584 ha). Το Effis το 2007 εντόπισε λίγα και πολύ μεγάλα patches επικρατούσας χρήσης γεωργικών περιοχών με μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Ο μέσος όρος εμβαδού και η τυπική απόκλιση του μεγέθους των patches του Effis είναι πολύ μεγάλος για το 2007 για τις γεωργικές περιοχές. Οφείλεται στις μεγάλες πυρκαγιές της Πελοποννήσου του 2007 που έκαψαν και γεωργικές εκτάσεις τις οποίες εντόπισε και το Effis λόγω μεγάλης έκτασης. Τα patches των γεωργικών πυρκαγιών που εντόπισε ο Modis για το 2007 εμφανίζουν αυξημένο συντελεστή μεταβλητότητας. Για την επίμαχη αυτή περίοδο εντόπισε πολλά μικρότερα και πιο πολύπλοκα patches ως προς το σχήμα (κατακερματισμένο τοπίο) γεωργικών περιοχών σε κοντινή απόσταση. Περισσότερες πυρκαγιές σε δάση εντόπισε το σύστημα Effis με κοντινές τιμές με αυτές του Modis για τα δάση.

Τα patches του 2007 συμπερασματικά εμφανίζουν μεγαλύτερο κατακερματισμό και για τα δυο συστήματα. Οι πυρκαγιές σε περιοχές τεχνητών επιφανειών και υγροτόπων που εντόπισε ο Modis δεν μπορούν να οδηγήσουν σε κάποιο συμπέρασμα γιατί τα patches είναι μικρά σε μέγεθος και λιγοστά.

Τα μεγέθη των patches δείκτες έκτασης, σχήματος, ακμών

Μεγαλύτερο μέσο όρο εμβαδού patches καμένων εκτάσεων και για τις τρεις χρονιές εμφανίζει το σύστημα Effis. Μεγαλύτερη τυπική απόκλιση από το μέσο όρο εμβαδού εμφανίζουν οι καμένες εκτάσεις του Effis με μέγιστη αυτών του 2007.

Ως προς τους δείκτες ακμών περίμετρος δείκτες σχήματος και fractal dimension πιο πολύπλοκα και μεγαλύτερα σχήματα πολλές ακμές εμφανίζουν τα patches του συστήματος Modis. Ο δείκτης σχήματος τοπίου LSI δείχνει πιο πολύπλοκη δομή για τα patches του Modis (έχουν μεγαλύτερη περίμετρο και είναι και περισσότερα).

Μεγαλύτερη πυκνότητα ακμών edge εμφανίζουν τα patches καμένων εκτάσεων του συστήματος Modis με μεγαλύτερες τιμές και για τις τρεις χρονιές

Ο κατακερματισμός

Μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε στο βαθμό κατακερματισμού του τοπίου ανάμεσα στα δυο προϊόντα. Συγκεκριμένα τα προϊόντα του Modis εμφανίζουν μεγαλύτερο κατακερματισμό με μικρότερα patches σε σύγκριση με τα αντίστοιχα του Effis. Οι ποιοτικές διαφορές ανάμεσα στα δυο προϊόντα σχετίζονται με τις προδιαγραφές τους. Ο αλγόριθμος του Modis εντοπίζει και τις ελεγχόμενες μικρής κλίμακας αγροτικές πυρκαγιές ως μέθοδο καθαρισμού των αγροτεμαχίων από υπολείμματα καλλιεργειών. Αντίθετα ο Effis έχει φίλτρο δηλαδή αλγόριθμο που έχει σχεδιαστεί να ανιχνεύει πρωταρχικά τις πυρκαγιές σε δασικές και ημιφυσικές περιοχές. Σημαντικό ρόλο έχει και η διαφορετική ανάλυσή τους όπου ο Effis ανιχνεύει με ανάλυση 250 μέτρα και ο Modis 500 μέτρα. Στο περιβάλλον της Ελλάδας όπου η βλάστηση είναι ανομοιόμορφη και κατακερματισμένη δεν ανιχνεύονται εύκολα οι πυρκαγιές λόγω του ιδιόμορφου τοπίου ειδικά σε χαμηλή χωρική ανάλυση όπως του Modis.

Η γειτνίαση

Μεγαλύτερη απόσταση - απομόνωση μεταξύ δυο γειτονικών patches ίδιας κλάσης στο τοπίο εμφανίζουν τα patches του συστήματος EFFIS και για τα τρία επίπεδα ανάλυσης κατά Corine. Η τυπική απόκλιση κοντινότερου γείτονα σε συνδυασμό με την μέση κοντινότερη τιμή μας δίνει ένα βαθμό της ετερογένειας του τοπίου και για τα δυο συστήματα. Ποιο ετερογενή είναι τα patches του συστήματος Modis με μεγαλύτερες τιμές τυπικής απόκλισης απόστασης κοντινότερου patch σε σχέση με τη μέση τιμή γειτονικού patch και μεγάλες τιμές συντελεστή παραλλακτικότητας. Μεγαλύτερη παραλλακτικότητα τιμών ως προς τη μέση κοντινότερη απόσταση εμφανίζουν τα patches του Modis. Οι τιμές τυπικής απόκλισης απόστασης κοντινότερου patch σε συνδυασμό με την μέση κοντινότερη τιμή υποδηλώνουν καλή κατανομή και πιο ομοιόμορφα κατανεμημένο τοπίο στα patches του Effis.

Οι τοπογραφικοί παράγοντες:

Το υψόμετρο:

Τα δυο συστήματα έχουν καταγράψει τιμές χαμηλού υψομέτρου κατά μέσο όρο για τις καμένες εκτάσεις, με τον Modis να έχει το προβάδισμα στα πιο χαμηλά και επίπεδα εδάφη όπου εμφανίζει μεγάλο όγκο μετρήσεων με patches μικρού εμβαδού.

Για τον Effis ως προς την ανάλυση υψομέτρου προκύπτει ισχυρή συσχέτιση τυπικής απόκλισης υψομέτρου και των δεικτών σχήματος των patches για τις χρονιές 2006, 2007. Οι δείκτες έκτασης μεγέθους του patch και τυπικής απόκλισης υψομέτρου συσχετίζονται για το 2007. Η τάση αυτή τυπικής απόκλισης και υψομέτρου και δεικτών σχήματος έκτασης είναι ισχυρή και για τον Modis με πιο υψηλές τιμές αυτές του 2007.

Η κλίση του εδάφους

Τα patches του Effis εμφανίζονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα από του Effis και έχουν καλύτερη κατανομή στο χώρο. Γιατί ο effis έχει καταγράψει μεγαλύτερο ποσοστό δασικών εκτάσεων patches ενώ ο Modis περισσότερες αγροτικές εκτάσεις που εντοπίζονται σε πιο επίπεδες επιφάνειες. Ο μέσος δείκτης τραχύτητας που ανίχνευσαν τα δυο συστήματα είναι χαμηλός και για τα δυο.

Η αφετηρία τιμής τραχύτητας του Effis για το 2005 και 2006 είναι κοντά στο 1 ενώ του Modis στο 0 με υψηλές συγκεντρώσεις patches σε επίπεδες περιοχές με εξαιρετικά χαμηλές τιμές. Ο Modis και για τις τρεις χρονιές εμφανίζει μεγαλύτερο εύρος ακραίων τιμών τραχύτητας. Επίσης ο Modis εμφανίζει και πιο ακραίες τιμές πολυπλοκότητας σχήματος των patches.

Τόσο ο Modis όσο και ο Effis εμφανίζουν για τον δείκτη τραχύτητας υψηλή συσχέτιση τυπικής απόκλισης τραχύτητας δεικτών σχήματος και μεγέθους patch.

Ο προσανατολισμός

Για τον προσανατολισμό δεν μπορούν να βγουν αξιόλογα συμπεράσματα μιας και τα δυο συστήματα εμφανίζουν ισομερή κατανομή στα επίπεδα έκθεσης ο Modis μόνο καταγράφει ένα μεγάλο ποσοστό επίπεδων περιοχών έκθεσης. Η συσχέτιση ανατολικής και βορινής έκθεσης δεν μπορεί να μας οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα για τα patches. Σε μια περιοχή εκτός από την έκθεση του εδάφους επικρατούν και τοπικές κλιματικές συνθήκες άνεμοι, θερμοκρασίες οι οποίοι είναι πολύ σημαντικοί και δεν υπήρξε πρόσβαση σε σχετικά δεδομένα για τον Ελλαδικό χώρο τις χρονιές που εξετάστηκαν για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Αθανασίου Γ. (2011). Σύγκριση δεδομένων τηλεπισκόπησης καμένων εκτάσεων για τον Ελλαδικό χώρο.
- Γκόφας Α. (2008). Εγχειρίδιο δασοπροστασίας, Εκδόσεις Γιαχούδη
- Κωνσταντινίδης Αλ. (2002). Σημειώσεις μαθήματος ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS I), ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ
- Μηλιαρέσης Γ. (2003). Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση
- Πουλής Γ., Καρρά Α., Κωσταρόπουλος Α., (2009). Εγχειρίδιο Εκπαίδευσης Εθελοντών Πυροσβεστών ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΕΛΛΑΔΑΣ διαθέσιμο από:
(http://www.fireservice.gr/pyr_cms_files/dynamic/c167541/attach/EGX_low1_el_GR.pdf τελευταία πρόσβαση στις 10/9/2014).
- Τζώτσος Α., Αργιαλάς Δ., (2010). Σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπισκόπησης για την ανίχνευση, καταγραφή, αποτίμηση πυρκαγιών και προστασία των πληγέντων περιοχών.

Ξενόγλωσση

- Bassi, S., Kettunen M., (2008). FOREST FIRES: causes and contributing factors in Europe (IEEP) Institute for European Environmental Policy London, United Kingdom.
- Beck, J. Parminter Alexander, J. M. MacDermid, E. Van Nest T., Beave A., Grimaldi S. (2005). Fire ecology and management. Forestry Handbook for British Columbia. (5) pp.490-525.

- Boschetti L., Justice C., Roy D, Giglio L. (2008). Global Burned Area Mapping: MODIS and Beyond, Department of Geographical Sciences University of Maryland.
- Bottai L., Bagnoli M., Oradini A., Carnemolla S. (2000). Satellite based monitoring of Tuscany wildfires. : Remote sensing and forest monitoring (Zawila-Niedzwiecki T, Brach M eds), Office for Official Publications of the European Communities. European Commission, Luxembourg, Environment and quality of life series XII: 573-583.
- Bragin, N., Singh, N. J. & Reading, R. P., (2013). Creating a Ruggedness Layer for Use in Habitat Suitability Modeling for Ikh Nart Nature Reserve, Mongolia. *Mong. J. Biol. Sci.*, 11(1-2): 19-23
- Countryman, C.M. (1966). Rating fire danger by the multiple basic index system. *Journal of Forestry* 64: 531-536.
- Chirici G., Corona P., Lamonaca A. (2008). Remote sensing support for post fire forest management.
- Chirici G., Corona P., (2005). An overview of passive remote sensing for post-fire monitoring. *Forest* 2 (3): 282-289.
- Chuvieco E. (2003). *Wildland Fire Danger Estimation and Mapping the Role of Remote Sensing Data Vol4*
- Csiszar I., Denis L., Giglio L., Justice CO., Hewson J. (2005). Global fire activity from two years of MODIS data. *International Journal of Wildland Fire* 14: 117-130.
- EC (2006). *Forest Fires in Europe 2005*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Report No 6, EUR 22312 EN, Italy
- Francesco, G. Duccio Rocchinib, Chiaruccia, A., (2010). Landscape metrics and topographical determinants of large-scale forest dynamics in a Mediterranean landscape, *Landscape and Urban Planning* 95 pp. 46–53.

- Fitzgerald S. (2004) Oregon State University, The Effects of Topography, Weather, and Fuel on Fire Behavior. Pp. 35.
- Franklin SE. (2001). Remote sensing for sustainable forest management. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Gitas I., Mitri G., Ventura G. (2004). Object-oriented image analysis for burned area mapping using NOAA-AVHRR imagery in Creus Cape Spain, Remote Sensing of Environment 92: 409-413.
- Gounaridis Dimitrios, Zaimis George N., Koukoulas Sotirios, (2014). a Quantifying spatio-temporal patterns of forest fragmentation in Hymettus Mountain, Greece, Computers, Environment and Urban Systems 46 35–44.
- Grasso E, Molinari P, Mandatori R. (2004). Il catasto degli incendi boschivi della Regione Campania: un sistema su WEB per l'applicazione della Legge Quadro 353/2000. MondoGIS 44: 31-34.
- Haire, S. L., K. McGarigal, and C. Miller, (2013). Wilderness shapes contemporary fire size distributions across landscapes of the western United States.
- Holden ZA, Smith AMS, Morgan P, Rollins MG, Gessler PE. (2005). Evaluation of novel thermally enhanced spectral indices for mapping fire perimeters and comparisons with fire atlas data. International Journal of Remote Sensing 26: 4801-4808.
- Jesús San - Miguel - Ayanz, Jose Manuel Moreno, Andrea Camia, (2013). Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives, Forest Ecology and Management 294: 11–22.
- Kalivas D. P, Petropoulos G. P, Athanasiou I. M., and Kollias V. J. (2013). An intercomparison of burnt area estimates derived from key operational products: the Greek wildland fires of 2005–2007, Nonlinear Processes in Geophysics 20 (3): 397-409.

- KERRELL E., D.J. BRIGGS, D. REEVE, (1991). A. WRIGHT THE CORINE ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM: APPLICATIONS TO THE PROTECTION OF EUROPE'S CULTURAL HERITAGE, Pages 825–829.
- Lentile LB, Holden ZA, Smith AMS, Falkowski MJ, Hudak AT, Morgan P, Lewis SA, Gessler PE, Benson NC. (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post - fire effects. *International Journal of Wildland Fire* 15: 319-345.
- Lillesand T., Kiefer R. W, Chipman J. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, USA.
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Oliveira, S. (2014). Exploring the spatial patterns of fire density in Southern Europe using Geographically Weighted Regression.
- Pyne, S.J., Andrews, P.L., & Laven, R.D. (1996). *Introduction to Wildland fire*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sang - Woo Lee a, Myung-Bo Lee b, Young - Geun Lee b, Myoung-Soo Wonb, Jong - Jin Kim a, Sung - kwon Hong. (2009). Relationship between landscape structure and burn severity at the landscape and class levels in Samchuck, South Korea, *Forest Ecology and Management*, pp. 1594–1604.
- San – Miguel - Ayanz, J., Camia, A. (2010). Forest Fires, in *Mapping the Impacts of Natural Hazards and Technological Accidents in Europe: An Overview of the Last Decade*. EEA Technical Report N13/2010, pp. 47–53.
- Statheropoulos M., Pappa A. (2007). *Forest Fire Net Volume 5*, European Center for Forest Fires (ECFF).
- Turner, M. G., and W. H. Romme. (1994). Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology* 9: 59–77.

- Vázquez, A., Moreno, J.M. (1998). Patterns of lightning and people-caused fires in peninsular Spain. *International Journal of Wildland Fire* 8: 103–115.
- Rees (2001). *Physical Principles of Remote Sensing*, Cambridge University Press.
- Rempel, R.S., D. Kaukinen., and A.P. Carr. (2012). *Patch Analyst and Patch Grid*. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario
- Stroppiana D, Gregoire J - M, Pereira JMC. (2003). The use of SPOT VEGETATION data in a classification tree approach for burnt area mapping in Australian savana. *International Journal of Remote Sensing* 24 (10): 2131-2151.
- WWF, 2004. *Forest fires in the Mediterranean: a burning issue*. Διαθέσιμο από: (<http://assets.panda.org/downloads/forestfires2003factfile.doc> τελευταία πρόσβαση στις 10/9/2014)

Πηγές από διαδίκτυο:

WWW1 ΕΘΙΑΓΕ Διαθέσιμο από:

(<http://www.fria.gr/mmfrja/index.php?id=100&catid=38&lan=GR&tl=CATEGORYID>

τελευταία πρόσβαση στις 12/9/2014)

WWW2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ Διαθέσιμο από:

(<http://civilprotection.gr/el/%CE%B4%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CF%80%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82>

τελευταία πρόσβαση στις 16/9/2014).

WWW3 MODIS Διαθέσιμο από: (<http://modis-land.gsfc.nasa.gov/burn.html>

τελευταία πρόσβαση στις 10/9/2014).

WWW4 EFFIS Διαθέσιμο από: (<http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/about-effis/technical-background/rapid-damage-assessment/> τελευταία πρόσβαση στις 15/9/2014).

6. Παράρτημα

6.1 Υπολογισμός Επικρατούσας Χρήσης Γης και χρήση Patch Analyst και Patch Grid

I. Αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν

Διανυσματικά αρχεία καμένων εκτάσεων των συστημάτων Effis, Modis για τρεις χρονιές 2005, 2006, 2007:

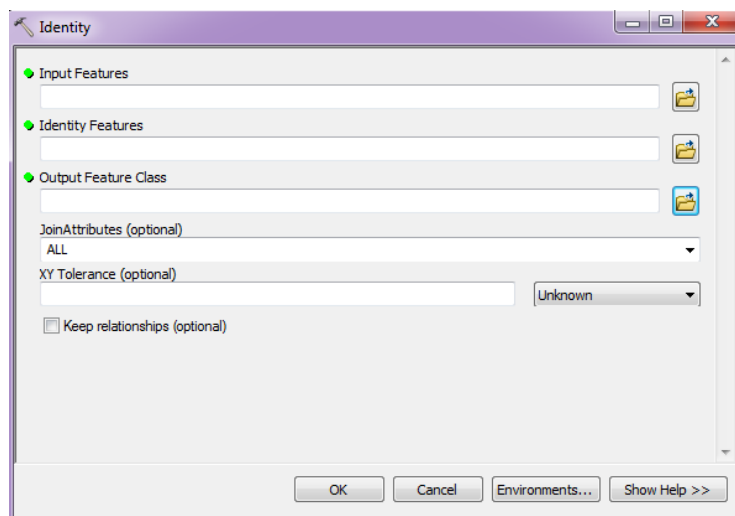
Effis: Effis_2005_tr_merc.shp, Effis_2006_tr_merc.shp, Effis_2007_tr_merc.shp

Modis: Burnarea_2005.shp, Burnarea_2006.shp, Burnarea_2007.shp

Διανυσματικό αρχείο Χρήσεων γης Corine 2000 : CLC2000_POLY_GREECE.shp

II. Επεξεργασία για προσδιορισμό επικρατούσας χρήσης:

- 1) Ορισμός greek grid ΕΓΣΑ 87' για χρήσεις γης όπου δεν ήταν ορισμένο
- 2) Από μενού του Arcgis → Analysis tools → identity

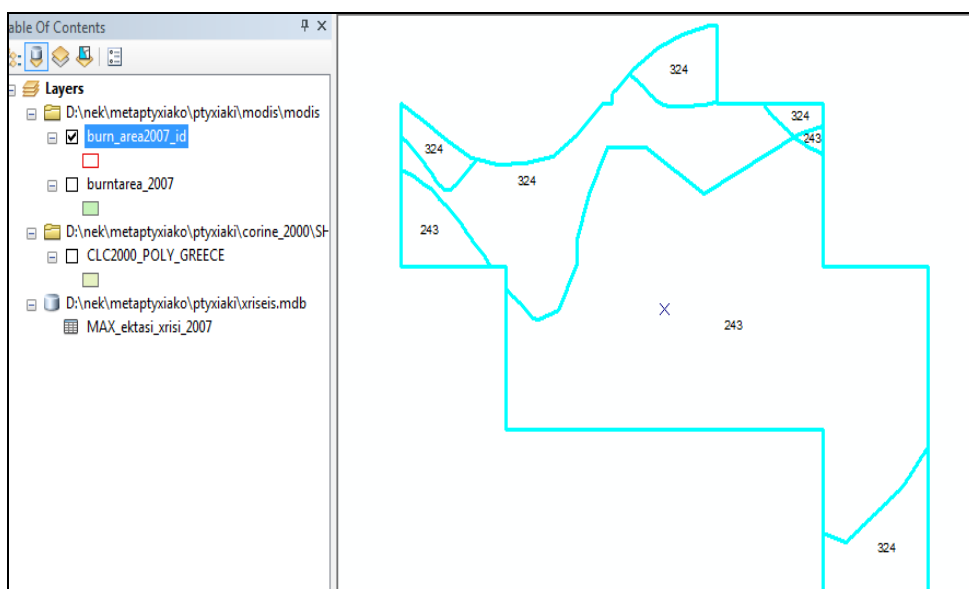


Εικόνα 6.1.1. Εντολής identity.

για να ταυτίσουμε την πληροφορία των χρήσεων γης με τις καμένες εκτάσεις για κάθε έτος και για κάθε δορυφορικό σύστημα: π.χ για το 2007 του Modis input αρχείο των καμένων εκτάσεων Burnarea_2007.shp και identity το αρχείο των χρήσεων γης CLC2000_POLY_GREECE.shp. Από το identity των δυο επιπέδων προκύπτει το αρχείο

burn_area2007_id με τα πολύγωνα καμένων εκτάσεων 2007 και χρήσεων γης στα όρια τους μαζί με τις εγγραφές τους. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν τα identity των δυο συστημάτων Effis Modis και για τις τρεις χρονιές 2005, 2006, 2007.

3) Στα όρια κάθε πολυγώνου καμένης έκτασης αντιστοιχούσαν σε κάποιες περιπτώσεις και πάνω από μια χρήσεις γης γι'αυτό επιλέχθηκε να μελετηθεί η επικρατούσα χρήση βάση μεγαλύτερου εμβαδού. Προστέθηκε στο shp file identity burnt_area2007_id ένα νέο πεδίο area_new permit_new όπου υπολογίστηκε με calculate geometry το εμβαδόν και η περίμετρος για κάθε κομματάκι χρήσης που πέφτει μέσα στα όρια κάθε πολυγώνου καμένης έκτασης π.χ.fid = 0 πέφτουν 5 πολύγωνα με εγγραφές χρήσεων γης 324, 243, 324, 243, 324. Από αυτά επιλέχθηκε μια χρήση γης η επικρατούσα με το μεγαλύτερο εμβαδό.



Εικόνα6.1.2. Όρια επιλεγμένου patch καμένης έκτασης με χρήσεις γης σε υπέρθεση.

4) Εισήχθησαν τα attributes του πίνακα identity burnt_area2007 στην access αφού πρώτα κρατήθηκε αντίγραφο του fid στο πεδίο user_id για είναι δυνατή στην συνέχεια η σύνδεση τους με join στο Arcgis10 με την κατάλληλη επεξεργασία τους στην access

5) Εκτελέστηκαν ερωτήματα ομαδοποίησης και τέλος για κάθε user id καμένης έκτασης προέκυψε μια χρήση αυτή με την max_ έκταση. Π.χ για fid = 0 αντιστοιχούν 5 πολύγωνα με εγγραφές χρήσεις γης 324, 243, 324, 243, 324 μετά την ομαδοποίηση, μια

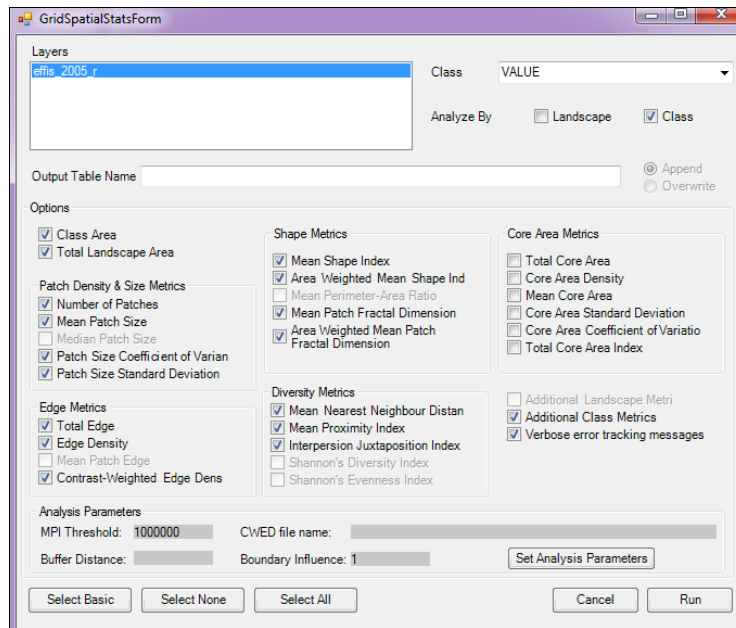
εγγραφή με επικρατούσα χρήση 243 και max έκταση χρήσης 1136996.362 που επιβεβαιώθηκε και μετά από οπτικό έλεγχο.

6) Εισήχθη ο πίνακας max_ektasi_xrisi_2007 στο ArcGs10 και με join με τον burn_area2007 μέσω user_id αντιγράφηκε η επικρατούσα χρήση βάση εμβαδού στο πεδίο max_xrisi και το εμβαδό της στο πεδίο max_xrisi_area_new. Προστέθηκαν το πεδίο class_1ου και class_2ου και αντιγράφηκαν το πρώτο και τα δυο επόμενα ψηφία επιπέδου ανάλυσης των χρήσεων γης κατά Corine2000 σύμφωνα με το πεδίο code_00. Από το 3ο επίπεδο προέκυψαν με την προσθήκη δυο νέων πεδίων οι χρήσεις γης ομαδοποιημένες στο 2ο επίπεδο και στο 1ο επίπεδο αντίστοιχα, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία για την παραγωγή raster αρχείων με 300 μ. και εκ νέου εισαγωγή τους στο Patch grid analyst για την παραγωγή των μετρικών αποτελεσμάτων 2ου επιπέδου και 1ου επιπέδου βάσει κωδικού code_00.

III. Χρήση Patch Grid

Από μενού conversion tool → to raster → feature to raster μετατροπή των αρχείων max_xrisi των χρήσεων γης σε raster με 300 μ. pixel size για τον υπολογισμό των Patch Grid statistics.

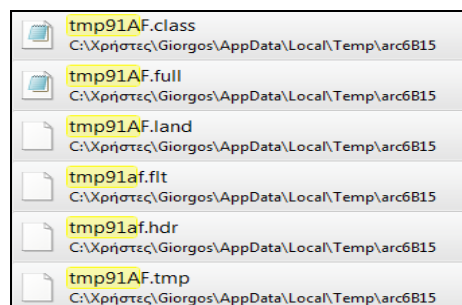
- a) Patch Grid → Patch Grid statistics (fragstats interface) υπολογισμός των μετρικών κλάσης class metrics για κάθε σύστημα των τριών χρονιών class τιμή value των raster.
- b) Η επιλογή Χωρικής Στατιστικής από το μενού Patch Grid φέρνει το παράθυρο διαλόγου "Χωρικής Στατιστικής" για τα πλεγματικά αρχεία. Το Patch Grid επεκτείνει τις δυνατότητες του Patch Analyst, και επιτρέπει λειτουργίες ανάλυσης (patch) που μπορούν να εκτελεστούν σε raster αρχεία. Η επέκταση Patch Grid παρέχει μια διεπαφή για ορισμένα σημαντικά βήματα χωρικής ανάλυσης, αλλά το κύριο χαρακτηριστικό είναι η ενσωματωμένη *διεπαφή με το πρόγραμμα Fragstats* (Rempel et al, 2012). Το Patch Grid χρησιμοποιεί επίσης το Fragstats για ανάλυση με βάση τις περιοχές.



Εικόνα 6.1.3. Παράθυρο του PatchGrid (Fragstats Interface) (Rempel et al, 2012).

c) Spatial statistics Fragstats εξαγόμενα αρχεία (χωρική στατιστική μέσω Fragstats) .

Όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο Run, το επιλεγμένο πλεγματικό αρχείο εξάγεται στον προσωρινό κατάλογο (temporary file) μαζί με μια παραγόμενη λίστα παραμέτρων, το Fragstats εκτελείται, και στη συνέχεια παράγονται τα αρχεία frag_av.class, frag_av.land, και frag_av.full. Αυτά τα προσωρινά αρχεία κειμένου αφαιρούνται με την επόμενη εκτέλεση του Patch Grid, ως εκ τούτου η μετονομασία των αρχείων είναι απαραίτητη για την διατήρηση των αρχείων (frag_av.class, frag_av.land, και frag_av.full) (Rempel et al, 2012). Αντιγραφή από temp file των παραγόμενων αρχείων από το patch grid analyst της μορφής tmp* έχει κρατηθεί το όνομα την ώρα της επεξεργασίας από την εντολή verbose tracking messages. Εισαγωγή τους από αρχεία κειμένου στο excel για καλύτερη επεξεργασία και αποθήκευση των μετρικών αποτελεσμάτων.



Εικόνα 6.1.4. Καταλήξεις εξαγόμενων αρχείων μετά την εκτέλεση του προγράμματος.

Τα αρχεία κατάληξης *. class περιέχουν τα μετρικά αποτελέσματα σε επίπεδο κλάσης. Τα *. Land, τα μετρικά σε επίπεδο συνόλου του τοπίου. Τα*. full περιέχει πλήρεις πληροφορίες τόσο για τα class όσο και για τα landscape metrics.

CLASS INDICES (Rempel et al, 2012)

Type: Patch Type	CA: Class Area (ha)
TA: Total Area (ha)	ED: Edge Den (m/ha)
PD: Patch Density (#/100 ha)	LSI: Landscape Shape Index
%LAND: Percent of Landscape (%)	MSI: Mean Shape Index
LPI: Largest Patch Index (%)	AWMSI: Area-Weighted Mean Shape
NP: Number Patches	DLFD: Double Log Fractal dimension
PD: Patch Density (#/100 ha)	MPFD: Mean Patch Fractal dimension
MPS: Mean Patch Size (ha)	AWMFD: Area-Weighted Mean Fractal dimension
PSSD: Patch Size Standard deviation (ha)	MNN: Mean NearNeigh Dist (m)
PSCV: Patch Size CV (%)	NNSD: Nearest Neighbor SD (m)
TE: Total Edge (m)	NNCV: Nearest Neighbor CV (%)
	MPI: Mean Prox Index