

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα: Αγροτικής Οικονομίας & Ανάπτυξης

Εργαστήριο: Πληροφορικής

Π.Μ.Σ.: Θετικές Επιστήμες στη Γεωπονία

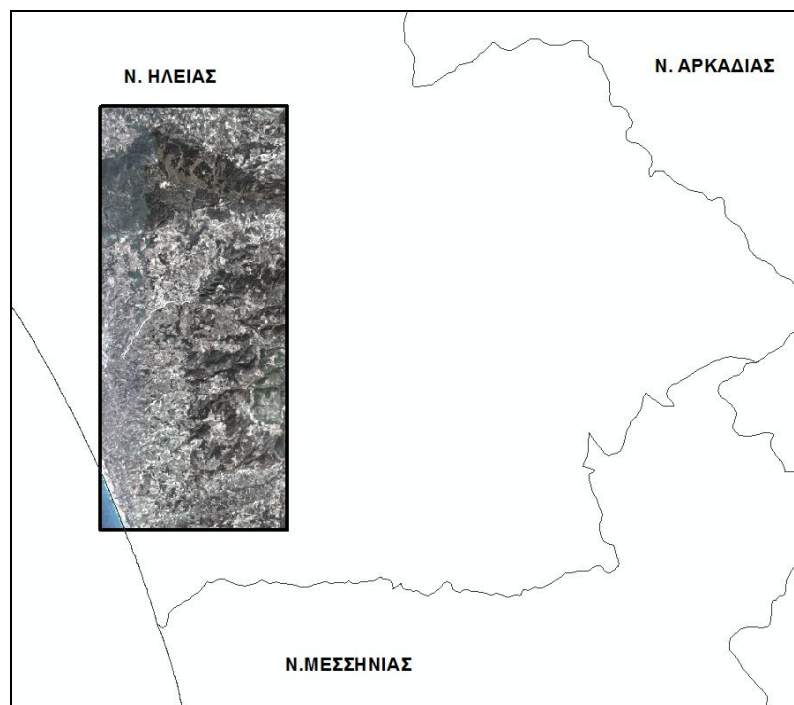
Κλάδος I: Γεωπληροφορική



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών - Μεταβολή χρήσεων γης με τη βοήθεια της Τηλεπισκόπησης.

Η περίπτωση της πυρκαγιάς του 2007, στην περιοχή της Ζαχάρως του Νομού Ηλείας



Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Στάρρας Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής : Τσιλγκιρίδης Θεόδωρος

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014

Η τριμελής επιτροπή

Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος: Καθηγητής Γ.Π.Α.

Κωστοπούλου Κωνσταντίνα: Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Παπαδόπουλος Γεώργιος : Επίκουρος καθηγητής Γ.Π.Α.

.....
ΣΤΑΡΡΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Στάρρας Νικόλαος, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

EΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την τριμελή επιτροπή και κυρίως τον κ. Τσιλιγκιρίδη Θεόδωρο για την ανάθεση του θέματος αυτού, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την αμέριστη συμπαράσταση και εύστοχη καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής.

Επίσης, ευχαριστώ τον Οργανισμό Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.) για τα ψηφιακά δεδομένα που μου χορήγησε.

στην οικογένειά μου
στο αβάπτιστο παιδί μου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία χορηγήθηκαν από τον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. τον οποίο και ευχαριστώ θερμά. Τα δεδομένα διέπονται από τα κάτωθι:

- Η πνευματική ιδιοκτησία και τα συναφή πνευματικά δικαιώματα των διατιθέμενων δεδομένων ανήκουν στον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. και προστατεύονται από το ισχύον εθνικό, κοινοτικό και διεθνές δίκαιο.
- Τα δεδομένα που διατίθενται από τον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. προορίζονται για χρήση από το συγκεκριμένο φορέα στον οποίο διατίθενται και δεν επιτρέπεται η παραχώρηση ή μεταβίβαση σε οποιονδήποτε τρίτο. Απαγορεύεται αυστηρά ή με οποιονδήποτε τρόπο και μέσω αναπαραγωγή ή αναμετάδοση ή πώλησή τους.
- Τα δεδομένα περιέχουν προσωπικά στοιχεία και η διαχείρισή τους πρέπει να είναι σύμφωνη με τις διατάξεις του Ν.2472/1997 με ενσωματωμένες και τις τελευταίες τροποποιήσεις βάσει του Ν. 4024/2011.
- Δεν επιτρέπεται η με οποιονδήποτε τρόπο έμμεσα ή άμεσα, μεταπώληση από το φορέα προς τρίτους των παρεχόμενων δεδομένων ή λογισμικών στη μορφή που παρέχονται από τον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. ή μετά από οποιαδήποτε τροποποίηση ή προσθήκη.
- Η παραβίαση των ανωτέρω όρων συνεπάγεται ευθύνη του Φορέα για αποκατάσταση κάθε ζημίας του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία ανατέθηκε από το Γενικό Τμήμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Θετικές Επιστήμες στη Γεωπονία και το Περιβάλλον» με ειδίκευση στη «Γεωπληροφορική». Αφορμή για την παρούσα μελέτη στάθηκε η φυσική καταστροφή (φωτιά) που έπληξε το Νομό Ηλείας τον Αύγουστο του 2007 και συγκεκριμένα το Δήμο Ζαχάρως προκαλώντας πολλές φυσικές και κοινωνικές καταστροφές.

Κύριος σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση της συνεισφοράς των σύγχρονων αναπτυξιακών εργαλείων της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) στην ανίχνευση καμένων και γενικότερα στη μεταβολή των χρήσεων γης όπως επίσης και στα οφέλη που παράγονται με τη χρήση σύγχρονων εργαλείων γεωχωρικής απεικόνισης.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι γενικές έννοιες των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων καθώς και τα πεδία εφαρμογών τους, οι βασικές έννοιες της τηλεπισκόπησης οι δορυφόροι και τα χαρακτηριστικά αυτών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της φυσικής καταστροφής με κύρια αναφορά στην πυρκαγιά και τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να προβλεφθεί, ανιχνευτεί, παρακολουθεί και σε τελικό στάδιο αποτυπωθεί η καμένη έκταση, μετά το πέρας της.

Στο τρίτο κεφάλαιο επιχειρείται να δοθούν οι ορισμοί φωτοερμηνείας, ορθοφωτοχαρτών καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δορυφόρων όπως επίσης και οι αλγόριθμοι οι οποίοι κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται στις ταξινομήσεις των εικόνων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στη γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τόσο του Νομού Ηλείας όσο και της περιοχής μελέτης. Επίσης παρουσιάζονται διαγράμματα για τον αριθμό των πυρκαγιών του Νομού Ηλείας τις τελευταίες δεκαετίες, την συνολική καμένη έκταση καθώς και τις εστίες των πυρκαγιών. Τέλος γίνεται και αναφορά για τις επικρατούσες συνθήκες του 2007 και πώς αυτές επηρέασαν το μέγεθος της καταστροφής.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η εφαρμογή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, τα διαγράμματα ροής που ακολουθήθηκαν, οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν για την γεωχωρική απεικόνιση και μεταβολή των χρήσεων γης

στο Δήμο Ζαχάρως πριν και μετά την πυρκαγιά. Επίσης αποτυπώνεται σε πίνακα η μεταβολή των δηλώσεων των αγροτικών εκμεταλλεύσεων και πώς με τις σύγχρονες μεθοδολογίες δίνονται έγκαιρα και με σωστό τρόπο οι επιδοτήσεις.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα καθώς επίσης γίνεται και ιδιαίτερη αναφορά στις ωφέλειες που προκύπτουν με τη χρήση της τηλεπισκόπησης τόσο για τους πολίτες όσο και για την πολιτεία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται σε μια περιοχή που κήκε κατά τη διάρκεια της δασικής πυρκαγιάς από **24 έως 27 Αυγούστου 2007** στη Ζαχάρω του Νομού Ηλείας στην Ελλάδα και συγκρίνει τις αλλαγές χρήσεων γης που έχουν επέλθει σε αυτήν.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση της συνεισφοράς των σύγχρονων αναπτυξιακών εργαλείων της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην καταγραφή φυσικών καταστροφών.

Αρχικά έγινε μία ανασκόπηση στις βασικότερες έννοιες της Τηλεπισκόπησης και των σημαντικότερων διαθέσιμων συστημάτων παρακολούθησης και καταγραφής πυρκαγιών καθώς και των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών και ειδικότερα της πυρκαγιάς με τη χρήση δορυφορικών εικόνων.

Για την πληρέστερη παρουσίαση της μεθοδολογίας εκπονήθηκε μία μελέτη για την περίπτωση πυρκαγιάς για τον Νομό του Ηλείας στην περιοχή της Ζαχάρως για το έτος 2007, με απώτερο σκοπό τη χαρτογράφηση της καμένης έκτασης και τη μεταβολή των χρήσεων γης στο χρόνο.

Για την πραγματοποίηση των ανωτέρω χρησιμοποιήθηκαν ορθοφωτοχάρτες περιόδου λήψης 1997 (προγενέστερα της πυρκαγιάς) καθώς και δύο σειρές δορυφορικών εικόνων, η μία εκ των δύο από το δορυφόρο Ikonos (ακριβώς μετά την πυρκαγιά) χρονολογία λήψης 2007 και μία από το Δορυφόρο World View-2, χρονολογία λήψης 2013 για την ίδια περιοχή μελέτης.

Στην πρώτη σειρά ορθοφωτοχαρτών πραγματοποιήθηκε φωτοερμηνεία για την κάλυψη χρήσεων γης ενώ για τις επόμενες δύο χρονολογίες (2007,2013) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της επιβλεπόμενης ταξινόμησης με τις αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις χρήσεων γης. Τέλος παρουσιάζεται η σύγκριση των καλύψεων γης δέκα χρόνια πριν από την πυρκαγιά, ακριβώς μετά και έξι χρόνια μετά το πέρας της.

Επίσης παρουσιάζεται η μείωση σε χρόνο και το όφελος σε κόστος που παρέχουν τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου σε σχέση με τις κλασικές μεθόδους επιτόπιων ελέγχων.

Η επεξεργασία της τηλεπισκοπικής μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των λογισμικών ERDAS IMAGINE 2010 και ArcGIS.

Στο τέλος αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη σύνταξη της εργασίας και αφορούν :

α)στη δυνατότητα αποτελεσματικότητας των σύγχρονων επιστημών της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών,

β) στην επίπτωση αυτών στο φυσικό περιβάλλον καθώς και

γ) στη δυνατότητα λήψης αποφάσεων που παρέχεται στους αρμόδιους στην αποκατάσταση των δασικών εκτάσεων που καταστρέφονται.

Λέξεις Κλειδιά: Φυσικές καταστροφές, Τηλεπισκόπηση, Πυρκαγιά 2007, καμένη έκταση, επιβλεπόμενη ταξινόμηση, μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, δορυφορικές εικόνες Ikonos, world view 2

ABSTRACT

This study refers to an area that was burned during a forest fire that lasted from 24th August until 27th August of 2007 in the region of Zaxaro of the prefecture of Hleia in Greece and makes the comparison in the land change detection.

The aim of this study is the contribution of Remote Sensing and Geographic Information Systems in recording natural destructions.

Initially, there is an overview of basic Remote Sensing techniques and the available systems of fire monitoring and especially with the satellites.

For the complete presentation of methodology was worked out a study of case of fire incident on the Prefecture of Hleia at the year 2007 in Zaxaro, with final aim the mapping of fire region and the land change detection.

For the realisation of above used orthomaps images with acquisition date 1997 (before the fire) and two satellite images Ikonos (just after the fire) with acquisition date 2007 and another from the satellite World View 2, with acquisition date 2013.

In the orthomaps images with acquisition date 1997, the methodology of photo-interpretation was used in order to find the land cover use, while in the next two years (2007,2013) the methodology that was used, was the supervised classification, with the equivalent land cover use as in 1997.

Finally it is represented a comparison between the land cover use that existed ten years before the fire started, just after and six years after it had finished.

In addition it is presented the less time that we need in order to do this job, the benefits according to the cost that this compulsory systems provides, in comparison with the classic ground truth checks.

The treatment of Remote Sensing methodology was realised with the software ERDAS IMAGINE 2010 and ArcGIS.

Finally, are reported the conclusions that resulted from the syntax of work and concern

- a) in the effectiveness of modern sciences of Remote Sensing and Geographic Information Systems in the confrontation of physical incidents
- b) the effectiveness in the environment
- c) the possibility of taking decisions that Remote Sensing provides in order to reconstruct all the forest burned areas that have been destroyed.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	σελ.ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ.iii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΓΠΣ)	σελ.1
1.1. Ορισμός ΓΠΣ.....	σελ.1
1.2. Αναδρομή στην ιστορία των ΓΣΠ.....	σελ.1
1.3. Δομικά στοιχεία ενός ΓΣΠ.....	σελ.1
1.4. Ανάλυση και μοντελοποίηση δεδομένων.....	σελ.2
1.5. Γεωμετρικές αναλύσεις.....	σελ.2
1.6. Οπτικοποίηση δεδομένων.....	σελ.3
1.7. Εφαρμογές των ΓΣΠ.....	σελ.3
1.8.Φωτοερμηνεία και Τηλεπισκόπηση.....	σελ.5
1.8.1. Ορισμός.....	σελ.5
1.8.2. Ιστορική Αναδρομή στην ιστορία της Τηλεπισκόπησης.....	σελ.5
1.8.3. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία- Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα – Φασματική υπογραφή.....	σελ.6
1.8.4. Το ορατό, υπέρυθρο και μικροκυματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.....	σελ.9
1.8.5. Συστήματα καταγραφής- Είδη αισθητήρων- Δέκτες.....	σελ.10
1.9. Δορυφόροι.....	σελ.11
1.9.1. Ορισμός.....	σελ.11
1.9.2. Ιστορικό.....	σελ.11
1.9.3. Κατηγορίες δορυφόρων.....	σελ.12
1.9.4. Χαρακτηριστικά τροχιάς δορυφόρων.....	σελ.14
1.9.5. Χαρακτηριστικά μέσων Τηλεπισκόπησης.....	σελ.15
1.10. Οπτικά δορυφορικά συστήματα.....	σελ.15
1.10.1. Landsat.....	σελ.15
1.10.2. Spot (Système Pour l' Observation de la Terre).....	σελ.17
1.10.3. Ikonos.....	σελ.19
1.10.4. QuickBird.....	σελ.20
1.10.5. WorldView.....	σελ.21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

2.1. Γενικά.....	σελ.23
2.2. Οι δασικές πυρκαγιές ως φυσική καταστροφή.....	σελ.24
2.2.1. Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών	σελ.24
2.2.2. Κατηγοριοποίηση επικινδυνότητας πυρκαγιών.....	σελ.25
2.2.3. Επιπτώσεις των πυρκαγιών στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.....	σελ.26
2.2.4. Πρόληψη Πυρκαγιάς.....	σελ.27
2.3. Τηλεπισκόπηση και δασικές πυρκαγιές.....	σελ.28
2.3.1. Ανίχνευση μεταβολών επί τηλεπισκοπικών απεικονίσεων.....	σελ.29
2.3.2. Πρόβλεψη.....	σελ.30
2.3.3. Ανίχνευση πυρκαγιάς.....	σελ.31
2.3.4. Παρακολούθηση πυρκαγιάς.....	σελ.32
2.3.5. Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων.....	σελ.32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΕΣ - ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1.Ορισμός.....	σελ.33
3.1.1.Ψηφιακοί ορθοφωτοχάρτες.....	σελ.33
3.1.2. Ψηφιακές ορθοφωτογραφίες.....	σελ.33
3.2. Αποκατάσταση ή προεπεξεργασία δορυφορικής εικόνας.....	σελ.34
3.2.1. Ατμοσφαιρική διόρθωση.....	σελ.34
3.2.2. Γεωμετρική διόρθωση.....	σελ.35
3.2.3.Βελτίωση- ενίσχυση εικόνας (image enhancement).....	σελ.35
3.2.4.Ραδιομετρικές διορθώσεις.....	σελ.36
3.3.Μαθηματική προσέγγιση	σελ.36
3.3.1. Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών.....	σελ.36
3.3.2. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών.....	σελ.37
3.4. Ταξινόμηση εικόνας (classification).....	σελ.39
3.4.1.Ορισμός.....	σελ.39
3.4.2.Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (Unsupervised Classification).....	σελ.39

3.4.3.Επιβλεπόμενη ταξινόμηση (Supervised Classification)- Στάδιο εκπαίδευσης (Training Stage).....	σελ.40
3.4.4.Αξιολόγηση ταξινόμησης.....	σελ.42
3.5. Αλγόριθμοι ταξινόμησης- ακρίβεια.....	σελ.45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ 2007- ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ Ν. ΗΛΕΙΑΣ, ΔΗΜΟΣ

ΖΑΧΑΡΩΣ

4.1. Γενικά.....	σελ.47
4.2. Νομός Ηλείας.....	σελ.48
4.2.1. Γενικά	σελ.48
4.2.2. Μορφολογία.....	σελ.48
4.2.3. Γεωλογία.....	σελ.49
4.2.4. Υδρογραφικό Δίκτυο.....	σελ.49
4.2.5. Κλίμα.....	σελ.50
4.2.6. Οικονομία Νομού Ηλείας.....	σελ.51
4.3. Δήμος Ζαχάρως.....	σελ.51
4.3.1. Γεωμορφολογικά – γεωλογικά χαρακτηριστικά.....	σελ.52
4.3.2. Κλίμα.....	σελ.53
4.3.3. Κύριες υδρολογικές λεκάνες.....	σελ.53
4.4. Στατιστικά στοιχεία πυρκαγιών Ν. Ηλείας.....	σελ.54
4.4.1. Γενικά.....	σελ.54
4.4.2. Στατιστικά στοιχεία (1980-2008) των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας, αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση.....	σελ.54
4.5. Πυρκαγιές 2007.....	σελ.62
4.5.1. Εισαγωγή.....	σελ.62
4.5.2. Πυρκαγιές στο Νομό Ηλείας 2007.....	σελ.63
4.5.3. Πυρκαγιές στο Δήμο Ζαχάρως, Δημοτικό Διαμέρισμα Μάκιστου 2007.....	σελ.65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ 2007 ΤΟΥ Ν.ΗΛΕΙΑΣ -Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ

5.1. Γενικά.....	σελ.68
5.2. Καθορισμός Περιοχής Μελέτης.....	σελ.68
5.3. Δεδομένα- Ροή εργασιών.....	σελ.68
5.4. Λογισμικά.....	σελ.69
5.5. Μεθοδολογία ελέγχου εικόνων και εξαγωγής αποτελεσμάτων.....	σελ.70
5.5.1. Έλεγχος γεωαναφοράς εικόνων	σελ.70
5.6. Κατηγορίες χρήσεων γης.....	σελ.73
5.7. Ορθοφωτοχάρτες 1997.....	σελ.74
5.8. Δορυφορική εικόνα Ikonos 2007.....	σελ.79
5.8.1. Μη επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων –Ikonos 2007.....	σελ.79
5.8.2. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων –Ikonos 2007.....	σελ.89
5.8.2.1. Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης χρονολογίας 2007	σελ.89
5.9. Δορυφορική εικόνα World View 2- 2013.....	σελ.90
5.9.1. Μη επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων – World View 2- 2013.....	σελ.90
5.9.2. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων – World View 2- 2013.....	σελ.91
5.9.2.1. Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης χρονολογίας 2013.....	σελ.97
5.10. Εμβαδικές Συσχετίσεις κλάσεων για τις τρεις χρονολογίες (1997- 2007- 2013).....	σελ.98
5.11. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου.....	σελ.99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

σελ.102

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Εφαρμογές των ΓΣΠ ανά τομέα δραστηριότητας.....	σελ.4
Πίνακας.2 Χαρακτηριστικά Landsat.....	σελ.16
Πίνακας 3: Αριθμός και Έκταση Πυρκαγιών καθώς και ο Μέσος Όρος καμένης έκτασης για τη Χρονική Περίοδο 1980-2008.....	σελ.20

Πίνακας 4: Αριθμός και Έκταση Πυρκαγιών καθώς και ο Μέσος Όρος καμένης έκτασης για τη Χρονική Περίοδο 1980-2008.....	σελ.55
Πίνακας 5: Έναρξη Δασικών Πυρκαγιών στις 24 Αυγούστου του 2007 στο Νομό Ηλείας.....	σελ.65
Πίνακας 6: Σημεία ελέγχου γεωαναφοράς εικόνων.....	σελ.70
Πίνακας 7: Εμβαδόν χρήσεων γης 1997.....	σελ.78
Πίνακας 8 : Έλεγχος ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) – 2007.....	σελ.87
Πίνακας 9: Εμβαδόν χρήσεων γης 2007.....	σελ.89
Πίνακας 10: Έλεγχος ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) – 2013.....	σελ.95
Πίνακας 11: Εμβαδόν χρήσεων γης 2013.....	σελ.97
Πίνακας 12: Εμβαδική μεταβολή κατηγοριοποίησης χρήσεων γης 1997-2007-2013.....	σελ.98
Πίνακας 13:Εμβαδόν ακι πλήθος αγροτικών εκμεταλλεύσεων τις χρονολογίες 1997-2007-2013.....	σελ.100

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1: Αριθμός Πυρκαγιών ανά έτος για την περίοδο 1980-2008 στο Νομό Ηλείας.....	σελ.56
Διάγραμμα 2: Καμένες εκτάσεις (στρ) ανά έτος για την περίοδο 1980-2008 στο Νομό Ηλείας.....	σελ.57
Διάγραμμα 3: Μέσος όρος καμένης έκτασης κατά έτος ανά πυρκαγιά για την περίοδο 1980-2008.....	σελ.58
Διάγραμμα 4: Κατανομή των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας ανά μήνα για την περίοδο 1980-2008.....	σελ.59
Διάγραμμα 5: Καμένες εκτάσεις ανά μήνα για τη περίοδο 1987-2004.....	σελ.60
Διάγραμμα 6: Κατανομή των πυρκαγιών του Νομού Ηλείας εντός του 24ώρου για την περίοδο 1980-2008.....	σελ.61
Διάγραμμα 7: Κατανομή των πυρκαγιών ανάλογα με το σημείο έναρξης.	σελ.62

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....	σελ.7
Εικόνα 2: Ορατό φάσμα, υπέρυθρη περιοχή.....	σελ.8
Εικόνα 3:Μικροκυματική περιοχή.....	σελ.9
Εικόνα 4: Τρόπος που λαμβάνονται τα τηλεπισκοπικά δεδομένα.....	σελ.10
Εικόνα 5: Φασματικά κανάλια QuickBird	σελ.20
Εικόνα 6: Αναλυτικό διάγραμμα φασματικών καναλιών World View.....	σελ.21
Εικόνα 7: Ανεξέλεγκτες Δασικές Πυρκαγιές σε εξέλιξη - Τρόπος Κατάσβεσης.....	σελ.25
Εικόνα 8: Ανίχνευση- Παρακολούθηση πυρκαγιάς 2007 μέσω Τηλεπισκόπησης.....	σελ.31
Εικόνα 9: Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων μετά το πέρας της πυρκαγιάς.....	σελ.32
Εικόνα 10: Η λογική των βημάτων της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.....	σελ.40
Εικόνα 11: Περιοχές εκπαίδευσης επιβλεπόμενης ταξινόμησης.....	σελ.41
Εικόνα 12: Ταξινομητής του κανόνα παραλληλογράμμου.....	σελ.45
Εικόνα 13: Κατανομή σημείων ελέγχου γεωαναφοράς στα όρια περιοχής μελέτης	σελ.71
Εικόνα 14: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 1997.....	σελ.72
Εικόνα 15: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 2007.....	σελ.72
Εικόνα 16: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 2013.....	σελ.73
Εικόνα 17: Χρήση γης-Δάσος-1997.....	σελ.74
Εικόνα 18: Χρήση γης-Βοσκότοπος-1997.....	σελ.75
Εικόνα 19: Χρήση γης-Σπίτια-Δρόμοι-1997.....	σελ.75
Εικόνα 20: Χρήση γης -Ελιές-1997.....	σελ.76
Εικόνα 21: Χρήση γης-Αρώσιμα-1997.....	σελ.76
Εικόνα 22: Χρήση γης-Αμπέλι-1997.....	σελ.77
Εικόνα 23: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία-1997.....	σελ.77
Εικόνα 24: Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση Ikonos 2007.....	σελ.80
Εικόνα 25: Φασματικές υπογραφές μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης Ikonos 2007.....	σελ.81
Εικόνα 26: Χρήση γης-Αμπέλι-2007.....	σελ.82
Εικόνα 27: Χρήση γης-Αρώσιμο-2007.....	σελ.82

Εικόνα 28: Χρήση γης-Ελιές-2007.....	σελ.83
Εικόνα 29: Χρήση γης-Σπίτια-Δρόμοι-2007.....	σελ.83
Εικόνα 30: Χρήση γης-Βοσκότοπος-2007.....	σελ.84
Εικόνα 31: Χρήση γης-Δάσος- 2007.....	σελ.84
Εικόνα 32: Χρήση γης-Καμένα – 2007.....	σελ.85
Εικόνα 33: Χρήση γης-Ημικαμένα- 2007.....	σελ.85
Εικόνα 34: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία – 2007.....	σελ.86
Εικόνα 35: Επιβλεπόμενη ταξινόμηση Ikonos 2007.....	σελ.88
Εικόνα 36: Φασματικές υπογραφές επιβλεπόμενης ταξινόμησης Ikonos 2007.....	σελ.89
Εικόνα 37: Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση World View 2- 2013.....	σελ.90
Εικόνα 38: Φασματικές υπογραφές μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης World View 2- 2013.....	σελ.91
Εικόνα 39: Χρήση γης-Αμπέλι-2013.....	σελ.92
Εικόνα 40: Χρήση γης-Αρώσιμο-2013.....	σελ.92
Εικόνα 41: Χρήση γης-Ελιές-2013.....	σελ.93
Εικόνα 42: Χρήση γης Σπίτια-Δρόμοι-2013.....	σελ.93
Εικόνα 43: Χρήση γης -Βοσκότοπος-2013.....	σελ.94
Εικόνα 44: Χρήση γης-Δάσος- 2013.....	σελ.94
Εικόνα 45: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία – 2013.....	σελ.95
Εικόνα 46: Επιβλεπόμενη ταξινόμηση World View 2- 2013.....	σελ.96
Εικόνα 47: Φασματικές υπογραφές επιβλεπόμενης ταξινόμησης World View 2- 2013.....	σελ.97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	σελ. 105
Εικόνα I-1 : Διαδικασία δημιουργίας μωσαϊκού.....	σελ.106
Εικόνα I-2 : Εισαγωγή εικόνων για τη δημιουργία μωσαϊκού.....	σελ.107
Εικόνα I-3: Μωσαϊκό Ν. Ηλείας-Δ.Ζαχάρως.....	σελ.107
Εικόνα I-4: Διαδικασία μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.....	σελ.108
Εικόνα I-5: Ολοκλήρωση διαδικασίας μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.....	σελ.109
Εικόνα I-6: Επιλογή περιοχών εκπαίδευσης	σελ.109
Εικόνα I-7: Φασματικές υπογραφές περιοχών εκπαίδευσης	σελ.110
Εικόνα I-8: Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης.....	σελ.110

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 111
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 112
ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΓΠΣ)

1.1. Ορισμός ΓΠΣ

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Geographic Information System, GIS) είναι ένα οργανωμένο σύστημα μηχανικών μερών και λογισμικού, κατάλληλο για τη συλλογή, αποθήκευση, ενημέρωση, επεξεργασία, ανάλυση και παρουσίαση όλων των τύπων των γεωγραφικών πληροφοριών (Burrough 1986, Maguire 1991).

1.2. Αναδρομή στην ιστορία των ΓΣΠ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν μέσα στους αιώνες μέσω της δημιουργίας χαρτών, της συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών και της αποθήκευσής τους σε καταχωρητές. (Κουτσόπουλος, Κ. 2002).

Η δεκαετία του '70 είναι εκείνη η οποία σηματοδοτεί τη μεγάλη ανάπτυξη των ΓΣΠ. Η ανάπτυξη του οικολογικού κινήματος και η επιθυμία των Κυβερνητικών Οργανισμών για όλο και περισσότερο έλεγχο στη χρήση γης, οδήγησε στην απαίτηση για την ανάπτυξη συστημάτων, τα οποία όχι μόνο θα αποθήκευαν δεδομένα, αλλά θα τα διαχειρίζονταν και θα τα ανέλυαν σε έναν αξιοπρεπή χρόνο.

Η ανάπτυξη των ΓΣΠ είναι στενά συνδεδεμένη με την πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 οι εξελίξεις στις τιμές, στην ταχύτητα και στην αποθηκευτική ικανότητά τους σε συνδυασμό με τη σημαντική πρόοδο στο λογισμικό των ΓΣΠ, κατέστησε τα παραπάνω συστήματα διαθέσιμα, τόσο από τεχνολογική, όσο και από οικονομική άποψη σε μια μεγάλη γκάμα χρηστών.

Την εποχή αυτή εμφανίζονται και οι πρώτες εμπορικές επιχειρήσεις κατασκευής λογισμικού (Esri, Intergraph), οι οποίες προχωρούν στην ανάπτυξη και διάθεση στην αγορά των πρώτων GIS λογισμικών. Ταυτόχρονα, υπό την αιγίδα της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης και της UNESCO, λαμβάνουν χώρα στην Οττάβα του Καναδά τα δυο πρώτα συνέδρια για τα ΓΣΠ.

1.3. Δομικά στοιχεία ενός ΓΣΠ

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών συντίθεται από τέσσερα μέρη: α) υλικό, β) λογισμικό, γ) δεδομένα και δ) χρήστες. Το υλικό και το λογισμικό έχουν έναν καθορισμένο κύκλο ζωής, επηρεάζονται στενά από τις τεχνολογικές εξελίξεις και αντικαθίστανται συχνά από νεότερα και πιο σύγχρονα προϊόντα. Από την άλλη πλευρά, τα δεδομένα αποτελούν το πλέον δαπανηρό κομμάτι των ΓΣΠ, καθώς η

συλλογή τους απαιτεί πολύ χρόνο και προσπάθεια. Επιπλέον, τα περισσότερα γεωγραφικά δεδομένα είναι δυναμικά και απαιτούν συνεχείς ενημερώσεις.

Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν μια κατηγορία δεδομένων, τα οποία κατανέμονται στο χώρο και μεταβάλλονται στο χρόνο. Η μεταβολή αυτή μπορεί να είναι τόσο αργή, ώστε να αγνοείται (π.χ., αλλαγή της ακτογραμμής, του κλίματος ή της κατανομής ηλικιών μιας χώρας). Ωστόσο, μπορεί να είναι τόσο γρήγορη, ώστε ο ρυθμός αλλαγών να αποτελεί μια σημαντική διάσταση των γεωγραφικών οντοτήτων (πχ., ο φόρτος κυκλοφορίας μιας λεωφόρου, η θερμοκρασία, το μέτωπο μιας δασικής πυρκαγιάς).

Οι γεωγραφικές οντότητες (γεωγραφικά αντικείμενα, μονάδες ή φαινόμενα) σε ένα σύστημα έχουν έξι διαστάσεις στις οποίες ανατίθενται τιμές (Aronoff 1989, Laurini, Thompson 1992, Worboys 1995).

Οι διαστάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες:

- α) Ταυτότητα
- β) Χωρικά δεδομένα
- γ) Θεματικά δεδομένα
- δ) Χρονικά δεδομένα
- ε) Ποιότητα δεδομένων
- στ) Δεδομένα πολυμέσων

1.4. Ανάλυση και μοντελοποίηση δεδομένων

Οι μέθοδοι για την ανάλυση και τη μοντελοποίηση των χωρικών δεδομένων αποτελούν την πιο σημαντική τάξη λειτουργιών ενός ΓΣΠ. Εκεί βρίσκεται η πραγματική δύναμη του ΓΣΠ και οι βασικές διαφορές του με άλλα συστήματα πληροφοριών. Τα μεμονωμένα ΓΣΠ μπορούν να διαφέρουν αισθητά σε σχέση με το βάθος της μεθοδολογίας των εργαλείων ανάλυσης και τεχνικών μοντελοποίησης που διαθέτουν.

1.5. Γεωμετρικές αναλύσεις

Οι βασικές γεωμετρικές συναρτήσεις περιλαμβάνουν τον υπολογισμό α) του μήκους ενός γεωαντικειμένου, β) της περιμέτρου, της έκτασης, γ) των αποστάσεων και δ) των κέντρων. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τους παραπάνω υπολογισμούς, ανάλογα με τη διαστασιοποίηση του γεωαντικειμένου, ορισμένα γεωγραφικά χαρακτηριστικά μπορεί είτε να μην προσδιοριστούν είτε να

προσδιοριστούν σαφώς, ενώ τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά μπορεί να έχουν διαφορετικές τιμές σε διανυσματικά και ψηφιδωτά μοντέλα.

1.6. Οπτικοποίηση δεδομένων

Ο χρήστης ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών πρέπει να μπορεί να οπτικοποιεί πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα, καθώς και τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιούνται στα πλαίσια του συστήματος, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μεθόδων.

- α) Αλφαριθμητική οπτικοποίηση με τη μορφή κειμένων και πινάκων
- β) Γραφική οπτικοποίηση χρησιμοποιώντας διαγράμματα
- γ) Χαρτογραφική οπτικοποίηση με τη μορφή στατικών, δυναμικών και αναπαραγωγής (animation) χαρτών
- δ) Προσομοιωμένη οπτικοποίηση τρισδιάστατων αντικειμένων σε μέσο δύο διαστάσεων (πχ. οθόνη)
- ε) Παρουσιάσεις πολυμέσων (multimedia), γραφικά, εικόνες, χάρτες, βίντεο, ήχος
- στ) Εικονική πραγματικότητα

Από τα παραπάνω διαφαίνεται πως τα ΓΣΠ είναι συστήματα τα οποία ενθυλακώνουν δεδομένα από διαφορετικές πηγές και με διαφορετικές μορφές και παράγουν πληροφορία για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή ή τόπο. Η διαφορά τους από τα MIS (Management Information Systems) έγκειται στο γεγονός ότι οι βάσεις δεδομένων τους είναι κυρίως σχετιζόμενες με ένα χωρικό σύστημα συντεταγμένων.

Τα ΓΣΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο με διανυσματικά (vector) δεδομένα (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) όσο και με ψηφιοποιημένα (raster) δεδομένα, ενώ οι λειτουργίες της βάσης δεδομένων τους μπορούν να εφαρμοστούν σε χωρικά και μη δεδομένα.

Ένας από τους λόγους για τον οποίο έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια δημοφιλή είναι η ικανότητά τους να αλληλεπιδρούν με περισσότερο προηγμένα υπολογιστικά συστήματα, όπως είναι τα συστήματα μοντελοποίησης, προσομοίωσης και λήψης αποφάσεων.

1.7. Εφαρμογές των ΓΣΠ

Η απαίτηση για βελτιστοποίηση των διαδικασιών λήψης απόφασης σε προβλήματα τα οποία σχετίζονται με γεωγραφικά δεδομένα οδήγησε στην ανάπτυξη εφαρμογών ΓΣΠ για ένα ευρύτατο φάσμα παραγωγικών τομέων. Έτσι, συστήματα

ΓΣΠ χρησιμοποιούνται σε τομείς όπως η Δημόσια Διοίκηση, η Βιομηχανία, η Έρευνα, ενώ όπως φαίνεται από τον πίνακα 1, είναι δυνατόν να αναγνωρισθεί η ύπαρξη και αναγκαιότητά τους, σχεδόν σε κάθε δραστηριότητα η οποία περιλαμβάνει γεωγραφικό περιεχόμενο.

Πίνακας 1: Εφαρμογές των ΓΣΠ ανά τομέα δραστηριότητας (Κίικίρας, 2006)

Τομέας δραστηριότητας Εφαρμογές	Εφαρμογές
Επιχειρήσεις	Τράπεζες και Ασφάλειες, Μ.Μ.Ε., Κτηματομεσιτικά (Real Estate)
Επικοινωνίες	Υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης , Σχεδίαση και ανάλυση δικτύων,
Στρατός- Άμυνα	Προγραμματισμός Προμηθειών, Συστήματα Διοίκησης & Ελέγχου (C4ISR)
Δημόσια Διοίκηση	Πολιτική Προστασία (Διαχείριση Πυρκαγιών, σχέδια εκκενώσεως περιοχών, άμεση επέμβαση και βοήθεια κ.ά.), Κυβερνητικές υπηρεσίες (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Υγείας κ.ά.)
Επιχειρήσεις Κοινής Ωφέλειας	Διαχείριση δικτύων νερού, ηλεκτρικού, φυσικού αερίου και τηλεφώνου
Περιβάλλον – Διαχείριση Κτηματολόγιο – Χρήση Γης Φυσικοί Πόροι	Διαχείριση δασών, αγροτικών περιοχών, υδροβιότοπων, Εφαρμογές κτηματολογίου (ιδιοκτησία και δικαιώματα γης, φορολογία, εκτίμηση γης, μεγιστοποίηση χρήσης γης κ.τ.λ.)
Μεταφορές	Δρομολόγηση και διαχείριση στόλου οχημάτων, Ανάλυση κίνησης, επιλογή δρομολογίων κτλ

1.8. Φωτοερμηνεία και Τηλεπισκόπηση

1.8.1. Ορισμός

Φωτοερμηνεία είναι ο οπτικός προσδιορισμός της ταυτότητας των αντικειμένων στην επιφάνεια της γης καθώς και η ανάλυση και κρίση της σημασίας τους από αεροφωτογραφίες.

Η Τηλεπισκόπηση (Remote sensing, teledetection, telerilevamento) ορίζεται ως η τεχνική απόκτησης πληροφοριών για αντικείμενα που βρίσκονται στη γήινη επιφάνεια, μέσα από την ανάλυση δεδομένων που συλλέγονται από ειδικά όργανα τα οποία όμως δεν έχουν φυσική επαφή με τα αντικείμενα. Έτσι, η Τηλεπισκόπηση μπορεί να αποδοθεί και ως η αναγνώριση ενός αντικειμένου από απόσταση.

Πιο συγκεκριμένα, η «ηλεκτρομαγνητική» Τηλεπισκόπηση/Τηλεανίχνευση είναι η επιστήμη που καθορίζει τα φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων, που λαμβάνονται με μετρήσεις οι οποίες γίνονται από απόσταση και στηρίζονται στην αλληλοεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη.

1.8.2. Ιστορική Αναδρομή στην ιστορία της Τηλεπισκόπησης

Η δορυφορική Τηλεπισκόπηση έχει συμβάλει με οπτικά δεδομένα στην ταξινόμηση, καθώς και στην παρακολούθηση της εξέλιξης φαινομένων. Προοδευτικά εμφανίζονται εφαρμογές Τηλεπισκόπησης στην αγρομετεωρολογική ανάλυση που σταδιακά περιλαμβάνουν όχι μόνο ανάλυση των εικόνων, αλλά και εξαγωγή ποσοτικών πληροφοριών και εκτίμηση παραμέτρων από δορυφορικά δεδομένα με διαχρονικά αυξανόμενη αξιοπιστία.

Η αξιοποίηση τηλεπισκοπικών απεικονίσεων για τη μελέτη της γης άρχισε τη δεκαετία του 1960, όταν οι τεχνικές δυνατότητες των δορυφόρων που βρίσκονταν σε τροχιά γύρω από τη γη, ακολούθησαν τη ραγδαία ανάπτυξη των δυνατοτήτων των Η/Υ για τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Η περίοδος της δεκαετίας του '70, χαρακτηρίζεται από απλές ποιοτικές παρατηρήσεις, διαφορές στη χρωματικότητα και εκτιμήσεις μέσω παρεμβολής ή επέκτασης. Στη δεύτερη περίοδο από τη δεκαετία του '80 εμφανίζονται ποσοτικές αναλύσεις χρήσεων γης, γεωμετρικά σχήματα, γεωγραφικά σημεία, έκταση, μήκος των χαρακτηριστικών, καθώς και ποσοστοποίηση της καλυπτόμενης έκτασης από διάφορες κατηγορίες εδαφοκάλυψης.

Τέλος, η τρίτη περίοδος, που αρχίζει από τη δεκαετία του '90 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα, χαρακτηρίζεται από άμεσες ποσοτικές εκτιμήσεις περιβαλλοντικών, αγρομετεωρολογικών και υδρολογικών παραμέτρων, αρχικά με μεθόδους χωρικής συσχέτισης (Dalezios, 2008).

Επίσης μία από τις σημαντικές εφαρμογές Τηλεπισκόπησης αποτελεί η ανάλυση της δυναμικής της βλάστησης σε τοπικό, περιοχικό, ακόμα και πλανητικό επίπεδο, καθώς και η επίπτωση του κλίματος στη βλάστηση σε όλες τις εξεταζόμενες κλίμακες (Kogan, 2001).

1.8.3. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία- Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα – Φασματική υπογραφή

Η ηλεκτρομαγνητική Τηλεπισκόπηση/Τηλεανίχνευση είναι η επιστήμη που καθορίζει τα φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων που λαμβάνονται με μετρήσεις οι οποίες γίνονται από απόσταση και στηρίζονται στην αλληλοεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη.

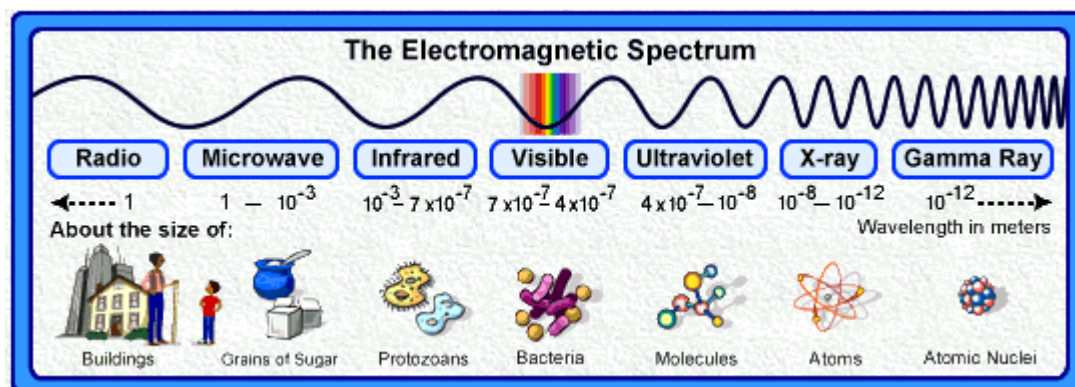
Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι η ενέργεια η οποία εκπέμπεται από πηγή και μεταδίδεται στο διάστημα με τη ταχύτητα του φωτός. Η πηγή αυτή είναι η περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται σε μία ευρεία περιοχή ακτινοβολουμένων ενεργειών ή κυματικών συχνοτήτων από τα μεγαλύτερα μήκη κύματος (περιλαμβάνοντας τα μικροκύματα και τα ραδιοκύματα) έως τα μικρότερα μήκη κύματος (περιλαμβάνοντας τις ακτίνες Γάμμα και X). Το τμήμα του φάσματος που μπορεί να ανιχνευθεί από το ανθρώπινο μάτι είναι αρκετά μικρό. Καλύπτει μόλις την περιοχή 0,4 έως 0,7μm και αποκαλείται ορατή περιοχή. Το λευκό φως περιέχει μια σύνθεση όλων των μηκών κύματος στην ορατή περιοχή.

Η κατανομή της αλληλουχίας όλων των ακτινοβολουμένων ενεργειών μπορεί να απεικονιστεί τόσο συναρτήσει των μηκών κύματος όσο και της συχνότητας σε ένα διάγραμμα, το οποίο είναι γνωστό ως ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Χρησιμοποιώντας φασματοσκόπια και άλλα τηλεπισκοπικά όργανα στην πάροδο του χρόνου, οι επιστήμονες μπόρεσαν να διαιρέσουν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα σε περιοχές ή ζώνες στις οποίες έδωσαν περιγραφικά ονόματα.

Το ακριβές εύρος μηκών κύματος όλων των ζωνών του φάσματος καθώς και τα φυσικά μεγέθη των μηκών κύματος στις διάφορες περιοχές φαίνονται παραστατικά παρακάτω:

Εικόνα 1: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



Σε πολλές εφαρμογές χρησιμοποιείται η υπεριώδης περιοχή του φάσματος η οποία περιλαμβάνει τα μικρότερα μήκη κύματος τα οποία αποδεικνύονται χρήσιμα για τις τηλεπισκοπικές μετρήσεις. Ορισμένα υλικά στην επιφάνεια της γης, όπως πετρώματα και ορυκτά, παρουσιάζουν την τάση να φθορίζουν ή να εκπέμπουν ορατό φως υπό την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας.

Το επόμενο τμήμα του φάσματος που παρουσιάζει ενδιαφέρον, είναι εκείνο που είναι ορατό από τον άνθρωπο και αποτελεί την ορατή περιοχή. Η ορατή περιοχή είναι ιδιαίτερα μικρή συγκρινόμενη με το υπόλοιπο τμήμα του φάσματος. Καλύπτει μόλις το εύρος 0,4 έως 0,7μm, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.

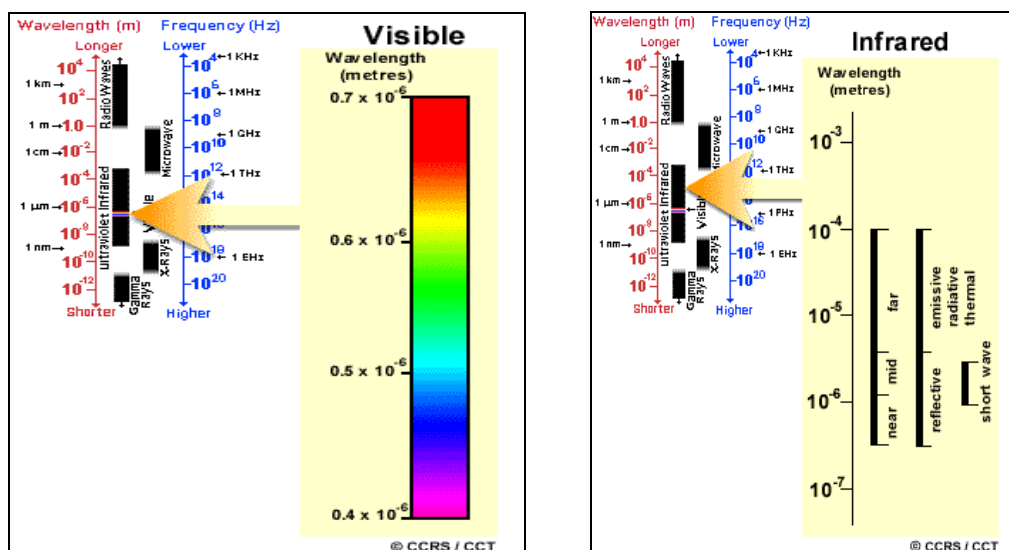
Το μεγαλύτερο ορατό μήκος κύματος είναι στην περιοχή του κόκκινου, ενώ το μικρότερο στην περιοχή του μοβ (violet). Οι περιοχές των μηκών κύματος τις οποίες αντιλαμβάνεται κάποιος ως χρώματα στην ορατή περιοχή του φάσματος, είναι οι ακόλουθες: Μοβ: 0.4 - 0.446μm, Μπλε: 0.446 - 0.500μm, Πράσινο: 0.500 - 0.578μm, Κίτρινο: 0.578 - 0.592μm, Πορτοκαλί: 0.592 - 0.620 μm, Κόκκινο: 0.620 - 0.7 μm. Ακολουθεί η περιοχή του υπέρυθρου, η οποία καλύπτει τη ζώνη από 0,7μm έως 100μm. Η περιοχή αυτή μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τις αντίστοιχες ιδιότητες ακτινοβολίας, την ανακλώμενη υπέρυθρη (reflected IR) και την εκπεμπόμενη ή θερμική υπέρυθρη περιοχή (emitted/thermal IR).

Η ακτινοβολία στην ανακλώμενη υπέρυθρη περιοχή χρησιμοποιείται στις τηλεπισκοπικές μετρήσεις, όπως και η ακτινοβολία στην ορατή περιοχή και καλύπτει τη ζώνη μεταξύ 0,7μm και 3,0μm.

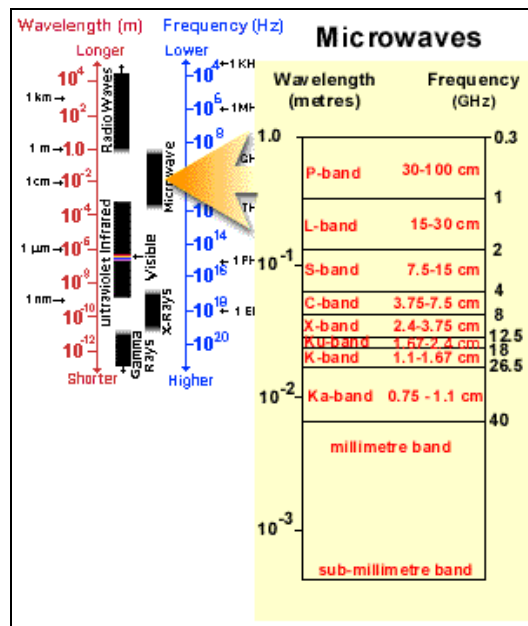
Η θερμική υπέρυθρη περιοχή είναι αρκετά διαφορετική από το ορατό και το ανακλώμενο υπέρυθρο τμήμα, καθώς η ενέργεια στην περιοχή αυτή κυρίως είναι η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια σε μορφή θερμότητας. Η θερμική IR περιοχή εκτείνεται από τα 3,0μm μέχρι τα 100μm.

Τέλος, η περιοχή που προκάλεσε το ενδιαφέρον για την Τηλεπισκόπηση είναι η μικροκυματική περιοχή από 1mm έως 1m, η οποία απεικονίζεται στην εικόνα 3. Αυτή η ζώνη καλύπτει τα μεγαλύτερα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται για τέτοιου είδους μετρήσεις. Τα μικρότερα μήκη κύματος έχουν ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές της θερμικής υπέρυθρης περιοχής, ενώ τα μεγαλύτερα πλησιάζουν στα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται για ραδιοφωνικές εκπομπές.

Εικόνα 2: Ορατό φάσμα, υπέρυθρη περιοχή



Εικόνα 3:Μικροκυματική περιοχή



1.8.4. Το ορατό, υπέρυθρο και μικροκυματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

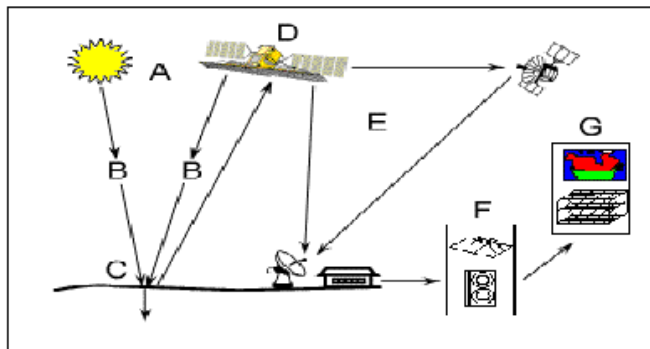
Κάθε παρατηρούμενο αντικείμενο μοιράζει τις προσπίπτουσες ακτινοβολίες σε ανακλώμενες, διερχόμενες και απορροφούμενες. Επιπλέον εκπέμπει μια δική του ακτινοβολία που καθορίζεται από την απόλυτη θερμοκρασία του. Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται ως φασματική ταυτότητα (spectral signature) ή φασματική απόκριση (spectral response) του αντικειμένου και καταγράφεται από τους δέκτες (sensors) των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά παρατήρησης της Γης (Campbell 1996, Sabins 1997, Mather 1999).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, καταγράφεται και αναλύεται η συμπεριφορά στην ανάκλαση και στην εκπομπή ακτινοβολίας (ενέργειας με την μορφή ακτινοβολίας) των διαφόρων αντικειμένων της επιφάνειας της Γης, ώστε να διευκολυνθεί η επιλογή των κατάλληλων δεκτών και φασματικών ζωνών που θα βοηθήσουν καλύτερα στον εντοπισμό των αντικειμένων που ενδιαφέρουν και των ιδιοτήτων τους.

Γνωρίζοντας λοιπόν την φασματική υπογραφή ενός αντικειμένου και χρησιμοποιώντας δέκτες στην περιοχή της ακτινοβολίας που εκπέμπει ή ανακλά το αντικείμενο αυτό, καταγράφεται ένα σημαντικό μέρος από την καμπύλη ανακλαστικότητάς του, με αποτέλεσμα να αναγνωρισθεί η καμπύλη και επομένως να προσδιορισθεί το αντικείμενο.

Μια απλή περιγραφή του τρόπου που λαμβάνονται τα τηλεπισκοπικά δεδομένα παρουσιάζεται στην εικόνα 4 που ακολουθεί παρακάτω

Εικόνα 4: Τρόπος που λαμβάνονται τα τηλεπισκοπικά δεδομένα.



Υπόμνημα Εικόνας 1:

- A) Πηγή Ενέργειας
- B) Ακτινοβολία και ατμόσφαιρα
- C) Αλληλεπίδραση με τον Στόχο
- D) Καταγραφή της Ενέργειας από τον Αισθητήρα
- E) Διάδοση, Λήψη και Επεξεργασία
- F) Ερμηνεία και Ανάλυση
- G) Εφαρμογή

1.8.5. Συστήματα καταγραφής- Είδη αισθητήρων- Δέκτες

Τα όργανα που είναι ικανά να μετρήσουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ονομάζονται αισθητήρες ή δέκτες. Η ταξινόμησή τους μπορεί να γίνει σε δύο κατηγορίες (Van der Meer and De Jong, 2001).

Οι δέκτες που χρησιμοποιούνται είναι συσκευές που δέχονται ηλεκτρομαγνητική ή άλλου είδους ενέργεια και τη χρησιμοποιούν για να μετρούν και να απογράφουν τις φασματικές, χρονικές και χωρικές μεταβολές στο πεδίο του παρατηρούμενου αντικειμένου. Οι δέκτες αυτοί ανάλογα με την προέλευση της ακτινοβολίας που αξιοποιούν, διακρίνονται σε παθητικούς και ενεργητικούς.

Οι παθητικοί δέκτες αξιοποιούν την φυσική ακτινοβολία και διακρίνονται σε : α) Φωτογραφικούς Παθητικούς Δέκτες και β) Μη Φωτογραφικούς Παθητικούς Δέκτες. Οι ενεργητικοί δέκτες διαθέτουν οι ίδιοι πηγή εκπομπής ακτινοβολίας και διακρίνονται σε: α) Μικροκυματικούς Δέκτες(RADAR), β) Συστήματα Laser και γ) Ακουστικούς Δέκτες. (Ρόκος Δ., Μάρτιος 1990)

Η επιλογή του κατάλληλου δέκτη θα προκύψει από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αντικειμένου ή του φαινομένου που θα ανιχνευτεί, την ποιότητά του και το κόστος του.

Η ποιότητά του εξαρτάται κυρίως από την Διακριτική του Ικανότητα, η οποία ορίζεται ως η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να έχουν δυο αντικείμενα πάνω στο έδαφος, ώστε να καταγραφούν σαν διακεκριμένα.

Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους προαναφερόμενους δέκτες παρουσιάζονται σε δύο μορφές: η μία μορφή είναι η αεροφωτογραφία και η άλλη μορφή είναι δορυφορική εικόνα, σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή.

1.9. Δορυφόροι

1.9.1. Ορισμός

Δορυφόρος είναι ένα μη επανδρωμένο διαστημικό όχημα, που τίθεται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος μεταξύ 500 και 35.000 χιλιομέτρων από την επιφάνειά της. Είναι εξοπλισμένο με κατάλληλα όργανα, συλλέγει εικόνες και στοιχεία, τα οποία μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς.

Από το 1957, έτος εκτόξευσης του πρώτου δορυφόρου (Sputnik, ΕΣΣΔ), έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, έχουν εκτοξευτεί και τεθεί σε τροχιά χιλιάδες δορυφόροι, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών και εφαρμογών. Άλλοι πραγματοποιούν επιστημονικές παρατηρήσεις και μετρήσεις (επιστημονικοί δορυφόροι) και άλλοι εξυπηρετούν οικονομικούς και εμπορικούς σκοπούς (δορυφόροι εφαρμογής). Έτσι, μέσω δορυφόρων πραγματοποιούνται αστρονομικές παρατηρήσεις, μετρήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μετεωρολογικές προβλέψεις, γεωλογικές έρευνες, χαρτογράφηση ηπείρων και ωκεανών, περιβαλλοντολογικές έρευνες κ.λπ. και διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες, η ναυσιπλοΐα, η κατασκόπευση στρατηγικών στόχων. (<http://el.wikipedia.org/wiki>)

1.9.2. Ιστορικό

Κατά τη δεκαετία του 1970 η ανάπτυξη των δορυφόρων, που είχε αρχίσει από την προηγούμενη δεκαετία, από τις ΗΠΑ και τη Σοβιετική Ένωση, συνεχίστηκε και το φάσμα εφαρμογών διευρύνθηκε. Παράλληλα, άρχισαν και άλλες χώρες να κατασκευάζουν δορυφόρους, κυρίως τηλεπικοινωνιακούς, ενώ εξέλιξη σημειώθηκε και στη δορυφορική τηλεόραση, που λειτουργούσε ήδη από το 1965, καθώς από τις αρχές της δεκαετίας '70 άρχισε η μετάδοση και έγχρωμων τηλεοπτικών προγραμμάτων μέσω δορυφόρου.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 βασική επιδίωξη κατά την κατασκευή των δορυφόρων ήταν η αύξηση της ισχύος εκπομπής τους, η μείωση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας τους και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους. Τον Ιούνιο του 1983 το διαστημικό λεωφορείο Τσάλεντζερ τοποθέτησε σε τροχιά τον πρώτο επαναχρησιμοποιούμενο δορυφόρο στον κόσμο, τον SPAS 01 (Shuttle Pallet

Satellite), ο οποίος μετά το τέλος της αποστολής του περισυνελέγει και μεταφέρθηκε στη Γη.

1.9.3. Κατηγορίες δορυφόρων

Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος ονομάζεται ο μη επανδρωμένος τεχνητός δορυφόρος (unmanned artificial satellite), μέσω του οποίου παρέχονται υπηρεσίες μεγάλων αποστάσεων, όπως τηλεοπτικής και ραδιοφωνικής μετάδοσης, τηλεφωνικών επικοινωνιών και συνδέσεων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι δορυφόροι έχουν τη μοναδική δυνατότητα να παρέχουν κάλυψη μεγάλων γεωγραφικών περιοχών και να διασυνδέουν μακρινούς και δυσπρόσιτους τηλεπικοινωνιακούς κόμβους και γι' αυτό τα δορυφορικά δίκτυα αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο τμήμα των περισσότερων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων.

Οι εμπορικοί δορυφόροι παρέχουν ένα ευρύ φάσμα των υπηρεσιών επικοινωνιών. Τα τηλεοπτικά προγράμματα αναμεταδίδονται διεθνώς, προκαλώντας το φαινόμενο γνωστό ως «παγκόσμιο χωριό». Οι δορυφόροι αναμεταδίδουν επίσης προγράμματα στα συστήματα καλωδιακών τηλεοράσεων καθώς επίσης και στα σπίτια που εξοπλίζονται με δορυφορικές κεραίες (πιάτα). Επιπλέον, τα πολύ μικρά τερματικά (VSATs) αναμεταδίδουν τα ψηφιακά στοιχεία για ένα πλήθος επιχειρησιακών υπηρεσιών. Οι δορυφόροι INTELSAT διαθέτουν 100.000 τηλεφωνικά κυκλώματα, με την αυξανόμενη χρήση της ψηφιακής μετάδοσης.

Οι δορυφόροι πλοήγησης αποτελούν τη βάση ενός συστήματος προσανατολισμού και καθορισμού πορείας, κυρίως για αεροπλάνα και πλοία. Το σύστημα αυτό, που είναι ταχύτερο και ακριβέστερο από τα άλλα συστήματα πλοήγησης, έχει εφαρμοστεί και για τον προσανατολισμό και τον καθορισμό της πορείας αυτοκινήτων (επιβατικών και φορτηγών).

Οι δορυφόροι γεωλογικών ερευνών χρησιμοποιούνται τόσο για τον εντοπισμό ορυκτών κοιτασμάτων και την παρατήρηση γεωλογικών σχηματισμών όσο και για τη συλλογή σεισμολογικών δεδομένων. Προς την κατεύθυνση αυτή σημαντική είναι και πάλι η συμβολή των δορυφόρων του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού, που συνδέονται με επίγειους σταθμούς και εντοπίζουν τις μικρομετατοπίσεις των τμημάτων του φλοιού της γης. Τα στοιχεία που μεταδίδουν χρησιμοποιούνται για τη σαφή διάκριση κύριων και δευτερευουσών σεισμογενών ζωνών, ενώ θεωρείται ότι θα βοηθήσουν μελλοντικά στην πρόβλεψη των σεισμών. Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι τοποθετούνται είτε σε γεωστατική τροχιά (36.000 χλμ. πάνω από τον Ισημερινό) είτε σε πολική τροχιά, σε ύψος μεταξύ 700-1.200 χλμ.

Οι δορυφόροι αυτοί παρέχουν εικόνες και στοιχεία σχετικά με τις παγκόσμιες και τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, παρακολουθώντας σχηματισμούς νεφών και μετρώντας τη θερμοκρασία και την εξάτμιση των υδάτων. Επιτρέπουν την έγκαιρη και όσο το δυνατόν ακριβέστερη πρόβλεψη του καιρού και την προειδοποίηση για απότομες καιρικές αλλαγές και φαινόμενα (τυφώνες κ.λ.π.).

Το πεδίο εφαρμογής των μετεωρολογικών δορυφόρων επικαλύπτεται κατά ένα μικρό μέρος από μια άλλη κατηγορία δορυφόρων, τους δορυφόρους περιβάλλοντος. Οι δορυφόροι αυτοί μελετούν το χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον και καταγράφουν τα φαινόμενα και τις μεταβολές που συμβαίνουν σ' αυτό, καθώς και στην ατμόσφαιρα του πλανήτη.

Οι περιβαλλοντικοί δορυφόροι συλλέγουν εικόνες και στοιχεία, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, την πρόγνωση μετεωρολογικών φαινομένων, την πρόληψη και τον εντοπισμό πυρκαγιών, την παρακολούθηση καλλιεργειών, την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών. Επίσης η αξιοποιούνται για την έρευνα, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ζωής σε όλο τον πλανήτη.

Οι δορυφόροι περιβάλλοντος της δεκαετίας του 1990 ανήκουν στην τρίτη γενιά των δορυφόρων της κατηγορίας αυτής, είναι εξελιγμένοι τεχνολογικά και έχουν δυνατότητα παρατήρησης όλο το 24ωρο. Είναι εξοπλισμένοι με όργανα υψηλής διακριτικής ικανότητας (ραδιόμετρα, μονάδα διερεύνησης με μικροκύματα, ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας, ανιχνευτές πρωτονίων και νετρονίων) και χαρτογραφούν όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τη βλάστηση, την επιφανειακή θερμοκρασία ποταμών, λιμνών και θαλασσών, τις περιοχές με ηφαιστειακή δραστηριότητα, τις μετεωρολογικές μεταβολές και τα νέφη τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα, καθώς και την κατάσταση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τα στοιχεία που συλλέγουν περνούν από επεξεργασία και μετατρέπονται σε εικόνες υψηλής ευκρίνειας. Σ' αυτές χρησιμοποιούνται διαφορετικά χρώματα για να απεικονιστούν οι διαφορές μεταξύ των περιοχών και οι διακυμάνσεις που παρουσιάζει το κάθε υπό μέτρηση μέγεθος σ' αυτές.

Οι δορυφόροι περιβάλλοντος, που τοποθετούνται συνήθως σε πολική τροχιά, αποτελούν ένα σημαντικό μέσο για την προστασία του περιβάλλοντος, την έγκαιρη αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, την πρόβλεψη μετεωρολογικών φαινομένων και την παρακολούθηση δασών και καλλιεργειών, ενώ η χρησιμοποίησή τους επεκτείνεται ακόμη και στη ναυσιπλοΐα. Οι σημαντικότεροι δορυφόροι της

κατηγορίας αυτής είναι οι Nimbus, Landsat, POES (NOAA) και UARS των ΗΠΑ, Spot της Γαλλίας, ERS 1 της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος, MOS 1 και JERS 1 της Ιαπωνίας κ.ά. (<http://el.wikipedia.org/wiki>).

1.9.4. Χαρακτηριστικά τροχιάς δορυφόρων

Η διαδρομή που ακολουθείται από ένα δορυφόρο γύρω από τη Γη ονομάζεται τροχιά. Η τροχιά σχετίζεται με τις δυνατότητες και το στόχο για τον οποίο τέθηκε σε τροχιά ο δορυφόρος. Η επιλογή της τροχιάς μπορεί να αλλάζει ως προς το ύψος, τον προσανατολισμό και την περιστροφή ως προς τη Γη.

Οι δορυφόροι που έχουν τεθεί σε πολύ υψηλές τροχιές και στοχεύουν πάντοτε την ίδια περιοχή της Γης ονομάζονται γεωστατικοί δορυφόροι και η τροχιά τους γεωστατική.

Οι **γεωστατικοί δορυφόροι** βρίσκονται σε μία τροχιά περίπου 36.000 Km και περιστρέφονται με ταχύτητες όμοιες με την περιστροφή της Γης. Τα χαρακτηριστικά μιας τέτοιας τροχιάς επιτρέπουν στους γεωστατικούς δορυφόρους να παρατηρούν και να συλλέγουν πληροφορίες συνεχώς, πάνω από συγκεκριμένες περιοχές. Οι μετεωρολογικοί και οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι διανύουν τέτοιες τροχιές. Εξαιτίας του μεγάλου ύψους τους, ορισμένοι γεωστατικοί μετεωρολογικοί δορυφόροι μπορούν να παρακολουθούν τα καιρικά φαινόμενα και τα χαρακτηριστικά των νεφώσεων καλύπτοντας ένα ολόκληρο ημισφαίριο της Γης.

Τα δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης της Γης έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να ακολουθούν μια τροχιά η οποία σε συνδυασμό με την περιστροφή της γης από τα δυτικά προς τα ανατολικά επιτρέπει σε αυτά να καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η τροχιά αυτή ονομάζεται **σχεδόν πολική** (near-polar orbits), από την κλίση της τροχιάς που είναι σχεδόν B-N. Πολικές τροχιές έχουν πολλοί επιστημονικοί δορυφόροι όπως αυτοί που μας δείχνουν τα επίπεδα του όζοντος, την κατάσταση των δασών και τις καλλιέργειες. Επίσης πολικές τροχιές έχουν ορισμένοι μετεωρολογικοί αλλά και στρατιωτικοί δορυφόροι που μας δίνουν εικόνα της κίνησης των υποβρυχίων στους πόλους

Οι δορυφόροι των οποίων ο προσανατολισμός του τροχιακού τους επιπέδου είναι σχετικός με τον ήλιο, ονομάζονται **δορυφόροι ηλιοσύγχρονης τροχιάς** (sun-synchronous), γιατί οι δορυφόροι καλύπτουν κάθε περιοχή της γης σε μία σταθερή τοπική ώρα. Σε οποιοδήποτε γεωγραφικό πλάτος και μήκος και για την ίδια εποχή, ο ήλιος θα έχει την ίδια θέση, καθώς καλύπτεται από τον δορυφόρο. Το χαμηλό ύψος

μιας ηλιακά συγχρονισμένης τροχιάς επιτρέπει καλή χωρική ανάλυση. Επιπλέον διευκολύνει τις ενεργές μετρήσεις με χρήση οργάνων ραντάρ.

1.9.5. Χαρακτηριστικά μέσων τηλεπισκόπησης

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της Τηλεπισκόπησης στην χρήση εικόνων, όπου χρησιμοποιούνται φασματικά κανάλια στο ορατό, υπέρυθρο και μικροκυματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, περιγράφονται με την χωρική (spatial), φασματική (spectral) και ραδιομετρική (radiometric) και χρονική (temporal) διακριτική ικανότητα ή ανάλυση.

Χωρική διακριτική ικανότητα

Η χωρική διακριτική ικανότητα είναι το μέτρο της μικρότερης γωνιακής ή γραμμικής απόστασης ανάμεσα σε δύο αντικείμενα που μπορεί να διακριθεί από το σύστημα Τηλεπισκόπησης. Συνήθως στους δορυφόρους που βρίσκονται σε πολύ υψηλή τροχιά, ενώ καταγράφουν μεγάλες περιοχές περιορίζεται η διακριτική τους ικανότητα.

Φασματική διακριτική ικανότητα

Η δεύτερη σημαντική ιδιότητα ενός οπτικού συστήματος εικόνας είναι η φασματική διακριτική ικανότητα. Η φασματική διακριτική ικανότητα περιγράφει την ικανότητα του αισθητήρα να προσδιορίζει πολύ λεπτές αποστάσεις μεταξύ των μηκών κύματος. Όσο πιο υψηλή είναι η φασματική ανάλυση, τόσο πιο στενό είναι το διάστημα μεταξύ των μηκών κύματος σε ένα συγκεκριμένο κανάλι ή ζώνη. (Canada Centre for Remote Sensing)

Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα

Τα ραδιομετρικά χαρακτηριστικά περιγράφουν την πραγματική πληροφορία που περιέχεται σε μία εικόνα. Όσο υψηλότερη είναι η ραδιομετρική ανάλυση ενός αισθητήρα τόσο περισσότερο ευαίσθητος είναι στον καθορισμό των μικρών διαφορών στην ανακλώμενη ή στην εκπεμπόμενη λαμβανόμενη ενέργεια. Αύξηση της ραδιομετρικής ικανότητας προκαλεί ανάλογη αύξηση των διαβαθμίσεων του γκρι στην εικόνα. (Tucker C.J., 1979)

Χρονική διακριτική ικανότητα

Η έννοια της χρονικής ανάλυσης είναι σημαντική σε ένα τηλεπισκοπικό σύστημα. Η χρονική ανάλυση σχετίζεται με την έννοια της επαναληπτικής περιόδου, δηλαδή με το μήκος του χρόνου που απαιτείται προκειμένου ο δορυφόρος να συμπληρώσει έναν ολόκληρο κύκλο τροχιάς

Οι διαχρονικές εικόνες θα πρέπει να λαμβάνονται την ίδια περίοδο του έτους, ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο οι διαφοροποιήσεις διαφόρων επιφανειακών χαρακτηριστικών. Για παράδειγμα, ο δέκτης Sevirī λαμβάνει εικόνα κάθε 15 λεπτά πάνω από την ίδια περιοχή ενώ ο δέκτης Thematic Mapper λαμβάνει εικόνα κάθε 13 μέρες. (Α. Τζώτσος, Αργιαλάς, 2007).

1.10. Οπτικά δορυφορικά συστήματα

1.10.1. Landsat

Η αρχική ονομασία του Δορυφορικού Τηλεπισκοπικού Προγράμματος Landsat ήταν ERTS (Earth Resources Technology Satellites της NASA). Οι δορυφορικές εικόνες LANDSAT αποτελούν τις πιο παλιές εμπορικά διαθέσιμες εικόνες. Ο πρώτος δορυφόρος LANDSAT εκτοξεύτηκε το 1972 και από τότε πέντε συνολικά δορυφόροι έχουν εκτοξευθεί επιτυχώς.

Περισσότερα από 16 χρόνια συνεχών λήψεων. Το μεγαλύτερο τμήμα της Γης έχει συλλεχθεί περισσότερες από 350 φορές. Μερικά από τα χαρακτηριστικά τους είναι ότι διαθέτουν έξι φασματικά κανάλια πολυφασματικής εικόνας σε ανάλυση 30m και ταυτόχρονη λήψη του παγχρωματικού καναλιού σε ανάλυση 15m, ένα θερμικό κανάλι σε ανάλυση 60m.

Στον πίνακα 2 φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των δορυφόρων LANDSAT.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά Landsat

ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ	ΤΕΛΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ	ΥΨΟΣ ΠΤΗΣΗΣ	ΓΩΝΙΑ	REVISIT ΣΤΟΝ ΙΣΗΜΕΡΙΝΟ	ΔΕΚΤΕΣ
LANDSAT 1	23/07/1972	06/01/1978	920km	99.2 ⁰	18μέρες	RBV, MSS
LANDSAT 2	22/06/1975	05/02/1982	920km	99.2 ⁰	18μέρες	RBV, MSS
LANDSAT 3	05/03/1978	07/1987	920km	99.2 ⁰	18μέρες	RBV, MSS
LANDSAT 4	16/07/1982	Σε λειτουργία	705km	98.2 ⁰	16μέρες	MSS, TM
LANDSAT 5	01/03/1985	Σε λειτουργία	705km	98.2 ⁰	16μέρες	MSS, TM
LANDSAT 6	Χάθηκε κατά την εκτόξευση					
LANDSAT 7	15/04/1999	Σε λειτουργία	705km	98.2 ⁰	16μέρες	ETM+

Οι τρεις πρώτοι εξοπλίστηκαν με πολυφασματικούς σαρωτές (MSS) χωρικής ανάλυσης 80 μέτρων και φασματικής ανάλυσης τεσσάρων καναλιών στο ορατό και το εγγύς υπέρυθρο εύρος φάσματος.

Επιπλέον, οι Landsat 4 και 5 εξοπλίστηκαν και με έναν Θεματικό Χαρτογράφο (TM, Thematic Mapper), ο οποίος έχει 7 κανάλια ανάμεσα στα οποία συμπεριλαμβάνεται και μια θερμική υπέρυθρη ζώνη. Η χωρική ανάλυση αυτού του δορυφόρου είναι 30 μέτρα (πράγμα που σημαίνει ότι κάθε εικονοστοιχείο αντιπροσωπεύει ένα κομμάτι της επιφάνειας της Γης διαστάσεων 30x30m²).

Οι αισθητήρες υψηλής ανάλυσης των Landsat είναι ό,τι καλύτερο διαθέτουμε για την ταξινόμηση περιοχών και έχουν συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη αυτού του γνωστικού πεδίου. Είναι εξοπλισμένοι με 3 κανάλια στην περιοχή του ορατού φάσματος (μπλε, πράσινο και κόκκινο) και άλλα 3 στην περιοχή του εγγύς υπέρυθρου όπου η ατμόσφαιρα είναι ημιδιαφανής.

Όλοι οι δορυφόροι Landsat είναι προγραμματισμένοι να διασχίζουν τον Ισημερινό στις 9:45π.μ., αφού αυτή την ώρα η ατμόσφαιρα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαύγεια, ενώ η ηλιοσύγχρονη τροχιά των δορυφόρων εξασφαλίζει ιδανικές συνθήκες φωτισμού. Ο δορυφόρος Landsat 7 χρειάζεται 16 ημέρες για μία πλήρη κάλυψη της Γης σε ύψος 70km.

(<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-00b/ceos1/satellit/landsat7>

<https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-lr/landsat>

http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMR7Z4PVFG_0.html)

1.10.2. Spot (Système Pour l' Observation de la Terre)

Σχεδιάστηκε το 1978 από την CNES (Centre National D'Etudes Spatiales) και είναι από τα τυπικά συστήματα δεύτερης γενιάς των δορυφόρων παρατήρησης της Γης. Είναι επίσης ο πρώτος δορυφόρος που εκτοξεύθηκε από την Ευρώπη καθοδηγούμενος από το Εθνικό Κέντρο Χωροταξικών Ερευνών της Γαλλίας, το Ινστιτούτο εικόνων SPOT και τη συμμετοχή του Βελγίου και της Σουηδίας.

Ο SPOT-3 εκτοξεύθηκε στις 23 Σεπτεμβρίου του 1993 και έδωσε εικόνες μέχρι και τις 14 Νοεμβρίου του 1996, ημερομηνία όπου τέθηκε εκτός λειτουργίας λόγω κάποιων τεχνικών προβλημάτων. Η τροχιά του δορυφόρου είναι σχεδόν πολική, ηλιοσύγχρονη, σε ύψος 830 km και περνά από τον Ισημερινό κατερχόμενος, στις 10:30 τοπική ώρα επαναλαμβάνοντας μία πλήρη περιστροφή της Γης σε 26 ημέρες,

με κλίση 98,7°. Ο SPOT-4 εκτοξεύθηκε στα τέλη Μαρτίου του 1998 και άρχισε να δίνει εικόνες από τον Ιούνιο του ίδιου έτους. Ο τελευταίος της σειράς είναι ο SPOT-5, εκτοξεύτηκε το Μάιο του 2002. Φέρει δύο δέκτες σάρωσης, τους HRV1 και 2 (High Resolution Visible) για τους δορυφόρους SPOT-1, 2, 3, τους HRVIR1 και 2 για το δορυφόρο SPOT-4, και τους HRG1 και 2 για τον SPOT-5. Πρόκειται για σαρωτές που δίνουν πολυφασματικές (XS) εικόνες, σε τρεις διαφορετικές φασματικές ζώνες (πράσινο, ερυθρό και κοντινό υπέρυθρο) για τους SPOT-1, 2, 3, ενώ για τους δύο πιο σύγχρονους δορυφόρους, σε 4 ζώνες (προστέθηκε το μακρινό υπέρυθρο κανάλι, 1,58-1,75 μm) με ραδιομετρική ανάλυση 8-bits και χωρική διακριτική ικανότητα (στο ναδίρ) 20 m (SPOT-1, 2, 3, 4) και 10 m (SPOT-5, εξαίρεση αποτελεί το μακρινό υπέρυθρο κανάλι το οποίο παραμένει στα 20 m) αντίστοιχα. Επίσης παρέχουν παγχρωματικές (P) εικόνες με χωρική ανάλυση 10 m (SPOT-1, 2, 3, 4) και 5 m (SPOT-5, υπάρχει η δυνατότητα της μείωσης στα 2,5 m) και ραδιομετρική 6-bits. Έχει δηλαδή πολύ καλύτερη ανάλυση (resolution) από τον θεματικό χαρτογράφο του Landsat TM (πολυφασματικό 30m, παγχρωματικό 15m). Το υψόμετρο τροχιάς των δορυφόρων είναι τα 822 Km και η περίοδος τροχιάς τους τα 101.4 λεπτά.

Ο δορυφόρος SPOT είναι προϊόν του γαλλικού Systeme Probatoire d'Observation de la Terre. Ο SPOT εκτοξεύθηκε στις 21 Φεβρουαρίου του 1986 και έχει αισθητήρες σε 3 φασματικές ζώνες (πράσινη, κόκκινη και κοντινή υπέρυθρη) με ανάλυση 20 μέτρα. Επιπροσθέτως είναι εφοδιασμένος με έναν παγχρωματικό σαρωτή, ο οποίος σαρώνει σε μία ζώνη που περιλαμβάνει τη πράσινη και κόκκινη περιοχή του ορατού φωτός. Η χωρική ανάλυση αυτού του αισθητήρα είναι 10 μέτρα, μια ανάλυση που ήταν για χρόνια η υψηλότερη ανάλυση που είχε ποτέ ένας (μη στρατιωτικός) δορυφόρος.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του SPOT είναι ότι μπορεί να προγραμματιστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να «βλέπει πλάγια» και έτσι να σαρώνει την ίδια λωρίδα δυο φορές, καθώς πραγματοποιεί δύο περάσματα πάνω από την ίδια περιοχή. Οι δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες της ίδιας περιοχής παράγουν ένα στερεοσκοπικό αποτέλεσμα που βοηθά στην κατασκευή υψομετρικών χαρτών.

Ο SPOT έχει επίσης δύο κανάλια στην ορατή και ένα στην εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία, κι έτσι είναι ιδανικός για τη δημιουργία χαρτών βλάστησης σε μικρές περιοχές. Οι πλάγιες εικόνες SPOT βοηθούν στην αναγνώριση τοπογραφικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών αναγλύφου (απότομες κορυφές, κοιλάδες,

μεγάλης έκτασης κατολισθήσεις, υδρογραφικά δίκτυα) που είναι δυνατόν να καθορίσουν λιθολογικές ενότητες στη βάση της διαφορετικής τους γεωμορφολογίας. (<http://www.spot.com/html>, http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMHBZ4PVFG_0.html)

1.10.3. Ikonos

Πρόκειται για τον πρώτο ιδιωτικό δορυφορικό πρόγραμμα με δεδομένα πολύ υψηλής ανάλυσης. Σε τροχιά βρίσκεται ο IKONOS 2 (ο IKONOS 1 δεν τέθηκε ποτέ σε τροχιά για τεχνικούς λόγους). Ο IKONOS τέθηκε σε τροχιά τον Σεπτέμβριο του 1999 (το όνομα του οποίου προέρχεται από την ελληνική λέξη «εικόνα»). Ο δορυφόρος Ikonos παρέχει πλούσιο υλικό από εικόνες υψηλής ευκρίνειας αποτελώντας τον πρώτο δορυφόρο που λάμβανε εμπορικά διαθέσιμα δεδομένα ανάλυσης 1m.

Οι δορυφορικές εικόνες IKONOS αποτελούνται από μια Παγχρωματική με ανάλυση 1m και μια Πολυφασματική εικόνα τεσσάρων καναλιών με ανάλυση 4m. Το ύψος τροχιάς του είναι τα 680Km, έχει σχεδόν πολική τροχιά, με περίοδο τροχιάς τα 98 λεπτά και επαναληψιμότητα από μία έως τρεις ημέρες, ενώ η έκταση μίας πλήρους εικόνας είναι 11X11Km.

Οι παγχρωματικοί και πολυφασματικοί αισθητήρες πολύ υψηλής ευκρίνειας, λειτουργώντας μαζί, μπορούν να διακρίνουν αντικείμενα εντός μιας περιοχής του εδάφους μικρότερης από ένα τετραγωνικό μέτρο. Η δυνατότητα αυτή είναι αρκετή ώστε να γίνει διάκριση μεταξύ ενός αυτοκινήτου και ενός φορτηγού.

Η ελάχιστη παραγγελία των δορυφορικών εικόνων αρχείου IKONOS είναι ένα ενιαίο πολύγωνο επιφάνειας 25km^2 οποιουδήποτε σχήματος με μοναδικό περιορισμό η κάθε ακμή του πολυγώνου να είναι κατ' ελάχιστον 5μ. Οι διαθέσιμες δορυφορικές εικόνες αρχείου είναι από το έτος 2000.

Ο δορυφόρος IKONOS έχει τη δυνατότητα συλλογής μονοσκοπικών και στερεοσκοπικών εικόνων. Τα παγχρωματικά δεδομένα IKONOS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποτυπώσεις αστικών περιοχών, κατασκευών, οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου κλπ, με ακρίβεια έως και κλίμακα 1:2.000.

Ο IKONOS φέρει επίσης έναν πολυφασματικό αισθητήρα με ανάλυση 4m, ο οποίος διαθέτει 3 κανάλια στη περιοχή του ορατού φάσματος και ένα στο εγγύς υπέρυθρο

(όπως και οι Landsat 4 και 5), επιτρέποντας έτσι λεπτομερείς χαρτογραφήσεις των χρήσεων γης.

(<https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/ikonos>

http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMGYZ4PVFG_0.html)

1.10.4. QuickBird

Ο δορυφόρος QuickBird εκτοξεύτηκε στις 18 Οκτωβρίου 2001 και ξεκίνησε να πραγματοποιεί λήψεις εμπορικά διαθέσιμων δεδομένων εντός του 2002. Το ύψος τροχιάς του είναι τα 450 Km και η περίοδος τροχιάς του τα 98 λεπτά ενώ η τροχιά του είναι σχεδόν πολική. Οι δορυφορικές εικόνες QuickBird αποτελούνται από μια Παγχρωματική με ανάλυση 60cm και μια Πολυφασματική εικόνα τεσσάρων καναλιών με ανάλυση 2,4m.

Ο Quickbird γυρίζει γύρω από τη Γη σε ύψος 600km (περίπου 372 μίλια) και ο αισθητήρας του (μια κάμερα υψηλής ανάλυσης) συγκεντρώνει εικόνες από την επιφάνεια της γης μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Είναι σχεδιασμένος να καλύπτει μεγάλες περιοχές με μεγάλη ακρίβεια.

Η υψηλή διακριτική τους ικανότητα, σε συνδυασμό με το υψηλό βάθος τόνου (11 bit), καθιστούν τα παγχρωματικά δεδομένα QuickBird ικανά να μπορούν να καλύψουν απαιτήσεις εφαρμογών που δεν ήταν δυνατό να καλυφθούν με παλαιότερα δορυφορικά δεδομένα.

Στην εικόνα 5, παρουσιάζεται αναλυτικό διάγραμμα των φασματικών καναλιών.

Εικόνα 5: Φασματικά κανάλια QuickBird



Η ελάχιστη παραγγελία των δορυφορικών εικόνων QuickBird είναι ένα ενιαίο πολύγωνο 25km² οποιουδήποτε σχήματος. Οι διαθέσιμες δορυφορικές εικόνες αρχείου είναι από το έτος 2001.

(<https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/quickbird>)

Ο Quickbird έχει τη δυνατότητα να συλλέξει πάνω από 75 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα απεικονιστικών δεδομένων το χρόνο (περίπου τρεις φορές το μέγεθος της Βόρειας Αμερικής). Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται στη χαρτογράφηση, στο σχεδιασμό καλλιεργήσιμων και αστικών περιοχών, στην μελέτη του καιρού και τη στρατιωτική παρακολούθηση.

(http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMJ005PVFG_0.html)

1.10.5. WorldView

Οι δορυφόροι WorldView-1 και 2 είναι εμπορικοί, οπτικοί δορυφόροι εικόνων πολύ υψηλής ευκρίνειας. Ο δορυφόρος WorldView-1 εκτοξεύτηκε στις 18 Σεπτεμβρίου 2007 και ο δορυφόρος WorldView-2 εκτοξεύτηκε στις 8 Οκτωβρίου 2009. Και οι δύο δορυφόροι εκτοξεύτηκαν με πυραύλους Delta 7920 από την αεροπορική βάση Βάντενμπεργκ. Ο WorldView-1 αναμένεται να παραμείνει μέχρι το 2018, ενώ ο δορυφόρος WorldView-2 έχει προγραμματιστεί να παραμείνει μέχρι το 2017.

Ο δορυφόρος WorldView-2 είναι ο πρώτος και μοναδικός δορυφόρος πολύ Υψηλής Ανάλυσης που διαθέτει οχτώ φασματικά κανάλια. Οι δορυφορικές εικόνες WorldView-2 αποτελούνται από μια Παγχρωματική με ανάλυση 50cm και μια Πολυφασματική εικόνα **οχτώ καναλιών** με ανάλυση 2m.

Στην εικόνα 6 παρουσιάζεται τα αναλυτικό διάγραμμα των φασματικών καναλιών του World View.

Εικόνα 6: Αναλυτικό διάγραμμα φασματικών καναλιών World View



Τα οχτώ φασματικά είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για εφαρμογές Τηλεπισκόπησης και κυρίως για Βαθυμετρία, ανάλυση βλάστησης και παραγωγή χαρτών χρήσεως γης.

(<https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/worldview-2-analyse-50cm>)

Και οι δύο δορυφόροι εκτελούν τροχιά σύγχρονη ηλιακά και κατέρχονται πάνω από τον Ισημερινό σε κάθε τροχιά στις 10:30 π.μ. Ο WorldView-1 εκτελεί τροχιά σε ύψος 496 χιλιομέτρων, έχει τροχιακή περίοδο 94,6 λεπτών με μέσο χρόνο επανεμφάνισης κάθε 1,7 ημέρες. Μεταφέρει έναν αισθητήρα παγχρωματικής απεικόνισης. Ο WorldView-2 εκτελεί τροχιά σε ύψος 770 χιλιομέτρων, έχει τροχιακή περίοδο 100 λεπτών και μεταφέρει αισθητήρα πολυφασματικής απεικόνισης.

Ο αισθητήρας του WorldView-1 απεικονίζει σημεία στο έδαφος σε απόσταση δειγματοληψίας 0,50 μέτρων στο ναδίρ και 0,59 μέτρων σε γωνία 25 μοιρών εκτός ναδίρ κατά μήκος της τροχιάς ενεργοποιώντας τη στερεοσκοπική απεικόνιση. Το πλάτος λωρίδας σάρωσης του αισθητήρα είναι 17,6 χιλιόμετρα στο ναδίρ. Ο αισθητήρας στο δορυφόρο WorldView-2 έχει χωρική δειγματοληψία 1,85 μέτρων και κάνει λήψη εικόνων σε 8 διαφορετικές ζώνες.

Οι κύριες εφαρμογές για τους δορυφόρους WorldView είναι η χαρτογράφηση πολύ υψηλής ευκρίνειας, η ανίχνευση αλλαγών και η στερεοσκοπική τρισδιάστατη απεικόνιση. (http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMH8NJSNDNG_0.html)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

2.1. Γενικά

Κατά καιρούς, έχουν αποδοθεί διάφοροι ορισμοί για τον όρο καταστροφή. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ), καταστροφή ορίζεται ένα «ξαφνικό περιβαλλοντικό φαινόμενο τέτοιας εμβέλειας που να απαιτεί εξωτερική βοήθεια». (Noji, 1997)

Οι καταστροφές κατατάσσονται με βάση τις αιτίες στις οποίες οφείλονται δηλαδή φυσικές, ανθρωπογενείς ή τεχνολογικές. Μορφές φυσικών καταστροφών αποτελούν ο σεισμός, η πλημμύρα, η θύελλα, η χιονοστιβάδα, η κατολίσθηση, η παρατεταμένη ξηρασία, η έκρηξη ηφαιστείου, ο λιμός και η πυρκαγιά δασών.

Ο όρος “φυσική καταστροφή” έχει οριστεί με τους εξής τρόπους (Λέκκας 2000):

- Τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν.
- Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.
- Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες.

Όπως είναι γνωστό οι πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος πολλών χερσαίων οικοσυστημάτων όπως είναι τα εύκρατα και τα μεσογειακά. Από το 1960 έως και τις ημέρες μας παρατηρείται μία εκθετική αύξηση τόσο στον αριθμό των πυρκαγιών όσο και στη συνολικά καμένη έκταση. (Moreno et al, 1998), και αυτό οφείλεται τόσο στις αλλαγές χρήσεων γης, στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή (Gitas 1999) και στον ανθρώπινο παράγοντα.

Φυσικές καταστροφές αναγνωρίζονται διεθνώς σαν φαινόμενα ειδικής σπουδαιότητας. Υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον στη διεθνή κοινότητα της μελέτης των φυσικών καταστροφών κυρίως αυτών που σχετίζονται με πιθανή κλιματική αλλαγή λόγω ανθρωπίνων παραγόντων.

Μία ποικιλία δορυφορικών συστημάτων παρουσιάζουν μία ευρεία κλίμακα των νέων δυνατοτήτων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσεγγίσουν και να χειρισθούν το αποτέλεσμα των περιβαλλοντικών καταστροφών ή ακόμα και να το αποφύγουν τελείως (Dalezios, 2008).

2.2. Οι δασικές πυρκαγιές ως φυσική καταστροφή

2.2.1 Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 χρόνων οι φωτιές σε μεγάλες δασικές εκτάσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά, ιδιαίτερα στις χώρες της Μεσογείου, προκαλώντας σημαντικότερες απώλειες σε περιουσίες, αλλά κυριότερα σε ανθρώπινες ζωές. Οι συγκεκριμένες χώρες είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς στην ανάπτυξη και επέκταση της φωτιάς εξαιτίας της χαμηλής, μεσογειακής θαμνώδους βλάστησης αλλά και των αραιών καλοκαιρινών βροχοπτώσεων.

Οι δασικές πυρκαγιές είναι πολύπλοκα φαινόμενα τα οποία λαμβάνουν χώρα ως αποτέλεσμα φυσικών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η αδυναμία ελέγχου μιας πυρκαγιάς οδηγεί συχνά σε εκτεταμένες ζημιές και για το λόγο αυτό τα φαινόμενα αυτά αποκαλούνται “φυσικές καταστροφές”.

Ουσιαστικό βήμα στην καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί η ανάλυση των αιτιών που τις προκαλούν, επειδή με την ανάλυση αυτή επισημαίνονται οι πρωτογενείς παράγοντες και έτσι είναι δυνατό να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα άρσης των αιτιών των δασικών πυρκαγιών.

Οι εξακριβωμένες αιτίες διακρίνονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες: α) στα τυχαία γεγονότα όπως οι κεραυνοί και τα βραχυκυκλώματα και β) στις ανθρωπογενείς. Στα τυχαία γεγονότα οφείλεται ένα μικρό ποσοστό πυρκαγιών, ενώ σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία, 9 στις 10 δασικές πυρκαγιές προκαλούνται από διάφορες ανθρώπινες αιτίες, όπως εμπρησμοί. (Καλαμποκίδης και Στάμου 1995). Η απόρριψη αναμμένων τσιγάρων και σπύρων, το άναμμα φωτιάς σε μη επιτρεπόμενους χώρους, το κάψιμο σκουπιδιών σε μη οργανωμένους χώρους, οι διάφορες γεωργικές δραστηριότητες και κυρίως το κάψιμο ξηρών χόρτων, οι δραστηριότητες κυνηγών κυρίως κατά τους θερινούς μήνες είναι μερικές από τις ανθρώπινες αιτίες.

(http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLprotection_gr/DMLprotection_gr#4)

Εικόνα 7: Ανεξέλεγκτες Δασικές Πυρκαγιές σε εξέλιξη - Τρόπος Κατάσβεσης



2.2.2. Κατηγοριοποίηση επικινδυνότητας πυρκαγιών

Κατηγορία Κινδύνου 1 (Χαμηλή): Η πιθανότητα για εκδήλωση πυρκαγιάς δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή. Εάν εκδηλωθεί πυρκαγιά, οι συνθήκες (κατάσταση καύσιμης ύλης, μετεωρολογικές συνθήκες) δε θα ευνοήσουν τη γρήγορη εξέλιξή της.

Κατηγορία Κινδύνου 2 (Μέση): Ο κίνδυνος είναι συνήθης για τη θερινή περίοδο. Εφόσον υπάρξει αποτελεσματική αντίδραση σε κάθε εκδηλούμενη πυρκαγιά δεν πρέπει να υπάρξουν προβλήματα ελέγχου. Ο δασοπυροσβεστικός μηχανισμός πρέπει να είναι στην κανονική του, για την αντιπυρική περίοδο, καθημερινή στελέχωση και ετοιμότητα.

Κατηγορία Κινδύνου 3 (Υψηλή): Ο κίνδυνος είναι υψηλός. Αναμένονται πολλές πυρκαγιές μέσης δυσκολίας ή αρκετές πυρκαγιές που είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν. Και στις δύο περιπτώσεις είναι απαραίτητο να καταβληθεί κάθε

προσπάθεια για την άμεση κινητοποίηση του μηχανισμού σε κάθε επεισόδιο, την αποφυγή οποιασδήποτε χρονοτριβής και την αποστολή επαρκών δυνάμεων για να ολοκληρωθεί γρήγορα το έργο της κατάσβεσης δεδομένης της υπάρχουσας δυσκολίας. Με καλή οργάνωση και ετοιμότητα οι δυνάμεις του Πυροσβεστικού Σώματος αναμένεται να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες με επιτυχία.

Κατηγορία Κινδύνου 4 (Πολύ Υψηλή): Ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα υψηλός. Ο αριθμός των πυρκαγιών πιθανόν να είναι αρκετά μεγάλος αλλά, το κυριότερο, κάθε πυρκαγιά μπορεί να λάβει μεγάλες διαστάσεις εφόσον ξεφύγει από την αρχική προσβολή. Απαιτείται απόλυτη ετοιμότητα και πλήρης στελέχωση των δυνάμεων καταστολής και παραμονή του προσωπικού σε επαφή με τις Υπηρεσίες. Όλες οι εμπλεκόμενες υπηρεσίες (Νομαρχίες, ΟΤΑ, Δασικές Υπηρεσίες, κλπ.) τίθενται σε επιφυλακή και δρουν σε αρωγή του έργου του Πυροσβεστικού Σώματος σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στα αντιπυρικά σχέδια για την κατάσταση κινδύνου επιπέδου 4 (π.χ. αυξάνονται οι περιπολίες πρόληψης και η αστυνόμευση των κρίσιμων δασικών εκτάσεων κλπ.).

Κατηγορία Κινδύνου 5 (Κατάσταση ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ): Ο κίνδυνος είναι ακραίος. Οι συνθήκες (ισχυρός άνεμος, χαμηλή σχετική υγρασία, υψηλή σχετική θερμοκρασία, κλπ.) είναι πιθανό να οδηγήσουν σε ανεξέλεγκτη κατάσταση με μεγάλο αριθμό πυρκαγιών ακραίας συμπεριφοράς. Επειδή αυτές οι συνθήκες είναι δυνατό να ξεπεράσουν τις συνολικές δυνατότητες του δασοπυροσβεστικού μηχανισμού, απαιτείται να μεγιστοποιηθούν οι προσπάθειες πρόληψης και η ετοιμότητα του μηχανισμού για άμεση επέμβαση με όλες του τις δυνάμεις.

Για την περίπτωση αυτή πρέπει να υπάρχει στο αντιπυρικό σχέδιο αλλά και σε κάθε εμπλεκόμενο στις πυρκαγιές φορέα, κατάλληλος σχεδιασμός ετοιμότητας (αύξηση επιφυλακής προσωπικού, διατήρηση επαφής με όλο το προσωπικό και έλεγχοι ετοιμότητας, επίγειες και εναέριες περιπολίες, μηνύματα ενημέρωσης των πολιτών, πλήρης κινητοποίηση Νομαρχιών, στενή παρακολούθηση της κατάστασης με την Ε.Μ.Υ. κλπ.) και συντονισμού με τους άλλους Φορείς. Επίσης πρέπει να δίδονται ιδιαίτερες οδηγίες στο προσωπικό. (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας 2007-2008. Δασικές πυρκαγιές)

2.2.3. Επιπτώσεις των πυρκαγιών στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον

Περισσότερο από το 10% της έκτασης της χώρας μας καλύπτεται σήμερα από άγονες και βραχώδεις εκτάσεις, γεγονός που οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στην

επανάληψη του κύκλου των πυρκαγιών. Ο κύκλος υποβάθμισης των δασών ξεκινά με τις πρώτες πυρκαγιές που αρχικά οδηγούν στη μετατροπή τους σε θαμνοτόπους και συνεχιζόμενος ανεξέλεγκτα, οδηγεί σύντομα στην τέλεια υποβάθμιση της παραγωγικής ικανότητας του τόπου, με τελική κατάληξη την ερημοποίηση.

(<http://www.gscp.gr/ggpp/site/home/ws/promote/fisikes/pirkagies.csp>)

Σχετικά με τις επιπτώσεις των πυρκαγιών στον άνθρωπο αυτές μπορούν να είναι άμεσες ή έμμεσες. Κύρια άμεση επίπτωση είναι η απειλή της ζωής τους καθώς αρκετοί είναι αυτοί που χάνουν τη ζωή τους ή τραυματίζονται προσπαθώντας να διαφύγουν από μια καιόμενη περιοχή, ενώ απώλειες υπάρχουν και στο προσωπικό που ασχολείται με την κατάσβεση. Στις έμμεσες επιπτώσεις, περιλαμβάνονται οι απώλειες στις ανθρώπινες περιουσίες ενώ η δημιουργία τοπίων καταστροφής επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη ψυχολογία (Fowler, 2003).

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της οικολογίας των δασικών οικοσυστημάτων της χώρας μας και είναι φαινόμενο σύνθετο που ακολουθεί τους νόμους της φύσης. Η πλήρης εξάλειψη των δασικών πυρκαγιών, είναι αδύνατη και αποτελεί ουτοπία έστω και αν υπήρχε ο πιο τέλειος αντιτυρικός σχεδιασμός.

2.2.4. Πρόληψη Πυρκαγιάς

Για την εξάλειψη όλων αυτών των κινδύνων θα πρέπει να προβαίνουμε στα κάτωθι:

- α) Στους καθαρισμούς των δασών από την ξερή βιομάζα κατά μήκος πολυσύχναστων δασικών δρόμων με την πρόσληψη δασεργατών τρίμηνης διάρκειας καθώς και την ανάθεση αυτών των εργασιών σε Δασικούς Συνεταιρισμούς.
- β) Στη συντήρηση του δασικού οδικού δικτύου και τη διάνοιξη νέων δρόμων εάν αυτό κρίνεται απαραίτητο από τις περιφερειακές δασικές υπηρεσίες.
- γ) Περιπολίες μέσα στο δάσος και συνεργεία επιφυλακής από δασικούς υπαλλήλους, επίσκεψη των επικίνδυνων περιοχών και εγκαταστάσεων (σκουπιδότοποι, κατασκηνώσεις, βιομηχανικές εγκαταστάσεις κοντά σε δάση κλπ)
- δ) Ευαισθητοποίηση του κοινού με την έκδοση ενημερωτικών φυλλαδίων, δημοσιεύσεις σε εφημερίδες και περιοδικά καθώς και ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά μηνύματα.

(<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=707&language=el-GR>)

2.3. Τηλεπισκόπηση και δασικές πυρκαγιές

Η Τηλεπισκόπηση είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να παρέχει πληροφορίες πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις δασικές πυρκαγιές. Η δορυφορική Τηλεπισκόπηση έχει συμβάλει με οπτικά δεδομένα για την ταξινόμηση, καθώς και την παρακολούθηση της εξέλιξης φαινομένων. Προοδευτικά εμφανίζονται εφαρμογές τηλεπισκόπησης στην αγρομετεωρολογική ανάλυση που σταδιακά περιλαμβάνουν όχι μόνο ανάλυση των εικόνων αλλά και εξαγωγή ποσοτικών πληροφοριών και εκτίμηση παραμέτρων από δορυφορικά δεδομένα με διαχρονικά αυξανόμενη αξιοπιστία.

Την αρχική περίοδο της δεκαετίας του '70, η Τηλεπισκόπηση χαρακτηρίζεται από απλές ποιοτικές παρατηρήσεις, διαφορές στη χρωματικότητα και εκτιμήσεις μέσω παρεμβολής η επέκτασης. Στη δεύτερη περίοδο από τη δεκαετία του '80 εμφανίζονται ποσοτικές αναλύσεις χρήσεων γης, γεωμετρικά σχήματα, γεωγραφικά σημεία, έκταση, μήκος των χαρακτηριστικών, καθώς και ποσοστοποίηση της καλυπτόμενης έκτασης από διάφορες κατηγορίες εδαφοκάλυψης. Τέλος, η τρίτη περίοδος, που αρχίζει από τη δεκαετία του '90 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα, χαρακτηρίζεται από άμεσες ποσοτικές εκτιμήσεις περιβαλλοντικών, αγρομετεωρολογικών και υδρολογικών παραμέτρων, αρχικά με μεθόδους χωρικής συσχέτισης (Dalezios, 2008).

Επίσης μία από τις σημαντικές εφαρμογές Τηλεπισκόπησης αποτελεί η ανάλυση της δυναμικής της βλάστησης σε τοπικό, ακόμα και πλανητικό επίπεδο, καθώς και η επίπτωση του κλίματος στη βλάστηση σε όλες τις εξεταζόμενες κλίμακες (Kogan, 2001).

Το γήινο σύστημα είναι ευαίσθητο σε οποιαδήποτε μεταβολή από φυσικές ανθρώπινες δραστηριότητες. Συχνά καμένες εκτάσεις είναι ανάγκη να καθορισθούν με χαρτογράφηση της έκτασής τους και με εκτίμηση του μεγέθους της καταστροφής σε πραγματικό χρόνο. Οι μικρές πυρκαγιές μπορούν να χαρτογραφούνται με πιο απλές μεθόδους αλλά σε περιπτώσεις μεγάλων πυρκαγιών μία λύση καταγραφής των καμένων εκτάσεων είναι η Τηλεπισκόπηση.

Πυρκαγιές δασών συνιστούν μία από τις πιο διαδεδομένες περιβαλλοντικές καταστροφές, οι οποίες συνδέουν τις κλιματικές αλλαγές και την υποβάθμιση του εδάφους. Η καταστροφή της βλάστησης από τις πυρκαγιές των δασών μπορεί να επηρεάσει την επιφάνεια του εδάφους και τον υδρολογικό κύκλο αυξάνοντας πολύ την

επιφάνεια απορροής την επιφάνεια διάβρωσης, την εμφάνιση πλημμυρών και ερήμων και τη μείωση της εξάτμισης (Matson 1987)

Ο σωστός χειρισμός και χαρτογράφηση των περιοχών που έχουν καεί είναι πολύ σπουδαία σύμφωνα με τις θέσεις κινδύνου, έκτακτων αναγκών και της ποσότητας εκτίμησης των περιοχών που έχουν επηρεασθεί.

Η εκτίμηση των κατεστραμμένων περιοχών μπορεί να δώσει αξιόλογες πληροφορίες στις αρχές και στις ασφαλιστικές εταιρείες.

Πυρκαγιές δασών συμβαίνουν στις μεσογειακές χώρες. Κατά τη διάρκεια της ξερής περιόδου κυρίως επηρεάζουν δάση πευκών, περιοχές με βλάστηση και μερικές φορές ακόμα και καλλιεργημένα χωράφια. Κατά μέσο όρο περίπου 2000 πυρκαγιές δασών καταγράφονται ετησίως στην Ελλάδα. Αυτές επηρεάζουν μία περιοχή περίπου 50.000Ha. Αν και η πλειονότητα των πυρκαγιών είναι μικρής κλίμακας, ένας αριθμός από αυτές θεωρείται μεγάλης κλίμακας διότι καίνε πολύ εκτεταμένες περιοχές.

Στις Η.Π.Α. μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές θεωρούνται αυτές που καίνε πάνω από 400Ha (Pyne 1984). Στην Ελλάδα μεγάλης κλίμακας φωτιές, θεωρούνται αυτές που καίνε περισσότερα από 100Ha.(Kailidis, D. S., 1990). Αυτές οι πυρκαγιές αντιπροσωπεύουν ένα μόνο 5,4% του ετήσιου αριθμού πυρκαγιών, όμως οι περιοχές που έχουν καεί προσεγγίζουν το 72% των περιοχών που έχουν επηρεαστεί.

2.3.1. Ανίχνευση μεταβολών επί τηλεπισκοπικών απεικονίσεων

Η Τηλεπισκόπηση είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την παρακολούθηση, καταγραφή και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος με εφαρμογές σε παρα πολλές κατηγορίες φυσικών καταστροφών αλλά και φαινομένων (πχ. κατολισθήσεις, πλημμύρες, ξηρασία, σεισμοί, πυρκαγιές, μόλυνση υδάτων, τσουνάμι κ.α.). Και στον Ελληνικό χώρο, η συμβολή της Τηλεπισκόπησης κρίνεται πολύ σημαντική τα τελευταία χρόνια με τα συχνά καταστροφικά φαινόμενα πυρκαγιών και γι αυτό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι σε επίπεδο διαχείρισης κρίσεων και λήψης αποφάσεων.

Η ανίχνευση πυρκαγιάς είναι ένα πρόβλημα με έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον στη διεθνή κοινότητα και αποτελεί επίσης μια πολύ ενδιαφέρουσα εφαρμογή Τηλεπισκόπησης με ευεργετικές επεκτάσεις για το κοινωνικό σύνολο. (Α. Τζώτσος-Αργιαλάς, 2007).

Εξ' αποστάσεως δεδομένα και τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για να αποκαλύψουν ενεργές πυρκαγιές και από την επέκταση των καιόμενων περιοχών

κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών. Οι μέθοδοι που συχνά χρησιμοποιούνται βασίζονται σε θερμικά σήματα τα οποία με κατάλληλους αλγόριθμους μπορούν να βελτιώσουν την αποκάλυψη των ενεργών πυρκαγιών.

Τεχνικές ανίχνευσης μεταβολών (change detection techniques), επί τηλεπισκοπικών απεικονίσεων της εν λόγω περιοχής έχουν ληφθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Τέτοιου είδους τεχνικές αναμιγνύουν τη θέση και την εκτίμηση από αέρος της επέκτασης μέσω των επιμέρους εικόνων, πριν και μετά τη δασική πυρκαγιά (Flasse, S., and Ceccato, P., 1996)

Ο καθορισμός των περιοχών που έχουν καεί εξαρτάται από τον τύπο της βλάστησης που έχει καεί, από τον τύπο του εδάφους, το χρόνο και το μεσοδιάστημα μετά την πυρκαγιά ως την επέκταση της φωτιάς (ολικά ή τμηματικά καμένες). Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οι φασματικές υπογραφές των αντικειμένων δεν έχουν χαρακτηριστικό σχήμα. Αυτό κάνει τον ακριβή προσδιορισμό της περιοχής που κάηκε δύσκολο ειδικά όταν υπάρχουν ελλείψεις δεδομένων εδάφους. Μετά το πέρας της φωτιάς αναμένεται σημαντική μείωση της βλάστησης.

Η τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλει με τις μεθόδους, τα δεδομένα και τα εργαλεία της σε όλα τα στάδια του φαινομένου:

- Πρόβλεψη – Επικινδυνότητα τοπίου
- Ανίχνευση πυρκαγιάς
- Παρακολούθηση πυρκαγιάς
- Χαρτογράφηση καμμένων εκτάσεων

2.3.2. Πρόβλεψη

Εφαρμογές Τηλεπισκόπησης που αφορούν την υγρασία εδάφους, την αναγνώριση βλάστησης και τη χαρτογράφηση των καλύψεων/χρήσεων γης, μπορούν να διαμορφώσουν ένα σημαντικό υπόβαθρο πληροφορίας για τη λήψη αποφάσεων και την επισήμανση περιοχών στις οποίες μπορεί να εμφανιστεί το φαινόμενο.

Μετεωρολογικά δεδομένα (ένταση ανέμων, μέτρηση υγρασίας, ηλιοφάνεια) μπορούν να ολοκληρωθούν με δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα και με τη χρήση ειδικών μοντέλων να δημιουργήσουν χάρτες επικινδυνότητας.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τις δασικές πυρκαγιές είναι οι κάτωθι:

- α) Επιβλεπόμενες και μη επιβλεπόμενες ταξινομήσεις για την αναγνώριση φασματικών κατηγοριών και κατηγοριών κάλυψης γης.
- β) Αντικειμενοστραφής ανάλυση εικόνας για την αυτόματη αναγνώριση και οριοθέτηση ειδών βλάστησης στην φυσική γήινη επιφάνεια.
- γ) Φωτοερμηνεία για την παραγωγή χαρτογραφικού υποβάθρου (δασικοί δρόμοι, οδικό δίκτυο κ.α.) που σε περιπτώσεις κρίσης είναι απαραίτητο για τον συντονισμό και διαχείριση των επείγουσων δυνάμεων.

2.3.3. Ανίχνευση πυρκαγιάς

Η Τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλει στην ανίχνευση του φαινομένου της πυρκαγιάς με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων υψηλής χρονικής ανάλυσης.

Συγκεκριμένα ο τηλεπισκοπικός δέκτης Sevirί του μετεωρολογικού συστήματος δορυφόρων MeteoSAT, πραγματοποιεί λήψη εικόνων σε 12 κανάλια του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, με χρονική συχνότητα 15 λεπτών. Η γεωμετρική ανάλυση του δέκτη κυμαίνεται από 1 έως 3 χλμ. Τυπικές θερμοκρασίες δασικών πυρκαγιών 500-1000 βαθμούς Kelvin.

Εικόνα 8: Ανίχνευση- Παρακολούθηση πυρκαγιάς 2007 μέσω Τηλεπισκόπησης



2.3.4. Παρακολούθηση πυρκαγιάς

Στα πλαίσια της παρακολούθησης του φαινομένου της πυρκαγιάς, η Τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλει με δεδομένα από 2 δορυφορικούς δέκτες.

- Δεδομένα ανά 15 λεπτά της ώρας από τον δέκτη Seviri με γεωμετρική ανάλυση 1-3 χιλιομέτρων ανά εικονοστοιχείο.
- Δεδομένα MODIS 2 φορές την ημέρα.

Σε συνδυασμό με το αποτέλεσμα των ταξινομήσεων της βλάστησης από τηλεπισκοπικά δεδομένα, μπορεί να υλοποιηθεί και σύστημα πρόβλεψης της κίνησης της πυρκαγιάς σε συνάρτηση με τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή ενδιαφέροντος.

2.3.5. Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων

Μετά το πέρας της πυρκαγιάς, η Τηλεπισκόπηση αποτελεί ένα άμεσο και ανεκτίμητο εργαλείο για τη χαρτογράφηση και την εκτίμηση των καμένων εκτάσεων.

Μέσω των δορυφορικών δεκτών MODIS επιτυγχάνεται άμεση χαρτογράφηση σε 24 έως 48 ώρες. Σε ευρύτερο χρονικό ορίζοντα, χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων πραγματοποιείται:

- με δεδομένα ASTER, Landsat TM σε επίπεδο περιφέρειας και
- IKONOS/QuickBird/WorldView2 σε επίπεδο δήμου και για εφαρμογές υψηλής ακρίβειας.

Εικόνα 9: Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων μετά το πέρας της πυρκαγιάς



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΕΣ - ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Ορισμός

Ορθοφωτογραφία είναι μία φωτογραφία που έχει αναχθεί διαφορετικά, από κεντρική προβολή σε ορθή, ώστε να εξαλειφθούν οι παραμορφώσεις της αρχικής εικόνας που οφείλονται στην επίδραση των κλίσεων, στις εκτροπές λόγω αναγλύφου κ.τ.λ. Πρόκειται δηλαδή, για μία φωτογραφία η οποία είναι απαλλαγμένη από τις παραμορφώσεις που δημιουργεί η οπτική γωνία λήψης και η μορφολογία του αντικειμένου, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα άντλησης αξιόπιστης μετρητικής πληροφορίας και την άμεση πραγματοποίηση μετρήσεων, αφού όλα τα τμήματά της έχουν την ίδια κλίμακα και άρα η ορθοφωτογραφία ταυτίζεται με την ορθή προβολή (Ιωαννίδης Χ. 2007).

Ο εμπλουτισμός της ορθοφωτογραφίας με πρόσθετες πληροφορίες όπως σύμβολα, υψομετρική πληροφορία (υψομετρικές καμπύλες και μεμονωμένα υψόμετρα), αλφαριθμητικούς χαρακτήρες (ονόματα περιοχών, δρόμων, κτλ), κάρναβο και άλλα, οδηγεί στην παραγωγή του ορθοφωτοχάρτη. (Ιωαννίδης Χ. , 2007).

3.1.1. Ψηφιακοί ορθοφωτοχάρτες

Οι ψηφιακές ορθοφωτογραφίες και ορθοφωτοχάρτες αποτελούν ένα σύγχρονο χαρτογραφικό προϊόν που συνδυάζει την μετρητική ποιότητα και ακρίβεια ενός τοπογραφικού διαγράμματος με τον πλούτο και την ποιότητα πληροφορίας που μπορεί να μας δώσει μία υψηλής ανάλυσης ψηφιακή αεροφωτογραφία.

Η παραγωγή των ψηφιακών ορθοφωτοχαρτών έγινε εφικτή κατά τα τελευταία χρόνια, σαν αποτέλεσμα της ραγδαίας εξέλιξης των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της αύξησης της υπολογιστικής των ισχύος με ταυτόχρονη ανάπτυξη και των αντίστοιχων προϊόντων λογισμικού. (<http://www.geoserver.gr/el>)

3.1.2. Ψηφιακές ορθοφωτογραφίες

Άμεση συνέπεια της διόρθωσης αυτής είναι η ενιαία κλίμακα που αποκτά η αεροφωτογραφία, δηλαδή αυτή κατέχει θέση χάρτη. Η ορθοφωτογραφία πλεονεκτεί σε σχέση με το χάρτη στο ότι απεικονίζει πρόσφατες επιπεδομετρικές λεπτομέρειες

του ανάγλυφου και στο φυσικό τους μέγεθος, όπως αυτές είναι στην πραγματικότητα και όχι με σύμβολα όπως στο χάρτη. Η ενιαία κλίμακά της επιτρέπει ακριβείς μετρήσεις αποστάσεων εμβαδών και γωνιών.

Με την εμφάνιση των ψηφιακών φωτογραμμετρικών συστημάτων (Ψ.Φ.Σ) η παραγωγή ψηφιακών ορθοφωτογραφιών απλοποιήθηκε σημαντικά σε σχέση με τις κλασικές μεθόδους παραγωγής αναλογικών ορθοφωτογραφιών, η κατασκευή των οποίων απαιτούσε εξειδικευμένο οπτικομηχανολογικό εξοπλισμό, πολύ έμπειρους χειριστές φωτογραμμετρικών οργάνων, έμπειρους φωτογράφους κλπ.

Η παραγωγή ψηφιακών ορθοφωτογραφιών ακολουθεί ορισμένα στάδια εργασιών τα οποία στη συνέχεια και αναλύονται σε συντομία

- α) Ψηφιοποίηση των αεροφωτογραφιών
- β) Προσανατολισμοί
- γ) Δημιουργία στερεοειδώλου
- δ) Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Ανάγλυφου (Digital Elevation Model
- ε) Ορθοδιόρθωση
- στ) Εκτύπωση και αποθήκευση (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μιγκίρος, 2003)

3.2. Αποκατάσταση ή Προεπεξεργασία δορυφορικής εικόνας

Η προεπεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων προηγείται της ανάλυσής τους και της εξαγωγής της πληροφορίας και σκοπός της είναι η μείωση του θορύβου ή ο εμπλουτισμός κάποιας όψης των δεδομένων. Οι κυριότερες διορθώσεις που πραγματοποιούνται στα δεδομένα είναι οι ατμοσφαιρικές, οι γεωμετρικές, η βελτίωση εικόνας και οι ραδιομετρικές.

3.2.1. Ατμοσφαιρική διόρθωση

Η ένταση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος που λαμβάνει ένας δορυφορικός δέκτης εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες (Mather, 1999):

- α) Την ανάκλαση από τον στόχο
- β) Την κλίση και τον προσανατολισμό της επιφάνειας σε σχέση με το ηλιακό αζιμούθιο
- γ) Την ατμοσφαιρική επίδραση
- δ) Τη γωνία λήψης του δέκτη
- ε) Τη γωνία του ηλιακού ύψους

Είναι λοιπόν φανερό ότι η ατμόσφαιρα παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην εξασθένιση του σήματος που φθάνει στο δορυφόρο. Οι ατμοσφαιρικές διορθώσεις σε ορισμένες περιπτώσεις αποτελούν ένα απαραίτητο στάδιο προεπεξεργασίας των δεδομένων. Θα πρέπει όμως να γίνεται προσεκτικά, ανάλογα με το αντικείμενο και το στόχο της εφαρμογής, διότι είναι ένα δύσκολο κομμάτι της επεξεργασίας και είναι δυνατό να αλλοιώσουν τα πρωτογενή δεδομένα και να μην επιτευχθεί η βελτίωση που επιζητείται.

3.2.2. Γεωμετρική διόρθωση

Αποσκοπεί στη διόρθωση σφαλμάτων συστηματικού χαρακτήρα και πραγματοποιείται έχοντας γνώση :

- α) των στοιχείων της τροχιάς και της κίνησης του διαστημικού φορέα και
- β) των στοιχείων που αφορούν τα βασικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του τηλεπισκοπικού συστήματος. Επιτυγχάνεται με τη χρήση παραμετρικών μοντέλων.

Μία δορυφορική εικόνα δεν έχει τις ιδιότητες ενός χάρτη και η κατάλληλη μετατροπή της για την απόκτηση κλίμακας και των ιδιοτήτων προβολής ενός χάρτη ονομάζεται γεωμετρική διόρθωση. Η γεωμετρική διόρθωση έχει ως στόχο να μετασχηματίσει το σύστημα συντεταγμένων της εικόνας (x,y) , το οποίο έχει παραμορφώσεις, σε ένα συγκεκριμένο σύστημα (XY) χαρτογραφικής προβολής. Είναι ένα σημαντικό βήμα στην επεξεργασία των δεδομένων διότι επιτρέπει π.χ. την εισαγωγή τους σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και την ταυτόχρονη χρήση τους μαζί με άλλα θεματικά επίπεδα πληροφορίας. (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Μιγκίρος, 2003)

3.2.3.Βελτίωση- ενίσχυση εικόνας (image enhancement)

Οι διάφορες ψηφιακές τεχνικές αναφέρονται σε διάφορες μεθόδους επεξεργασίας ψηφιακών εικόνων οι οποίες βελτιώνουν την οπτική παρουσίαση, άρα και ερμηνεία μίας εικόνας με την εφαρμογή διάφορων αλγορίθμων δηλαδή ενίσχυση με την υλοποίηση αριθμητικών πράξεων, εφαρμογή φίλτρων. Οι αλγόριθμοι αλλάζουν τη διαβάθμιση του τόνου της εικόνας (contrast), τη φωτεινότητα (brightness), την οξύτητα (sharpness) και τη χρωματική απόδοση των χαρακτηριστικών στην εικόνα.

Οι τεχνικές αυτές αποσκοπούν είτε σε βελτιώσεις:

- α) σημειακού χαρακτήρα
- β) γραμμικού χαρακτήρα
- γ) επιφανειακού χαρακτήρα και
- δ) χωρικού χαρακτήρα

3.2.4. Ραδιομετρικές διορθώσεις

Γίνονται με σκοπό να περιορίσουν τα σφάλματα λειτουργίας των αισθητήρων του σαρωτή ώστε να βελτιστοποιηθεί το δυναμικό εύρος λειτουργίας του και να περιορισθεί η ραδιομετρική επίδραση της ατμόσφαιρας στο λαμβανόμενο σήμα.

3.3.Μαθηματική προσέγγιση

3.3.1.Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών

Η Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών έχει σαν στόχο την εύρεση μίας γραμμικής αναπαράστασης μη - Γκαουσιανών δεδομένων από την οποία να προκύπτουν προϊόντα ανεξάρτητα ή όσο το δυνατό ανεξάρτητα. Η διαδικασία φαίνεται να αποτυπώνει τη βασική δομή των δεδομένων σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές επεξεργασίας σήματος, συμπεριλαμβανομένων της εξαγωγής χαρακτηριστικών και του διαχωρισμού σήματος.

Οι υποθέσεις της Ανάλυσης Ανεξάρτητων Συνιστωσών είναι οι ακόλουθες:

- α) Υπόθεση γραμμικότητας του μετασχηματισμού: $x = As + n$
- β) Υπόθεση έλλειψης θορύβου: $n = 0$
- γ) Υπόθεση στατιστικής ανεξαρτησίας των συνιστωσών

Πρόκειται για τη σημαντικότερη από τις υποθέσεις, αφού όλοι οι αλγόριθμοι ICA, χρησιμοποιούν ως γνώμονα, για την κατασκευή των συνιστωσών, την επίτευξη της στατιστικής ανεξαρτησίας.

- δ) Υπόθεση μη γκαουσιανής μορφής των συνιστωσών

Τα στατιστικά μεγέθη υψηλότερης τάξης, για μεταβλητές γκαουσιανής κατανομής, μηδενίζονται. Τα στατιστικά αυτά μεγέθη όμως χρησιμοποιούνται στην Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών και μάλιστα αποτελούν τη βάση μια σειράς αλγορίθμων των λεγόμενων αλγορίθμων HOS.

Ένας από τους σημαντικότερους αλγορίθμους ICA – HOS είναι ο Fast ICA ο οποίος στηρίζεται στον συντελεστή κύρτωσης για να κατασκευάσει συνιστώσες με

μη Γκαουσιανή κατανομή. Ο συντελεστής κύρτωσης είναι ένα στατιστικό μέγεθος τέταρτης τάξης που αποδίδεται σε κάθε τυχαία μεταβλητή. Το μέγεθος αυτό, για μεταβλητές Γκαουσιανής κατανομής, αγγίζει ιδανικά το μηδέν. Σκοπός του αλγορίθμου Fast ICA είναι η μεγιστοποίηση του συντελεστή, έτσι ώστε οι ανακατασκευασμένες συνιστώσες να απομακρυνθούν, όσο το δυνατόν περισσότερο, από τη Γκαουσιανή κατανομή και άρα να γίνουν στατιστικά ανεξάρτητες. Ο συντελεστής κύρτωσης που ουσιαστικά φανερώνει πόσο απότομες κορυφές έχει η κατανομή μιας τυχαίας μεταβλητής, δίνεται από την εξίσωση: $kurt(x) = E\{x^4\} - 3(E\{x^2\})^2$ όπου x η τυχαία μεταβλητή με μηδενική μέση αριθμητική τιμή.

3.3.2. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών

Η «ταυτότητα» της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA) είναι μία μαθηματική διαδικασία της οποίας στόχος είναι ο εντοπισμός μη συσχετισμένων δεδομένων μέσα από ένα σύνολο συσχετισμένων δεδομένων.

Πραγματοποιείται με τη μετατροπή πιθανώς συσχετισμένων δεδομένων σε μη συσχετισμένες μεταβλητές (κύριες συνιστώσες ή principal components). Ο αριθμός των κύριων συνιστωσών είναι μικρότερος ή το πολύ ίσος με τον αριθμό των αρχικών μεταβλητών. Ο μετασχηματισμός γίνεται ώστε η πρώτη κύρια συνιστώσα (PC1) να εμφανίζει τη μέγιστη διακύμανση (δηλαδή να αντιστοιχεί στη μέγιστη ποικιλία δεδομένων) και η κάθε επόμενη να εμφανίζει συνεχώς χαμηλότερη διακύμανση και ταυτόχρονα να μην εμφανίζει συσχέτιση με τις προηγούμενες της.

Τα πολυφασματικά δεδομένα διαφόρων φασματικών διαύλων εμφανίζουν κατά κανόνα μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους. Η τιμή της φωτεινότητας ενός εικονοστοιχείου σε μία ζώνη μπορεί να εκτιμηθεί από την τιμή του σε μια άλλη εξαιτίας του συσχετισμού αυτού. Η ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) είναι μια διαδικασία μέσω της οποίας δημιουργούνται νέες εικόνες από τις μη συσχετιζόμενες τιμές φωτεινότητας εικονοστοιχείων των συσχετισμένων εικόνων. Η διαδικασία πραγματοποιείται με γραμμικό μετασχηματισμό των μεταβλητών (τιμές φωτεινότητας).

Η διαδικασία PCA εφαρμόζεται σε όλες τις φασματικές ζώνες μαζί. Με τον τρόπο αυτόν, στις νέες εικόνες συγκεντρώνεται το μέγιστο πλήθος δεδομένων αφού

λαμβάνονται υπόψη μη συσχετιζόμενα δεδομένα από όλες τις εικόνες. Η πρώτη κύρια συνιστώσα μπορεί να συγκεντρώσει και το 98% της διαθέσιμης πληροφορίας στο σύνολο των φασματικών ζωνών. Χρειάζεται προσοχή κατά την ερμηνεία των μετασχηματισμένων εικόνων. Κάθε συνιστώσα είναι γραμμικός συνδυασμός των αρχικών καναλιών με αποτέλεσμα να είναι προβληματική η ερμηνεία μιάς ψευδόχρωμης με τις τρεις πρώτες κύριες συνιστώσες. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι, παρόλο που η πληροφορία συγκεντρώνεται στις τρεις πρώτες συνιστώσες, οι υπόλοιπες δεν πρέπει να αγνοούνται επειδή μπορεί να περιλαμβάνουν κρίσιμες πληροφορίες για τη συγκεκριμένη έρευνα. Γενικά, η πρώτη κύρια συνιστώσα αντιστοιχεί στις μέσες τιμές φωτεινότητας όλων των καναλιών και απεικονίζει διαφορές που οφείλονται στην επίδραση του αναγλύφου (σκιές) και στην ανακλαστική ικανότητα (albedo).

Η μέθοδος ICA εμφανίζει κάποια πιθανά πλεονεκτήματα έναντι της μεθόδου PCA:

- α) Παρέχει ένα καλύτερο πιθανολογικό μοντέλο δεδομένων το οποίο προσδιορίζει καλύτερα που συγκεντρώνονται τα δεδομένα στον n -διάστατο χώρο.
- β) Προσδιορίζει μεμονωμένα τον πίνακα μετασχηματισμού W .
- γ) Υπολογίζει μία όχι απαραίτητα ορθογώνια βάση η οποία ίσως ανακατασκευάσει τα δεδομένα καλύτερα από την μέθοδο PCA, όταν υπάρχει θόρυβος.
- δ) Είναι ευαίσθητη σε υψηλής τάξεως στατιστικές στα δεδομένα και όχι μόνο στον πίνακα συμμεταβλητότητας.

Ωστόσο η μέθοδος ICA δεν παρουσιάζει μόνο πλεονεκτήματα. Οι αλγόριθμοι ICA είναι επαναληπτικοί και μερικές φορές συγκλίνουν δύσκολα. Επιπλέον, παρουσιάζουν δυσκολία στον χειρισμό μεγάλων σημάτων και πολυδιάστατων διανυσμάτων. Δυσκολίες που σχετίζονται με την μεγάλη διαστατικότητα των διανυσμάτων μπορούν να ξεπεραστούν με την εφαρμογή της μεθόδου PCA.

Βέβαια πρέπει να αναφερθεί ότι η Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών όπως και η PCA δεν αποτελεί υποχρεωτικό στάδιο της φωτογραμμετρικής τηλεπισκοπικής διαδικασίας, αλλά αντίθετα ο μελετητής μπορεί να το παρακάμψει εάν κρίνει ότι δεν θα του αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα.

3.4 Ταξινόμηση εικόνας (classification)

3.4.1. Ορισμός

Ο όρος ταξινόμηση χρησιμοποιείται στην ανάλυση τηλεπισκοπικών εικόνων και στα GIS και σημαίνει κατηγοριοποίηση των δεδομένων σε κλάσεις (groupings). Στα GIS τα δεδομένα είναι "πληροφοριακές κλάσεις", εύκολα οριοθετημένες και εύκολα αναγνωρίσιμες, όπως δρόμοι ποτάμια, αγροτεμάχια, ενώ στην Τηλεπισκόπηση τα όρια των κλάσεων δεν είναι εύκολα αναγνωρίσιμα, οπότε χρειάζεται να αναγνωρισθούν από τα τηλεσκοπικά δεδομένα. Η ταξινόμηση βασίζεται στο ότι διαφορετικοί τύποι στοιχείων της γήινης επιφάνειας έχουν διαφορετική φασματική υπογραφή. Η ταξινόμηση μπορεί να γίνει αξιοποιώντας τη φασματική πληροφορία κάθε ψηφίδας, η οποία είναι η βάση της αυτόματης ταξινόμησης των καλύψεων γης. Ο αναλυτής πρέπει να αναγνωρίσει και να οριοθετήσει περιοχές στην εικόνα (image class areas), οι οποίες εκφράζονται με ξεχωριστές φασματικές υπογραφές. (Αστάρας Θεόδωρος, 2010)

Δύο είναι κυρίως οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση εικόνας α) Επιβλεπόμενη (Supervised) και β) Μη επιβλεπόμενη (Unsupervised) ταξινόμηση.

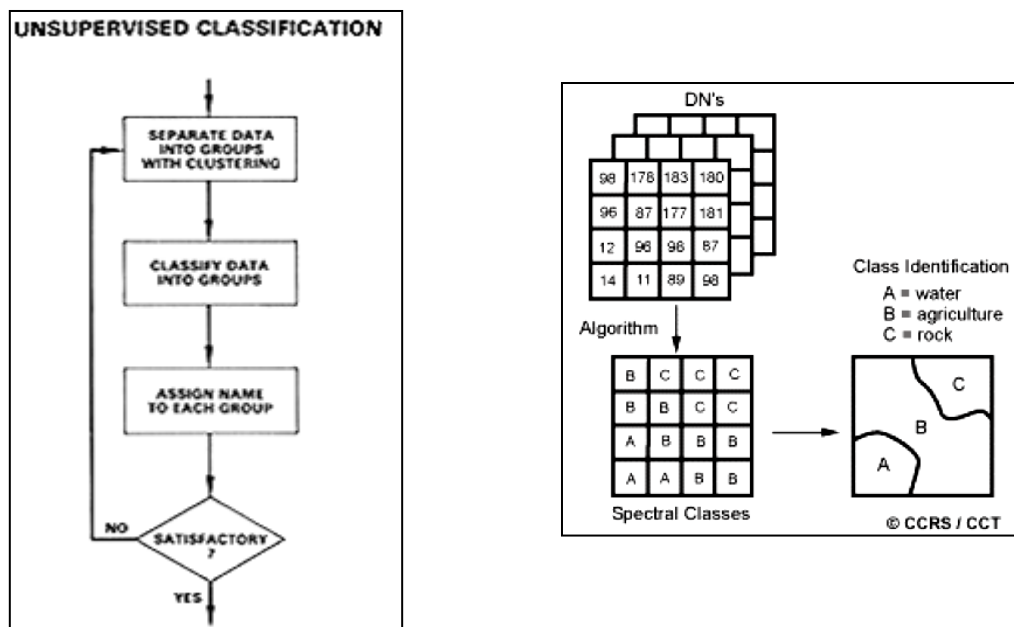
3.4.2. Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (Unsupervised Classification)

Στη μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση οι κλάσεις καθορίζονται αυτόματα με βάση τη στατιστική ομαδοποίηση των εικονοστοιχείων, όπως φαίνεται στην εικόνα 10. Σε αυτού του είδους ταξινόμηση δεν απαιτείται προηγούμενη γνώση της περιοχής μελέτης αλλά πραγματοποιείται μία υποδιαίρεσή της που βασίζεται στις εσωτερικές ιδιότητες των ψηφιακών δεδομένων της δορυφορικής εικόνας. Κατά βάση εξετάζονται οι ραδιομετρικές τιμές κάθε ψηφίδας και η εικόνας που υποδιαιρείται σε έναν προκαθορισμένο αριθμό κλάσεων.

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιεί ταξινομητές για να αποκαλύψει διακριτές φασματικές δομές στην εικόνα, με την παραδοχή ότι αυτές οι δομές αντιπροσωπεύουν καλύψεις γης. Για τη χρησιμοποίηση αυτών των ταξινομητών το μόνο που απαιτείται από τον αναλυτή, είναι ο αριθμός των κλάσεων, χωρίς όμως να γίνεται ταυτοποίηση των κλάσεων με τις καλύψεις γης (Χαραλάμπος Α. Τοπάλογλου, 2008)

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση αν και φέρει πλεονεκτήματα έναντι της επιβλεπόμενης ταξινόμησης δεν μπορεί να δημιουργήσει κατ' ανάγκη πραγματικές κατηγορίες κάλυψης γης από τις φασματικές κατηγορίες που δημιουργούνται, ενώ κρίνεται δύσκολη και η σύγκριση με τις πραγματικές κατηγορίες σε διαχρονική βάση). Γι' αυτό το λόγο η χρήση της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης περιορίζεται συνήθως σε περιπτώσεις που υπάρχει έλλειψη δεδομένων πεδίου ή σε περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται μαζί με επιβλεπόμενη ταξινόμηση δημιουργώντας υβριδικές ταξινομήσεις για την αύξηση της ποσοτικής ακρίβειας της ταξινόμησης (Chilar 1998).

Εικόνα 10: Η λογική των βημάτων της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης



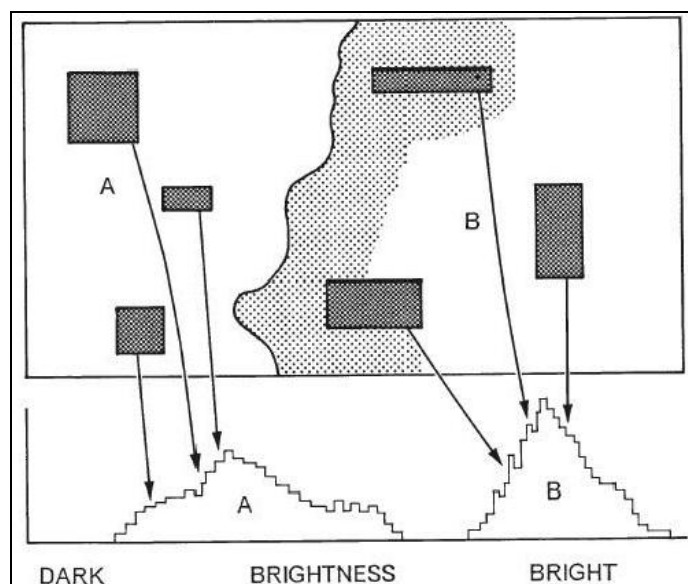
3.4.3.Επιβλεπόμενη ταξινόμηση (Supervised Classification)- Στάδιο εκπαίδευσης (Training Stage)

Η επιβλεπόμενη ταξινόμηση βασίζεται σε προηγούμενη γνώση της περιοχής που πρόκειται να ταξινομηθεί. Ο χρήστης ενημερώνει το σύστημα ότι μία συγκεκριμένη ομάδα ψηφίδων (pixel) της εικόνας που αντιπροσωπεύει έναν A τύπο εδαφικής κάλυψης και ο υπολογιστής ερευνά για να βρει ψηφίδες με παρόμοια φασματικά χαρακτηριστικά.

Οι περιοχές που ορίζονται από το χρήστη είναι γνωστές ως "περιοχές εκπαίδευσης" (training areas/sites). Τα βασικά κριτήρια επιλογής των "περιοχών εκπαίδευσης" είναι ότι πρέπει να είναι όσο δυνατόν περισσότερο ομοιογενείς και να

είναι αντιπροσωπευτικές των κλάσεων που θα κληθεί να αναγνωρίσει το σύστημα. Αφού επιλεγθούν οι "περιοχές εκπαίδευσης" μπορεί να ζητηθεί από το σύστημα να προχωρήσει στη διαδικασία ταξινόμησης. Ανάλογα με την ακρίβεια και την απαραίτητη προσοχή που έχει δοθεί στο στάδιο εκπαίδευσης ανάλογο ποιοτικό αποτέλεσμα θα προκύψει μετά την ταξινόμηση. Κατά την ταξινόμηση το κάθε εικονοστοιχείο κατατάσσεται σε μία από τις θεματικές κατηγορίες της περιοχής μελέτης με χρήση του κατάλληλου αλγορίθμου ταξινόμησης. Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται ο τρόπος επιλογής των "περιοχών εκπαίδευσης" σε μία επιβλεπόμενη ταξινόμηση

Εικόνα 11: Περιοχές εκπαίδευσης επιβλεπόμενης ταξινόμησης



Σε περίπτωση επιλογής πολύ ομοιογενών περιοχών δεν θα προκύψουν αλληλοεπικαλύψεις μεταξύ των κλάσεων που δημιουργήθηκαν. Γι' αυτό το λόγο ο χρήστης πρέπει να καταφύγει σε επιπρόσθετες πηγές πληροφορίας, όπως επίγειες μετρήσεις (ground control points), υπάρχοντες χάρτες ώστε να αποφύγει τυχόν χονδροειδή σφάλματα.

Οι βασικοί στόχοι της διαδικασίας εκπαίδευσης είναι να καθορίσει ποιές τάξεις μπορούν να αναγνωριστούν στην εικόνα και να εξάγει τις στατιστικές παραμέτρους που περιγράφουν την κατανομή των ψηφιακών τιμών των εντάσεων σε κάθε τάξη.

Προϋπόθεση της ταξινόμησης είναι η πληρότητα – επάρκεια των δειγμάτων για όλες τις ανακλαστικές επιφάνειες της εικόνας. Η κατάτμηση της εικόνας όμως σε

τέτοιες ανακλαστικές επιφάνειες είναι γενικά διαφορετική από την ταυτοποίηση των περιοχών ενδιαφέροντος στην εικόνα. Μερικές φορές μία επιφάνεια αποτελείται από ψηφίδες οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές φασματικής ανάκλασης. Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητη η περαιτέρω διαίρεση σε μικρότερες τάξεις οι οποίες θα μπορούν να αναγνωριστούν από το διαχειριστή. Επιπλέον τα δείγματα εκπαίδευσης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα ώστε να περιέχουν έναν επαρκή αριθμό ψηφίδων για την εξαγωγή των στατιστικών παραμέτρων κατανομής των τάξεων. Θα πρέπει επίσης να είναι ομοιογενώς κατανεμημένα ώστε να αναπαριστούν τη χωρική διακύμανση των τάξεων στην εικόνα.

Ισχύει ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των δειγμάτων σε μία τάξη τόσο καλύτερη περιγραφή των φασματικών χαρακτηριστικών της τάξης. Σύμφωνα με μελέτες ο ελάχιστος αριθμός των δειγμάτων για ταξινόμηση σε n ζώνες, είναι από $10n$ για κάθε τάξη ως και $100n$. πολλές φορές προτείνονται ότι τα δείγματα εκπαίδευσης πρέπει να καλύπτουν ένα ποσοστό ανάμεσα στο 1% και 3% της συνολικής επιφάνειας της εικόνας.

3.4.4.Αξιολόγηση ταξινόμησης

Συγκρίνοντας τη μεθοδολογία των δύο ειδών ταξινομήσεων, εύκολα προκύπτει ότι η επιβλεπόμενη ταξινόμηση θα δώσει ακριβέστερη οριοθέτηση των κλάσεων της εδαφικής κάλυψης σε σχέση με τη μη επιβλεπόμενη η οποία χρησιμοποιείται για ένα γρήγορο αρχικό προσδιορισμό των κλάσεων της περιοχής. Σύμφωνα με τους Lissesand και Kieffer(1987)η ακρίβεια της ταξινόμησης εκφράζεται μέσα από τη μήτρα σύγχυσης ή σφάλματος από την οποία υπολογίζεται η συνολική ακρίβεια του χρήστη και η ακρίβεια του παραγωγού. Η ακρίβεια του χρήστη αφορά την πιθανότητα του δείγματος της ταξινομημένης εικόνας να αναπαριστά σωστά την κάλυψη γης και υπολογίζεται για κάθε κλάση ως οι ψηφίδες που βρίσκονται στην κύρια διαγώνιο της μήτρας λαθών διά των συνολικών ψηφίδων της κατηγορίας.

3.5. Αλγόριθμοι ταξινόμησης- ακρίβεια

Υπάρχουν διάφορων ειδών αλγόριθμοι οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της ελεγχόμενης ταξινόμησης, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

α) Αλγόριθμος της ελάχιστης απόστασης ((Nearest Neighbour)

Η μέθοδος αυτή είναι μαθηματικά απλή διότι περιλαμβάνει μέτρηση αποστάσεων και είναι γρήγορη σε εκτέλεση και υπολογιστικά αποδοτική. Εντούτοις δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που οι φασματικές υπογραφές των διαφόρων στοιχείων είναι κοντινές διότι η μέθοδος αυτή δεν λαμβάνει υπ' όψη της τη διακύμανση των τιμών DN των ψηφίδων. Ο αλγόριθμος της ελάχιστης απόστασης μπορεί να χρησιμοποιήσει και άλλες αποστάσεις εκτός της Ευκλείδειας απόστασης. Όσον αφορά την Τηλεπισκόπηση οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι αλγόριθμοι βασίζονται στην Ευκλείδεια απόσταση. Στη μέθοδο της ελάχιστης απόστασης κάθε τάξη προσεγγίζεται από τη μέση τιμή της.

Συνοψίζοντας, ο αλγόριθμος της ελάχιστης απόστασης χρησιμοποιεί τα μέσα διανύσματα από κάθε «καθαρό» εικονοστοιχείο ή τις "περιοχές εκπαίδευσης" που ο χρήστης έχει σχηματίσει και υπολογίζει την Ευκλείδεια απόσταση του κάθε άγνωστου εικονοστοιχείου με το μέσο διάνυσμα (κέντρο) της κάθε φασματικής κατηγορίας. Όλα τα εικονοστοιχεία ταξινομούνται στην κοντινότερη ομάδα, εκτός αν έχει οριστεί κάποια τυπική απόκλιση ή κάποιο «κατώφλι».

Ο αλγόριθμος της ελάχιστης απόστασης έχει το πλεονέκτημα να είναι ταχύτερος από τον αλγόριθμο της μέγιστης πιθανοφάνειας. Σε αντίθεση με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, οι διαχωριστικές επιφάνειες της μεθόδου της ελάχιστης απόστασης είναι γραμμικές. Η αδυναμία του αλγορίθμου να χρησιμοποιεί μόνο γραμμικές επιφάνειες τον καθιστά πιο ανεπαρκή στον καταμερισμό του πολυφασματικού χώρου από τον αλγόριθμο της μέγιστης πιθανοφάνειας ο οποίος δημιουργεί μη γραμμικές διαχωριστικές επιφάνειες.

β) Αλγόριθμος της μέγιστης πιθανότητας (maximum likelihood classifier)

Ο αλγόριθμος της μέγιστης πιθανότητας είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος ταξινόμησης στην Τηλεπισκόπηση. Ο αλγόριθμος αυτός βασίζεται στην εύρεση της πιθανότητας η τιμή DN μιας ψηφίδας να βρίσκεται εντός του εύρους τιμών μιας κλάσης A. Η μαθηματική - σχέση είναι «ποιά η πιθανότητα μία ψηφίδα με τιμή x να ανήκει στην κλάση A».

Υπό αυτή την προϋπόθεση, οι δειγματοληπτικές ψηφίδες μπορούν να εκφραστούν με τιμές του μέσου (mean), της διακύμανσης (variance) και της συνδιακύμανσής (covariance) τους. Αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της πιθανότητας συμμετοχής ενός εικονοστοιχείου σε μία κλάση. Αν x

είναι το μετρούμενο διάνυσμα και A μία τάξη, η συνάρτηση απόφασης της ταξινόμησης μέγιστης πιθανοφάνειας είναι:

αν $p(x|A_i)p(A) > p(x|B)p(B)$ για κάθε $B, A \neq B$ τότε ανάθεσε το x στην A .

Ουσιαστικά υπολογίζει την πιθανότητα για κάθε ψηφίδα να ανήκει σε κάθε μία από τις τάξεις και αναθέτει το pixel στην τάξη για την οποία έχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα να ανήκει. Οπότε πρέπει να υπολογισθούν οι τιμές των $p(x|\omega_i)p(\omega_i)$ για όλες τις τάξεις ω_i και να επιλεγεί σύμφωνα με τη μέγιστη τιμή. Οι δεσμευμένες πιθανότητες $p(x|\omega_i)$ λαμβάνονται κατά την εκπαίδευση.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου της μέγιστης πιθανοφάνειας περιλαμβάνουν τη χρήση μη γραμμικών διαχωριστικών επιφανειών και την ικανοποιητική αναπαράσταση μη συμμετρικών στο χώρο προτύπων. Στη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας κάθε τάξη προσεγγίζεται από μια πολυμεταβλητή κανονική κατανομή η οποία λαμβάνει υπ' όψη της τη διασπορά των δεδομένων σε συγκεκριμένες διευθύνσεις στο φασματικό χώρο προτύπων με τη χρήση του πίνακα συμεταβλητότητας. Συνεπώς, οι τάξεις που είναι μη συμμετρικές και χαρακτηρίζονται από επιμήκυνση κατά μία διεύθυνση αντιπροσωπεύονται ικανοποιητικά. Αυτό δεν είναι δυνατό σε άλλες μεθόδους όπως στη μέθοδο της ελάχιστης απόστασης η οποία δε χρησιμοποιεί τη μεταβλητότητα και τη συμεταβλητότητα των δεδομένων.

Η δυνατότητα του αλγορίθμου μέγιστης πιθανοφάνειας να χρησιμοποιεί μη γραμμικές διαχωριστικές επιφάνειες τον καθιστά ισχυρό στον καταμερισμό του πολυφασματικού χώρου από τον αλγόριθμο της ελάχιστης απόστασης ο οποίος δημιουργεί γραμμικές διαχωριστικές επιφάνειες. Ένα άλλο πλεονέκτημα του αλγορίθμου είναι το θεωρητικά αναμενόμενο ότι δηλαδή αν χρησιμοποιηθεί σωστά θα οδηγήσει σε ελάχιστο μέσο σφάλμα ταξινόμησης. Ενώ μειονεκτεί στην περίπτωση περιορισμένου αριθμού δεδομένων εκπαίδευσης.

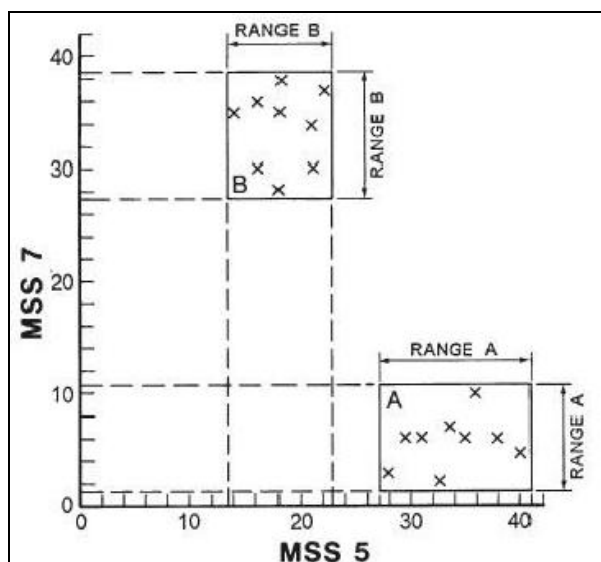
γ) Αλγόριθμος του Παραλληλεπιπέδου (Parallelepiped)

Ο αλγόριθμος του παραλληλεπιπέδου είναι ένας πολύ απλός επιβλεπόμενος αλγόριθμος. Αρχικά υπολογίζεται στα δεδομένα εκπαίδευσης του αλγορίθμου (training set) το εύρος των τιμών DN για κάθε κλάση σε κάθε κατηγορία. Οι τιμές εντός αυτού του εύρους καλούνται περιοχή απόφασης. Το άνω όριο της περιοχής απόφασης είναι η μεγαλύτερη τιμή DN και το κάτω όριο η μικρότερη. Αν η τιμή ενός εικονοστοιχείου βρίσκεται πάνω από το χαμηλότερο «κατώφλι» και κάτω από το

μεγαλύτερο για όλα τα κανάλια που ταξινομούνται (βρεθεί δηλαδή μέσα στο παραλληλεπίπεδο), καταχωρείται στην κατηγορία. Αν μία ψηφίδα δε βρεθεί σε καμία κατηγορία, αυτό καταχωρείται στην τάξη 0 και ορίζεται ως αταξινόμητο. Τέλος, αν το εικονοστοιχείο «πέσει» σε παραπάνω της μίας κατηγορίες, τοποθετείται στην κατηγορία της επικάλυψης.

Σχηματικά η περιοχή απόφασης απεικονίζεται ως παραλληλεπίπεδο και κάθε παραλληλεπίπεδο αντιστοιχεί σε μία κλάση ταξινόμησης όπως αυτό απεικονίζεται στην εικόνα 12

Εικόνα 12: Ταξινομητής του κανόνα παραλληλογράμμου



Το στάδιο επίβλεψης του αλγορίθμου γίνεται με προσεκτική εξέταση των ιστογραμμάτων των διαθέσιμων δεδομένων εκπαίδευσης από το κάθε κανάλι (ή το κάθε χαρακτηριστικό). Κατά την επίβλεψη, το μέγιστο και ελάχιστο του κάθε ιστογράμματος αναγνωρίζεται ενώ το εύρος των τιμών του ιστογράμματος χρησιμοποιείται για τον ορισμό της κάθε τάξης. Όλα μαζί τα εύρη τιμών σε όλες τις φασματικές διαστάσεις (αριθμό καναλιών) ορίζουν ένα πολυδιάστατο παραλληλεπίπεδο από το οποίο πήρε και το όνομά του ο αλγόριθμος.

Παρά την απλότητα και αποτελεσματικότητα που φαίνεται να έχει αυτός ο αλγόριθμος παρουσιάζει αρκετές αδυναμίες. Αν επιλεγθεί ένα μικρό όριο τα παραλληλεπίπεδα θα είναι πολύ μικρά και πολλές ψηφίδες δε θα ταξινομηθούν. Αν

από την άλλη επιλεγεί μεγάλο όριο πολλές τάξεις παραλληλεπιπέδων θα επικαλύπτονται οπότε πάλι θα υπάρχουν μη ταξινομημένες ψηφίδες.

Η ακρίβεια της ταξινόμησης με το συγκεκριμένο αλγόριθμο εξαρτάται από την επιλογή των χαμηλότερων και υψηλότερων τιμών για τον κάθε άξονα, επιλογή που βασίζεται κατά κύριο λόγο στη γνώση των στατιστικών στοιχείων για κάθε φασματική κατηγορία. Θεωρείται σημαντική δηλαδή, η κατανόηση της διασποράς των εικονοστοιχείων για όλες τις ομάδες που θα δημιουργηθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ 2007- ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ Ν. ΗΛΕΙΑΣ, ΔΗΜΟ ΖΑΧΑΡΩΣ

4.1. Γενικά

Το καλοκαίρι του 2007 συνέβη μία από τις μεγαλύτερες φυσικές καταστροφές στην ιστορία της σύγχρονης Ελλάδας. Εκτεταμένες πυρκαγιές σε πολλά μέρη της χώρας, κυρίως τον μήνα Αύγουστο, έκαψαν περισσότερα από 268.834 εκτάρια (≈ 2.700 τετρ. χιλ) γης, με αποτέλεσμα το θάνατο τουλάχιστον 63 ανθρώπων. Μέχρι τις 30 Αυγούστου κήκαν 1.500 σπίτια και έμειναν 6.000 άστεγοι. Το ύψος των καταστροφών έφθασε τα πέντε δισεκατομμύρια Ευρώ. Η φωτιά έκαψε 4,5 εκατομμύρια ελαιόδεντρα καθώς και 60.000 ζωντανά (πρόβατα και κατσίκες). Οι περιοχές οι οποίες επλήγησαν, αφορούσαν τους Νομούς Μεσσηνίας, Αρκαδίας, Ηλείας, Αχαΐας, Λακωνίας, Αργολίδος, Κορινθίας, Αττικής, Ευβοίας, Φθιώτιδος με το Νομό Ηλείας να δέχεται το πιο εκτεταμένο και φονικό πλήγμα.

Οι φωτιές της περιόδου του Αυγούστου, οι οποίες κορυφώθηκαν ιδιαίτερα μετά την 23η Αυγούστου, δηλαδή λίγες μέρες μετά την προκήρυξη πρόωρων βουλευτικών εκλογών, αποτέλεσαν συνέχεια πλειάδας πυρκαγιών οι οποίες έπληξαν την Ελλάδα, από τα τέλη Μαΐου και συνεχίστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ο συνδυασμός του θερμότερου χειμώνα των συγχρόνων μετεωρολογικών καταγραφών, με λίγες βροχοπτώσεις και ενός ιδιαίτερα θερμού καλοκαιριού, με σημαντική ενίσχυση των ανέμων αποτέλεσαν σημαντικό παράγοντα της έξαρσης των πυρκαγιών.

Το φονικότερο χτύπημα από τη μεγάλη καταστροφή του Αυγούστου του 2007, συντελέστηκε στο Νομό Ηλείας. Η φωτιά εκδηλώθηκε τις πρωινές ώρες της 24ης Αυγούστου στη Ζαχάρω. Το πύρινο μέτωπο στο Νομό Ηλείας κατέστρεψε έκταση μεγαλύτερη από 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα, με βάση ανεπίσημες πηγές, κατακαίοντας από άκρη σε άκρη το Νομό. Τα χωριά Γεράκι Αμαλιάδας, Κρέστενα, Γρύλλος, Ολυμπία, Καϊάφα, Νεοχώρι, Βρεστό, Καλλιθέα, Σάμικο, Πλατιάνα, ο Δήμος Ζαχάρως, η Ανδρίτσεινα, η Κλινδία, το Μουζάκι, το Φανάρι και πλειάδα μικρότερων οικισμών επλήγησαν. Καταστράφηκαν δασικές και οικιστικές εκτάσεις. Η καταστροφή όμως αφορούσε και κόστος σε ανθρώπινες ζωές. Επιπλέον, η φωτιά έφτασε μέχρι τον χώρο της αρχαίας Ολυμπίας, θέτοντας σε άμεσο κίνδυνο τον αρχαιολογικό θησαυρό της περιοχής. Μετά την καταστροφή των παροχών

ηλεκτρισμού προς τις αντλίες νερού του πυροσβεστικού συστήματος του χώρου, η φωτιά κατέκαψε το περιβάλλον δάσος και απετράπη μόνο όταν συγκεντρώθηκε στον χώρο μεγάλη πυροσβεστική δύναμη. Στην επιχείρηση αυτή στην αρχαία Ολυμπία, έλαβαν μέρος 6 πυροσβεστικά αεροσκάφη και 4 ελικόπτερα, όπως επίσης και ειδικό ερπυστριοφόρο όχημα. Η επέμβαση της πυροσβεστικής δεν πρόλαβε να αποτρέψει όμως καταστροφές στον Κρόνιο Λόφο.

Στα πλαίσια των γεγονότων αυτών της χώρας, κηρύχθηκαν όλοι οι παραπάνω αναφερόμενοι Νομοί της χώρας σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης.

(<http://el.wikipedia.org/wiki>)

4.2. Νομός Ηλείας

4.2.1.Γενικά

Ο Νομός Ηλείας είναι Νομός της Ελλάδας που βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου, μεταξύ των παραλλήλων 38° 06' Β και 37° 23' Β και των μεσημβρινών 20° 56' Α και 22° 00' Α. Βόρεια και βορειοανατολικά συνορεύει με τον νομό Αχαΐας, ανατολικά με τον νομό Αρκαδίας, νότια με το νομό Μεσσηνίας, ενώ δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος.

Υπάγεται στην Περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας και έχει έκταση 2.618 τετρ. χιλμ. περίπου και πληθυσμό 193.288 κατοίκους. Πρωτεύουσα του νομού είναι ο Πύργος. Περιλαμβάνει τους Δήμους Ανδραβίδας- Κυλλήνης, Ανδρίτσαινας-Κρεστένων, Αρχαίας Ολυμπίας, Ζαχάρως, Ηλιδας, Πηνειού και Πύργου. Από τα 2.681 τετ. χιλ. της συνολικής έκτασης του νομού, τα 1.530 τετ. χιλ. 2 είναι πεδινά, τα 542 τετ. χιλ. ημιορεινά και τα 609 τετ. χιλ. ορεινά. Ο κυριότερος κόλπος του νομού είναι αυτός του Κυπαρισσιακού. Ο Νομός διαθέτει ακτές χαμηλές και ομαλές, με μεγάλες αμμουδιές και δύο κύρια λιμάνια, του Κατάκολου και της Κυλλήνης.

4.2.2.Μορφολογία

Στην περιοχή βρίσκονται δύο σημαντικές λίμνες, η λίμνη Καϊάφα η οποία χωρίζεται από τη θάλασσα με μία στενή λωρίδα γης πλάτους 100μ και η τεχνητή λίμνη του φράγματος Πηνειού στην περιοχή της Γαστούνης. Επίσης υπάρχουν οι λιμνοθάλασσες Μουριά και Κοτύχι.

Πεδινός και εύφορος είναι στο μεγαλύτερο μέρος του ο Νομός Ηλείας. Η παραλιακή πεδιάδα της Μανωλάδας και οι εκτεταμένες πεδιάδες της Γαστούνης, της Αμαλιάδας και του Πύργου σχηματίζουν τη μεγαλύτερη πεδινή έκταση της

Πελοποννήσου, την πεδιάδα της Ηλείας. Μαζί με τις κοιλάδες του Αλφειού και του Πηνειού, με τη στενή πεδιάδα του κόλπου της Κυπαρισσίας, καταλαμβάνουν έκταση 1.530 στρεμμάτων: Είναι το 58,7% της συνολικής έκτασης του νομού.

Το ορεινό και ημιορεινό τμήμα του νομού (20,8% και 20,5%) αποτελούν οι νότιες προεκτάσεις του Ερύμανθου, τα όρη Λάμπεια (1.795 μ.), Φολή (798 μ.), Μίνθη (1.342 μ.), Λύκαιο (1.419 μ.), Κωτύλιο (Δραγώνι, 1.240 μ.), Τετράζιο (1.388 μ.) και Όλυμπος που δεσπάζει της Ολυμπίας.

Οι σημαντικότεροι ποταμοί της Ηλείας είναι ο Αλφειός, ο Πηνειός και ο Νέδας. Ο Αλφειός είναι ο πολυυδροτότερος της Πελοποννήσου. Ο Πηνειός είναι ο δεύτερος μεγάλος ποταμός του γεωγραφικού αυτού διαμερίσματος. Εκτός από τον Νέδα, άλλοι μικρότεροι ποταμοί που ρέουν στο νομό είναι ο Άνιγρος, ο Ιάρδανος και ο Ελισσούς.

(<http://www.historyreport.gr/index.php/%CE%A0%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%BF%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%AF%CE%B1/%CE%A0%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%80%CF%8C%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%BF%CF%82/1766-45>)

(<http://www.nailias.gr/leader/site/index.php/el/main/comntemporary-ilia/statistics.html>),

(Σεϊτανίδης Διαμαντής, http://seitandisdiamantis.blogspot.com/2007/03/blog-post_4845.html)

4.2.3. Γεωλογία

Στη γεωλογική δομή του Νομού Ηλείας συμμετέχουν ποικίλλου πάχους και έκτασης ιζηματογενείς σχηματισμοί οι οποίοι υπέρκεινται και καλύπτουν ασύμφωνα σχηματισμούς πετρωμάτων. Οι ιζηματογενείς σχηματισμοί καταλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό της συνολικής έκτασης σε αντίθεση με τους σχηματισμούς πετρωμάτων που εντοπίζονται στις ορεινές περιοχές της Λάμπειας στα ανατολικά και της Ανδρίτσαινας στα νότια. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή του Νομού Ηλείας είναι έντονα τεκτονισμένοι από παραμροφωτικές φάσεις που μπορούν να διακριθούν στην αλπική και μεταλπική ή νεοτεκτονική.

4.2.4. Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται κυρίως από τους ποταμούς Αλφειό (το φράγμα του Αλφειού είναι ένα από τα μεγαλύτερα χωμάτινα φράγματα της Ευρώπης)

και Πηνειό, καθώς και απο τους ποταμούς Νέδα και Λάδωνα. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Αλφειού είναι 3.600 τετ. χιλ. και το συνολικό μήκος του ανέρχεται σε 110 χιλ. Πηγάζει απο το όρος Πάρνωνα. Ο Αλφειός και ο Πηνειός αξιοποιούνται κυρίως στην άρδευση των γεωργικών εκτάσεων. Το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή του Δήμου Ολυμπίας αποτελείται απο τον ποταμό Κλαδέα. Αυτός πηγάζει απο το όρος Φολόης και ανήκει στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Αλφειού. Χαρακτηρίζεται απο την παρουσία σημαντικού αριθμού υδατορευμάτων και χειμάρρων με τελικό αποδέκτη τον ποταμό Αλφειό. Ο ποταμός Πηνειός πηγάζει απο το βουνό Ερύμανθος. Για την αξιοποίηση του έχει κατασκευαστεί η τεχνητή λίμνη (φράγμα) του Πηνειού.

Στο υδρολογικό δίκτυο του Νομού Ηλείας συμβάλλουν η λίμνη του Καϊάφα , η τεχνητή λίμνη του Πηνειού καθώς και η λιμνοθάλασσα Κοτύχι. Η λιμνοθάλασσα αυτή αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο, ο οποίος φυλοξενεί πολλά είδη πανίδας και χλωρίδας με αποτέλεσμα να προστατεύεται απο την συνθήκη Ramsar. Παλιότερα υπήρχαν και οι λίμνες Μουργιά και Αγουλινίτσα οι οποίες αποξηράνθηκαν και έχουν μετατραπεί σε καλλιέργειες και αεροδρόμιο αντίστοιχα.

(<http://www.nailias.gr/leader/site/index.php/el/main/comntemporary-ilia/statistics.html>)

(Σεϊτανίδης Διαμαντής, http://seitaniidiamantis.blogspot.com/2007/03/blog-post_4845.html)

4.2.5. Κλίμα

Το κλίμα του Νομού Ηλείας, όπως και ολόκληρης της Ελλάδας, ανήκει στο μεσογειακό τύπο κλίματος. Επομένως, εμφανίζει κατά τη χειμερινή κυρίως περίοδο τα χαρακτηριστικά του κλίματος των εύκρατων ζωνών και κατά τη θερινή τα χαρακτηριστικά του κλίματος των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων. Χαρακτηρίζεται από μικρό ετήσιο ύψος βροχής, ενώ η ξηρά περίοδος εντοπίζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η μείωση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων στα ορεινά, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αποθεμάτων νερού στα φράγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για άρδευση και τον μη εμπλουτισμό με τις απαραίτητες ποσότητες για τη συντήρηση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

4.2.6. Οικονομία Νομού Ηλείας

Ο Νομός έχει πολυδιάστατη οικονομική ζωή, γεγονός που αντανακλάται σε όλες τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται κυρίως στον πρωτογενή τομέα και ως ένα βαθμό από την παροχή υπηρεσιών, κυρίως τουριστικών και κατά δεύτερο λόγο στο δευτερογενή τομέα.

Αναλυτικότερα ένα ποσοστό κοντά στο 35% ασχολείται με τον πρωτογενή τομέα, ποσοστό σχεδόν τριπλάσιο σε σχέση με το σύνολο της χώρας. Το στοιχείο αυτό αποδεικνύει το πόσο σημαντική είναι η γεωργία- κτηνοτροφία για το νομό αυτό. (<http://www.tovima.gr/files/1/2012/12/28/apografi2011.pdf>)

Οι οικονομικές δραστηριότητες οι οποίες αναπτύσσονται στο Νομό σε μεγαλύτερο ποσοστό αφορούν τον πρωτογενή τομέα και στηρίζονται στις καλλιέργειες των δημητριακών, του ρυζιού, του βαμβακιού, της σταφίδας, των εσπεροειδών, της ελιάς, των κηπευτικών και λαχανικών. Σημαντικό εισόδημα προσφέρει και η παραγωγή του ελαιολάδου, η κτηνοτροφία, η αλιεία καθώς και οι επεξεργασίες των αγροτικών προϊόντων. Επιπλέον είναι αναπτυγμένος και ο τριτογενής τομέας με τις υπηρεσίες του τουρισμού, χάρη στο φυσικό κάλλος (ακρογιαλίες, ιαματικές πηγές, λίμνες, ποτάμια) και την αρχαιολογική σημασία (οι χώροι της Ολυμπίας και Ήλιδας) του Νομού.

Ακόμη, η Ηλεία είναι η δεύτερη παραγωγός περιοχή πατάτας και τομάτας με 13,6% και 11,3% της παραγωγής της χώρας αντίστοιχα, η τέταρτη παραγωγός γάλακτος με 3,9%, η έκτη στην παραγωγή εσπεριδοειδών με 6%, η έκτη στην παραγωγή τυριού με 3% και η έβδομη στο ελαιόλαδο με 4,3% της συνολικής παραγωγής για το 2004.

Άλλος κλάδος της τοπικής οικονομίας που γνωρίζει σημαντική ανάπτυξη είναι ο τουρισμός, χάρη στις μεγάλες, αμμουδερές παραλίες και τους αρχαιολογικούς χώρους του Νομού. Σημαντική για την οικονομία του Νομού είναι επίσης και η αλιεία, καθώς τα παράλια και οι ποταμοί του είναι πλούσιοι σε ψάρια.

(<http://www.nailias.gr/leader/site/index.php/el/main/comntemporary-ilia/statistics.html>)

4.3. Δήμος Ζαχάρως

Ο Δήμος Ζαχάρως είναι δήμος του Νομού Ηλείας με έδρα τη Ζαχάρω και 12.910 κατοίκους. Περιλαμβάνει είκοσι δημοτικά διαμερίσματα.: Ζαχάρως, Αγίου Ηλείας, Ανηλίου, Αρήνης, Αρτέμιδας, Γιαννιτσοχωρίου, Κακοβάτου, Καλιδόνας,

Λεπρέου, Μακίστου, Μηλέας, Μίνθης, Νεοχωρίου, Ξηροχωρίου, Πρασιδακίου, Ροδινών, Σμέρνας, Σχίνων, Ταξιαρχών, Χρυσοχωρίου. Έχει σαράντα πέντε οικισμούς.

Έδρα του Δήμου είναι η Ζαχάρω, κωμόπολη του Νομού Ηλείας. Αποτελεί έδρα του ομώνυμου δημοτικού διαμερίσματος και του Δήμου Ζαχάρως. Έχει 5.407 κατοίκους και απέχει 32 χλμ ΝΑ του Πύργου. Οι οικισμοί του είναι ορεινοί με εξαίρεση το Κακόβατο, το Νεοχώρι, τους Ταξιάρχες, το Θολό και το Γιαννιτσοχώρι που είναι πεδινοί ή παραλιακοί οικισμοί, κατά μήκος της δυτικής ακτής της Πελοποννήσου.

Η Ζαχάρω έχει εξελιχθεί σε σημαντική λουτρόπολη και παραθεριστικό κέντρο. Στο Δήμο υπάγονται οι ιαματικές πηγές του Καϊάφα, οι οποίες ήταν γνωστές από την αρχαιότητα και συνδέονται με πολλούς αρχαίους θρύλους. Στην παραλία της Ζαχάρως υπάρχει θαυμάσια αμμουδιά, μήκους 5 χιλιομέτρων με αμμόλοφους και πεύκα. Στα αξιοθέατα της κωμόπολης συγκαταλέγεται το δημοτικό πάρκο και ο τάφος του Νέστορα, 3 χιλιόμετρα προς τα νότια.

4.3.1. Γεωμορφολογικά – γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ορεινό και απότομο στο εσωτερικό και ανατολικό τμήμα του (600-2.400μ), ημιορεινό και λοφώδες στην περίμετρο (100-600μ), και πεδινό στην παραλιακή ζώνη και τις κοιλάδες των ποταμών (0-100μ). Οι μεγαλύτερες πεδινές εκτάσεις αναπτύσσονται στον κάμπο του Αλφειού, στην παραλιακή ζώνη Πύργου-Πύλου, στο Μεσσηνιακό Κάμπο και στο εσωτερικό υψίπεδο της Μεγαλόπολης (13% του συνόλου). Οι κυριότεροι ποταμοί συνεχούς ροής είναι ο Αλφειός και ο Πάμισος, καθώς και ο μικρότερος Νέδα, ενώ ο ποταμός Νέδωνας εμφανίζει χειμαρρώδη ροή. Στα παράλια της περιοχής βρίσκονται οι παράκτιες λίμνες Αγουλινίτσας και Μουριάς (που έχουν αποξηρανθεί) και Καϊάφα (θερμομεταλλική), που σχηματίστηκαν λόγω των αμμόλοφων του Κυπαρισσιακού Κόλπου.

Η γεωλογική δομή του διαμερίσματος είναι ιδιαίτερα σύνθετη και περίπλοκη. Διακρίνεται στις παρακάτω γεωλογικές ενότητες:

Ενότητα αλπικών ιζημάτων (Μεσοζωικά ιζήματα), που είναι πτυχωμένα και επωθημένα και δομούν το ορεινό τμήμα.

Ενότητα μεταλπικών ιζημάτων (Τριτογενές), που αποτελούν το ημιορεινό και λοφώδες τμήμα.

.Ενότητα πρόσφατων αποθέσεων (Τεταρτογενές), που δομούν τις πεδινές εκτάσεις. Γεωτεκτονικά, τα αλπικά ιζήματα από τα δυτικά προς τα ανατολικά ανήκουν στις ζώνες της Ιονίου, της Πύλου-Γαβρόβου, της Ωλονού-Πίνδου που επωθήθηκε στη ζώνη Τριπόλεως, και της μάζας της κεντρικής Πελοποννήσου.

Η Ενότητα Ωλονού-Πίνδου, που είναι η μεγαλύτερη, συνίσταται από εναλλαγές φλύσχη, ασβεστόλιθων και κερατόλιθων.

Η Ενότητα Τριπόλεως συνίσταται από ασβεστόλιθους και δολομίτες,

Η ζώνη της κεντρικής Πελοποννήσου συνίσταται από φυλλίτες και μάρμαρα. Μετά την αλπική ορογένεση σχηματίστηκαν τόσο στην περίμετρο όσο και εσωτερικά μεγάλες τεκτονικές τάφροι με μολασσικά ιζήματα.

4.3.2. Κλίμα

Το κλίμα που επικρατεί είναι το θαλάσσιο Μεσογειακό στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές, ενώ προς το εσωτερικό εξελίσσεται σε χερσαίο και σε ορεινό στα ορεινά. Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 800 χιλιοστά στα πεδινά και 1 600 χιλιοστά στα ορεινά, με μέση ετήσια τιμή για το διαμέρισμα 1 100 χιλιοστά και μέσο αριθμό ημερών βροχής 80–120 ανά έτος. Η μέση ετήσια θερμοκρασία του διαμερίσματος είναι 19° Κελσίου και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι συνήθως μικρότερο από 16° Κελσίου.

4.3.3. Κύριες υδρολογικές λεκάνες

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του διαμερίσματος είναι η λεκάνη του Αλφειού και η λεκάνη του Πάμισου. Δευτερεύουσας σημασίας είναι η λεκάνη της Νέδα και η λεκάνη του Νέδωνα.

4.3.4. Λίμνη Καϊάφα

Στην περιοχή του Ν. Ηλείας, μετά την αποξήρανση της λίμνης Αγουλινίτσας, έχει μείνει μόνο η λίμνη Καϊάφα. Η λίμνη βρίσκεται στη νοτιοδυτική Πελοπόννησο δίπλα στον Κυπαρισσιακό κόλπο, όπου βρίσκονται ομώνυμος οικισμός, λιμνοθάλασσα και ιαματικές πηγές και λίγα χιλιόμετρα από το Δήμο Ζαχάρω.

Έχει έκταση περίπου 2.000 στρ. και περιβάλλεται από πευκοδάση και έναν στενό καλαμιώνα ο οποίος παλαιότερα ήταν πιο εκτεταμένος στη νότια και νοτιοανατολική πλευρά. Η λίμνη επικοινωνεί επίσης με μια μικρή δίοδο και με τη

θάλασσα η οποία συνήθως είναι κλειστή αλλά ανοίγει με τεχνικά μέσα ή και με τη βροχή όταν υπερχειλίζει η λίμνη.

4.4. Στατιστικά στοιχεία πυρκαγιών Ν. Ηλείας

4.4.1. Γενικά

Ο Νομός Ηλείας είναι ένας από του πλέον πυρόπληκτους Νομούς σε όλη την Ελλάδα. Κάθε χρόνο στο Νομό καίγονται άνω των 34968 στρεμμάτων δασικών, γεωργικών και λοιπών εκτάσεων, ο δε αριθμός των περιστατικών πυρκαγιών ξεπερνά τις 75.

Το φαινόμενο των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας οφείλεται, τόσο στις κλιματολογικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη πυρκαγιών (υψηλές θερμοκρασίες- παρατεταμένη ξηρασία-ισχυροί άνεμοι) όσο και στη συσσώρευση καύσιμης ύλης επί του εδάφους που αποτελεί και την κύρια αιτία έναρξης και ανάπτυξης πυρκαγιών, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην σύνθεση, δομή και διαχείριση των κυριότερων δασών του Νομού Ηλείας (Δάση Χαλεπιού Πεύκης).

Στο Νομό Ηλείας, επικρατούν οι βιοκλιματικές συνθήκες των δασών της Μεσογείου που ευνοούν την έναρξη της φωτιάς και τη γρήγορη ανάπτυξη και εξάπλωση των πυρκαγιών.

4.4.2. Στατιστικά στοιχεία (1980-2008) των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας, αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση

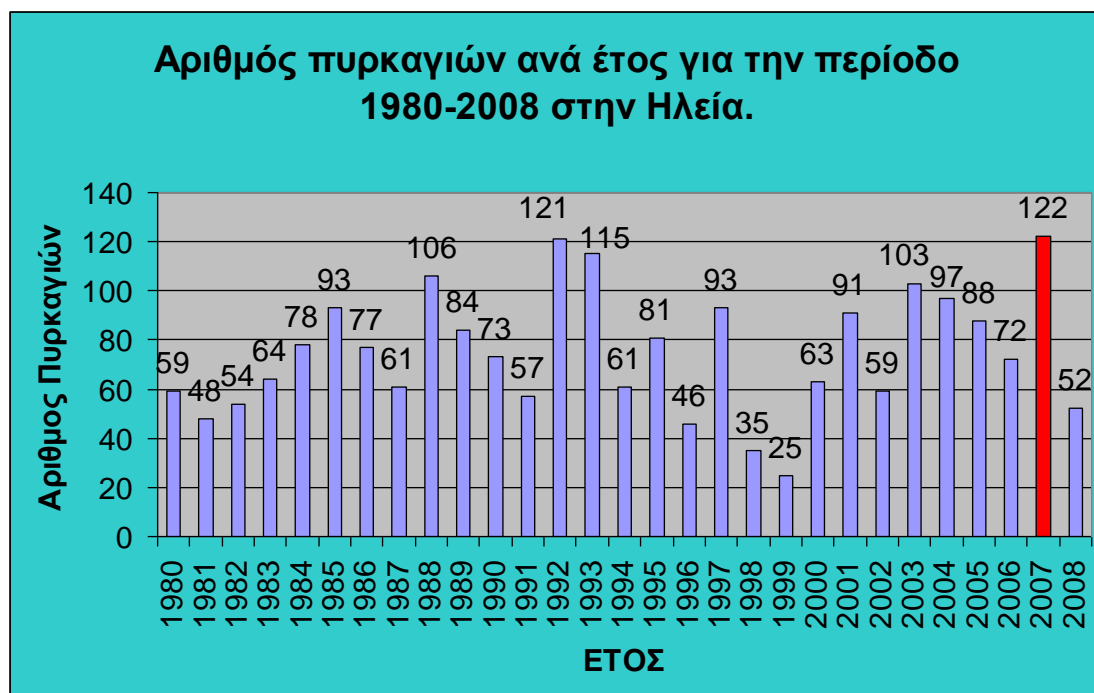
Ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που κατεγράφησαν στην χρονική περίοδο 1980-2008, στην Ηλεία ανέρχεται σε 2178 περιστατικά, τα οποία κατέστρεψαν 1.014.084 στρέμματα.

Πίνακας 4: Αριθμός και Έκταση Πυρκαγιών καθώς και ο Μέσος Όρος καμένης έκτασης για τη Χρονική Περίοδο 1980-2008.

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΜΕΣΗ ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΑΝΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑ (στρ)
1980	59	513	9
1981	48	108773	2266
1982	54	2546	47
1983	64	1177	18
1984	78	2939	37
1985	93	61592	662
1986	77	18222	236
1987	61	1168	19
1988	106	11610	109
1989	84	35287	420
1990	73	3350	45
1991	57	1828	32
1992	121	5845	48
1993	115	10355	90
1994	61	4188	68
1995	81	652	8
1996	46	466	10
1997	93	27396	294
1998	35	163482	4670
1999	25	203	8
2000	63	17135	271
2001	91	872	10
2002	59	634	11
2003	103	2123	21
2004	97	3008	31
2005	88	1016	11
2006	72	719	10
2007	122	524916	4303
2008	52	2069	40
ΣΥΝΟΛΟ	2178	1.014.084	Μ.Ο ΠΕΡΙΟΔΟΥ 476

Στα διαγράμματα 1 και 2 δίνεται ο αριθμός των πυρκαγιών και οι καμένες εκτάσεις ανά έτος, αντίστοιχα.

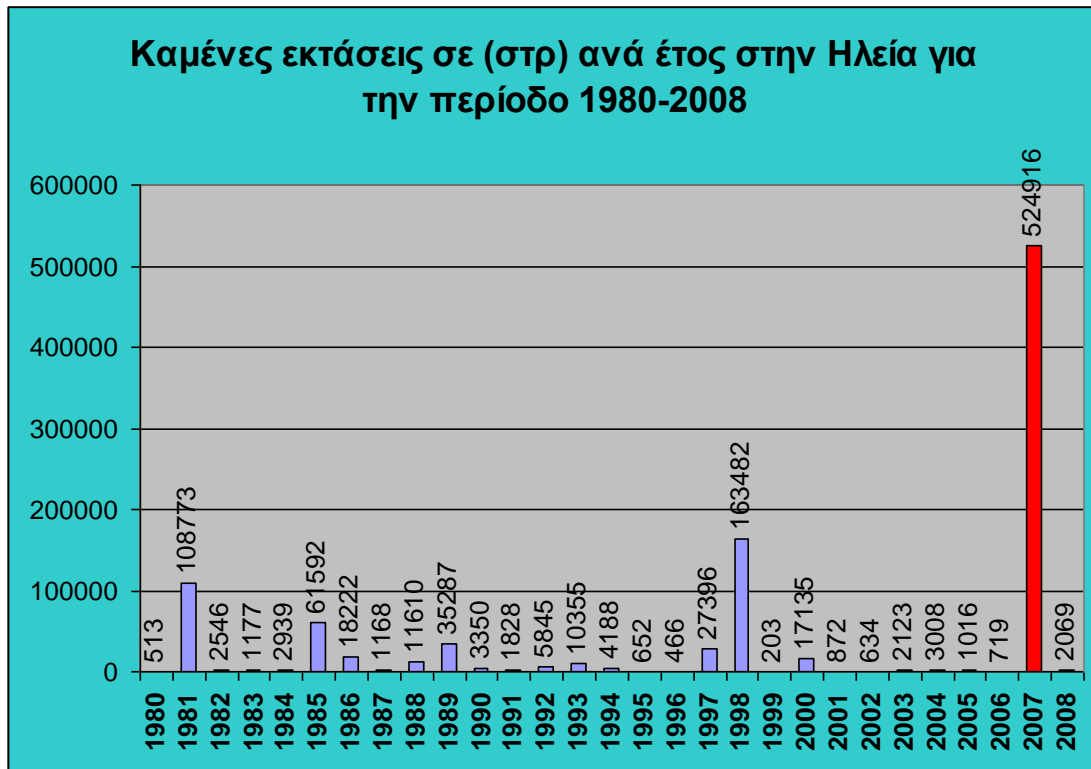
Διάγραμμα 1: Αριθμός Πυρκαγιών ανά έτος για την περίοδο 1980-2008 στο Νομό Ηλείας



(Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από τα βιβλία στατιστικής πυρκαγιών των τριών Δασαρχείων του Νομού Ηλείας, Δασαρχείο Πύργου, Αμαλιάδας και Ολυμπίας.)

Εξάρσεις παρατηρούνται στον αριθμό των πυρκαγιών τα έτη 1988, 1992, 1993, 2003 και κυρίως το 2007. Από τα έτη που παρουσιάζονται εξάρσεις πυρκαγιών το 1993 και το 2007 είναι έτη εκλογών. Ειδικότερα το 2007 συνοδεύτηκε και με μεγάλο αριθμό καμένων εκτάσεων. Βέβαια η αιτία δε θα μπορούσε να είναι μόνο οι εκλογές αλλά κυρίως η μεγάλη ξηρασία της περιόδου 2006-2007.

Διάγραμμα 2: Καμένες εκτάσεις (στρ) ανά έτος για την περίοδο 1980-2008 στο Νομό Ηλείας

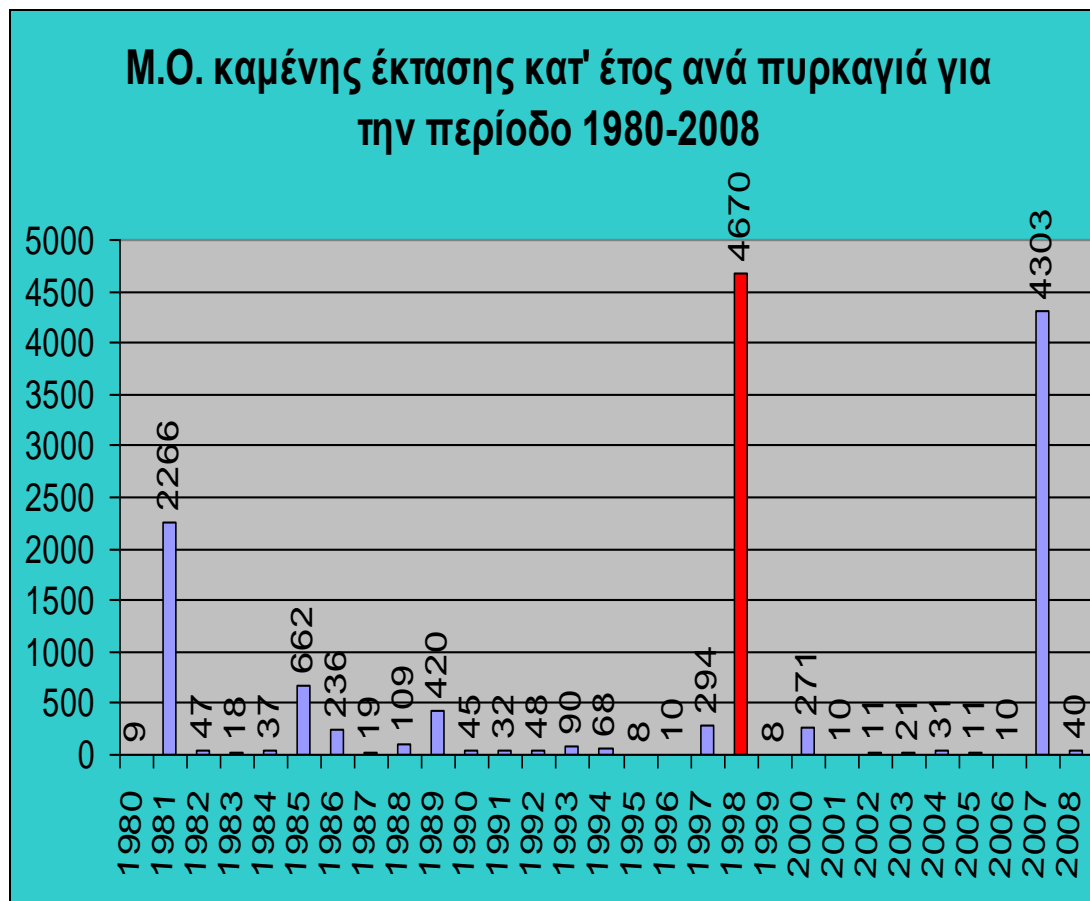


Στο διάγραμμα 2 παρατηρείται έξαρση των καμένων εκτάσεων τα έτη 1981, 1998, και το 2007. Τα έτη 1981 και 2007 είναι έτη εκλογών ενώ το 1998 έγινε η μεταφορά αρμοδιοτήτων από την Δασική Υπηρεσία στην Πυροσβεστική.

Συγκρίνοντας το διάγραμμα 1 με το διάγραμμα 2 προκύπτει ότι δεν υπάρχει αναλογική σχέση των δύο διαγραμμάτων. Δηλαδή, δεν είναι απαραίτητο να υπάρχουν μεγάλες καταστροφές όταν παρατηρούνται πολλά περιστατικά πυρκαγιών.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το διάγραμμα 3 όπου εμφανίζεται η μέση ετήσια καμένη έκταση ανά πυρκαγιά για την περίοδο 1980-2008.

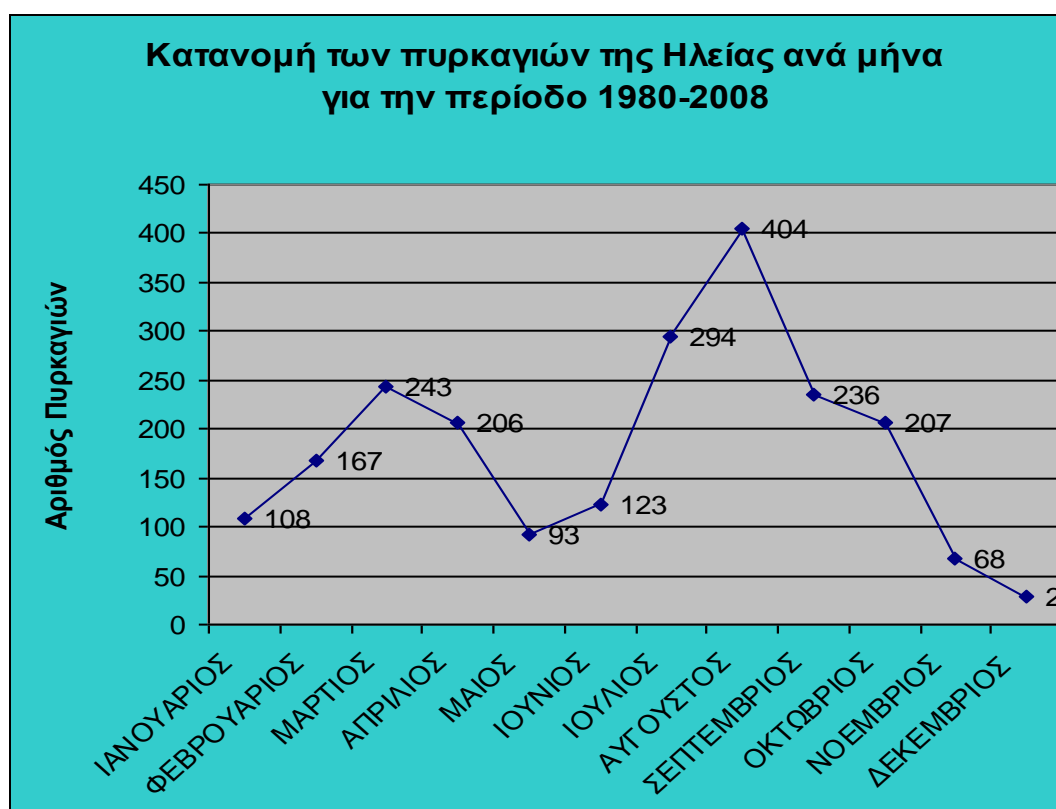
Διάγραμμα 3: Μέσος όρος καμένης έκτασης κατά έτος ανά πυρκαγιά για την περίοδο 1980-2008



Η έκταση αυτή παρουσιάζει τεράστια αύξηση ανά πυρκαγιά τα έτη 1981,1998 και το 2007 με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η μείωση που παρατηρείται από το 2001 έως το 2006

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η κατανομή των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας ανά μήνα για την περίοδο 1980-2008.

Διάγραμμα 4: Κατανομή των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας ανά μήνα για την περίοδο 1980-2008

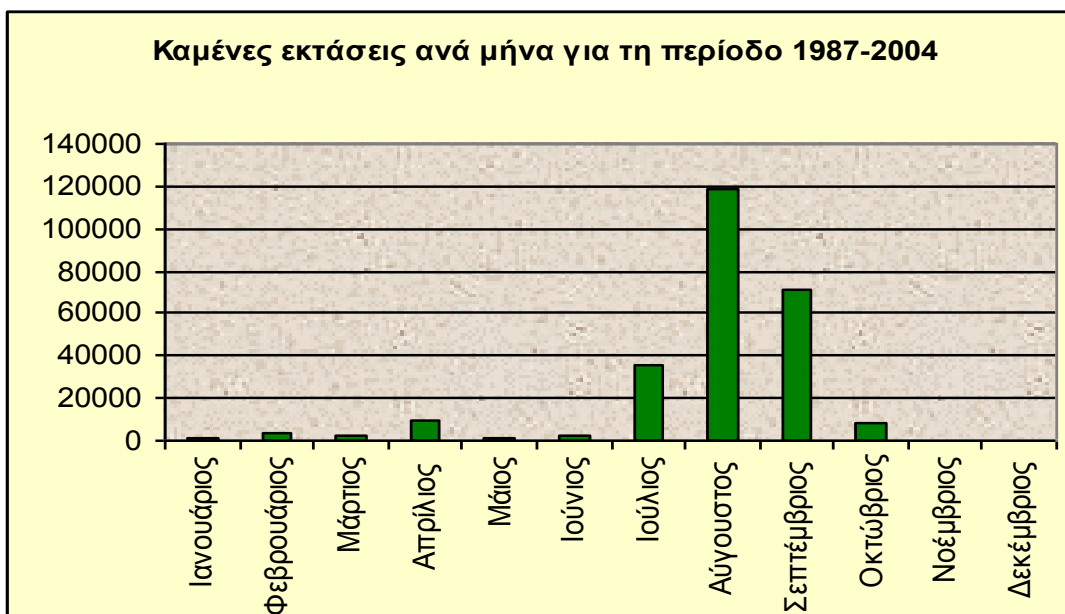


Από το διάγραμμα 4 διαπιστώνεται ότι τα λιγότερα περιστατικά πυρκαγιών παρουσιάζονται τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Μάιο ενώ τα περισσότερα εμφανίζονται κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Ακολουθούν με μικρότερο αριθμό πυρκαγιών, οι υπόλοιποι μήνες της ξηρής περιόδου. Αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στην ανάπτυξη της ποώδους βλάστησης, μετά την παρέλευση του χειμώνα στις δασικές εκτάσεις και κυρίως στα βοσκοτόπια. Η ποώδης βλάστηση συνήθως αποτελεί την κύρια τροφοδότηση των δασικών πυρκαγιών με καύσιμη ύλη.

Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου (Απρίλιο μέχρι Οκτώβριο), καθιστούν την καύσιμη ύλη πολύ εύφλεκτη. Έκπληξη αποτελεί το γεγονός ότι οι μήνες Μάρτιος, Απρίλιος και Φεβρουάριος εμφανίζουν αυξημένο αριθμό πυρκαγιών. Μια απάντηση που θα μπορούσε να δοθεί είναι η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει ο Νομός σε ότι αφορά τα σημεία επαφής γεωργικών και δασικών εκτάσεων.

Στο διάγραμμα 5 εμφανίζεται η καμένη έκταση ανά μήνα από όπου παρατηρείται ότι ο μήνας με τις περισσότερες καταστροφές είναι ο Αύγουστος και ακολουθεί ο Σεπτέμβριος και ο Ιούλιος.

Διάγραμμα 5: Καμένες εκτάσεις ανά μήνα για τη περίοδο 1987-2004



Οι μήνες Φεβρουάριος, Μάρτιος και Απρίλιος δεν ακολουθούν τον αυξημένο αριθμό των πυρκαγιών, αναμενόμενο λόγω των μετεωρολογικών παραμέτρων που επικρατούν αυτή την περίοδο.

Συνδυάζοντας τα διαγράμματα 4 και 5 διαπιστώνεται ότι κατά τους μήνες της υγρής περιόδου οι καταστροφές είναι αμελητέες, πράγμα που σημαίνει ότι ακόμη και όταν εμφανίζονται πυρκαγιές, είναι άμεση η καταστολή τους λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούν. Άρα, γίνεται άμεσα αντιληπτή η συμβολή του καιρού αφενός στην εμφάνιση των δασικών πυρκαγιών και αφετέρου στον τρόπο του εξαπλώνονται.

(Καούκης Κων/νος (2008). «Οι Δασικές Πυρκαγιές στον Νομό Ηλείας κατά τη Περίοδο 1987-2007 και οι ιδιαιτερότητες τους». Ημερίδα: Δασικές Πυρκαγιές Στη Νότια Ευρώπη & η Καταλυτική Εμπειρία του Ελληνικού Καλοκαιριού του 2007. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.)

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα 6 με το οποίο εμφανίζεται η κατανομή των πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

Διάγραμμα 6: Κατανομή των πυρκαγιών του Νομού Ηλείας εντός του 24ώρου για την περίοδο 1980-2008



Το μεγαλύτερο ποσοστό πυρκαγιών εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας 90% και ελάχιστο κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι πλέον επικίνδυνες ώρες εκδήλωσης πυρκαγιάς είναι 10:30 έως 18:30, διότι επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, χαμηλές σχετικές υγρασίες, γεγονός που ευνοεί τη γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς. Στο Ν. Ηλείας οι καταστροφικές πυρκαγιές εκδηλώθηκαν κατά το διάστημα από 13⁰⁰ έως 16⁰⁰ μ.μ.. (Μαρτζάκης Βασίλειος, Πυροσβεστικό Σώμα)

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα 7 με το οποίο εμφανίζεται η κατανομή έναρξης των πυρκαγιών ανάλογα με το σημείο έναρξης.

Διάγραμμα 7: Κατανομή των πυρκαγιών ανάλογα με το σημείο έναρξης



Το διάγραμμα 7 έρχεται να επιβεβαιώσει το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος των πυρκαγιών στο Νομό Ηλείας φαίνεται να έχει σημείο έναρξης τα Δάση και τις Δασικές εκτάσεις.

(Καούκης Κων/νος (2008). «Οι Δασικές Πυρκαγιές στον Νομό Ηλείας κατά τη Περίοδο 1987-2007 και οι ιδιαιτερότητες τους». Ημερίδα: Δασικές Πυρκαγιές Στη Νότια Ευρώπη & η Καταλυτική Εμπειρία του Ελληνικού Καλοκαιριού του 2007. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα)

4.5. Πυρκαγιές 2007

4.5.1. Εισαγωγή

Το καλοκαίρι του 2007 σημαδεύτηκε από τραγικές για τον τόπο μας ώρες, με δεκάδες ζωές απάνθρωπα χαμένες από τις φωτιές, με εκατομμύρια στρέμματα δασικής και καλλιεργημένης γης καμένα. Κόποι, όνειρα, μέλλον πολλών συνανθρώπων μας να έχουν γίνει στάχτη και το περιβάλλον της χώρας μας να υποβαθμίζεται σημαντικά για τα επόμενα χρόνια.

Η μεγάλη ξηρασία κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τα λιγοστά κατακρημνίσματα είχαν προειδοποιήσει για το τί θα ακολουθούσε το καλοκαίρι. Η ήδη τεταμένη κατάσταση, επιβαρύνθηκε από τον καύσωνα που έλαβε χώρα τις τελευταίες ημέρες του Ιουνίου, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να ανέλθει στους 40 C, προκαλώντας την πρόωρη έναρξη της καλοκαιρινής περιόδου

Αντίστοιχα τον Αύγουστο υπήρξε ένα νέο κύκλο καταστροφικών πυρκαγιών με δυστυχώς βαρύτατο απολογισμό σε ανθρώπινα θύματα, ιδίως στην Πελοπόννησο και την Εύβοια, όπου διαδραματίστηκαν τα πιο τραγικά επεισόδια του «πύρινου καλοκαιριού». Το μεγαλύτερο πλήγμα δέχτηκαν οι Νομοί Ηλείας (Αρχαία Ολυμπία, Ζαχάρω, Κρέστενα, Ανδρίτσaina, Αμαλιάδα), Αρκαδίας (Μεγαλόπολη, Μακρύσι, Σούλι, Αραχαμίτες, Ασέα, Καμάρα, Λεοντάρι, Ίσαρη), Λακωνίας (Πάρνωνας, Αρεόπολη, Καλλιθέα Γεράκι, Οίτυλο) και Εύβοιας (Μίστρος, Μεσοχώρι, Στύρα, Κύμη, Αλιβέρι), όπου οι πυρκαγιές έγιναν αιτία να χάσουν τη ζωή τους αρκετοί άνθρωποι.

Στις συνιστώσες που ανέδειξαν το καλοκαίρι του 2007 ως το πιο καυτό των τελευταίων ετών, θα πρέπει να συνυπολισθούν και οι ιδιαίτερα αντίξοες καιρικές συνθήκες. Οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, σε συνάρτηση με τα χαμηλά επίπεδα υγρασίας, ευνόησαν την εκδήλωση πυρκαγιών. Όμως και οι δυνατοί άνεμοι, οι οποίοι ενισχυόμενοι τοπικά, λόγω του μικροκλίματος που δημιουργούσε η πυρκαγιά, δυσκόλευαν τις επιχειρήσεις δασοπυρόσβεσης, συμβάλλοντας έτσι στη γρήγορη εξάπλωση των πυρκαγιών, μέσα στα πλούσια σε καύσιμη ύλη δάση της χώρας μας. (Πυροσβεστική Επιθεώρηση (2007). «Θύελλα Πυρκαγιών» Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος Τεύχος 124.Αθήνα)

4.5.2. Πυρκαγιές στο Νομό Ηλείας-2007

Το τρίτο επεισόδιο καύσωνα τη χρονική περίοδο αυτή το οποίο σημειώθηκε τις ημέρες που εκδηλώθηκαν οι φονικές πυρκαγιές, ήταν και το δεύτερο ισχυρότερο για το καλοκαίρι.

Αναλυτικά οι μέγιστες θερμοκρασίες το διάστημα 22 έως 26 Αυγούστου:

α/α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
1	22- Αυγούστου	38.3
2	23- Αυγούστου	42.3
3	24- Αυγούστου	41.0

4	25- Αυγούστου	39.8
5	26- Αυγούστου	37.8

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούν αναλυτικά οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια των φονικών πυρκαγιών που σάρωσαν την Ηλεία σύμφωνα πάντα με τα στοιχεία που καταγράφηκαν στην πόλη του Πύργου από τον Αυτόματο Μετεωρολογικό Σταθμό.

Η Παρασκευή 24η Αυγούστου 2007 - ήταν μια από τις χειρότερες ημέρες του καλοκαιριού από άποψη επικινδυνότητας για εκδήλωση πυρκαγιών και δυστυχώς ήταν η ημέρα που εκδηλώθηκαν οι καταστροφικές πυρκαγιές. Έπνεαν καταβατικοί βορειοανατολικοί άνεμοι οι οποίοι ανέβαζαν τη θερμοκρασία σε επίπεδα πάνω από τους 40 βαθμούς Κελσίου αρκετές ώρες στις περισσότερες ηπειρωτικές περιοχές του νομού Ηλείας. Η ταχύτητα του ανέμου έφτασε τα 30.6 χιλ/ώρα δηλαδή (άνεμος 5 μποφόρ). Η θερμοκρασία στον Πύργο άγγιξε τους 41.0 βαθμούς Κελσίου. Επίσης η υγρασία τις θερμές ώρες της ημέρας - τις ώρες που εκδηλώθηκαν οι πυρκαγιές - ήταν στο 12% ενώ τη νύχτα ξημερώματα Σαββάτου ανέβηκε στο 40%. Η 24η Αυγούστου ήταν και η 80η ημέρα χωρίς βροχή.

Το Σάββατο 25/8 η θερμοκρασία έφτασε τους 39.8 βαθμούς Κελσίου με ανέμους στα 32.2 χιλ/ώρα (δηλαδή άνεμος 5 μποφόρ). Η υγρασία το μεσημέρι ήταν στο 13% ενώ ακόμα και τη νύχτα δε ξεπέρασε το 30%!

(Κονδύλης Θεόδωρος (2007) «Καλοκαίρι 2007 Τρείς καύσωνες - Φονικές πυρκαγιές» <http://www.meteo.gr/stations/pirgos/kalokairi2007.pdf>)

Την Κυριακή 26/8 η θερμοκρασία έφτασε τους 37.8 βαθμούς Κελσίου με ανέμους στα 35.4 km/h (δηλαδή και πάλι άνεμος 5 μποφόρ). Η υγρασία τις θερμές ώρες της ημέρας ήταν στο 18% με 20% ενώ την νύχτα ανέβηκε στο 85%.

Η Δευτέρα 27/8 ήταν σαφώς καλύτερη ημέρα αφού η θερμοκρασία δεν ξεπέρασε τους 32.7 βαθμούς Κελσίου, οι άνεμοι εξασθένησαν και έπνεαν με ταχύτητα που έφτασε τα 20.4 χιλ/ώρα (δηλαδή σχεδόν 4 μποφόρ) ενώ η σχετική υγρασία τις θερμές ώρες της ημέρας ήταν στο 30% ενώ τη νύχτα στο 60%.

Τέλος, να σημειωθεί ότι τα παραπάνω στοιχεία αφορούν την πόλη του Πύργου και μόνο. Στις περιοχές που εκδηλώθηκαν οι πυρκαγιές δεν υπήρχαν μετεωρολογικοί σταθμοί ώστε να υπάρχουν ακριβή στοιχεία για τις συνθήκες που επικράτησαν. Σε μία περιοχή που μαίνεται πυρκαγιά η ένταση του ανέμου αυξάνεται

σημαντικά, δηλαδή όταν ο Πύργος είχε 5 μποφόρ, στα μέτωπα των πυρκαγιών πιθανό να άγγιζαν και τα 6 με 7 ίσως και λόγω τοπικών παραγόντων και τα 8 μποφόρ.

Οι δασικές πυρκαγιές στην Ηλεία στις 24 Αυγούστου του 2007 ξέσπασαν σε χρονικό διάστημα περίπου 2 ½ ωρών, εκτός μίας που ξέσπασε μετά από 12 ώρες.

Πίνακας 5: Έναρξη Δασικών Πυρκαγιών στις 24 Αυγούστου του 2007 στο Νομό Ηλείας.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ	ΘΕΣΗ ΕΝΑΡΞΗΣ
24/08/2007	12:30´	Δ/Δ Γεράκι, Δήμου Αμαλιάδας
24/08/2007	12:25´	Δ/Δ Μοσχονεριου, Δήμου Λεχαινών
24/08/2007	13:10´	Θινες, Δήμου Βαρθολομιού
24/08/2007	14:38´	Δ/Δ Μάκιστου, Δήμου Ζαχάρως
24/08/2007	15:08´	Δ/Δ Σέκουλα, Δήμου Ανδρίτσαινας
24/08/2007	17:50´	Δ/Δ Υψηλό, Δήμου Αρχαίας Ολυμπίας
24/08/2007	17:30´	Δ/Δ Αγραπιδοχωρίου, Δήμου Πηνειάς
25/08/2007	01:15´	Δ/Δ Κλινδιά, Δήμου Ωλένης

(Τα πληροφοριακά στοιχεία των πυρκαγιών λήφθηκαν από τα «Δελτία Δασικής-Αγροτικής Πυρκαγιάς» των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών του Νομού Ηλείας και των «Εκθέσεων Αυτοψίας Καείσας Δασικής Έκτασης» των Δασαρχείων του Νομού Ηλείας)

4.5.3. Πυρκαγιές στο Δήμο Ζαχάρως, Δημοτικό Διαμέρισμα Μάκιστου-2007

Στις 24-08-2007 ημέρα Παρασκευή και ώρα 14:38´ στον οικισμό «Παλαιοχώρι» Δ/Δ Μάκιστου του Δήμου Ζαχάρως, εκδηλώθηκε πυρκαγιά, η οποία λόγω των ακραίων καιρικών συνθηκών, πήρε αμέσως τεράστιες διαστάσεις. Επεκτάθηκε ταχύτατα στις συνεχόμενες του οικισμού δασικές και αγροτικές εκτάσεις και με δυτική κατεύθυνση πέρασε μέσα από τους οικισμούς της Μακίστου και Αρτέμιδος προκαλώντας μεγάλες καταστροφές στους οικισμούς αυτούς. Η πυρκαγιά αυτή προήλθε από καθαρή αμέλεια ατόμου, κατοίκου του προαναφερθέντος οικισμού, που άναψε φωτιά μέσα στην κουζίνα του σπιτιού. Από τη φωτιά αυτή κάηκε ολοσχερώς το ίδιο το σπίτι και στη συνέχεια χωρίς καμία δυσκολία επεκτάθηκε στις συνεχόμενες δασικές και αγροτικές εκτάσεις.

(Βαβλιάρης Παύλος (2008) Δ/ντής Δασών Ηλείας.. «Πως εξελίχθηκε η πυρκαγιά στην περιοχή Δήμου Ζαχάρως που εκδηλώθηκε στις 24-08-2007 στον οικισμό Παλαιοχώρι δημοτικού διαμερίσματος Μάκιστου. Εισήγηση για την Ημέρα Δασοπονίας)

Η ένταση, η ταχύτητα και η επικινδυνότητα της πυρκαγιάς ήταν τόσο μεγάλη, που κανένα μέσο δασοπυρόσβεσης τις πρώτες τρεις με τέσσερις ώρες δε θα μπορούσε να επέμβει για να καθυστερήσει, να περιορίσει και φυσικά πολύ πιο δύσκολα να σβήσει την πυρκαγιά αυτή. Το μόνο ενδεικνυόμενο μέτρο για την πυρκαγιά αυτή ήταν η αποφυγή προσέγγισης της και ιδιαίτερα από το μπροστινό μέτωπο. Όποιος βρέθηκε μπροστά στο μέτωπο αυτό, τυχαία ή από λάθος εκτίμησης της επικινδυνότητάς της, είχε πολύ λίγες πιθανότητες να αποφύγει το θάνατο.

Η δεύτερη πυρκαγιά εκδηλώθηκε την ίδια μέρα, λίγο αργότερα στην θέση «Αμπάρια» του Δημοτικού Διαμερίσματος Σέκουλα του Δήμου Ανδρίτσαινας. Η πυρκαγιά αυτή αν και έκαψε πολύ μεγαλύτερη έκταση, δεν είχε τόσα ανθρώπινα θύματα και τούτο διότι επεκτάθηκε σε περιοχές αραιοκατοικημένες και όχι τουριστικές.

Όλοι οι θάνατοι από την πυρκαγιά του Δήμου Ζαχάρως, σημειώθηκαν τις δύο πρώτες ώρες μετά την εκδήλωσή της και τούτο διότι τις ώρες αυτές, η πυρκαγιά είχε τη μεγαλύτερη ένταση και ταχύτητα ενώ λίγα άτομα είχαν αντιληφθεί μέχρι τότε την επικινδυνότητά της.

Το μέγεθος της πυρκαγιάς αυτής και η καταστροφικότητά της οφείλονταν κυρίως σε τρεις παραμέτρους, οι οποίες καθορίζουν και την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς. Οι παράμετροι αυτοί είναι η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, η ένταση του ανέμου και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας. Οι τρεις αυτοί παράμετροι την ώρα εκδήλωσης της πυρκαγιάς και κυρίως δύο έως τρεις ώρες από την έναρξή της, είχαν πολύ ακραίες τιμές. Ειδικότερα η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας ξεπερνούσε τους 43 βαθμούς Κελσίου, ο άνεμος ήταν θυελλώδης με ταχύτητα 12 km/h και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας έπεσε κάτω από 15%. Θα γίνει αναφορά περισσότερο στην τιμή σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας, η οποία ήταν πρωτόγνωρη για τα δεδομένα της περιοχής, αφού τα προηγούμενα χρόνια η τιμή της δεν είχε πέσει ποτέ κάτω από 30%. Η πτώση αυτή της σχετικής υγρασίας σε τόσο χαμηλά επίπεδα, οφείλεται βασικά στην ανομβρία του προηγούμενου χειμώνα και επομένως στη μεγάλη έλλειψη υγρασίας στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους, από όπου τα φυτά μέσω της διαπνοής εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με υγρασία.

Από τους τρεις ανωτέρω παράγοντες, η ένταση του ανέμου ήταν ο βασικότερος παράγοντας που κατέστησε την πυρκαγιά αυτή τόσο επικίνδυνη και καταστροφική. Η έλλειψη πυρκαγιών για μεγάλο διάστημα, στη συγκεκριμένη περιοχή, έπαιξε και αυτή το ρόλο της στην ύπαρξη πολλών ανθρώπινων θυμάτων. Είχε διάρκεια 5 ημέρες και έκαψε 210.000 στρέμματα από τα οποία τα 104.000 δάσος (Χαλέπιο Πεύκη).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ 2007 ΤΟΥ Ν.ΗΛΕΙΑΣ -Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ

5.1. Γενικά

Για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών καθώς και για την εκτίμηση των επιπτώσεών τους στο φυσικό περιβάλλον, όπως έχει ήδη αναφερθεί, χρησιμοποιείται η Τηλεπισκόπηση. Αναλυτικότερα στο παρόν Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο διάγραμμα ροής των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν για την περίπτωση πυρκαγιάς στο Ν. Ηλείας, στην περιοχή της Ζαχάρως το 2007.

5.2. Καθορισμός Περιοχής Μελέτης

Το πρώτο και βασικότερο τμήμα μιας τέτοιου είδους μελέτης είναι ο καθορισμός και η οριοθέτηση της περιοχής. Στην περίπτωση του Δήμου Ζαχάρως αυτό πραγματοποιήθηκε από την εικόνα μετά την πυρκαγιά σε συνδυασμό με την εικόνα της ίδιας περιοχής του 2013, ώστε να υπάρχει τόσο αλλοεπικαλυπτόμενο τμήμα, να φαίνεται η καμένη έκταση και ταυτοχρόνως να είναι υψηλής ανάλυσης η εικόνα. Με βάση τα παραπάνω η έκταση της περιοχής μελέτης ανέρχεται στα 144 Km².

5.3. Δεδομένα- Ροή εργασιών

Προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος της καταστροφής που προκλήθηκε από «μία» πυρκαγιά καθώς και η ενδεχόμενη αλλαγή χρήσεων γης που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης, απαραίτητη κρίθηκε η χρησιμοποίηση εικόνων σε τρεις χρονολογίες, αφού πρώτα είχαν υποστεί γεωμετρική διόρθωση, που αφορούν στις εξής φάσεις:

- α) πριν από την εκδήλωση της πυρκαγιάς
- β) ακριβώς μετά την εκδήλωση της
- γ) μετά το πέρας της πυρκαγιάς

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη πυρκαγιά είναι ορθοφωτοχάρτες χρονολογίας 1997, εικόνες υψηλής ανάλυσης ακριβώς μετά το πέρας της πυρκαγιάς του 2007, και τέλος εικόνα έξι (6) χρόνια μετά το πέρας της πυρκαγιάς. Αναλυτικότερα το μέγεθος της ψηφίδας των ορθοφωτοχαρτών είναι 2,5μ.

Οι εικόνες μετά την μετά την πυρκαγιά είναι είναι Ikonos, χρονολογίας λήψης 08/2007 με μέγεθος ψηφίδας 1μ. και τέλος οι εικόνες μετά την πυρκαγιά είναι από το δορυφόρο World-View 2 με μέγεθος της ψηφίδας (size) 0,6μ και ημερομηνία λήψης 13/7/2013.

Στους ορθοφωτοχάρτες του 1997 δεν ήταν δυνατή η επιβλεπόμενη ταξινόμηση. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση μέσω φωτοερμηνείας χωρίζοντας στις ίδιες κατηγορίες χρήσεων γης, όπως και στις επόμενες χρονολογίες. Στις εικόνες του 2007 και 2013 πραγματοποιήθηκε επιβλεπόμενη ταξινόμηση με έλεγχο τους από σημεία επίγειου ελέγχου που είχαν πραγματοποιηθεί σε αντίστοιχες περιόδους με αυτές των εικόνων. Τέλος πραγματοποιήθηκε συσχετισμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις τρεις χρονολογίες, τόσο όσον αφορά τις χρήσεις γης όσο και από το συσχετισμό των δηλώσεων αγροτεμαχίων του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης και Ελέγχων (ΟΣΔΕ) του έτους 2013 που τηρείται στον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.

5.4. Λογισμικά

Η επεξεργασία και διαχείριση των παραπάνω δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω των λογισμικών :

- α) Erdas imagine 2010 στο οποίο πραγματοποιήθηκε η ψηφιακή επεξεργασία εικόνων η αναγωγή τους σε χάρτη αναφοράς και η ταξινόμηση (επιβλεπόμενη ή μη) των εικόνων καθώς και για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε διανυσματική απεικόνιση.
- β) Μέσω του λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του ArcMap στο οποίο πραγματοποιήθηκαν ο έλεγχος γεωαναφοράς των εικόνων, οι γεωχωρικοί συσχετισμοί των αποτελεσμάτων ταξινόμησης από το Erdas καθώς και των δηλώσεων ΟΣΔΕ
- γ) ArcCatalog, εφαρμογή η οποία δίνει τη δυνατότητα της δημιουργίας, διαχείρισης, γρήγορης προεπισκόπησης και οργάνωσης των χωρικών δεδομένων και των δεδομένων υπό μορφή πινάκων
- δ) ArcToolbox, πρόκειται για μια «βιβλιοθήκη» προγραμμάτων και εργαλείων που αφορούν τη γεωεπεξεργασία, τη μετατροπή των δεδομένων σε διάφορες μορφές, τον καθορισμό του προβολικού συστήματος των χαρτών.

5.5. Μεθοδολογία ελέγχου εικόνων και εξαγωγής αποτελεσμάτων

5.5.1. Έλεγχος γεωαναφοράς εικόνων

Μετά την ολοκλήρωση σχετικά με την εύρεση της περιοχής μελέτης, το επόμενο βήμα που πραγματοποιήθηκε ήταν ο έλεγχος της γεωαναφοράς των δορυφορικών εικόνων των τριών διαφορετικών χρονολογιών έτσι ώστε τα αποτελέσματα που θα προέκυπταν να ήταν γεωχωρικά συγκρίσιμα.

Έχοντας σαν εικόνα αναφοράς την εικόνα του 2013 πραγματοποιήθηκε αρχικά επίθεση των εικόνων 2007 και στη συνέχεια των ορθοφωτοχαρτών του 1997. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές που να επηρεάζουν τα χωρικά αποτελέσματα.

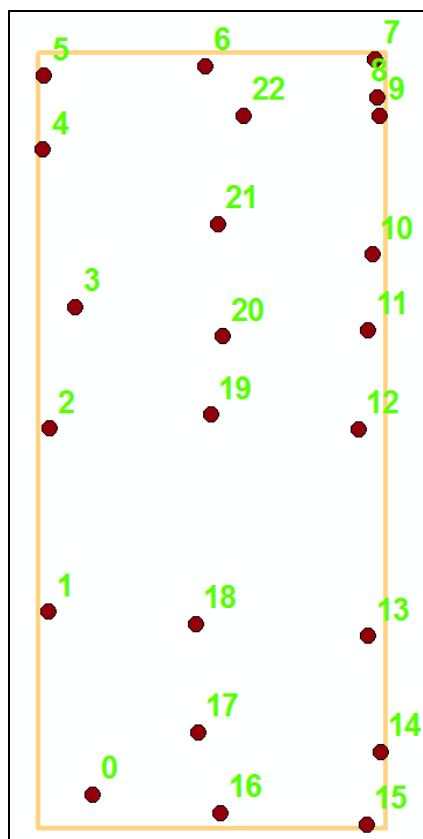
Τα σημεία ελέγχου ήταν συνολικά 23. Η επιλογή τους ήταν τέτοια ώστε να είναι ευδιάκριτα και στις τρεις (3) χρονολογίες. Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται τα σημεία ελέγχου, όπως αυτά χρησιμοποιήθηκαν και στις τρεις διαφορετικές χρονολογίες και η κατανομή τους στα όρια περιοχής μελέτης, όπως φαίνεται στην εικόνα 13. Στις εικόνες 14, 15 και 16 παρουσιάζεται ενδεικτικά το σημείο ελέγχου α/α 16 στις τρεις χρονολογίες.

Πίνακας 6: Σημεία ελέγχου γεωαναφοράς εικόνων

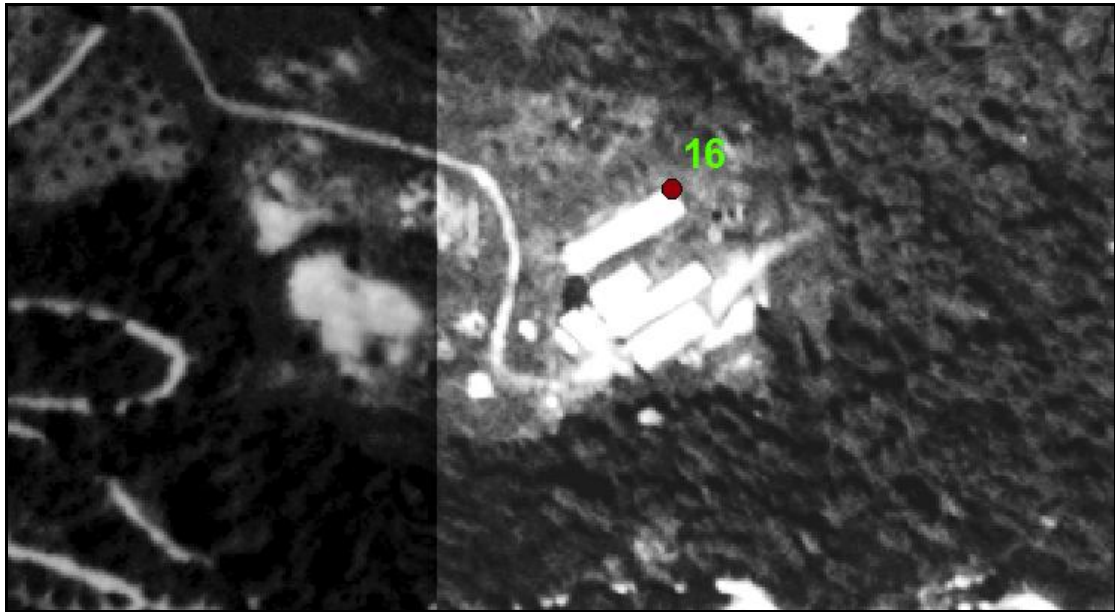
A/A	X	Y	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
0	293278	4143790	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
1	292241	4148024	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
2	292288	4152269	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
3	292872	4155088	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
4	292131	4158737	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
5	292153	4160444	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
6	295857	4160670	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
7	299752	4160824	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
8	299801	4159946	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
9	299871	4159520	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
10	299694	4156307	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ
11	299605	4154561	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
12	299381	4152249	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΟΔΩΝ

13	299603	4147460	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
14	299881	4144767	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ
15	299563	4143093	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ
16	296207	4143357	ΓΩΝΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ
17	295696	4145231	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
18	295635	4147734	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
19	295982	4152589	ΓΩΝΙΑ ΠΛΑΚΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
20	296263	4154405	ΓΩΝΙΑ ΚΕΡΑΜΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
21	296141	4157020	ΑΞΟΝΟΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ
22	296744	4159515	ΓΩΝΙΑ ΚΕΡΑΜΟΣΚΕΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εικόνα 13: Κατανομή σημείων ελέγχου γεωαναφοράς στα όρια περιοχής μελέτης



Εικόνα 14: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 1997



Εικόνα 15: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 2007



Εικόνα 16: Σημείο ελέγχου γεωαναφοράς -Χρονολογία 2013



5.6. Κατηγορίες χρήσεων γης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση χρήσεων γης σε όλες τις χρονολογίες δεδομένων.

Αναλυτικότερα οι κατηγορίες χρήσεων γης ήταν οι εξής:

- α) Δάσος
- β) Βοσκότοπος
- γ) Καμένα
- δ) Ημικαμένα
- ε) Σπίτια - Δρόμοι
- στ) Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες
- ζ) Αμπέλια –Αρώσιμα
- η) Υδάτινα στοιχεία

Η κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης πραγματοποιήθηκε τόσο με φωτοερμηνευτικά κριτήρια (πυκνότητα δέωδρων, κλίσεις, υψόμετρο) όσο και με τη βοήθεια των Δηλώσεων του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης και Ελέγχων ιδίως για το διαχωρισμό μεταξύ Δάσους και Βοσκότοπου. Η τρίτη κατηγορία αφορά τα καμένα τμήματα γης για την χρονολογία 2007, ενώ η τέταρτη κατηγορία ημικαμένα, περιλαμβάνει καλλιέργειες - χωράφια που πέρασε η φωτιά. Στην

κατηγορία αυτή δεν πραγματοποιείται έλεγχος παραγωγικότητας ή μή του χωραφιού, δηλαδή εάν μετά από κάποια χρόνια επανήλθε στην προ πυρκαγιάς κατάστασή του λόγω μη ολοκληρωτικής του καταστροφής.

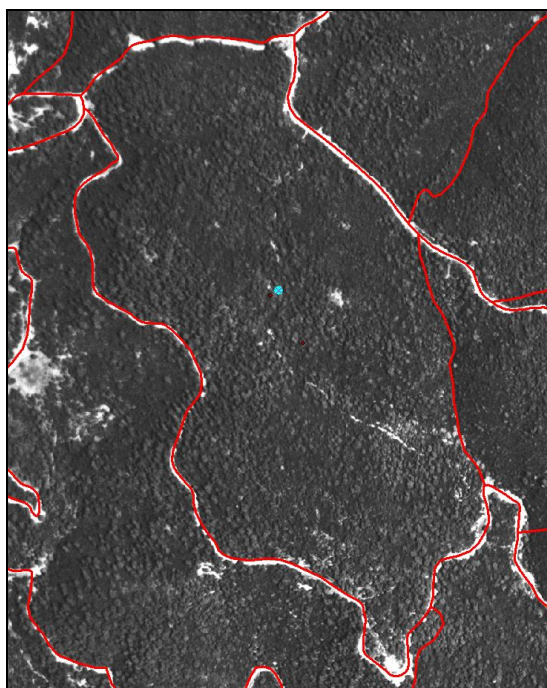
Η πέμπτη κατηγορία περιλαμβάνει το σύνολο των δρόμων και αστικούς ιστούς που συναντώνται κυρίως στα παράλια τμήματα της περιοχής μελέτης και κάποια πιο ορεινά χωριά.

Η έκτη κατηγορία περιλαμβάνει το σύνολο των ελιών (πυκνές, αραιές, οργανωμένες ή μή κ.τ.λ.) και λοιπών δενδρωδών καλλιεργειών. Η έβδομη κατηγορία αμπέλια- αρώσιμα περιλαμβάνει όλα τα αρώσιμα και αμπέλια της περιοχής μελέτης. Η όγδοη και τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει τα υδάτινα στοιχεία, που ουσιαστικά είναι η θάλασσα που περικλείει τη Ζαχάρω.

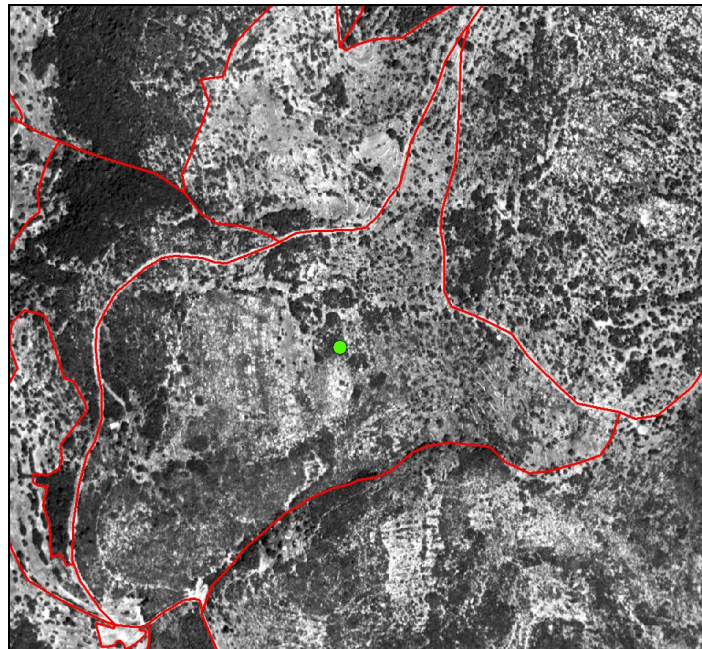
5.7. Ορθοφωτοχάρτες 1997

Όπως έχει ήδη αναφερθεί για τους ορθοφωτοχάρτες 1997 πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση αυτών με μεθόδους φωτοερμηνείας ενώ η κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης είναι αυτή, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Περαιτέρω στοιχεία που θα βοηθούσαν στη μελέτη και στον έλεγχό της για την χρονολογία αυτή δε βρέθηκαν. Στις εικόνες 17,18,19,20,21,22 και 23 παρουσιάζονται οι ψηφιοποιημένες χρήσεις γης για το 1997.

Εικόνα 17: Χρήση γης-Δάσος- 1997



Εικόνα 18: Χρήση γης-Βοσκότοπος-1997



Εικόνα 19: Χρήση γης Σπίτια-Δρόμοι-1997



Εικόνα 20: Χρήση γης-Ελιές-1997



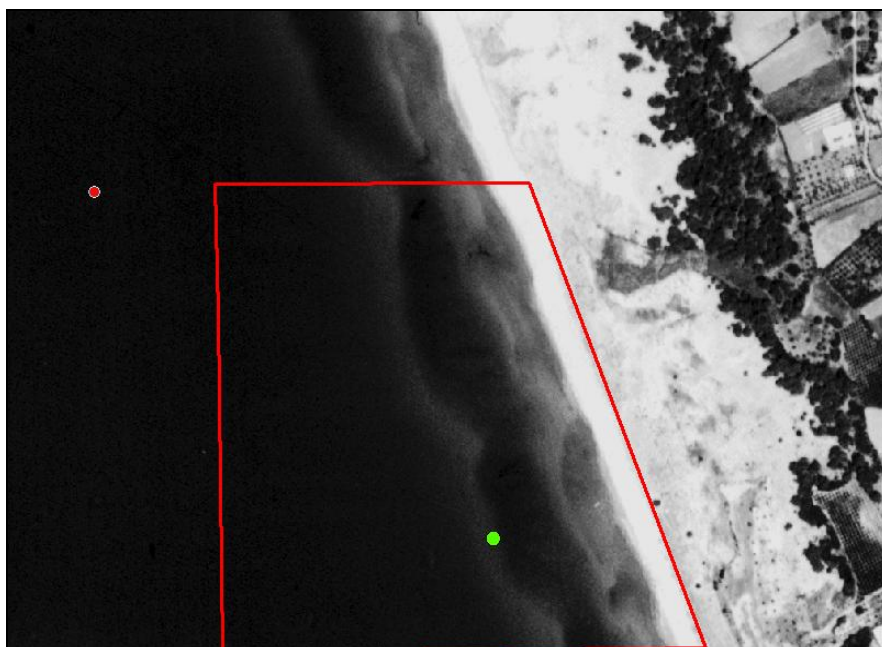
Εικόνα 21: Χρήση γης-Αρόσιμο-1997



Εικόνα 22: Χρήση γης-Αμπέλι-1997



Εικόνα 23: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία-1997



Τα αποτελέσματα της ψηφιοποίησης ανά κατηγορία χρήσεων γης παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7: Εμβαδόν χρήσεων γης -1997

A/A	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
1	Δάσος	54.548,83	37,88
2	Βοσκότοπος	10.054,34	6,98
3	Αστικά τμήματα - Δρόμοι	55.10,35	3,84
4	Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες	67.744,73	47,04
5	Αμπέλια –Αρώσιμα	4.551,55	3,16
6	Υδάτινα στοιχεία	1.590,2	1,10
	ΣΥΝΟΛΟ=	144.000	100

Από τον πίνακα 7 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της περιοχής μελέτης καταλαμβάνεται από ελαιώνες σε ποσοστό 47,04%, όπως και ήταν αναμενόμενο, ενώ αντίστοιχη έκταση επίσης σε ποσοστό 44,86% καταλαμβάνουν τα δάση και οι βοσκότοποι. Οι υπόλοιπες κατηγορίες συνολικά αποτελούν το 8,90% της περιοχής μελέτης.

Ο πίνακας 7 θα χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση των ίδιων κατηγοριών που προέκυψαν μετά το πέρας της πυρκαγιάς το 2007, ενώ θα πραγματοποιηθεί και σύγκρισή του με αυτόν που θα προκύψει για το έτος 2013. Ο έλεγχος αυτός θα πραγματοποιηθεί ώστε να διαπιστωθεί ή έκταση της καμένης έκτασης μετά την πυρκαγιά και ποιο τμήμα χρήσεων γης επηρέασε περισσότερο.

Ένας ακόμα έλεγχος που θα πραγματοποιηθεί έχοντας σα βάση τον πίνακα 7 είναι η σύγκρισή του με τον αντίστοιχο πίνακα που θα προκύψει. Έτσι θα διαπιστωθεί εάν μετά την πάροδο δεκαέξι ετών από το 1997, έχοντας ενδιάμεσα μία φυσική καταστροφή, πώς και κατά πόσο τροποποιούνται οι χρήσεις γης.

5.8. Δορυφορική εικόνα Ikonos 2007

Η πρώτη ενέργεια η οποία πραγματοποιήθηκε για τις εικόνες του Ikonos 2007, αφορούσε ελέγχθηκε η γεωαναφορά του με τις υπόλοιπες εικόνες των διαφορετικών χρονολογιών, ήταν η δημιουργία ενός μωσαϊκού, ώστε να είναι εύκολη και ενιαία η διαχείριση των εικόνων 2007. Η διαδικασία δημιουργίας μωσαϊκού περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν δύο ταξινομήσεις, μία μη επιβλεπόμενη και μία επιβλεπόμενη.

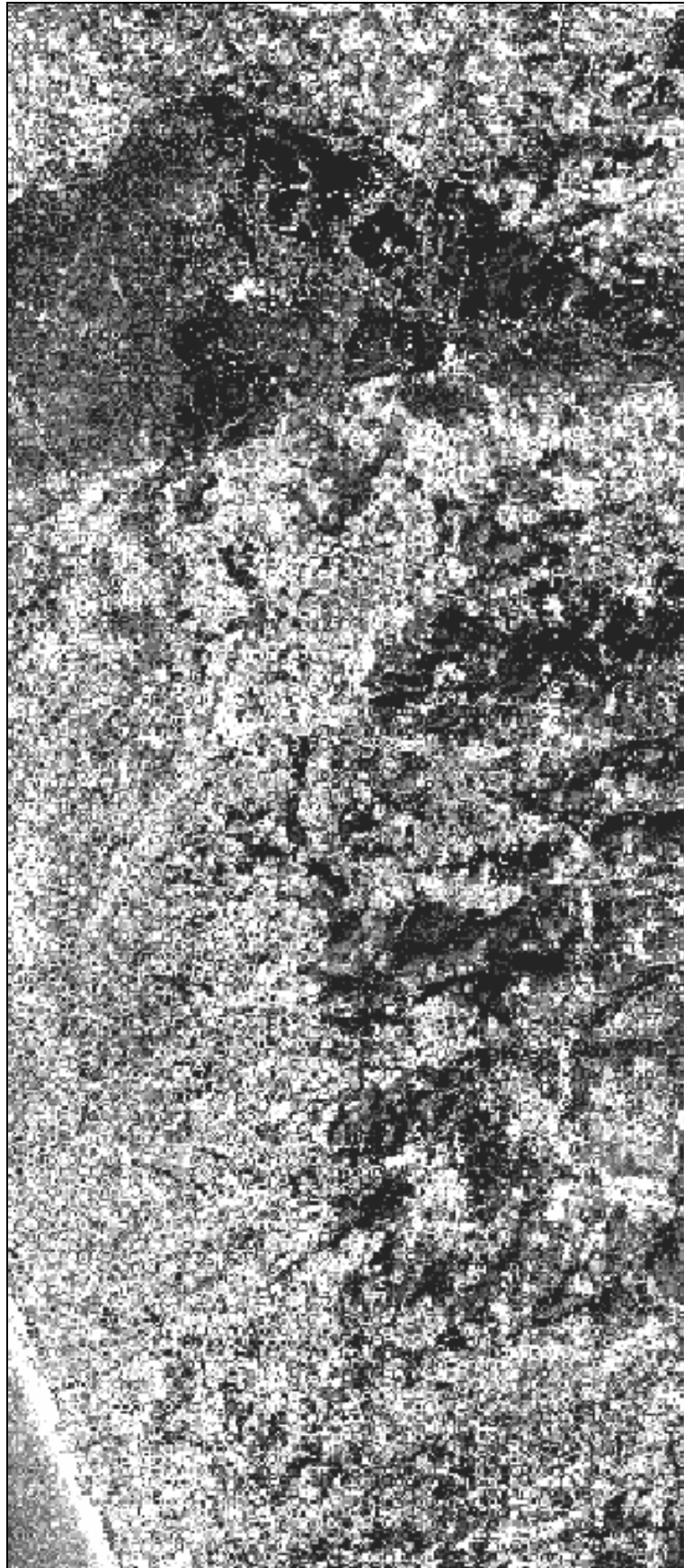
5.8.1. Μη επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων –Ikonos 2007

Για τη μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ERDAS IMAGINE 2010. Από το κεντρικό μενού επιλέχθηκε Classifier/Unsupervised Classification και ορίστηκαν οι παράμετροι της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.








Για τη μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκαν το σύνολο των καναλιών. Ο αριθμός των κλάσεων που επιλέχθηκαν ήταν 7 (Number of Classes) και ως μέγιστος αριθμός επαναλήψεων το 20 (Maximum Iterations). Σαν επίπεδο εμπιστοσύνης της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης ορίστηκε το 97%. Το όριο του 97% ικανοποιήθηκε πριν το πέρας των 20 επαναλήψεων, γεγονός που καθιστά το αποτέλεσμα μετρητικά αξιόπιστο.

Η διαδικασία της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα I. Στην εικόνα 24 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης στο μωσαϊκό που είχε ήδη δημιουργηθεί, ενώ στην εικόνα 25 παρουσιάζεται η υπογραφή της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Εικόνα 24: Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση Ικονος 2007



Εικόνα 25: Φασματικές υπογραφές μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης Ikonos 2007

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	F
1	▶	Class 1		0.143	0.143	0.143	1	1	23863235	1.000	✓	✓	✓		
2		Class 2		0.286	0.286	0.286	2	2	25254751	1.000	✓	✓	✓		
3		Class 3		0.429	0.429	0.429	3	3	22216343	1.000	✓	✓	✓		
4		Class 4		0.571	0.571	0.571	4	4	19934348	1.000	✓	✓	✓		
5		Class 5		0.714	0.714	0.714	5	5	20409539	1.000	✓	✓	✓		
6		Class 6		0.857	0.857	0.857	6	6	20910592	1.000	✓	✓	✓		
7		Class 7		1.000	1.000	1.000	7	7	11411192	1.000	✓	✓	✓		

Μετά την ολοκλήρωση της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης γίνονται αντιληπτές οι καμένες εκτάσεις (σκούρο μαύρο) ενώ οι υπόλοιπες από τις επτά κατηγορίες είναι δυσδιάκριτες μεταξύ τους. Σαν αποτέλεσμα πρώτης προσέγγισης όμως είναι ικανοποιητικό.

5.8.2. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων –Ikonos 2007

Για καλύτερο και ασφαλέστερο αποτέλεσμα πραγματοποιήθηκε επιβλεπόμενη ταξινόμηση στις εικόνες του Ikonos 2007. Στην επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες παράμετροι με τη μη επιβλεπόμενη με επιλογή του αλγορίθμου μέγιστης πιθανοφάνειας ως φίλτρο ταξινόμησης. Η διαδικασία της επιβλεπόμενης ταξινόμησης παρουσιάζεται στο Παράρτημα, ενώ μετά το πέρας της ταξινόμησης πραγματοποιήθηκε έλεγχος των αποτελεσμάτων της τόσο με φωτοερμηνευτικές μεθόδους, όσο και με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) της αντίστοιχης περιόδου.

Οι εικόνες 26,27,28,29,30,31,32,33,34 παρουσιάζουν τις περιοχές εκπαίδευσης. Ο πίνακας 8 παρουσιάζει τον έλεγχο της ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits). Οι εικόνες 35 και 36 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της επιβλεπόμενης ταξινόμησης όπως και τις φασματικές υπογραφές των επιλεχθέντων κλάσεων.

Όπως και για την μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, έτσι και για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ERDAS IMAGINE 2010. Από το

κεντρικό μενού επιλέχθηκε Classifier/Supervised Classification και ορίσθηκαν οι παράμετροι της επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

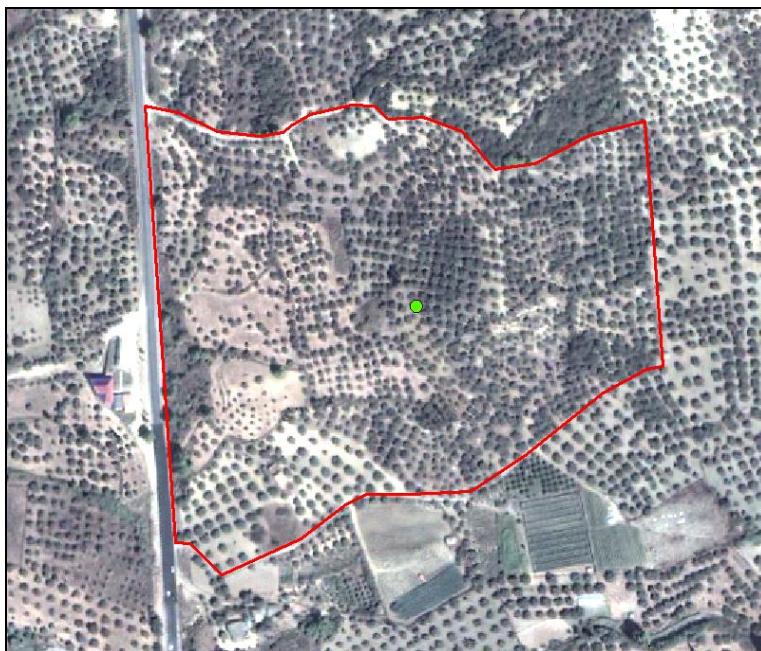
Εικόνα 26: Χρήση γης-Αμπέλι-2007



Εικόνα 27: Χρήση γης-Αρόσιμο-2007



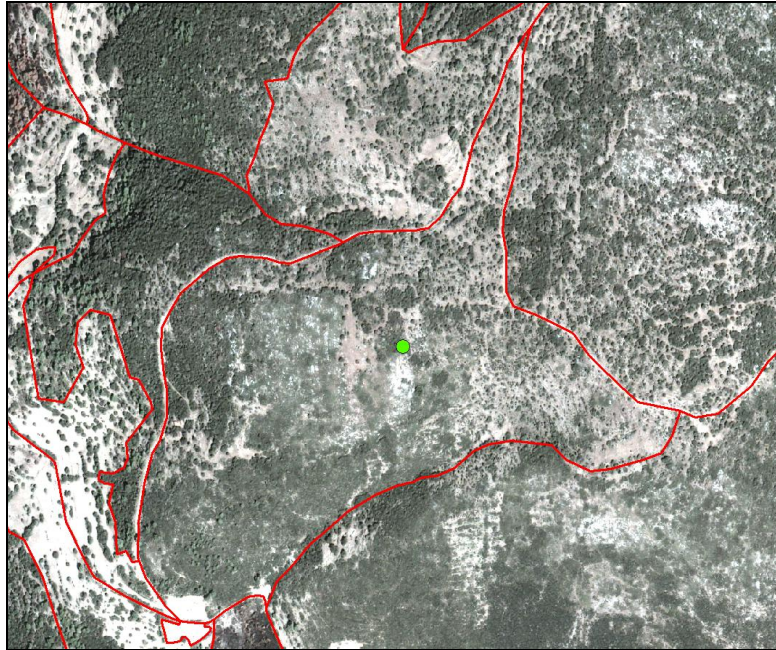
Εικόνα 28: Χρήση γης-Ελιές-2007



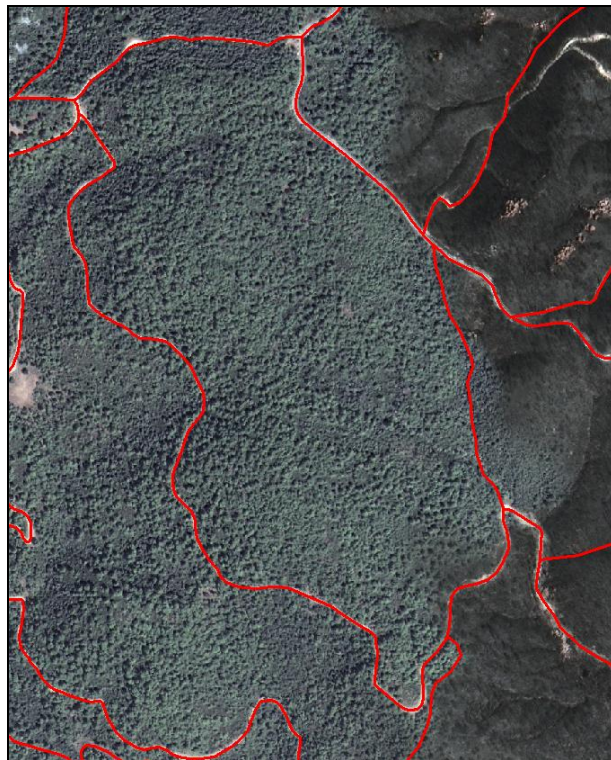
Εικόνα 29: Χρήση γης σπίτια-Δρόμοι-2007



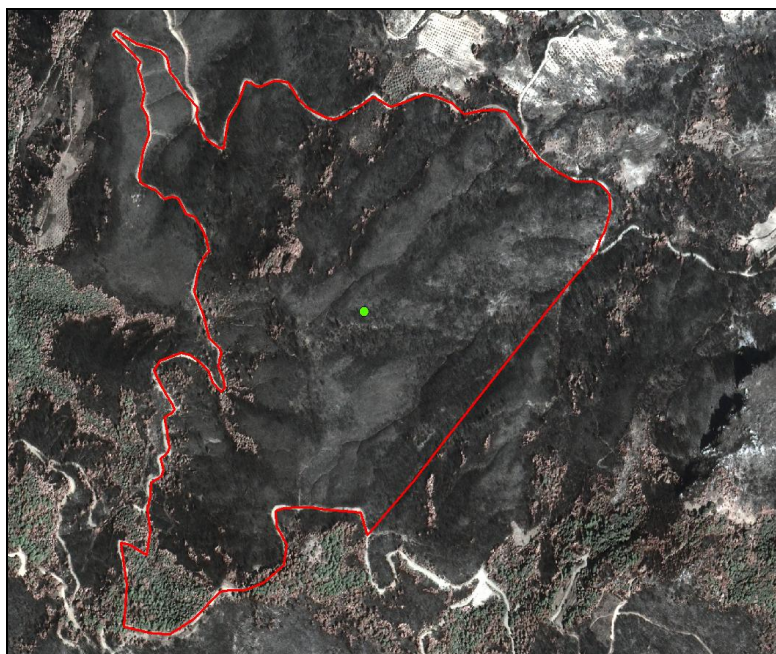
Εικόνα 30: Χρήση γης-Βοσκότοπος-2007



Εικόνα 31: Χρήση γης-Δάσος- 2007



Εικόνα 32: Χρήση γης-Καμένα – 2007



Εικόνα 33: Χρήση γης-Ημικαμένα- 2007

A)



B)



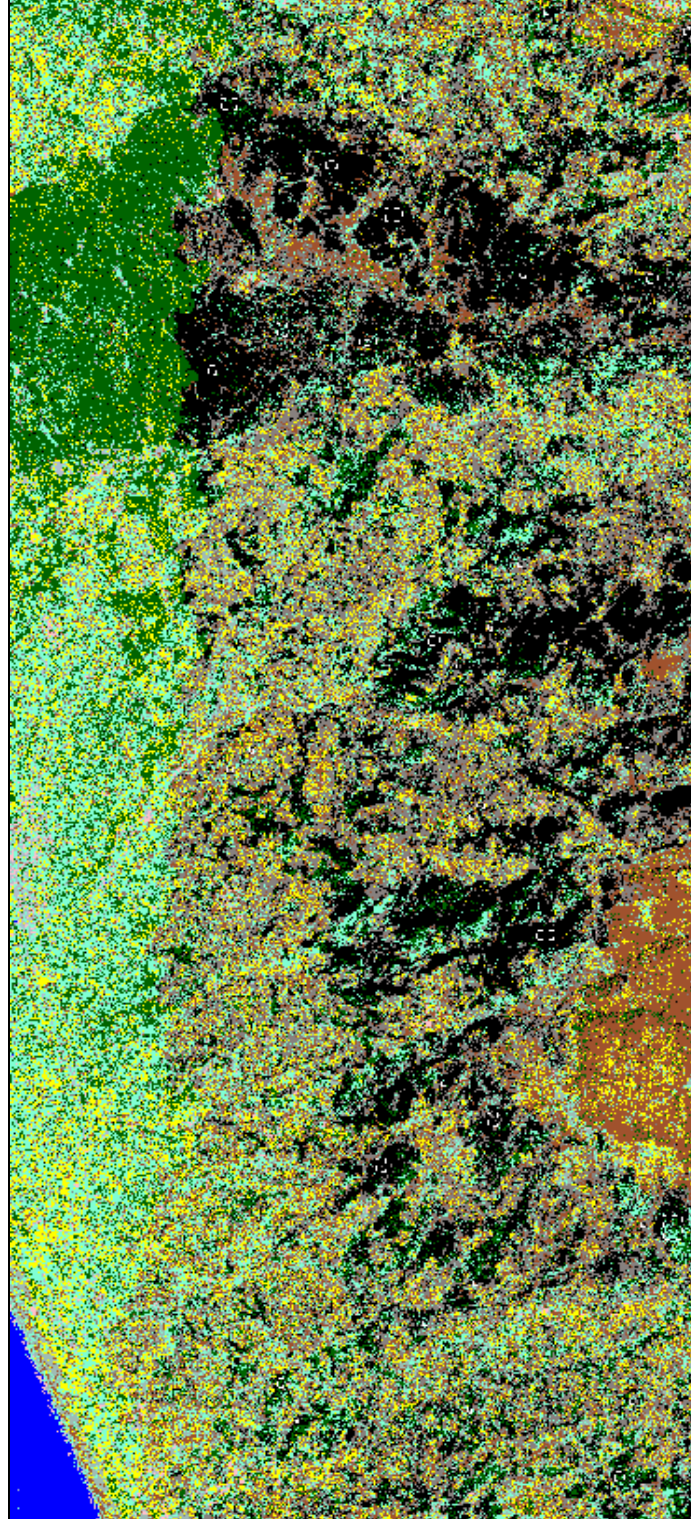
Εικόνα 34: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία – 2007



**Πίνακας 8 : Έλεγχος ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα με σημεία
επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) – 2007**

A/A	X	Y	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
1	295731	295731	ΚΑΜΕΝΑ
2	296888	296888	ΕΛΙΕΣ
3	293657	293657	ΔΑΣΟΣ
4	299101	299101	ΕΛΙΕΣ
5	299340	299340	ΣΠΙΤΙ
6	299340	299340	ΔΡΟΜΟΣ
7	299571	299571	ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΣ
8	294941	294941	ΑΡΩΣΙΜΑ
9	292695	292695	ΕΛΙΕΣ
10	293193	293193	ΕΛΙΕΣ
11	292690	292690	ΑΜΠΕΛΙ
12	292418	292418	ΕΛΙΕΣ
13	293687	293687	ΕΛΙΕΣ

Εικόνα 35: Επιβλεπόμενη ταξινόμηση Ikonos 2007



Εικόνα 36: Φασματικές υπογραφές επιβλεπόμενης ταξινόμησης Ikonos 2007

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	NERO	Blue	0.000	0.000	1.000	1	1	152285	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
2	ELIES1	Cyan	0.498	1.000	0.831	25	26	28981	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
3	ARDSIMA2	Yellow	1.000	1.000	0.000	3	59	4352	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
4	ARDSIMA11	Yellow	1.000	1.000	0.000	2	60	8256	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
5	SPITIKERAMID	Pink	1.000	0.753	0.796	9	65	312	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
6	XOMATODROMOS	Grey	0.625	0.735	0.709	12	72	334	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
7	ELIES2	Cyan	0.498	1.000	0.831	16	82	11651	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
8	SPITISASPRA	Pink	1.000	0.753	0.796	17	130	935	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
9	ASFALTOS	Grey	0.690	0.749	0.808	15	136	830	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
10	DASOS5	Green	0.000	0.392	0.000	8	147	488643	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
11	VOSKOTOPOS2	Brown	0.627	0.322	0.176	7	150	93765	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
12	ARDSIMA3	Yellow	1.000	1.000	0.000	11	155	2159	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
13	KAMMENA	Black	0.000	0.000	0.000	4	156	961	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
14	HMIKAMMENA	Grey	0.448	0.425	0.422	5	157	1330	1.000	✓	✓	✓	✓	✓

5.8.2.1. Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης χρονολογίας 2007

Μετά το πέρας της ταξινόμησης ακολούθησε η διανυσματοποίηση των κλάσεων της Τηλεπισκόπησης. Πρόκειται για μια διαδικασία με την οποία ο θεματικός χάρτης των κλάσεων μετατρέπεται σε διανυσματικό θεματικό επίπεδο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια σε περιβάλλον GIS προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι γεωχωρικές συγκρίσεις. Με την ολοκλήρωση του ανωτέρω σταδίου ολοκληρώνεται το τμήμα της Τηλεπισκόπησης. Η διαδικασία μετατροπής του χάρτη σε διανυσματικό επίπεδο περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα Ι.

Με την ολοκλήρωση του χάρτη σε διανυσματικό επίπεδο τα στοιχεία που προέκυψαν όσον αφορά το εμβαδόν των κλάσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 8.

Πίνακας 9: Εμβαδόν χρήσεων γης 2007

A/A	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
1	Δάσος	12.999,26	9,03
2	Βοσκότοπος	13.057,34	9,07
3	Καμένα	21.502,02	14,93
4	Ημικαμένα	43.003,52	29,86
5	Αστικά τμήματα - Δρόμοι	7.510,35	5,22
6	Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες	38.834,56	26,97
7	Αμπέλια –Αρώσιμα	5.502,75	3,82
8	Υδάτινα στοιχεία	1.590,20	1,10
	ΣΥΝΟΛΟ=	144.000	100

Από τον πίνακα 9 φαίνεται το εμβαδόν της καμένης και ημικαμένης έκτασης στο σύνολο των 144 Km² της περιοχής μελέτης, ενώ παράλληλα παρατηρείται μείωση της εκτάσεων βοσκοτόπων και ελιών σε σχέση με αυτό του 1997, τα οποία όμως θα εξετασθούν αναλυτικότερα πιο κάτω.

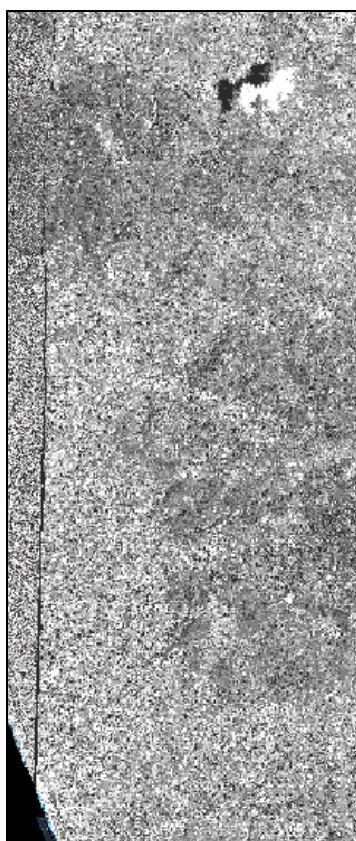
5.9. Δορυφορική εικόνα World View 2- 2013

Σε αντιστοιχία με τις εικόνες του Ikonos χρονολογίας 2007 πραγματοποιήθηκαν τα ίδια στάδια διαδικασίας και για τις δορυφορικές εικόνες του World View 2 -2013. Η μοναδική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι πρώτα έπρεπε να κοπούν οι εικόνες στα όρια της περιοχής μελέτης. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω του ArcMap από την εντολή Data management Tools- Clip.

5.9.1. Μη επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων – World View 2- 2013

Στην εικόνα 37 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης για το έτος αναφοράς 2013., ενώ στην εικόνα 38 παρουσιάζεται η υπογραφή της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Εικόνα 37: Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση World View 2- 2013



**Εικόνα 38: Φασματικές υπογραφές μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης
World View 2- 2013**

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	Class 1	Black	0.167	0.167	0.167	1	1	158879291	1.000	✓	✓	✓	✓	
2	Class 2	Dark Gray	0.333	0.333	0.333	2	2	200837546	1.000	✓	✓	✓	✓	
3	Class 3	Medium Gray	0.500	0.500	0.500	3	3	348232941	1.000	✓	✓	✓	✓	
4	Class 4	Light Gray	0.667	0.667	0.667	4	4	444194972	1.000	✓	✓	✓	✓	
5	Class 5	Very Light Gray	0.833	0.833	0.833	5	5	514840301	1.000	✓	✓	✓	✓	
6	Class 6	White	1.000	1.000	1.000	6	6	633685469	1.000	✓	✓	✓	✓	

Μετά την ολοκλήρωση της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης για το έτος 2013 παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν πλέον καμένες εκτάσεις, όπως αυτές απεικονίζονταν με σκούρο μαύρο στην μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση του 2007 . Σαν αποτέλεσμα πρώτης προσέγγισης όμως ήταν ικανοποιητικό.

5.9.2. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση εικόνων – World View 2- 2013

Σε αντιστοιχία με το 2007 μετά το πέρας της ταξινόμησης πραγματοποιήθηκε έλεγχος των αποτελεσμάτων της τόσο με φωτοερμηνευτικές μεθόδους, όσο και με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) της αντίστοιχης περιόδου.

Οι εικόνες 39,40,41,42,43,44,45 παρουσιάζουν τις περιοχές εκπαίδευσης. Η εικόνα 45 παρουσιάζει τον έλεγχο της ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits). Οι εικόνες 46 και 47 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της επιβλεπόμενης ταξινόμησης, όπως και τις φασματικές υπογραφές των επιλεγθέντων κλάσεων.

Όπως και για την μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, έτσι και για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ERDAS IMAGINE 2010. Από το κεντρικό μενού επελέγη Classifier/Supervised Classification και ορίστηκαν οι παράμετροι της επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Εικόνα 39: Χρήση γης-Αμπέλι-2013



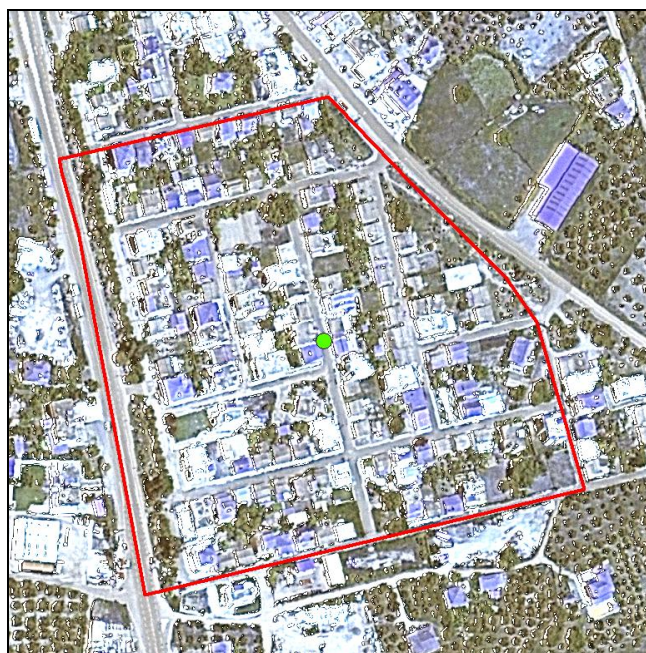
Εικόνα 40: Χρήση γης-Αρόσιμο-2013



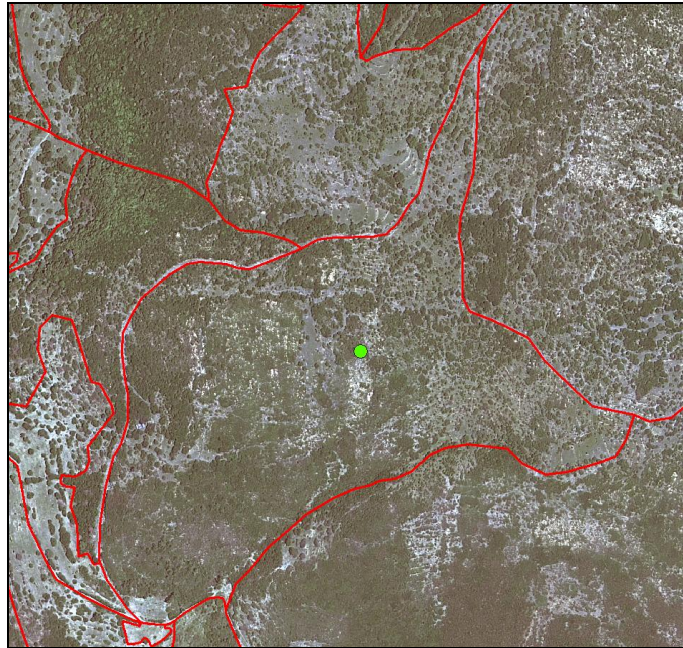
Εικόνα 41: Χρήση γης-Ελιές-2013



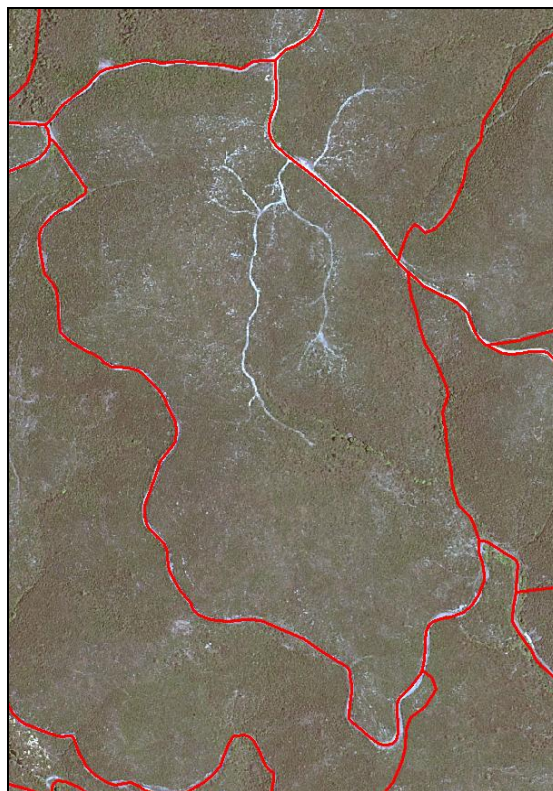
Εικόνα 42: Χρήση γης Σπίτια-Δρόμοι-2013



Εικόνα 43: Χρήση γης-Βοσκότοπος-2013



Εικόνα 44: Χρήση γης-Δάσος- 2013



Εικόνα 45: Χρήση γης-Υδάτινα στοιχεία – 2013

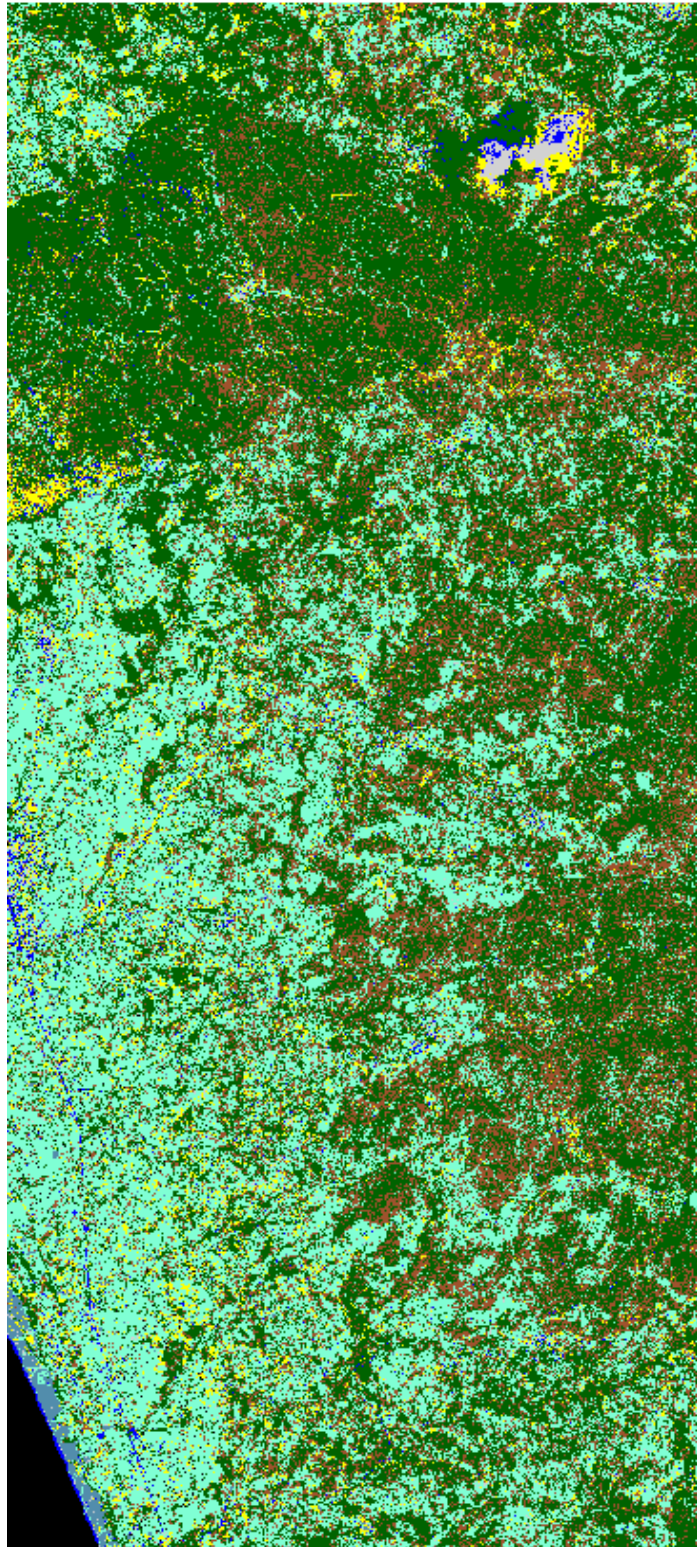


Πίνακας 10: Έλεγχος ταξινόμησης που πραγματοποιήθηκε με τα με σημεία επιτόπιου ελέγχου (Rapid Field Visits) – 2013

A/A	X	Ψ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
1	293937	4152050	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΕΣ
2	293988	4152053	ΕΛΙΑ
3	294049	4152023	ΧΕΡΣΟ
6	294528	4152158	ΕΛΙΑ
7	294765	4152071	ΕΛΙΑ
8	295848	4152815	ΕΛΙΑ
9	295714	4152771	Φ/Β
10	295429	4152827	ΕΛΙΑ
11	295078	4152902	ΒΡΩΜΗ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ
12	293133	4147525	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΕΣ
13	293180	4147693	ΕΛΙΑ
14	294408	4146792	ΣΤΑΒΛΟΣ
15	293197	4146263	ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ
16	296805	4158033	ΔΑΣΟΣ
17	299058	4148089	ΒΟΣΚΤΟΤΟΠΟΣ
18	292171	4147064	ΑΡΩΣΙΜΑ
19	297492	4160531	ΑΜΠΕΛΙ
20	294759	4155765	ΣΠΙΤΙΑ

(Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. Τμήμα Τηλεπισκόπησης και ΓΠΣ)

Εικόνα 46: Επιβλεπόμενη ταξινόμηση World View 2- 2013



Εικόνα 47: Φασματικές υπογραφές επιβλεπόμενης ταξινόμησης World View 2-2013

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	AROSIMA1	Yellow	1.000	1.000	0.000	1	1	342	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
2	AROSIMA2	Yellow	1.000	1.000	0.000	2	2	1344	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
3	SPITIA	Grey	0.827	0.827	0.827	3	3	140	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
4	ASFALTOS	Grey	0.827	0.827	0.827	4	4	195	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
5	XOMATODROMOS	Grey	0.827	0.827	0.827	5	5	70	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
6	SPITIAPLAKA	Grey	0.827	0.827	0.827	6	6	312	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
7	PARALIA	Blue	0.325	0.556	0.675	7	7	13991	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
8	AMPELI	Yellow	1.000	1.000	0.000	8	8	927	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
9	ELIA1	Cyan	0.498	1.000	0.831	9	9	725	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
10	ELIA2	Cyan	0.498	1.000	0.831	10	10	1634	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
11	ELIA3	Cyan	0.498	1.000	0.831	11	11	3537	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
12	DASOS1	Green	0.000	0.392	0.000	12	12	830271	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
13	DASOS2	Green	0.000	0.392	0.000	13	13	156965	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
14	XOMATODROMOS2	Grey	0.827	0.827	0.827	14	14	224	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
15	SYNNEFO	Grey	0.827	0.827	0.827	15	15	18944	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
16	YOSKOTOPDS1	Brown	0.627	0.322	0.176	16	16	23875	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
17	NERO	Blue	0.000	0.000	1.000	17	17	312	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
18	NERO2	Blue	0.000	0.000	1.000	18	18	790	1.000	✓	✓	✓	✓	✓

5.9.2.1. Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης χρονολογίας 2013

Με την ολοκλήρωση του χάρτη σε διανυσματικό επίπεδο τα στοιχεία που προέκυψαν όσον αφορά το εμβαδόν των κλάσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Εμβαδόν χρήσεων γης 2013

A/A	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
1	Δάσος	52.299,33	36,32
2	Βοσκότοπος	7.147,15	4,96
3	Αστικά τμήματα - Δρόμοι	7.975,63	5,54
4	Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες	69.611,28	48,34
5	Αμπέλια –Αρώσιμα	5.376,41	3,73
6	Υδάτινα στοιχεία	1.590,20	1,10
	ΣΥΝΟΛΟ=	144.000	100

5.10. Εμβαδικές Συσχετίσεις κλάσεων για τις τρεις χρονολογίες (1997- 2007- 2013)

Συγκρίνοντας τους πίνακες 7,9 και 11 που αντιστοιχούν στα εμβαδά της κάθε κατηγοριοποίησης χρήσης γης για τα έτη 1997, 2007 και 2013 προέκυψε ο πίνακας 12 στον οποίο παρουσιάζεται η εμβαδική μεταβολή μεταξύ των τριών χρονολογιών, 1997, 2007 και 2013 δηλαδή η μεταβολή χρήσεων γης που είχε η περιοχή μελέτης πριν και μετά την ύπαρξη πυρκαγιάς.

**Πίνακας 12: Εμβαδική μεταβολή κατηγοριοποίησης χρήσεων γης
1997-2007-2013**

Α/Α	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ)		
		1997	2007	2013
1	Δάσος	54.548,83	12.999,26	52.299,33
2	Βοσκότοπος	10.054,34	13.057,34	7.147,15
3	Καμένα		21.502,02	
4	Ημικαμένα		43.003,52	
5	Αστικά τμήματα - Δρόμοι	5.510,35	7.510,35	7.975,63
6	Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες	67.744,73	38.834,56	69.611,28
7	Αμπέλια –Αρώσιμα	4.551,55	5502,75	5.376,41
8	Υδάτινα στοιχεία	1.590,20	1590,20	1.590,20
	ΣΥΝΟΛΟ	144.000	144.000	144.000

Από τον πίνακα 12 προκύπτει ότι οι χρήσεις γης για την κατηγορία Υδάτινα στοιχεία, Αμπέλια- Αρώσιμα μένουν σχεδόν αναλλοίωτα στην πάροδο του χρόνου, γεγονός λογικό αφού οι κύριες αγροτικές δραστηριότητες της περιοχής είναι η παραγωγή λαδιού. Όσον αφορά την κατηγορία Αστικά τμήματα – Δρόμοι παρατηρείται μία αύξηση κατά τη δεκαετία 1997-2007 λόγω αστικής ανάπτυξης και διάνοιξης νέων οδικών δικτύων. Επίσης κατά την περίοδο 2007-2013 παρατηρείται πάλι μία μικρή αύξηση της ίδιας κατηγορίας λόγω της διάνοιξης νέων δρόμων ανάμεσα από τα Δάση λόγω της πυρκαγιάς του 2007.

Στην χρήση γης για την κατηγορία βοσκότοπος την δεκαετία 1997-2007 υπάρχει μία αύξηση λόγω του γεγονότος ότι μετά το πέρας της πυρκαγιάς αρκετά δασικά τμήματα έγιναν προσβάσιμα όμως έξι χρόνια μετά τμήματα καθαρών βοσκοτόπων δασώθηκαν με αποτέλεσμα να μην υπάρχει πρόσβαση στα ζώα, ενώ ένα μικρό τμήμα του καμένου Δάσους χρησιμοποιείται και πάλι ως βοσκότοπος.

Τέλος στις χρήσεις γης για την κατηγορία Δάσος, Καμένα, Ημικαμένα και Ελιές-Λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες παρατηρείται μία μείωση πάνω από 50% την δεκαετία 1997-2007 και ταυτόχρονα ίση ποσοστιαία αύξηση την εξαετία 2007-2013.

Από τον πίνακα 12 υπάρχουν έντονες ενδείξεις ότι οι χρήσεις γης στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης έχουν αρχίσει να επανέρχονται στα επίπεδα προ πυρκαγιάς.

Επίσης το γεγονός ότι η χρήση γης για την κατηγορία ημικαμένα, έξι (6) χρόνια μετά δεν παρουσιάζεται με κάποια μορφή στις χρήσεις γης του 2013, δημιουργεί επίσης ενδείξεις ότι το σύνολο των ημικαμένων εκτάσεων, που ως επί το πλείστον ήταν Δάσος και ελαιώνες δεν ξεριζώθηκε. Κυρίως ότι κόπηκε η κόμη τους και έμεινε ο κορμός τους. Η ένδειξη αυτή θα μπορούσε να ήταν πιο ασφαλής με την ύπαρξη εικόνων και ενδιάμεσων χρονολογιών και κυρίως ακριβώς μετά την πυρκαγιά, όπου θα μπορούσε να διαπιστωθεί το ποσοστό των ημικαμένων εκτάσεων,

- α) που χρειάστηκε να ξεριζωθούν, αφού οι παραγωγοί θα προέβαιναν σε ενέργειες προκειμένου να μη χάσουν την παραγωγή τους
- β) αυτών που έμεινε ο κορμός, οπότε θα παρουσιάζοταν διαφορετική κατάσταση των ελαιώνων σε σχέση με αυτούς που είτε ξεριζώθηκαν είτε που δεν κήκαν καθόλου
- γ) αυτών που ενώ ήταν ημικαμένες, ήταν σε τέτοιο μικρό βαθμό που «ουσιαστικά» φαίνεται να μην επηρεάστηκαν

5.11. Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου

Δεδομένου του γεγονότος ότι στοιχεία προκειμένου για αγροτικές εκμεταλλεύσεις, δηλώνονται στο Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου, πραγματοποιήθηκε εμβαδικός έλεγχος των δηλώσεων των αγροτών ανά κατηγορία Δήλωσης.

Να σημειωθεί ότι, τα στοιχεία των αγροτικών εκμεταλλεύσεων προέρχονται από τις δηλώσεις των παραγωγών στα πλαίσια της Αίτησης Ενιαίας Ενίσχυσης έτους 2009, 2013 και αφορούν σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η ψηφιακή τους

απεικόνιση και τα περιγραφικά δεδομένα γίνονται με υπόδειξη και ευθύνη του παραγωγού στις κατά τόπους Ενώσεις Αγροτικών Συνεταιρισμών. Σε κάθε περίπτωση τα δεδομένα εισάγονται δυναμικά στο σύστημα και είναι μεταβαλλόμενα σύμφωνα με τις διαδικασίες και τους ελέγχους που αφορούν τις ενισχύσεις των παραγωγών και η χρήση τους προσδιορίζεται από τις παραπάνω παραμέτρους, χωρίς να ληφθούν υπ' όψη τυχόν αλλαγές που έχουν προκύψει καθώς επίσης και τυχόν ύπαρξη συνιδιοκτησιών. Επίσης οι Διοικητικοί έλεγχοι που προκύπτουν ή οι επιτόπιοι μπορούν να αλλάξουν τις ισορροπίες του συστήματος.

(Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. Τμήμα διαχείρισης και συντήρησης χαρτογραφικών δεδομένων)

Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται οι εμβαδικές δηλώσεις αγροτών για το έτος 2007 για το 2009 και το 2013. Το έτος 2007 αφορά δηλώσεις αγροτών στα μητρώα πριν μπει σε πλήρη εφαρμογή το ψηφιακό σύστημα και πιθανόν να περιλαμβάνονται και συνιδιοκτησίες σε κάθε δήλωση με πιθανότητα ύπαρξης αστοχίας. Οι δηλώσεις αγροτών του 2009 είναι αυτές που πρωτοχρησιμοποιήθηκαν όταν το σύστημα τέθηκε σε πλήρη λειτουργία και οι δηλώσεις αγροτών του 2013 είναι οι δηλώσεις μετά από έξι χρόνια λειτουργίας του συστήματος.

Πίνακας 13: Εμβαδόν και πλήθος αγροτικών εκμεταλλεύσεων για τις χρονολογίες 1997-2007-2013

Α/Α	2007	2009	2013
	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΗΛΩΣΕΩΝ	108.667	70.802
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΗΛΩΣΕΩΝ	11.913	11.551	9.776

Από τον πίνακα 13 προκύπτουν ενδείξεις ότι με το που λειτούργησε το ψηφιακό σύστημα υπήρχε πιο ορθολογική κατανομή των αγροτικών εκμεταλλεύσεων, ενώ τέσσερα περίπου χρόνια μετά τη λειτουργία του εξακολουθεί να αποτελεί μία αξιόπιστη πηγή ενημέρωσης αλλαγών.

Τα οικονομικά οφέλη από ένα τέτοιο σύστημα καθώς και οι σύγχρονες μέθοδοι όπου χρησιμοποιούνται, όπως αυτή της Τηλεπισκόπησης, είναι η γρήγορη, φθηνή, αξιόπιστη πληροφορία που παράγεται. Ενδεικτικά για τις χρονολογίες 2007 και 2013 το κόστος αγοράς των εικόνων ανέρχεται περίπου σε έξι χιλιάδες ευρώ

(6.000,00) για κάθε χρονολογία και διενεργούνται έλεγχοι από το γραφείο για περίπου 11.000 αγροτικών εκμεταλλεύσεων, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης πολλών επιτοπίων ελέγχων.

Στο κόστος των επιτόπιων ελέγχων θα πρέπει να συνυπολογισθούν εκτός από το ημερομίσθιο, τυχόν μετακινήσεις, διαμονές όπως και οι αντίξοες καιρικές συνθήκες που επικρατούν ειδικά στη Δυτική Ελλάδα και που μπορούν να καταστήσουν τον επίγειο έλεγχο ατελέσφορο καθώς και το μικρό πλήθος αγροτεμαχίων προς έλεγχο ημερησίως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο:

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά, η χρησιμοποίηση της Τηλεπισκόπησης για τη μελέτη φυσικών καταστροφών κρίνεται αναγκαία ώστε να υπάρχει γεωχωρικός συσχετισμός του φαινομένου. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που δημοσιεύεται ένας αριθμός που αντιστοιχεί στην έκταση που κάηκε, αλλά η περίμετρος της πυρκαγιάς δε χαρτογραφείται.

Η έλλειψη όμως της χαρτογραφικής απεικόνισης δεν επιτρέπει την κατανόηση των χωρικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς. Οι μέθοδοι που πολλές φορές ακολουθούνται για την εκτίμηση του βαθμού καταστροφής της βλάστησης βασίζονται σε εκτενείς επισκέψεις στην καμένη περιοχή και σε οπτικές τοπικές παρατηρήσεις των επιπτώσεων της πυρκαγιάς.

Το σύνθηδες αποτέλεσμα των επισκέψεων είναι η δημιουργία ενός πρόχειρου χάρτη της περιμέτρου της πυρκαγιάς επάνω σε τοπογραφικό χάρτη της περιοχής (Gitas 1994) με αποτέλεσμα να υπάρχει μόνο ποιοτική πληροφορία. Δεν καταγράφονται τα είδη που κάηκαν, ο βαθμός καταστροφής, ενώ η πληροφορία δεν είναι διαθέσιμη για μήνες ακόμα μετά την πυρκαγιά με αποτέλεσμα να μη μπορεί να γίνει εκτίμηση της ανάκτησης της βλάστησης, με πιθανό αποτέλεσμα τη διάβρωση του εδάφους (Isaacson et al, 1982).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αναδεικνύεται η αναγκαιότητα των γεωχωρικών δεδομένων και η βοήθεια που παρέχουν οι ψηφιακές εικόνες όχι μόνο σχετικά με τις οι δηλώσεις των αγροτών στο Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου (Ο.Σ.Δ.Ε.) αλλά και σε άλλα πεδία-επιστήμες. Η παρούσα μελέτη κατέδειξε τις δυνατότητες που μπορούν πλέον να παρέχουν οι σύγχρονες μέθοδοι χαρτογράφησης μέσω των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και της Τηλεπισκόπησης ενώ παράλληλα δημιουργούν τις προϋποθέσεις για μια ολοκληρωμένη προσπάθεια διαχείρισης και προστασίας του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Ειδικότερα η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εστιάζει στο φαινόμενο των πυρκαγιών λόγω των πολλών που παρουσιάζονται στη χώρα μας σε ετήσια βάση και λόγω των δυσκολιών που προκύπτουν, εξαιτίας του ιδιόμορφου αναγλύφου. Ειδικότερα ο Νομός Ηλείας, όπως έχει ήδη παρουσιασθεί, έχει καεί πολλές φορές με ακραίες επιπτώσεις τόσο κοινωνικές όσο και οικονομικές.

Από την εφαρμογή του διαγράμματος ροής εργασιών που περιελάμβανε την αξιολόγηση, έλεγχο εικόνων πριν, ακριβώς μετά και έξι χρόνια μετά την πυρκαγιά του 2007, την εμβαδική ανά δύο σύγκρισή τους, σε συνδυασμό με τις δηλώσεις των αγροτικών εκμεταλλεύσεων για τα αντίστοιχα έτη προέκυψαν κάποια συμπεράσματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω.

Οι χρήσεις γης έξι χρόνια μετά το πέρας της πυρκαγιάς (χωρίς ενδιάμεσα την ύπαρξη άλλης) έχουν επανέλθει στα επίπεδα προ πυρκαγιάς, δηλαδή έχει αρχίσει να γίνεται αποκατάσταση του φυσικού τοπίου.

Η Τηλεπισκόπηση με τη δυνατότητα χρήσεως και επιλογών των εξελιγμένων τεχνικών και μεθόδων της ψηφιακής επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων και συγκεκριμένα των τεχνικών ταξινόμησης μπορεί να ανιχνεύσει, προσδιορίσει και να αναδείξει ποιοτικές και μετρητικές πληροφορίες σε βάθος ετών γρήγορα – φθηνά και αξιόπιστα.

Αναλυτικότερα μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία ενός μοντέλου αντιμετώπισης παρόμοιων καταστάσεων, το οποίο θα λειτουργεί σαν ένα σύστημα λήψης αποφάσεων και για άλλες φυσικές καταστροφές όπως π.χ. για πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών, χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές επεξεργασίας και διαχείρισης δεδομένων.

Επιπλέον η ακριβής και γρήγορη εκτίμηση που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της Τηλεπισκόπησης μπορεί να διευκολύνει δασολόγους ώστε να εντοπίσουν περιοχές που χρειάζονται έντονη ή ειδική ανάπλαση. Επίσης δύναται να κηρύσσονται εύκολα και γρήγορα περιοχές δασικές και αναδασωτέες.

Όσον αφορά το οικονομικό όφελος από την εφαρμογή της ανωτέρω μεθοδολογίας είναι μεγάλο τόσο κατά την κατεύθυνση της δίκαιης και έγκαιρης αποζημίωσης των πραγματικά πληγέντων καθώς και των αγροτικών εκμεταλλεύσεων.

Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι με την ύπαρξη των εικόνων από το 2007 οι αγροτικές επιδοτήσεις δίνονται χωρίς καθυστερήσεις, χωρίς την ύπαρξη πολλών διοικητικών ελέγχων και επί τόπου ελέγχων. Το κόστος όλων των προηγούμενων, είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με την αγορά μίας δορυφορικής εικόνας που καλύπτει πολύ μεγάλη έκταση.

Συνοψίζοντας, η Τηλεπισκόπηση αποτελεί μια ποιοτικά ελεγχόμενη μέθοδο αισθητά χαμηλού κόστους, η οποία απαιτεί περιορισμένο ανθρώπινο δυναμικό και ελάχιστες εξορμήσεις στο ύπαιθρο ώστε να οδηγήσει σε ένα αποτέλεσμα

συγκεκριμένης μετρητικής ακρίβειας. Επιπλέον, με τη χρήση της Τηλεπισκόπησης, οι πληγέντες λαμβάνουν την πρόνοια της πολιτείας έγκυρα και έγκαιρα, ενώ το κράτος μπορεί να προβεί σε χρηστή διαχείριση των οικονομικών του πόρων προς όφελος του πολίτη.

Τέλος, με τη χρήση εικόνων και των Γ.Σ.Π. δημιουργείται μια διαχρονική καταγραφή των φυσικών καταστροφών με βασικά χαρακτηριστικά της το χρόνο, τον τόπο, την ακρίβεια, την αξιοπιστία και τον ποιοτικό έλεγχο. Με τον τρόπο αυτό δομείται μια γεωχωρική – διαχρονική βάση δεδομένων, η οποία με το πέρασμα του χρόνου θα μπορέσει να αποτελέσει ένα βασικό διαχειριστικό εργαλείο και ένα πολύτιμο στοιχείο του συστήματος λήψεων αποφάσεων για την Πολιτική Ηγεσία του τόπου.

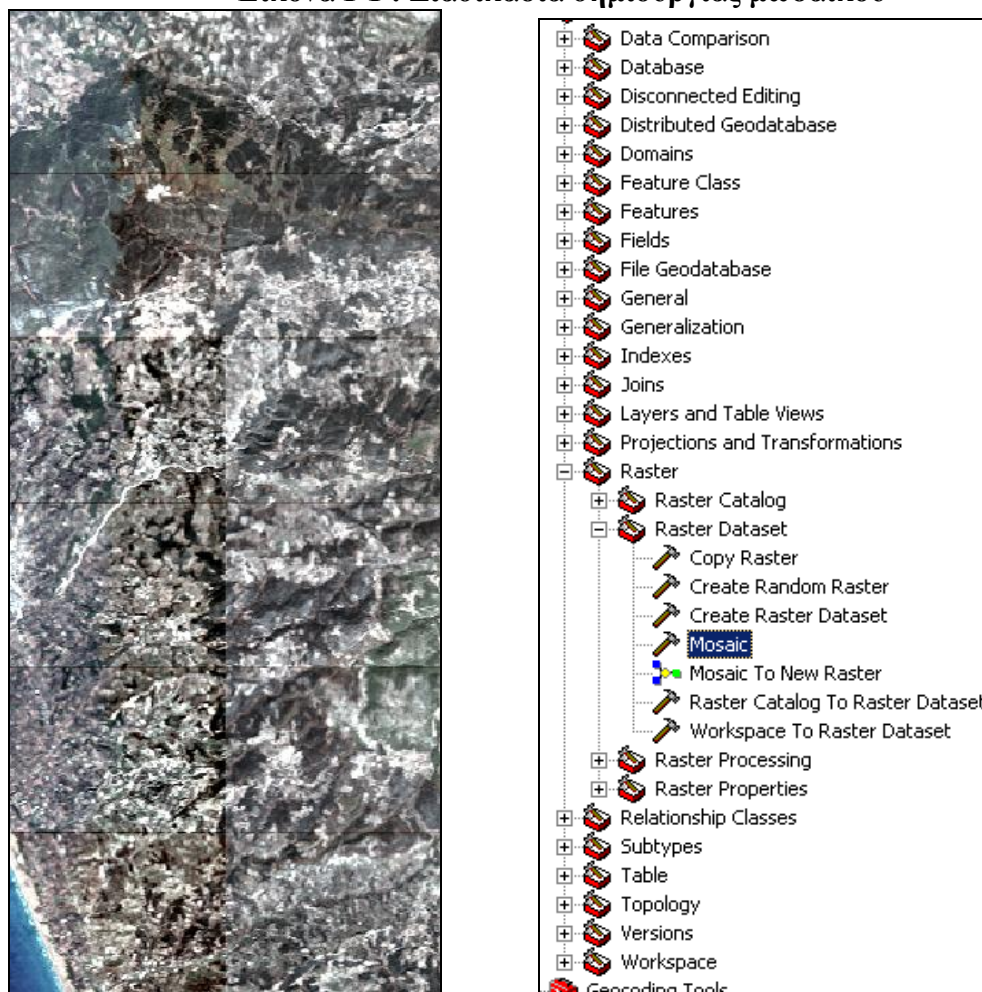
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Διαδικασία δημιουργίας μωσαϊκού

Βήμα 1

Εισαγωγή των δώδεκα εικόνων Ikonos στο ArcMap και από το ArcToolbox. Επιλέγεται η εντολή Raster/Raster Dataset/ Mosaic, όπως αυτό φαίνεται στην Εικόνα I-1.

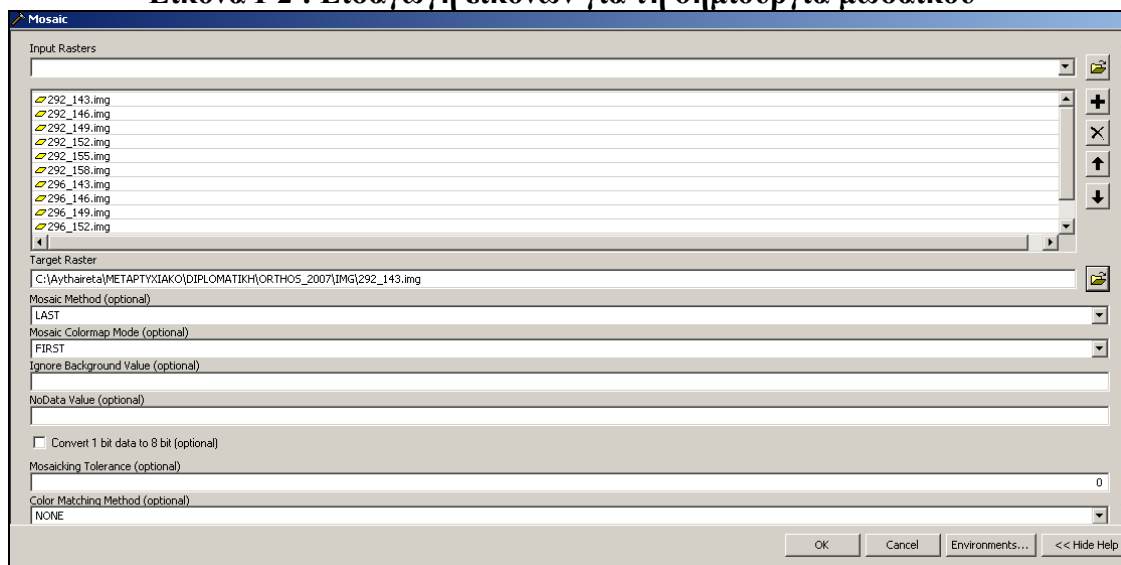
Εικόνα I-1 : Διαδικασία δημιουργίας μωσαϊκού



Βήμα 2

Στη συνέχεια γίνεται εισαγωγή των εικόνων, όπου στην επιλογή Input Rasters προστίθενται όλες οι εικόνες ενώ στο Target Raster γίνεται η εισαγωγή της πρώτης εικόνας, όπως αυτό φαίνεται στην Εικόνα I-2.

Εικόνα I-2 : Εισαγωγή εικόνων για τη δημιουργία μωσαϊκού



Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής φαίνεται στην εικόνα I-3 όπου πλέον οι εικόνες έχουν ενωθεί και συμπεριφέρονται ως ενιαίο σύνολο.

Εικόνα I-3: Μωσαϊκό Ν. Ηλείας-Δ.Ζαχάρως



2. Διαδικασία μη Επιβλεπόμενης Ταξινόμησης

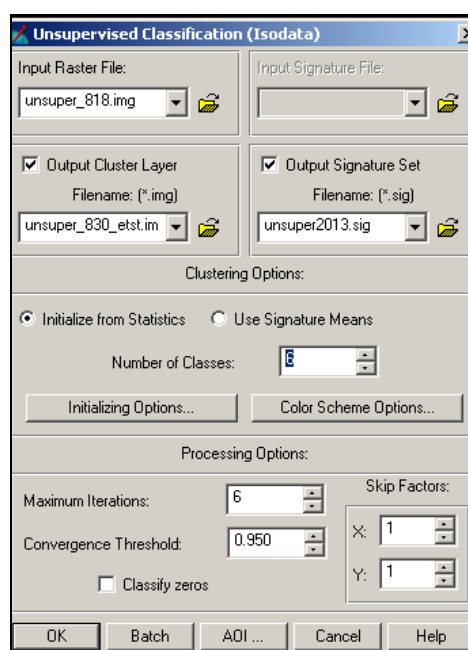
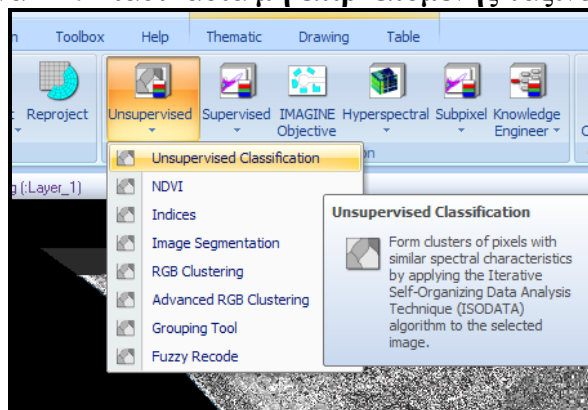
Βήμα 1

Από το κεντρικό μενού επιλέχθηκε Classifier/Unsupervised Classification και ορίστηκαν οι παράμετροι της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Βήμα 2

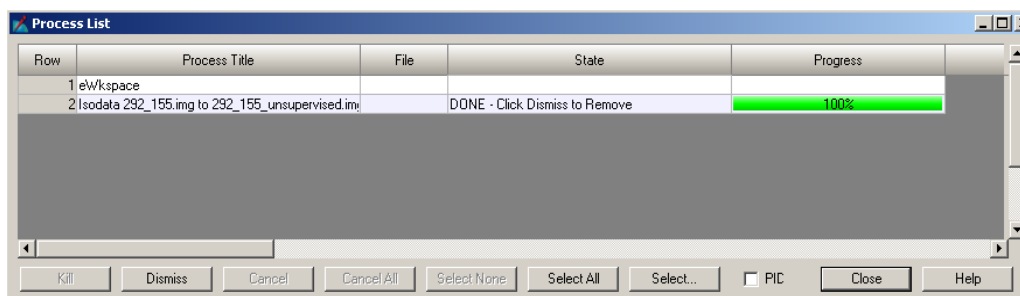
Από το κεντρικό μενού επιλέχθηκε Classifier/Unsupervised Classification και ορίστηκαν οι παράμετροι της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Ο αριθμός των κλάσεων που επιλέχθηκαν ήταν 7 (Number of Classes) και ως μέγιστος αριθμός επαναλήψεων το 20 (Maximum Iterations).

Εικόνα I-4: Διαδικασία μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης



Μετά την ολοκλήρωση της ταξινόμησης παρουσιάζεται η εικόνα I-5

Εικόνα I-5: Ολοκλήρωση διαδικασίας μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης

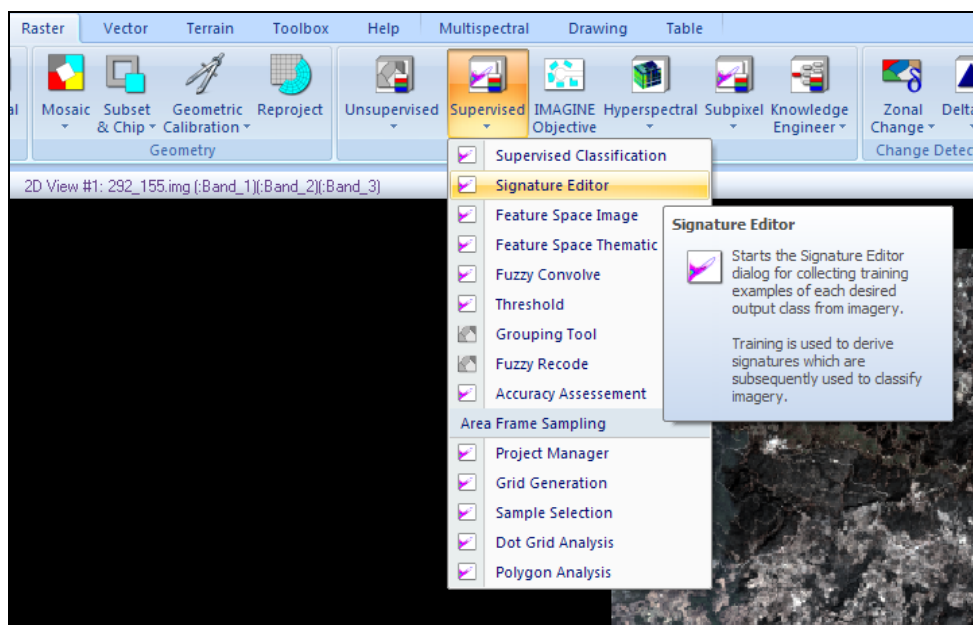


3. Διαδικασία Επιβλεπόμενης Ταξινόμησης

Βήμα 1

Από το menu Raster-Supervised-Signature Editor επιλέγονται οι περιοχές εκπαίδευσης, όπως φαίνεται στην εικόνα I-6 και στη συνέχεια όπως απεικονίζονται στην εικόνα I-7 παρουσιάζονται οι φασματικές υπογραφές.

Εικόνα I-6: Επιλογή περιοχών εκπαίδευσης



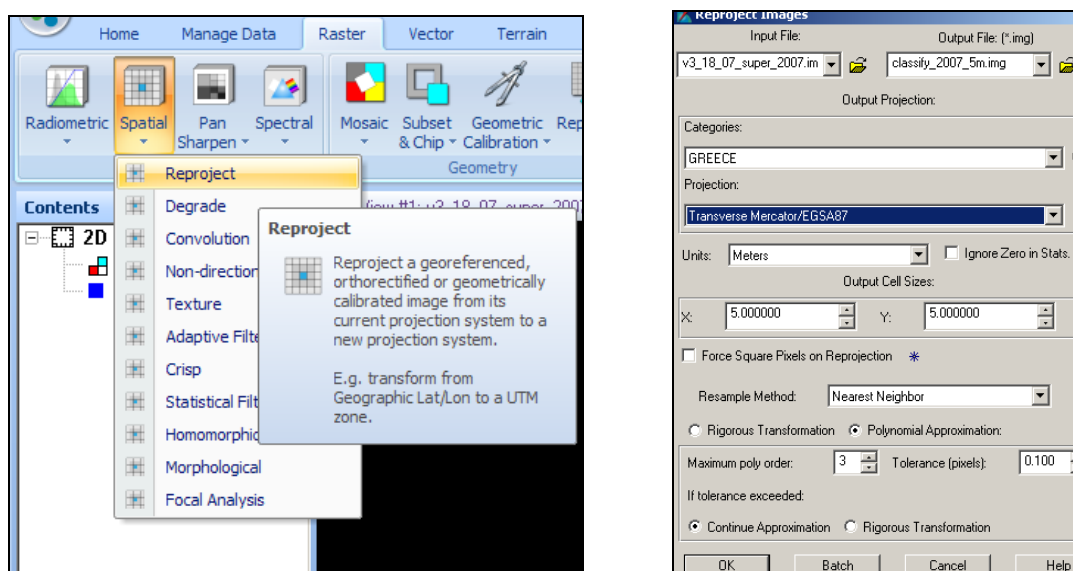
Εικόνα I-7: Φασματικές υπογραφές περιοχών εκπαίδευσης

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	NERO	Blue	0.000	0.000	1.000	1	1	152285	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
2	ELIES1	Cyan	0.498	1.000	0.831	25	26	28881	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
3	AROSIMA2	Yellow	1.000	1.000	0.000	3	59	4352	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
4	AROSIMA11	Yellow	1.000	1.000	0.000	2	60	8256	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
5	SPITIKERAMID	Pink	1.000	0.753	0.796	9	65	312	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
6	XOMATODROMOS	Green	0.625	0.735	0.709	12	72	334	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
7	ELIES2	Cyan	0.498	1.000	0.831	16	82	11651	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
8	SPITISASPRA	Pink	1.000	0.753	0.796	17	130	935	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
9	ASFALTOS	Grey	0.690	0.749	0.808	15	136	830	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
10	DASOS5	Green	0.000	0.392	0.000	8	147	488643	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
11	VOSKOTOPOS2	Brown	0.627	0.322	0.176	7	150	93765	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
12	AROSIMA3	Yellow	1.000	1.000	0.000	11	155	2159	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
13	KAMMENA	Black	0.000	0.000	0.000	4	156	961	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
14	HMIKAMMENA	Grey	0.448	0.425	0.422	5	157	1330	1.000	✓	✓	✓	✓	✓

4. Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης Βήμα 1

Από το menu – Raster-Spatial-Reproject ορίζεται ως προβολικό σύστημα το ΕΓΣΑ’87 και επιλέγεται γενίκευση στα 5μ.

Εικόνα I-8: Διανυσματοποίηση του ψηφιδωτού μωσαϊκού περιοχής μελέτης



Στη συνέχεια πραγματοποιείται εισαγωγή του θεματικού επιπέδου στο ArcMap και με κατάλληλα ερωτήματα υπολογίζονται οι εκτάσεις των κλάσεων.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Α. Τζώτσος, _ . Αργιαλάς, 2007, Σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπισκόπησης για την ανίχνευση, καταγραφή, αποτίμηση πυρκαγιών και προστασία των πληγέντων περιοχών
2. Αστάρας Θεόδωρος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2010
3. Βαβλιάρας Παύλος (2008) Δ/ντής Δασών Ηλείας.. «Πως εξελίχθηκε η πυρκαγιά στην περιοχή Δήμου Ζαχάρως που εκδηλώθηκε στις 24-08-2007 στον οικισμό Παλαιοχώρι δημοτικού διαμερίσματος Μάκιστου. Εισήγηση για την Ημέρα Δασοπονίας.
4. ΓΓΠΠ (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας - Υπουργείο Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης. (2007). Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών. http://www.civilprotection.gr/description_forestfire.htm
5. Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (2007–2008). Δασικές πυρκαγιές
6. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Τμήμα, Τμήμα Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ορυκτολογίας-Γεωλογίας, Μιγκίρος, 2003)
7. Τα πληροφοριακά στοιχεία των πυρκαγιών λήφθηκαν από τα «Δελτία Δασικής-Αγροτικής Πυρκαγιάς» των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών του Νομού Ηλείας και των «Εκθέσεων Αυτοψίας Καείσας Δασικής Έκτασης» των Δασαρχείων του Νομού Ηλείας.
8. Ιωαννίδης Χ. (2007), Σημειώσεις Φωτογραμμετρίας II, Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.
9. Καλαμποκίδης, Δ.Κ., & Στάμου, Ν.Ι. (1995). Ανάλυση και σχεδιασμός αντιμετώπισης του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών στο Αιγαίο. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Δ.Ε. Καρδίτσα 11-13 Οκτωβρίου 1995. Καρδίτσα: Ελληνική Δασολογική Εταιρεία.
10. Καούκης Κων/νος (2008). «Οι Δασικές Πυρκαγιές στον Νομό Ηλείας κατά τη Περίοδο 1987-2007 και οι ιδιαιτερότητες τους». Ημερίδα: Δασικές Πυρκαγιές Στη Νότια Ευρώπη & η Καταλυτική Εμπειρία του Ελληνικού Καλοκαιριού του 2007. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.
11. Κίκιρας, Π. (2006). “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Εισαγωγή στην τεχνολογία και τις εφαρμογές τους”.

12. Κονδύλης Θεόδωρος (2007) «Καλοκαίρι 2007 Τρεις καύσωνες - Φονικές πυρκαγιές»
13. Κουτσόπουλος, Κ. (2002). “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου”. Εκδόσεις Παπασωτηρίου
14. Λέκκας, Ε.Λ. (2000). Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές. Αθήνα: Access Pre Press
15. Μαρτζάκης Βασίλειος, Πυροσβεστικό Σώμα (Πυρκαγιές Ηλείας 2007)
16. Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. Τμήμα διαχείρισης και συντήρησης χαρτογραφικών δεδομένων
17. Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. Τμήμα Τηλεπισκόπησης και ΓΠΣ
18. Πυροσβεστική Επιθεώρηση (2007). «Θύελλα Πυρκαγιών» Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος Τεύχος 124.Αθήνα
19. Ρόκος, Δ., 1990. "Ο διαλεκτικός χαρακτήρας της ανάπτυξης. Ένα διεπιστημονικό μεθοδολογικό εργαλείο για την προσέγγισή της."
20. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Τμήμα Τοπογραφικής, Μητρώων
21. Χαραλάμπου Α. Τοπάλογλου, Α.Π.Θ. Γεωπονική Σχολή Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής , 2008

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aronoff, S. (1989). “Geographic Information Systems: A management perspective”.
2. Ottawa, Canada: WDL Publications.
3. Burrough, P.A. (1986). “Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land
4. Campbell B.J., (1996). Introduction to Remote Sensing. 2nd edition, Virginia Polytechnic Institute and State University, The Guilford Publications Press, New York, London
5. Chilar J., Q. Xiao, J. Chen, J. Beaubien, K. Fung and R. Latifovic, 1998 Classification by progressive generalization: a new automated methodology

- for remote sensing multichannel data. *International journal of remote sensing data*. 19,
6. Dalezios, N.R., 2008. *Agrometeorology. Lecture Notes*. University of Thessaly Press, Volos, 681p (in Greek).
 7. Fowler, C.T. (2003). Human Health Impacts of Forest Fires in the Southern United States: A Literature Review. *Journal of Ecological Anthropology*. 7(2003), 39-63
 8. Flasse, S., and Ceccato, P., 1996, A contextual algorithm for AVHRR . re detection
 9. Gitas I.Z. (1994): «Geographical Information Systems and Remote Sensing in forest management», Department of Geography, University of Cambridge, M. Phil. Thesis, p. 96.
 10. Kailidis, D. S., 1990, *Forest Fires*, 3rd edn (Thessaloniki: Giahoudi Giapouli Publications).
 11. Kiefer, R & Lillesand, T.M (1987), *Remote Sensing and image interpretation*
 12. Kogan, F.N., 2001. Operational space technology for global vegetation assessment. *Bulletin of the American Meteorological Society* 82, 1949-1964
 13. Laurini, R., & Thompson, D. (1992). “Fundamentals of Spatial Information Systems”. London: Academic Press
 14. Maguire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind, D. (1991). “Geographical Information
 15. Mather M.P., (1999). *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. 2nd edition, J. Wiley & Sons, p. 292 , Great Britain.
 16. Matson, M., Stephens, G., and Robinson, J. M., 1987, Fire detection using data from NOAA-N satellites. *International Journal of Remote Sensing*, 8, 961–970.
 17. Moreno J.M. (1998): «Large Fires» , Backhuys Publishers, Leiden
 18. Noji EK. (1997) *The public health consequences of disasters* New York: Oxford University Press.
 19. Pyne, S. J., 1984, *Introduction to Wildlife Fire. Fire Management in the United States* (New York: John Wiley and Sons)
 20. Sabins F.F., (1997). *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. 3rd edition, W.H. Freeman and Company, p. 494, New York.
 21. Van der Meer, De Jong(2001).«Imaging Spectrometry. Basic Principles and Prospective Applications», Kluwer Academic Publishers
 22. Worboys, M.F. (1995). “GIS-A computer perspective”. London: Taylor & Francis.

ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.gscp.gr/ggpp/site/home/ws/promote/fisikes/pirkagies.csp>
2. http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLprotection_gr/DMLprotection_gr#4
3. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=707&language=el-GR>
4. <https://www.google.gr/search?q=%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CF%80%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AC%CF%82&client=firefox&rls=org.mozilla:el:official&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=oe27UrmUKMLlswaTpID4DQ&ved=0CDgQsAQ&biw=1600&bih=791>
5. Canada Centre for Remote Sensing, http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php, Fundamentals of Remote Sensing pdf)
6. <http://www.geoserver.gr/el>
7. <http://www.meteo.gr/stations/pirgos/kalokairi2007.pdf>
8. <http://www.tovima.gr/files/1/2012/12/28/apografi2011.pdf>
9. <http://el.wikipedia.org/wiki>
10. <http://www.historyreport.gr/index.php/%CE%A0%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%BF%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%AF%CE%B1/%CE%A0%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%80%CF%8C%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%BF%CF%82/1766-45-->
11. Σεϊτανίδης Διαμαντής:, http://seitaniisdiamantis.blogspot.com/2007/03/blog-post_4845.html
12. <http://www.nailias.gr/leader/site/index.php/el/main/comntemporary-ilia/statistics.html>
13. LANDSAT, <http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-00b/ceos1/satellit/landsat7>
14. LANDSAT <https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomenalar/landsat>
15. LANDSAT, http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMR7Z4PVFG_0.html
16. SPOT , http://www.spot.com/html/SICORP/_401_444_.php
17. SPOT http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMHBZ4PVFG_0.html
18. IKONOS, <https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomenavhr/ikonos>
19. IKONOS, http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMGYZ4PVFG_0.html

20. QUICKBIRD, [https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena- , vhr/quickbird](https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/quickbird)
21. QUICKBIRD,
http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMJ005PVFG_0.html
22. WorldView-2
[,https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/worldview-2-analyse-50cm](https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-vhr/worldview-2-analyse-50cm)
23. WorldView-2
http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMH8NJSNDG_0.html
24. WorldView-2
<http://www.gscp.gr/ggpp/site/home/ws/promote/technologikes/xbrp.csp>