

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ**  
**ΚΛΑΔΟΣ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ**  
**ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΟΥ**  
**2012 ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΧΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ**  
**GIS»**

**ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ Θ. ΜΙΜΙΔΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΓΚΙΡΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2014**

---

---

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ  
ΚΛΑΔΟΣ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΟΥ 2012  
ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΧΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ GIS»

ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ Θ. ΜΙΜΙΔΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΓΚΙΡΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2014

---

---

---

---

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΟΥ 2012 ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΧΙΟ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ GIS»

ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ Θ. ΜΙΜΙΔΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΓΚΙΡΟΣ

Τριμελής Επιτροπή:

Γεώργιος Μιγκίρος, Καθηγητής

Διονύσιος Καλύβας, Επίκουρος Καθηγητής

Θεόδωρος Τσιλιγκιρίδης, Καθηγητής

---

---



*Στους γονείς μου*

*Στον Μάρτιν*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία σηματοδοτεί την ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο ΠΜΣ Γεωπληροφορική του Γεωπονικού Πανεπιστήμιου Αθηνών και την εμβάθυνση σε θέματα που άπτονται της επιστήμης της πληροφορικής και του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων, της γεωλογίας και της Τηλεπισκόπησης, καθώς και τον συνδυασμό όλων αυτών για την εξεύρεση λύσεων σε περιβαλλοντικά προβλήματα.

Για την συγγραφή της παρούσας μελέτης κρίθηκε σκόπιμη η επίσκεψη των καμένων περιοχών στη νήσο Χίο. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης αυτής συναντήθηκα με άτομα, τα οποία μου παρείχαν τόσο χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την πυρκαγιά, την μαστίχα αλλά και οικονομικά στοιχεία της περιοχής όσο και ψυχολογική υποστήριξη. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω τον κ. Βασίλειο Καβουράκη, πρώην Πρόεδρο της Βέσσας και μαστιχοπαραγωγό, τον κ. Ιωάννη Δοκουμετζίδα και τον κ. Αντώνιο Κωσταρή για την πολύτιμη βοήθειά τους και τις χρησιμότερες πληροφορίες τους.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Εμμανουήλ Ψωμιάδη, ο οποίος στάθηκε αρωγός καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της μελέτης μου και χωρίς τη βοήθεια του οποίου δεν θα είχε ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Τέλος ευχαριστώ τον κ. Γεώργιο Μιγκίρο, επιβλέποντα καθηγητή μου, για την συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια συγγραφής της μελέτης μου καθώς και τους κυρίους Διονύσιο Καλύβα και Θεόδωρο Τσιλιγκιρίδη, μέλη της τριμελούς μου επιτροπής.

Χαρίκλεια Θ. Μιμίδου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2014

---

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Τηλεπισκόπηση και τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα αποτελούν πολύ σύγχρονα και αποτελεσματικά εργαλεία καταγραφής και αποτύπωσης των αλλαγών της γήινης επιφάνειας. Ο συνδυασμός των δύο αυτών εργαλείων μπορεί να καταστεί πολύ χρήσιμος για τη λεπτομερή αποτύπωση της καμένης έκτασης, την καταγραφή των επιπτώσεων μετά από μια πυρκαγιά, αλλά και την εξέταση των αλλαγών στη χρήση/κάλυψη γης πριν και μετά από μια πυρκαγιά.

Η περιοχή μελέτης είναι η νήσος Χίος και συγκεκριμένα η περιοχή που επλήγη από την δριμύτατη πυρκαγιά του 2012 στο νησί με αποτέλεσμα να αποτεφρωθούν περίπου 140.000 στρ. πευκοδάσους, βοσκοτόπων, μαστιχόδεντρων και ελαιόδεντρων. Η περιοχή παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον τόσο λόγω των προστατευόμενων περιοχών που υπάρχουν εκεί αλλά κυρίως λόγω των μαστιχόδεντρων που φύονται αποκλειστικά στο νησί και από τα οποία παράγεται η περίφημη μαστίχα.

Σκοπός της μελέτης ήταν η καταγραφή και αποτύπωση της περιβαλλοντικής και οικονομικής καταστροφής που υπέστη το νησί της Χίου από την πυρκαγιά του 2012. Για να καταστεί αυτό δυνατό χρησιμοποιήθηκαν γεωχωρικά και δορυφορικά δεδομένα, καθώς και δεδομένα υπαίθρου τα οποία συλλέχθηκαν από τη συγγραφέα τον Αύγουστο του 2013. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απεικόνιση της καμένης έκτασης με μεγάλη ακρίβεια και να γίνει περισσότερο εφικτή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το μέγεθος των περιβαλλοντικών και οικονομικών συνεπειών.

Η μεθοδολογία στηρίχτηκε στη επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων προκειμένου να βελτιωθεί η ευκρίνειά τους και η ποιότητά τους και να αποκτήσουν ιδιότητες χάρτη, έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η περαιτέρω επεξεργασία τους από το Γεωγραφικό Πληροφορικό Σύστημα, με τη βοήθεια του οποίου δημιουργήθηκαν οι τελικοί χάρτες απεικόνισης της καμένης έκτασης. Επίσης, από τη σύγκριση ορθοφωτοχαρτών του 1996 και δορυφορικών εικόνων IKONOS του 2011 προέκυψαν πληροφορίες για την ηλικία των μαστιχόδεντρων που κήκαν, προκειμένου να καταστεί δυνατή η οικονομική αποτίμηση της πυρκαγιάς, όσον αφορά τα μαστιχόδεντρα. Με βάση τη φωτοερμηνεία δημιουργήθηκε ο χάρτης απεικόνισης της ηλικίας των μαστιχόδεντρων κατά προσέγγιση.

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των γεωχωρικών και των δορυφορικών δεδομένων καταδεικνύουν την ύπαρξη περιοχών ευαίσθητων στην εδαφική διάβρωση, την κατολίσθηση αλλά και τις πλημμύρες. Οι περιοχές αυτές εντοπίζονται κυρίως στις λεκάνες απορροής όπου κήκε μεγάλο ποσοστό της έκτασής τους, όπου υπάρχουν κυρίως ασβεστολιθικά πετρώματα, όπου επικρατούν οι έντονες μορφολογικές κλίσεις και όπου η φυτοκάλυψη είναι ανεπαρκής και ανίκανη να συγκρατήσει το έδαφος.

Σε ότι αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις αυτές εκτιμήθηκαν προσεγγιστικά μέσω φωτοερμηνείας και σύγκρισης δορυφορικών δεδομένων και ορθοφωτοχαρτών. Μια γενική παρατήρηση, ωστόσο, τόσο από την φωτοερμηνεία όσο και από την παρατήρηση στην ύπαιθρο είναι ότι η πλειοψηφία των μαστιχόδεντρων που κήκαν δεν βρίσκονταν στην μέγιστη παραγωγική τους ηλικία και πολλά από αυτά δεν χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή μαστίχας, βρίσκονταν δηλαδή σε εγκατάλειψη. Η αντιστάθμιση των συνεπειών από την απώλεια των καμένων μαστιχόδεντρων θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί από την εισαγωγή στην παραγωγή μαστιχόδεντρών που πριν δεν χρησιμοποιούνταν και την άμεση φροντίδα των καμένων προκειμένου η παραγωγή τους να ξεκινήσει το γρηγορότερο δυνατό.

Η παρούσα μελέτη, τέλος, μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο για προβληματισμό σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπιση τυχών μελλοντικών πυρκαγιών, για την διαχείριση του περιβάλλοντος και του τοπίου μετά από την πυρκαγιά, τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπιση των διαβρώσεων και των πλημμυρών στις πληγείσες περιοχές, και τα μέτρα που πρέπει να εφαρμοστούν για την αντιμετώπιση των οικονομικών επιπτώσεων από την απώλεια των μαστιχόδεντρων και κατά συνέπεια της μείωσης της παραγωγής μαστίχας.

*Λέξεις Κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, πυρκαγιά, αποτίμηση επιπτώσεων πυρκαγιάς, περιβαλλοντικές επιπτώσεις πυρκαγιών, οικονομικές επιπτώσεις πυρκαγιών, μαστιχόδεντρα*

## ABSTRACT

Remote Sensing and Geographical Information Systems are very modern and effective tools for recording and capturing the changes of the Earth's surface. The combination of these two tools can be very useful for detailed mapping of a burned area, for the recording of the side effects of a wildfire and for the examination of the changes of the land use/land cover before and after a wildfire.

The area under investigation is the island of Chios and specifically the region hit by the fierce fire in 2012, that incinerated approximately 140,000 acres of pine forest, pasture, mastic and olive trees. The area is of considerable interest because of the protected areas existing but mainly because of the mastic trees that grow only on this Island and from which the famous mastic is produced.

The purpose of the study is to identify and detect the environmental and financial damage of the island of Chios caused by the fire of 2012. To make this possible geospatial satellite and outdoor data were used, which were collected by the author in August 2013. The data were processed with Geographical Information Systems in order to display the burned area with great accuracy and to simplify the drawing of conclusions about the magnitude of the environmental and financial impacts.

The methodology was based on the processing of satellite data in order to improve their sharpness and their quality and to take the characteristics of a map, so that their further process by the Geographical Information System to be easier and the creation of the final map of the burned area to be possible. Also, a comparison of the 1996 orthophotos and the IKONOS satellite images of 2011 provided information on the age of the burned mastic trees in order to enable the monetization of the fire, concerning the mastic trees. Based on photo interpretation, a map that shows the age of the mastic trees was created.

The results of the processing of geospatial and satellite data indicate the existence of areas susceptible to soil erosion, landslide and flooding. These areas are mainly located in basins that were almost totally burned, where the limestone dominate, where strong morphological gradients exist and where the vegetation cover is inadequate and unable to hold the ground.

As far as the economic impact, it is estimated approximately by photo-interpretation and comparison of satellite data and orthophotos. A general observation, however,



both for the interpretation and the observation of the countryside is that the majority of mastic trees burned were not in their peak productive age and many of them were not used for the production of mastic and were therefore abandoned. The compensation for the effects of the loss of burnt mastic trees could be realized by the introduction of mastic trees that were not previously used to the production and by the immediate care of the burned trees in order to enable the production of the mastic as soon as possible.

This study, finally, may be the subject for discussion on the measures that should be taken for the management of any future fires, on the management of the environment and the landscape after a wildfire, the measures to be taken to face the erosion and the flooding in the affected areas, and the measures that should be implemented in order to face the financial impact of the loss of the mastic trees and thus the reduction of the production of the mastic.

*Key Words: Remote Sensing, Geographical Information Systems, wildfire, wildfires impact assessment, environmental impacts of wildfires, economic impacts of wildfires, mastic trees*

---

---

---



---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>17</b>
1.1. Αντικείμενο και σκοπός της πτυχιακής μελέτης .....	17
1.2. Μεθοδολογία και δομή της πτυχιακής μελέτης.....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....</b>	<b>20</b>
2.1. Περιοχή μελέτης.....	20
2.2. Χωροθέτηση περιοχής μελέτης (Γεωγραφικά χαρακτηριστικά, όρια, έκταση) .....	22
2.2. Ιστορικά στοιχεία .....	24
2.3. Κλιματολογικά χαρακτηριστικά.....	26
2.4. Γεωλογία.....	28
2.5. Γεωμορφολογία .....	32
2.6. Χρήσεις Γης.....	39
2.7. Χλωρίδα.....	42
2.8. Προστατευόμενες περιοχές .....	45
2.9. Δημογραφικά χαρακτηριστικά .....	46
2.10. Οικονομία.....	47
2.11. Μαστίχα.....	48
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΧΙΟΥ .....</b>	<b>51</b>
3.1. Εισαγωγή.....	51
3.2. Είδη δασικών πυρκαγιών.....	52
3.3. Παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και επέκταση των δασικών πυρκαγιών.....	56
3.4. Συνέπειες των δασικών πυρκαγιών .....	57
3.5. Οι δασικές πυρκαγιές της Χίου .....	59
3.4.1. Γενικά .....	59
3.4.2. Ανασκόπηση των πυρκαγιών της Χίου .....	61
3.4.3. Αιτίες και σημεία έναρξης των πυρκαγιών .....	63
3.5. Η πυρκαγιά του 2012.....	64
3.5.1. Ιστορικό πυρκαγιάς .....	64
3.5.2. Περιοχές που επλήγησαν.....	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....</b>	<b>67</b>
4.1. Εισαγωγή.....	67

---



---

4.2. Μέθοδοι και εργαλεία τηλεπισκόπησης για την καταγραφή των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς .....	69
4.3. Δείκτες εκτίμησης των επιφανειακών αλλαγών μετά από μια πυρκαγιά .....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΓΕΩΧΩΡΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....</b>	<b>73</b>
5.1. Δορυφορικά συστήματα καταγραφής.....	73
5.1.1. IKONOS .....	73
5.1.2. QuickBird .....	74
5.1.3.Landsat 7 .....	75
5.2. Συλλογή δεδομένων με GPS .....	77
5.3. Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν .....	86
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΜΕΝΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>88</b>
6.1. Επεξεργασία δεδομένων για καταγραφή της καμένης έκτασης με Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα.....	88
6.1.1. Προεπεξεργασία και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων.....	89
6.1.2. Συνένωση δορυφορικών δεδομένων.....	89
6.1.3.Ραδιομετρική Διόρθωση εικόνων.....	90
6.1.4. Γεωμετρική Διόρθωση εικόνων.....	91
6.1.5.Ψηφιοποίηση καμένων εκτάσεων .....	94
6.1.6. Σύγκριση εικόνων για την εύρεση της ηλικίας των καμένων μαστιχόδεντρων ....	98
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ .....</b>	<b>102</b>
7.1. Εισαγωγή.....	102
7.2. Επιπτώσεις στο περιβάλλον .....	103
7.2.1. Ανάγλυφο της καμένης περιοχής.....	103
7.2.2. Γεωλογία.....	106
7.2.3. Χρήσεις γης .....	108
7.2.4. Διαβρώσεις εδαφών – Πλημμύρες .....	110
7.2.5. Προστατευόμενες περιοχές .....	113
7.3. Επιπτώσεις στην Οικονομία .....	114
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>118</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>119</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>127</b>

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ο Νομός Χίου στο σύνολο της Ελλάδας (Google Earth).....	21
Εικόνα 2. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης από δορυφορική εικόνα Landsat 5 (RGB 4,3,2) .....	22
Εικόνα 3. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης .....	24
Εικόνα 4. «Η σφαγή της Χίου», Ευγένιος Ντελακρουά .....	26
Εικόνα 5. Χάρτης κλιματικών περιοχών της Ελλάδας (πηγή Διαδίκτυο) .....	27
Εικόνα 6. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.....	31
Εικόνα 7. Υδρογεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης .....	32
Εικόνα 8. Μορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης .....	35
Εικόνα 9. Χάρτης Ψηφιακού Υψομετρικού Μοντέλου (DEM) .....	36
Εικόνα 10. Χάρτης μορφολογικών κλίσεων της περιοχής μελέτης.....	37
Εικόνα 11. Χάρτης προσανατολισμού των κλίσεων της περιοχής μελέτης .....	38
Εικόνα 12. Χάρτης λεκανών απορροής και υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης.....	39
Εικόνα 13. Χάρτης κάλυψης γης της περιοχής μελέτης .....	41
Εικόνα 14. Περιοχές οικολογικού ενδιαφέροντος της περιοχής μελέτης.....	45
Εικόνα 15. Σχίνος – Μαστιχόδεντρο ( <i>Pistacia lentiscus</i> var. <i>Chia</i> ).....	48
Εικόνα 16. Δορυφόρος IKONOS (πηγή: satimagingcorp.com) .....	74
Εικόνα 17. Δορυφόρος QuickBird (πηγή: satimagingcorp.com).....	75
Εικόνα 18. Δορυφόρος Landsat 7 (πηγή: <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat_7">http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat_7</a> )....	77
Εικόνα 19. Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων στην υπαίθρο .....	78
Εικόνα 20. Εντοπισμός ακριβούς θέσης στο χάρτη.....	78
Εικόνα 21. Εδαφικά σημεία ελέγχου – παρατηρήσεις υπαίθρου.....	80
Εικόνα 22. Σημείο 4 (Βορειοανατολική διεύθυνση) .....	81
Εικόνα 23. Σημείο 7 (Βόρεια διεύθυνση) .....	81
Εικόνα 24. Σημείο 8 ( Βορειοανατολική διεύθυνση) .....	82
Εικόνα 25. Σημείο 11 (Νότια διεύθυνση).....	82
Εικόνα 26. Σημείο 12 (Δυτική διεύθυνση) .....	83
Εικόνα 27. Σημείο 13 (Ανατολική διεύθυνση) .....	83

Εικόνα 28. Σημείο 15 (Βορειοανατολική διεύθυνση) .....	84
Εικόνα 29. Σημείο 16 (Βόρεια διεύθυνση) .....	84
Εικόνα 30. Σημείο 18 - Βέσσα (Δυτική διεύθυνση) .....	85
Εικόνα 31. Σημείο 29 (Ανατολική διεύθυνση) .....	85
Εικόνα 32. Σημείο 31. Περιοχή που είχε κηρυχτεί αναδασωτέα (Νότια διεύθυνση)..	86
Εικόνα 33. Μωσαϊκό δορυφορικών εικόνων IKONOS (RGB 4,3,2) .....	93
Εικόνα 34. Μωσαϊκό δορυφορικών εικόνων Quickbird (RGB 4,3,2), όπου η καμένη έκταση αποτυπώνεται με μαύρο χρώμα και οι περιοχές βλάστησης με κόκκινο .....	94
Εικόνα 35. Δορυφορική εικόνα Landsat 7, όπου απεικονίζεται ο δείκτης Normal Burn Ratio (NBR) που σκιαγραφεί την καμένη περιοχή .....	95
Εικόνα 36. Χάρτης αναδασωτέας περιοχής που κυρύχθηκε από τη Διεύθυνση Δασών Χίου και με βάση τον οποίο έγινε συμπλήρωση της καμένης έκτασης .....	97
Εικόνα 37. Συνολική καμένη έκταση που προέρχεται από την ψηφιοποίηση της δορυφορικής εικόνας Quickbird και συμπληρώνεται από την ψηφιοποίηση με βάση την κήρυξη αναδασωτέων περιοχών της Διεύθυνσης Δασών Χίου .....	98
Εικόνα 38. Αριστερά εικόνα του 1996 όπου παρατηρούνται μαστιχόδεντρα σε πολύ μικρή ηλικία. Δεξιά εικόνα του 2011 όπου τα μαστιχόδεντρα πλέον βρίσκονται στην παραγωγική ηλικία .....	99
Εικόνα 39. Αριστερά εικόνα του 1996, δεξιά εικόνα του 2011. Οι διαφορές δεν είναι παντού εμφανείς. Κάποια μαστιχόδεντρα που βρίσκονταν ήδη στην παραγωγική ηλικία το 1996, δεν δίνουν την ίδια παραγωγή το 2011. ....	100
Εικόνα 40. Αριστερά εικόνα του 1996, δεξιά εικόνα του 2011. Πολύ εμφανείς αλλαγές σε λοφώδη περιοχή, όπου αριστερά δεν υπήρχαν ακόμη δέντρα και δεξιά η βλάστηση έχει πυκνώσει. Η περιοχή αυτή κάηκε σχεδόν ολοσχερώς .....	100
Εικόνα 41. Χάρτης απεικόνισης περιοχών με μαστιχόδεντρα και κατηγοριοποίησής των δέντρων σε διαφορετικές παραγωγικές περιόδους .....	101
Εικόνα 42. Τοπογραφικός χάρτης της καμένης περιοχής .....	103
Εικόνα 43. Μορφολογικές κλίσεις εδάφους της καμένης περιοχής .....	104
Εικόνα 44. Προσανατολισμός των πρανών της καμένης περιοχής .....	105
Εικόνα 45. Γεωλογικοί Σχηματισμοί καμένης περιοχής .....	106
Εικόνα 46. Είδη κάλυψης γης της καμένης περιοχής .....	109
Εικόνα 47. Λεκάνες απορροής της καμένης περιοχής .....	112
Εικόνα 48. Προστατευόμενες περιοχές που κάηκαν .....	114

Εικόνα 49. Μαστιχόδεντρο ένα χρόνο μετά την πυρκαγιά. Έχει ξεκινήσει η αναγέννηση των πρώτων βλαστών .....	117
Εικόνα 50. Σημείο 1 (Δυτική διεύθυνση) .....	128
Εικόνα 51. Σημείο 2 (Νοτιοδυτική διεύθυνση) .....	128
Εικόνα 52. Σημείο 3 (Δυτική διεύθυνση) .....	129
Εικόνα 53. Σημείο 5 (Βορειοανατολική διεύθυνση) .....	129
Εικόνα 54. Σημείο 6 (Βόρεια διεύθυνση) .....	130
Εικόνα 55. Σημείο 9 (Δυτική διεύθυνση) .....	130
Εικόνα 56. Σημείο 10 (Νότια διεύθυνση) .....	131
Εικόνα 57. Σημείο 14 (Νοτιοδυτική διεύθυνση) .....	131
Εικόνα 58. Σημείο 17 (δυτική διεύθυνση) .....	132
Εικόνα 59. Σημείο 19 (Νοτιοδυτική διεύθυνση) .....	132
Εικόνα 60. Σημείο 20 (Δυτική διεύθυνση) .....	133
Εικόνα 61. Σημείο 21 (Βορειοδυτική διεύθυνση) .....	133
Εικόνα 62. Σημείο 22 (Ανατολική διεύθυνση) .....	134
Εικόνα 63. Σημείο 23 (Νότια διεύθυνση) .....	134
Εικόνα 64. Σημείο 24 (Ανατολική διεύθυνση) .....	135
Εικόνα 65. Σημείο 25 (Νότιο διεύθυνση) .....	135
Εικόνα 66. Σημείο 26 (Βορειοανατολική διεύθυνση) .....	136
Εικόνα 67. Σημείο 27 (Νοτιοδυτική διεύθυνση) .....	136
Εικόνα 68. Σημείο 28 (Νότια διεύθυνση) .....	137
Εικόνα 69. Σημείο 30 (Βόρεια διεύθυνση) .....	137
Εικόνα 70. Σημείο 32 (Νοτιοανατολική διεύθυνση) .....	138
Εικόνα 71. Σημείο 33 (Βορειοδυτική διεύθυνση) .....	138
Εικόνα 72. Σημείο 34 (Βόρεια διεύθυνση) .....	139
Εικόνα 73. Σημείο 35 (Νότια διεύθυνση) .....	139

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη 1973-2001 (Πηγή: Ε.Μ.Υ).....	28
Πίνακας 2. Έκταση και ποσοστό γεωλογικών σχηματισμών .....	30
Πίνακας 3. Έκταση και ποσοστό υδρογεωλογικών ενοτήτων.....	31
Πίνακας 4. Μορφολογικές κλίσεις της περιοχής μελέτης .....	33
Πίνακας 5. Προσανατολισμός κλίσεων των πρανών της περιοχής μελέτης .....	34
Πίνακας 6. Κάλυψη γης στην περιοχή μελέτης .....	40
Πίνακας 7. Χρήσης γης της Νήσου Χίου σύμφωνα με την απογραφή του 1991 της Ε.Σ.Υ.Ε .....	42
Πίνακας 8. Μεταβολή Πληθυσμού της Χίου το 2011 ανά Δημοτικό Διαμέρισμα .....	46
Πίνακας 9. Παραγωγή μαστίχας σε τόνους .....	50
Πίνακας 10. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος IKONOS.....	74
Πίνακας 11. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος QuickBird .....	75
Πίνακας 12. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος Landsat 7 .....	77
Πίνακας 13. Γεωχωρικά δεδομένα.....	79
Πίνακας 14. Μορφολογικές κλίσεις εδάφους καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστά) .....	105
Πίνακας 15. Προσανατολισμός κλίσεων στην καμένη περιοχή (έκταση και ποσοστό) .....	106
Πίνακας 16. Γεωλογικοί σχηματισμοί και υδρογεωλογικές ενότητες καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστό) .....	107
Πίνακας 17. Περαιτότητα υδρογεωλογικών ενοτήτων της καμένης περιοχής.....	108
Πίνακας 18. Είδη κάλυψης γης της καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστό) .....	109
Πίνακας 19. Έκταση και ποσοστά καμένης έκτασης των λεκανών απορροής της καμένης περιοχής.....	113
Πίνακας 20. Αριθμός δηλωθέντων καμένων μαστιχόδεντρων και ελαιόδεντρων στη Δημοτική Ενότητα Μαστιχοχωρίων .....	115

---

---

**ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

Σχήμα 1. Καμένες εκτάσεις ανά τύπο βλάστησης στην ΠΕ Χίου το διάστημα 1983-2005 (Πηγή Κορακάκη κ.α., 2012, σελ. 9) .....	62
Σχήμα 2.Ετήσια κατανομή καμένων εκτάσεων στην ΠΕ Χίου (Πηγή: Κορακάκη, κ.α., 2012, σελ.10) .....	62
Σχήμα 3. Αριθμός περιστατικών πυρκαγιάς ανά αίτιο στη Χίο (Πηγή: Κορακάκη κ.α., 2012, σελ. 12) .....	63
Σχήμα 4. Περιστατικά πυρκαγιάς αναφορικά με το σημείο έναρξης στην ΠΕ Χίου (Πηγή: Κορακάκη κ.α., 2012, σελ 12).....	64
Σχήμα 5. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας για την εξαγωγή της καμένης έκτασης	88



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1. Αντικείμενο και σκοπός της πτυχιακής μελέτης**

Η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από περιβαλλοντική όσο και από κοινωνικοοικονομική σκοπιά. Η επιλογή του αντικειμένου έγινε με την προοπτική της καταγραφής της κατάστασης πριν και μετά την πυρκαγιά του 2012, τον εντοπισμό των αλλαγών, των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων καθώς και των συνεπειών στον άνθρωπο. Η επιλογή της Χίου έγινε καθότι το νησί αυτό παρουσιάζει πολύ μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον λόγω της μαστίχας, η οποία παράγεται αποκλειστικά εκεί.

Ο σκοπός της μελέτης είναι να καταγράψει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη λεπτομέρεια την καταστροφή που υπέστη το νησί από την πυρκαγιά του 2012 και να αποτυπώσει τις περιβαλλοντικές και ανθρωπογενείς επιπτώσεις της καταστροφής αυτής με τη χρήση εργαλείων Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (Γ.Π.Σ).

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνται από παρατηρήσεις υπαίθρου, οι οποίες συλλέχθηκαν τον Αύγουστο του 2013 από τη συγγραφέα της παρούσας εργασίας και τεκμηριώνονται από φωτογραφικό υλικό. Επίσης αποτελούνται από δορυφορικά δεδομένα, τα οποία είναι πολύ μεγάλης χωρικής ανάλυσης και γι αυτό το λόγο η φωτοερμηνεία για την καταγραφή της καμένης έκτασης κατέστη πολύ ακριβής και λεπτομερειακή.

### **1.2. Μεθοδολογία και δομή της πτυχιακής μελέτης**

Η αποτύπωση των επιπτώσεων και των αλλαγών σε περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο έγινε με τη χρήση δύο πολύ χρήσιμων εργαλείων, της Τηλεπισκόπησης και των Γ.Π.Σ.

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε επίσκεψη των καμένων περιοχών προκειμένου διαπιστωθεί το μέγεθος της καταστροφής. Λήφθηκαν σημεία με GPS και φωτογραφικό υλικό, τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς.

Στη συνέχεια συλλέχθηκαν δορυφορικές εικόνες, οι οποίες πέρασαν από τα στάδια της προεπεξεργασίας και της επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα συγχωνεύθηκαν

προκειμένου να είναι πιο εύκολη η περαιτέρω επεξεργασία τους, διορθώθηκαν ραδιομετρικά, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ευκρίνειά τους και διορθώθηκαν γεωμετρικά προκειμένου να αποκτήσουν ιδιότητες χάρτη. Οι επεξεργασμένες πλέον εικόνες εισήχθησαν στο Γεωγραφικό Πληροφορικά Σύστημα, όπου και η καθεμία ξεχωριστά χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση της καμένης έκτασης με μεγάλη ακρίβεια.

Επιπλέον δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιοποίηση των χρήσεων γης και την αποτύπωση του τι ακριβώς κάηκε. Ακόμη από τη σύγκριση τηλεπισκοπικών δεδομένων προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για τις οικονομικές επιπτώσεις από την απώλεια των μαστιχόδεντρων στο νησί.

Τέλος δημιουργήθηκαν χάρτες οι οποίοι με μεγάλη ακρίβεια απεικονίζουν μορφολογικά, γεωλογικά, υδρολογικά, εδαφικά, κ.α δεδομένα της καμένης περιοχής, η πληροφορία των οποίων χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση της περιβαλλοντικής καταστροφής που επέφερε η πυρκαγιά.

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο σκοπό της παρούσας μελέτης καθώς και αναφέρεται περιληπτικά η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί μια περιγραφή της περιοχής που μελετάται, της νήσου Χίου, στην οποία περιλαμβάνονται ιστορικά, γεωμορφολογικά, γεωλογικά, κλιματολογικά, οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Στο τρίτο κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρατίθενται κάποια γενικά στοιχεία για τις δασικές πυρκαγιές και στο δεύτερο μέρος γίνεται μια αναφορά στις πυρκαγιές της Χίου και μια αναλυτική περιγραφή της πυρκαγιάς που έπληξε το νησί τον Αύγουστο του 2012 και των περιοχών που επηρεάστηκαν.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων που η Τηλεπισκόπηση χρησιμοποιεί για την αποτύπωση των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται και μια εκτενής αναφορά στο δείκτη NBR που χρησιμοποιήθηκε για την χαρτογράφηση της καμένης έκτασης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια περιγραφή των γεωχωρικών, των δορυφορικών και των λοιπών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Το έκτο κεφάλαιο αποτελεί ουσιαστικά τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να υπολογιστούν και να αποτυπωθούν τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο περιβάλλον και στην οικονομία του νησιού.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά από τη επεξεργασία των δεδομένων και αναλύονται οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς.

Τέλος το όγδοο κεφάλαιο αποτελεί τη συμπερασματολογία όλης της μελέτης και δίνει έναυσμα για προβληματισμό και περαιτέρω συζήτηση για εξεύρεση πιθανών λύσεων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **2.1. Περιοχή μελέτης**

Η περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η νήσος Χίος και συγκεκριμένα η περιοχή εκείνη που επλήγη από την πυρκαγιά του Αυγούστου το 2012 που αποτέφρωσε περίπου 140.000 στρέμματα τόσο δασικής όσο και γεωργικής έκτασης και βοσκοτόπων. Η περιοχή ανήκει γεωγραφικά στο Βορειοανατολικό Αιγαίο, στο νομό Χίου που συμπεριλαμβάνει εκτός από τη νήσο Χίο, τις Οινούσες και τα Ψαρά. Η νήσος Χίος είναι το 5<sup>ο</sup> μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας (συνολική έκταση νησιού 842,54 km<sup>2</sup> σύμφωνα με την απογραφή του 2001) και ανήκει στο σύμπλεγμα των νησιών που σχηματίζονται στο Ανατολικό Αιγαίο. Στα νησιά αυτά συμπεριλαμβάνεται η Λέσβος, η Λήμνος, η Σάμος, η Ικαρία και ο Αγ. Ευστράτιος.

Η πληγείσα από την πυρκαγιά περιοχή εκτείνεται από τα κεντρικά του νησιού προς τα νότια από τη δυτική πλευρά. Καταλαμβάνει έκταση 130 km<sup>2</sup> και καλύπτει το 7% του νησιού. Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει πολλά χωριά και κυρίως τα Μαστιχοχώρια, τα οποία είναι γνωστά για την παραγωγή της μαστίχας. Γι' αυτόν κυρίως το λόγο η πληγείσα περιοχή έχει και ιδιαίτερο ενδιαφέρον μελέτης, καθώς καταστράφηκε ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μαστιχόδενδρων αλλά και ελαιόδεντρων. Ωστόσο, εκτός από τις μόνιμες καλλιέργειες, η περιοχή μελέτης αποτελείται σε ένα μεγάλο ποσοστό από δασικές εκτάσεις κυρίως στα βόρεια και κεντρικά και βοσκοτόπους. Το γεγονός ότι ένα μέρος της έχει καεί ξανά στο παρελθόν δημιουργεί προβληματισμό σχετικά με θέματα διάβρωσης, πλημμυρών και δυνατότητα οικολογικής αποκατάστασης, αλλά και θέματα οικονομικά που πηγάζουν κυρίως από την καταστροφή των μόνιμων καλλιεργειών.

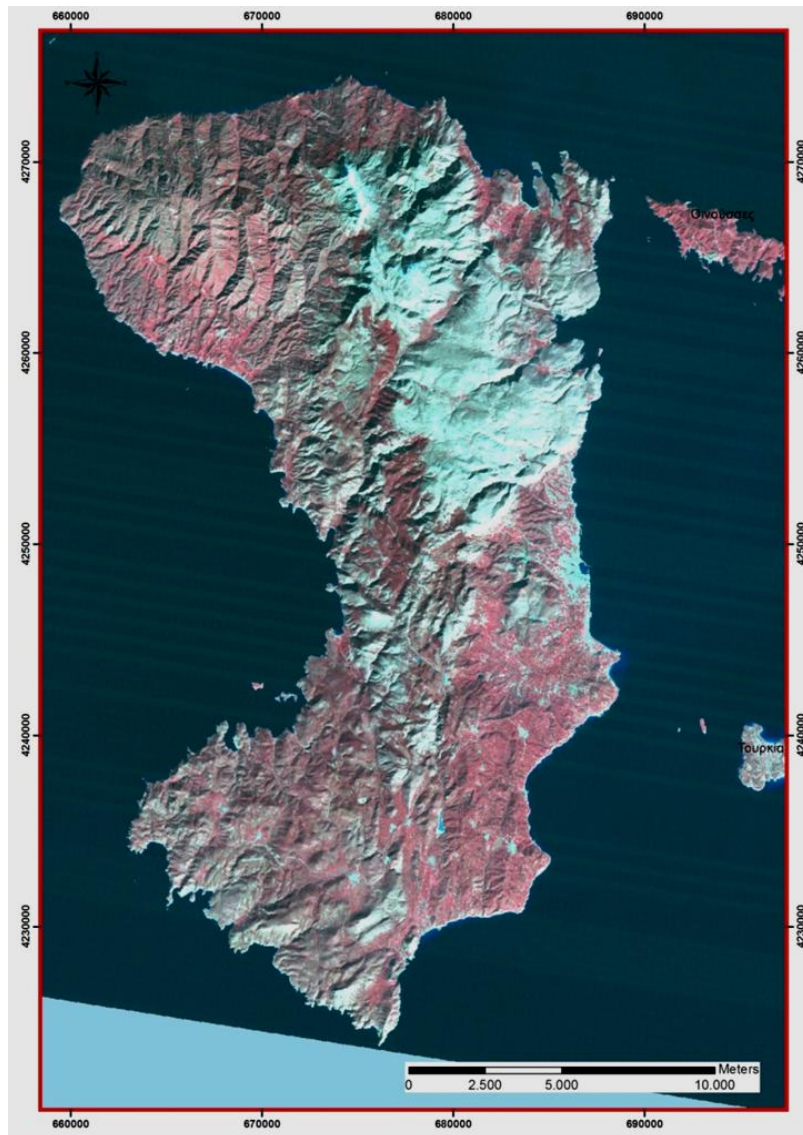
Σε ότι αφορά την οικονομία του νησιού, αυτή στηρίζεται αποκλειστικά στη γεωργία και τη ναυτιλία. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι τα εσπεριδοειδή, τα μανιτάρια, τα όσπρια, η μαστίχα και η ελιά. Η μαστίχα αποφέρει πολλά έσοδα στο νησί, τα οποία προέρχονται κυρίως από εξαγωγές της μαστίχας σε όλο τον κόσμο και κυρίως στο Ιράκ και την Ιαπωνία. Στην περιοχή που μελετάται τα κυρίαρχα γεωργικά είδη που επλήγησαν από τη φωτιά είναι η μαστίχα και η ελιά.

Παρακάτω στην Εικόνα 1 απεικονίζεται σε κόκκινο πλαίσιο ο Νομός Χίου στο σύνολο της χώρας και στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η νήσος Χίος σε δορυφορική εικόνα Landsat 5 χωρικής διακριτικής ικανότητας 30m (02/06/2011) και

σκιαγραφείται η καμένη έκταση στο σύνολο του νησιού. Από τα φασματικά κανάλια δημιουργήθηκε μία Σύνθετη Ψευδέγχρωμη Εικόνα και συγκεκριμένα αντιστοιχήθηκαν τα κανάλια 4,3,2 στη χρωματική παλέτα RGB κατ' αντιστοιχία, έτσι ώστε η βλάστηση να απεικονίζεται με έντονο κόκκινο χρώμα.



Εικόνα 1. Ο Νομός Χίου στο σύνολο της Ελλάδας (Google Earth)



Εικόνα 2. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης από δορυφορική εικόνα Landsat 5 (RGB 4,3,2)

## 2.2. Χωροθέτηση περιοχής μελέτης (Γεωγραφικά χαρακτηριστικά, όρια, έκταση)

Το νησί της Χίου έχει έκταση 842,5 km<sup>2</sup> και μαζί με τα Ψαρά (39 km<sup>2</sup>) και τις Οινούσες (14 km<sup>2</sup>) αποτελούν το Νομό Χίου. Το νησί βρίσκεται στο Βορειοανατολικό Αιγαίο (γεωγραφικό πλάτος 38°-39° Βόρεια, γεωγραφικό μήκος 26° Ανατολικά), στα ανοικτά της ακτής της Τουρκίας απέναντι από τη χερσόνησο της Ερυθραίας, περίπου 88 km. δυτικά της Σμύρνης. Στα Βόρεια βρίσκεται το νησί της Λέσβου και στα Νότια η Σάμος και η Ικαρία.

Το νησί έχει σχήμα ορθογώνιο και έχει μήκος περίπου 50 km από Βορρά προς Νότο και 29 km από Ανατολή προς Δύση στο φαρδύτερο τμήμα του και 12,5 km στο

στενότερο. Η ανατολική ακτή αποτελείται από πολλούς μικρούς κόλπους ενώ η δυτική ακτή από έναν κύριο μεγάλο κόλπο που διατρέχει όλο το μήκος του νησιού.

Η Χίος θα μπορούσε να χωριστεί σε τρεις περίπου φυσικές ζώνες:

- Την ορεινή βορειοδυτική περιοχή που περιλαμβάνει το Πεληναίο όρος (1.297m) και τις περιοχές Σπαρντούντα, Καρδάμυλα, Μάρμαρο, Αμάδες, Πυτιούς, Βίκι και Κουρούνια.
- Τον Κάμπο, μια αγροτική ζώνη στην κεντρική-ανατολική πλευρά. Στα χωριά του Κάμπου, τα περίφημα Καμποχώρια παράγονται κυρίως εσπεριδοειδή και το ξακουστό χιώτικο μανταρίνι.
- Τη λοφώδη νότια περιοχή, γνωστή για την παραγωγή της μαστίχας (*Pistacea lentiscus* var. *Chia*). Τα χωριά της νότιας Χίου είναι ευρέως γνωστά ως Μαστιχοχώρια.

Άλλες υψηλές κορυφές που εντοπίζονται στο νησί είναι το Όρος (1.126 m), η Αμανή (764 m), ο Προβατάς (773 m) και το Αίπος (448 m). Στη νότια πλευρά του νησιού συναντά κανείς λόφους που καταλήγουν στην παραλία.

Στο νησί δεν υπάρχουν ποτάμια και τα δάση που στο παρελθόν κατελάμβαναν μεγάλη έκταση του νησιού είτε κόπηκαν για την παραγωγή ξυλείας είτε καταστράφηκαν από πυρκαγιές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ένα ενιαίο δασικό σύστημα αλλά να εντοπίζονται διάσπαρτες δασικές εκτάσεις σε διάφορα σημεία του νησιού (Meikle, 1954). Το μήκος των ακτών ανέρχεται στα 213 km.

Σε ότι αφορά την καμένη από την πυρκαγιά του 2012 έκταση, αυτή καταλαμβάνει το 7% του νησιού (130 km<sup>2</sup>) και ξεκινά από τα κεντρικά του νησιού και εκτείνεται 28,5 km προς το νότο. Εντοπίζεται στη δυτική πλευρά του νησιού και σε κάποια σημεία φτάνει και μέχρι την ακτή.

Στην Εικόνα 3 παρατίθεται ο τοπογραφικός χάρτης του νησιού με το οδικό δίκτυο και τους περισσότερους οικισμούς της Χίου, ο οποίος δημιουργήθηκε μετά από ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών της Γ.Υ.Σ., φύλλα Βολισσός, Βροντάδος, Θυμιανά και Μεστά, 1:50.000.



Εικόνα 3. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης

## 2.2. Ιστορικά στοιχεία

Κατά περιόδους στη Χίο δόθηκαν διάφορες ονομασίες οι οποίες στηρίζονται σε μύθους και εικασίες. Ξεκινώντας από την Ομηρική εποχή, το πρώτο όνομα που δόθηκε στο νησί ήταν Κίος ή Κέως. Στη μυθολογία αναφέρεται ότι το όνομα Χίος προέρχεται από τη νύμφη Χιόνη, κόρη του Οينوπίωνα. Ο Οينوπίωνας θεωρείται ως ο πρώτος βασιλιάς της Χίου και αυτός μαζί με τον Μάκαρα είναι οι δύο πρώτοι κάτοικοι του νησιού. Ο Οينوπίων, γιος του Διονύσου και της Αριάδνης, κρητικής καταγωγής, έφερε στο νησί την καλλιέργεια του αμπελιού και δίδαξε στους κατοίκους την τέχνη του εμπορίου και της θάλασσας. Ένας δεύτερος μυθικός



διεκδικητής του ονόματος της Χίου είναι και ο Χίος, ο γιός του Ποσειδώνα ή του Ωκεανού. Υπάρχουν ωστόσο και άλλες εικασίες. Σύμφωνα με τον Ισίδωρο το γεωγράφο οι Σύριοι αποκαλούσαν τη μαστίχα Χίο. Ακόμη ένα όνομα που είχε δοθεί στη Χίο ήταν Οφιούσα, λόγω των πολυάριθμων φιδιών που κατοικούσαν στο νησί, αλλά και Πιτυούσα, λόγω των πολλών πεύκων που υπήρχαν κυρίως στο Βόρειο τμήμα, Αριούσα εξαιτίας των «αρίων» (δρυών) Αιθάλη και Αρεθούσα.

Το νησί σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα κατοικείται από το 6000 π.Χ, ωστόσο από την αρχαία Χίο τίποτα δεν είναι ορατό σήμερα λόγω των φυσικών καταστροφών και των πολέμων. Η Χίος ανήκε στην Ιωνική Δωδεκάπολη και η πόλη της Χίου αναδείχθηκε σύντομα σε ένα ισχυρό κέντρο θαλάσσιου εμπορίου. Τόσο η μοναδική στη Χίο μαστίχα όσο και άλλα προϊόντα, όπως το κρασί (ο περίφημος Χίος Οίνος) ήταν προϊόντα που διακινούνταν. Από τα μέσα του 7<sup>ου</sup> αιώνα η Χίος είχε πάρει τη μορφή μιας πόλης-κράτους με πλούτο και ευημερία, συνθήκες που προωθούν την άνθιση των γραμμάτων και των τεχνών. Δεν είναι λοιπόν τυχαίο που η Χίος διεκδικεί την καταγωγή του Ομήρου.

Κατά τους Βυζαντινούς χρόνους η Χίος συνεχίζει να ακμάζει, λόγω της γεωγραφικής της θέσης, της γεωργίας και του εμπορίου. Τον 11<sup>ο</sup> αιώνα χτίζεται και η περίφημη Νέα Μονή που διαδραμάτισε έναν πολύ σημαντικό ρόλο για το νησί τόσο σαν θρησκευτικό κέντρο όσο και σαν οικονομικός αρωγός. Το 1346 η Χίος καταλαμβάνεται από τους Γενουάτες, οι οποίοι εισάγουν στο νησί την καλλιέργεια των εσπεριδοειδών και δημιουργούν ακόμη ευνοϊκότερες συνθήκες στο εμπόριο των ήδη υπάρχοντων προϊόντων, με την οργάνωσή του από την Μαόνα, μια εμπορική εταιρία των Γενουατών, η οποία καταπίεζε τους ντόπιους.

Το 1566 ξεκινά η Οθωμανική κατοχή για το νησί της Χίου. Οι Τούρκοι βλέποντας τις δυνατότητες του νησιού παραχωρούν στους κατοίκους πολλά προνόμια πολιτικά και θρησκευτικά. Οι Χίος κατά την περίοδο της τουρκοκρατίας συνεχίζει να ευημερεί οικονομικά και να ανθίζουν οι τέχνες και τα γράμματα. Η πολύ καλή σχέση των Χιωτών με τους Τούρκους και η ομαλή τους συμβίωση σταματά το 1822 όπου με αφορμή τον τορπιλισμό της τουρκικής ναυαρχίδας από τον Κωνσταντίνο Κανάρη και την έναρξη της επανάστασης από τους Χιώτες, οι Τούρκοι κατασφάζουν τον πληθυσμό και καταστρέφουν για 40 ημέρες το νησί. Περισσότερα από 40.000 άτομα σφαγιάστηκαν κι αιχμαλωτίστηκαν, μεταξύ των οποίων γυναίκες και παιδιά. Τα μόνα άτομα που αφέθηκαν να επιζήσουν ήταν κάποιος αριθμός μαστιχοπαραγωγών, οι οποίοι θα ήταν χρήσιμοι στους Τούρκους για τη συνέχιση της καλλιέργειας της

μαστίχας. Η καταστροφική μανία των Τούρκων στο νησί της Χίου προς παραδειγματισμό των υπόλοιπων Ελλήνων έχει μείνει γνωστή στην ιστορία ως η σφαγή της Χίου. Οι λιγοστοί επιζώντες ξεκίνησαν προσπάθειες για αναστήλωση του νησιού το 1832. Η Χίος τελικά απελευθερώνεται το 1912 και ενώνεται με την Ελλάδα, για να γνωρίσει και πάλι την κατοχή από τους Γερμανούς τον Μάιο του 1941. Η απελευθέρωση ήρθε και πάλι, το 1944 μαζί με όλη την υπόλοιπη Ελλάδα.



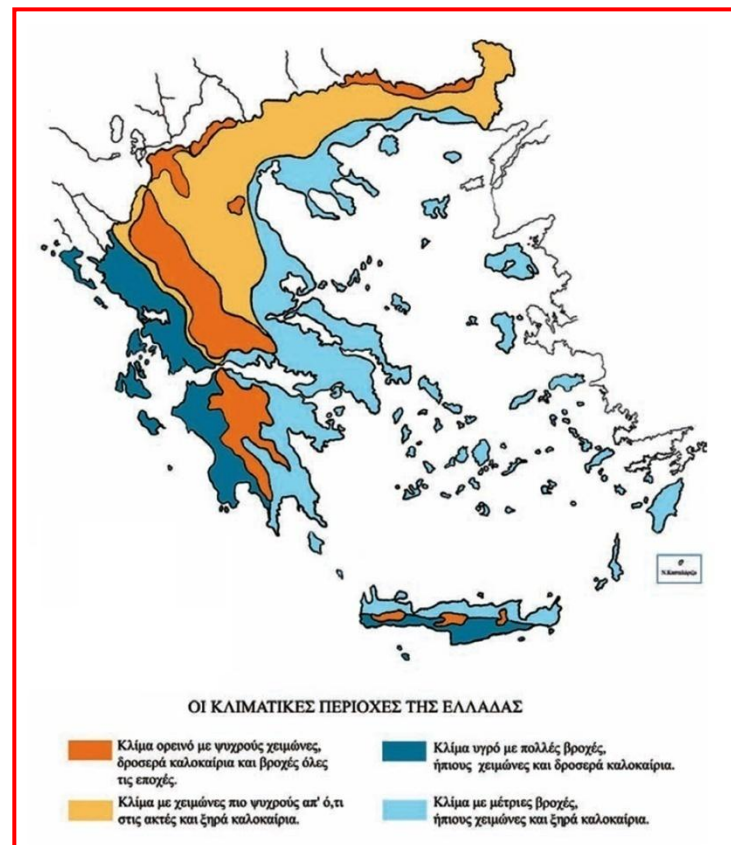
Εικόνα 4. «Η σφαγή της Χίου», Ευγένιος Ντελακρουά

### 2.3. Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Η νήσος Χίος βρίσκεται στο Βορειοανατολικό Αιγαίο, στο ανατολικότερο από τα τέσσερα τμήματα στα οποία διαιρείται η Μεσόγειος θάλασσα. Λόγω της θέσης της το κλίμα της υπάγεται στον τόπο των Ετήσιων Ανέμων (μελεμιών), οι οποίοι πνέουν στο Αιγαίο κατά το θέρος και διαμορφώνουν τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του Μεσογειακού κλίματος κατά μήκος του Αιγαίου. Ο κλιματικός τύπος των ετήσιων ανέμων σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, σχεδόν δροσερά καλοκαίρια, μέτριες ή χαμηλές βροχοπτώσεις, μεγάλη διάρκεια πραγματικής θερινής

ξηρασίας και ισχυρούς ανέμους βορείου τομέα σε μεγάλη συχνότητα (Αγροτικός συνεταιρισμός εσπεριδοκαλλιεργητών Χίου, 2010).

Στις κλιματικές περιοχές που παρουσιάζονται στο χάρτη της Εικόνας 5, η Χίος ανήκει στην περιοχή με μέτριες βροχοπτώσεις, ήπιους χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Επίσης στον Πίνακα 1 δίδονται τα μετεωρολογικά δεδομένα 1973 – 2001.



Εικόνα 5. Χάρτης κλιματικών περιοχών της Ελλάδας (πηγή Διαδίκτυο)

Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας για τα έτη 1973-2001 που λήφθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό 706 της ΕΜΥ στη Χίο (γεωγραφικό μήκος 26° ανατολικά, γεωγραφικό πλάτος 38° 21' βόρεια (ΕΓΣΑ 87'), υψόμετρο 3,8 m) δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 1. Μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη 1973-2001 (Πηγή: Ε.Μ.Υ)

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση θερμοκρασία (C°)	9,6	9,8	11,7	15,3	19,7	24,3	26,7	26,2	22,8	18,3	13,8	11,1
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (C°)	12,4	12,9	14,9	18,7	23,1	27,9	30,2	29,7	26,4	21,9	16,7	13,6
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (C°)	6,1	6,3	7,3	9,9	13,7	17,8	21,1	21	17,4	13,8	10	7,6
Απόλυτα μέγιστη θερμοκρασία (C°)	19,4	22	24	27,8	35,6	39	39	40,6	35	32,8	25,4	21,4
Απόλυτα ελάχιστη θερμοκρασία (C°)	-4	-4	-3	0,2	5	9,4	11	11	5,8	3,4	-0,6	-2
Μέση νέφωση (όγδοα)	4,3	4,4	3,8	3,3	2,4	0,9	0,3	0,3	0,9	2,3	3,7	4,4
Διάρκεια βροχοπτώσεων (ημέρες)	7,9	7,5	6,4	5,3	2,3	0,3	0,1	0	0,9	2,6	7,3	9,1
Βροχόπτωση (mm)	96,8	77,1	66,5	34,6	13,1	1,1	0	0	11,7	27,2	82,1	116,6
Σχετική υγρασία (%)	73,2	72,4	71,8	69,8	67,4	61,4	57,7	59,6	63,6	70,9	74,8	74,3

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οι πιθανότητες εκδήλωσης μίας πυρκαγιάς είναι πολύ μεγάλες, ιδιαίτερα όταν στην περιοχή πνέουν ισχυροί άνεμοι. Οι άνεμοι στο νησί είναι κυρίως βόρειας κατεύθυνσης με τη μέγιστη ένταση να παρατηρείται τους μήνες Δεκέμβριο – Μάρτιο και την ελάχιστη κατά τους μήνες Απρίλιο – Ιούνιο.

#### 2.4. Γεωλογία

Το νησί της Χίου παρουσιάζει αξιόλογο γεωλογικό ενδιαφέρον και μεγάλη γεωλογική και τεκτονική πολυπλοκότητα. Κλαστικά και ανθρακικά ιζήματα του Παλαιοζωικού, του Μεσοζωικού και του Νεογενούς ποικίλης λιθολογικής σύστασης είναι τα πετρώματα που απαντώνται κατά κύριο λόγο. Οι κυριότεροι γεωλογικοί σχηματισμοί του νησιού έχουν ηφαιστειογενή και ασβεστολιθική προέλευση. Τα πετρώματα που εντοπίζονται κυρίως στη Βορειοδυτική πλευρά του νησιού είναι ως επί το πλείστον ιζηματογενή και δημιουργήθηκαν σε διάφορες γεωλογικές περιόδους άλλα σε θαλάσσιες και άλλα σε λιμναίες περιοχές από αιωρούμενα σωματίδια,

κυρίως κελύφη μικρών πλαγκτονικών οργανισμών, που κατακάθισαν στον πυθμένα, συμπιέστηκαν ισχυρά και μαζί με τη δράση χημικών διεργασιών μετατράπηκαν σε συμπαγείς λίθινες μάζες. Τα πετρώματα αυτά θεωρείται ότι είναι τα αρχαιότερα στην Ελλάδα (μαζί με τα πετρώματα που έχουν βρεθεί στο νησί της Κω). Στη Χίο εντοπίζονται ηφαιστειακά πετρώματα κυρίως στον Εμπορειό, στην Κώμη, στην Καμπιά και στα Καρδάμυλα αλλά και μεγάλης έκτασης ασβεστολιθικές περιοχές με χαρακτηριστικές τεκτονικές επωθήσεις, ρήγματα και καρστικές δομές όπως ξηρές κοιλάδες, φαράγγια, δολίνες, πόλγες, ασβεστολιθικά πεζοδρόμια, σπήλαια (χαρακτηριστικά είναι το σπήλαιο του Αγίου Γάλακτος και το σπήλαιο των Ολύμπων), βάραθρα.

Στην νότια περιοχή της Χίου η ύπαρξη αργίλου δίνει δυνατότητες ανάπτυξης της κεραμοπλαστικής. Στο νοτιοανατολικό τμήμα λειτουργούσαν παλαιότερα λιγνιτωρυχεία ενώ στο βορρά βρίσκει κανείς εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα αντιμονίου στο χωριό Κέραμος και θειοσιδηρούχες ιαματικές πηγές στον οικισμό Αγιάσματα. Επίσης, τα μάρμαρα της Χίου είναι πολύ ιδιαίτερα, καθώς και η πιο μαλακή «θυμιανούσικη πέτρα» με σκούρο χρώμα, που χρησιμοποιούνται ως δομικά υλικά. Ακόμη, άξια μορφολογικού και τεκτονικού ενδιαφέροντος είναι το ηφαίστειο του Εμπορειού και το σεισμικό ρήγμα που εντοπίζεται στο δρόμο από τη Χίο προς το νότο, πριν το χωριό Θολοποτάμι, μήκους μεγαλύτερου από 3 km. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης του νησιού όπου εκτός από τα πετρώματα φαίνονται και τα ρήγματα και στην Εικόνα 7 οι υδρογεωλογία του νησιού με έμφαση να δίνεται στην περατότητα των σχηματισμών.

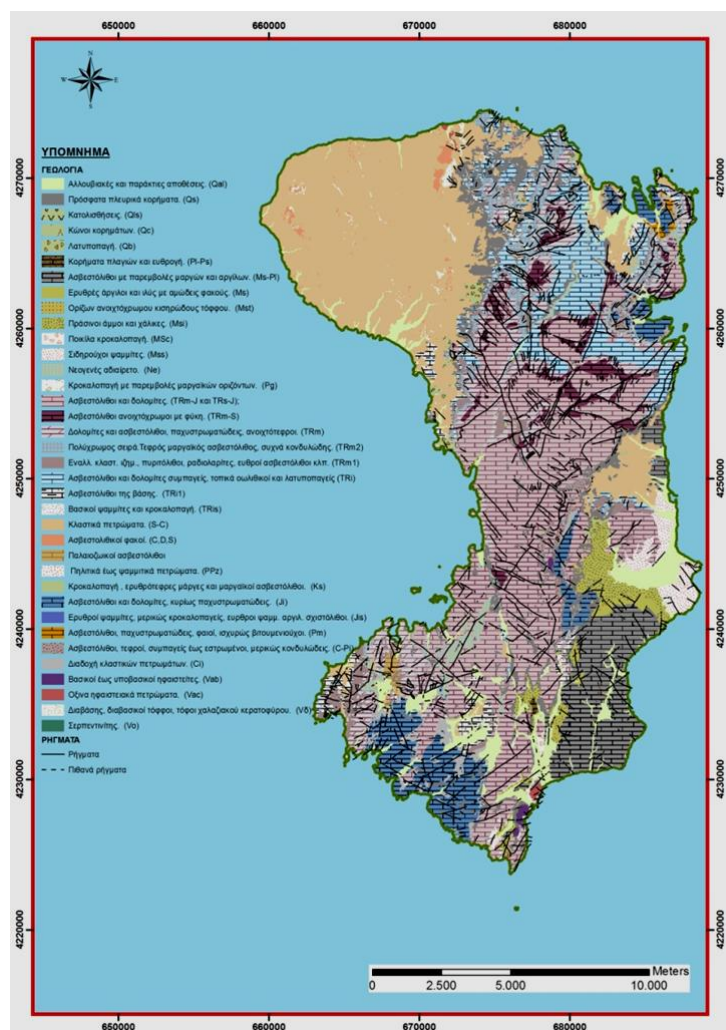
Πίνακας 2. Έκταση και ποσοστό γεωλογικών σχηματισμών

Γεωλογικός Σχηματισμός	Καταίεδση	Έκταση(km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Διαβάσης, διαβασικοί τόφφοι, τόφφοι χαλαζιακού κερατοφύρου. (Vδ)	3	2,9	0,34
Οξίνα ηφαιστειακά πετρώματα. (Vac)		1	0,12
Βασικοί έως υποβασικοί ηφαιστειίτες. (Vab)		1,3	0,15
Ερυθρές άργιλοι και ιλύς με αμώδεις φακούς. (Ms)		4	0,48
Σερπεντινίτης. (Vo)		0,07	0,01
Κλαστικά πετρώματα. (S-C)	5	210	24,96
Σιδηρούχοι ψαμμίτες. (Mss)		12,1	1,44
Ορίζων ανοιχτόχρωμου κισηρώδους τόφφου.(Mst)		0,77	0,09
Διαδοχή κλαστικών πετρωμάτων. (Ci)		18	2,14
Νεογενές αδιαίρετο. (Ne)	8	9,8	1,16
Πολύχρωμος σειρά.Τεφρός μαργαϊκός ασβεστόλιθος, συχνά κονδυλώδης. (TRm2)	12	16,5	1,96
Εναλλ. κλαστ. ιζημ., πυριτόλιθοι, ραδιολαρίτες, ευθροί ασβεστόλιθοι κλπ. (TRm1)		19,5	2,32
Ασβεστόλιθοι με παρεμβολές μαργών και αργίλων. (Ms-Pl)		50,7	6,02
Κροκαλοπαγή με παρεμβολές μαργαϊκών οριζόντων. (Pg)		0,45	0,05
Ερυθροί ψαμμίτες, μερικώς κροκαλοπαγείς, ευθροί ψαμμ. αργιλ. σχιστόλιθοι. (Jis)		0,65	0,08
Ποικίλα κροκαλοπαγή. (MSc)	15	1,12	0,13
Κορήματα πλαγιών και ευθρογή. (PI-Ps)		0,83	0,10
Κροκαλοπαγή , ερυθρότεφρες μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι. (Ks)		0,12	0,01
Αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις. (Qal)		50,2	5,97
Βασικοί ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. (TRis)	25	2,7	0,32
Ασβεστολιθικοί φακοί (Λιθανθρ., Δεβόνιο, Σιλούριο). (C,D,S)		3,25	0,39
Παλαιοζωικοί ασβεστόλιθοι		2	0,24
Πράσινοι άμμοι και χάλικες. (Msi)		15,5	1,84
Λατυποπαγή. (Qb)		2,62	0,31
Ασβεστόλιθοι της βάσης. (TRi1)		15,1	1,79
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες. (TRm-J και TRs-J)	195,8	23,27	
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες συμπαγείς, τοπικά οωλιθικοί και λατυποπαγείς (TRi)	26,14	3,11	
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες, κυρίως παχυστρωματώδεις. (Ji)	45	43,87	5,21
Πρόσφατα πλευρικά κορήματα. (Qs)		40,38	4,80

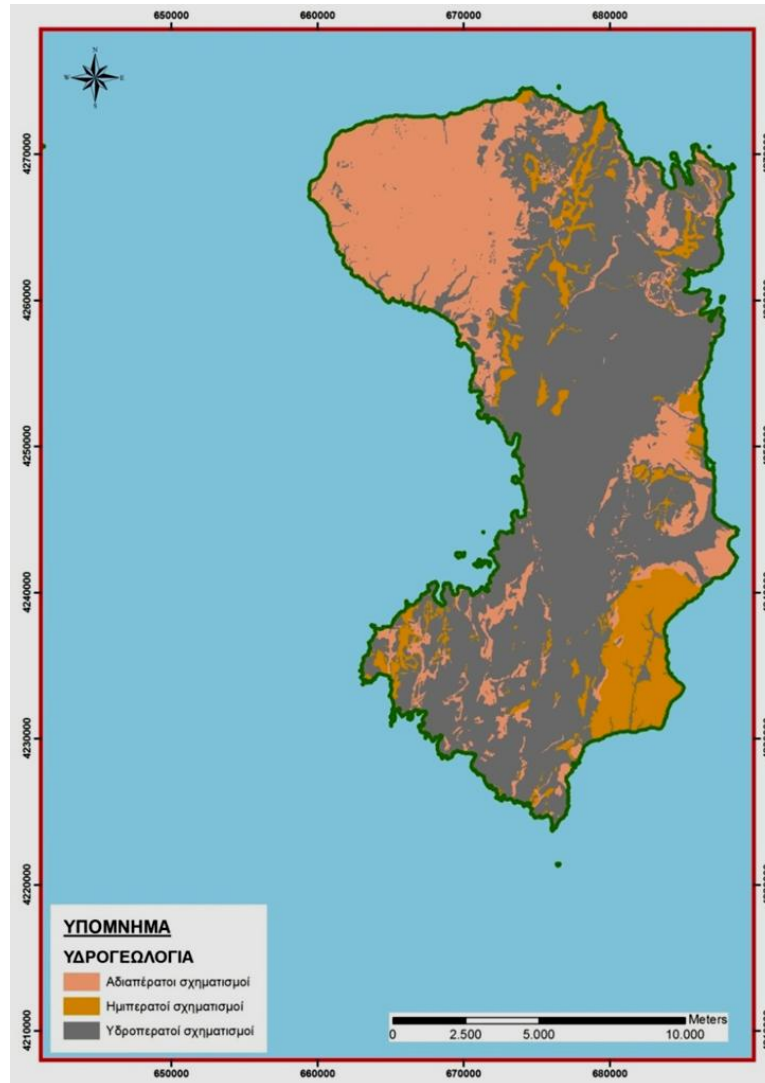
Δολομίτες και ασβεστόλιθοι, παχυστρωματώδεις, ανοιχτότεφροι. (TRm)	50,56	6,01
Κατολισθήσεις. (Qls)	0,5	0,06
Κώνιοι κορημάτων. (Qc)	0,16	0,02
Ασβεστόλιθοι, τεφροί, συμπαγείς έως ενστρωμένοι, μερικώς κονδυλώδεις. (C-Pi)	7,58	0,90
Ασβεστόλιθοι ανοιχτόχρωμοι με φύκη. (TRm-S)	30,58	3,63
<b>Συνολική Έκταση Νησιού</b>	<b>842,5</b>	<b>100</b>

Πίνακας 3. Έκταση και ποσοστό υδρογεωλογικών ενοτήτων

Περατότητα Σχηματισμού	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Αδιαπέρατος	260,94	30,89
Ημιπερατός	90,87	10,68
Υδροπερατός	489,74	57,87
<b>Συνολική Έκταση νησιού</b>	<b>842,5</b>	<b>100</b>



Εικόνα 6. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης



Εικόνα 7. Υδρογεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης

## 2.5. Γεωμορφολογία

Σε ότι αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, το νησί θα μπορούσε να χαρακτηριστεί συνολικά ως ορεινό, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειάς του είναι ορεινό και τραχύ με μέσο υψόμετρο τα 400 m. Αναλυτικότερα το κεντρικό και βόρειο τμήμα χαρακτηρίζεται από έντονο και τραχύ τοπογραφικό ανάγλυφο, ενώ όσο κινούμαστε νοτιότερα το ανάγλυφο τείνει να γίνεται ηπιότερο με χαμηλότερο υψόμετρο και παρουσία λόφων με ομαλές κλίσεις στις πλαγιές και αβαθή ρέματα.

Το πλέον σημαντικό όρος είναι το Πεληναίο που φτάνει τα 1297m, με σχετικά απότομες πλαγιές και χαράδρες, στο κέντρο του βορείου τμήματος. Προς τα δυτικά εκτείνεται η μικρή οροσειρά της Αμανής (809m) που καλύπτει ολόκληρο το



βορειοδυτικό τμήμα του νησιού, ενώ νοτιότερα απαντά το Όρος (1186m), ο Κοχλίας (926m), η Κακή Ράχη (525m), ο Τράχωνας (377m), ο Κορακάρης (309m) (Παΐδας, 2011).

Σχετικά ηπιότερο ανάγλυφο επικρατεί στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού, όπου και η προς αξιοποίηση περιοχή και το βορειοδυτικό τμήμα, όπου επικρατούν ψαμμίτες και σχιστόλιθοι του Παλαιοζωικού.

Στο νοτιοανατολικό παράκτιο τμήμα του νησιού απαντούν μικρές κοιλάδες και επί των ορεινών περιοχών μικρά οροπέδια. Τα πεδινά τμήματα είναι πολύ λίγα, με το κυριότερο εξ αυτών να είναι ο Κάμπος, 5km νότια της πόλης της Χίου και η μικρή πεδιάδα της Βολισσού 40km βορειοδυτικά της πόλης.

Πυκνό υδρογραφικό δίκτυο δενδριτικής μορφής αναπτύσσεται στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού όπου επικρατούν αδιαπέρατα πετρώματα. Στο υπόλοιπο και μεγαλύτερο τμήμα του νησιού, το υδρογραφικό δίκτυο είναι αραιότερο και αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη κατείδυση των επιφανειακών υδάτων σε υδροπερατά πετρώματα.

Το νησί μπορεί να χωριστεί στις εξής μορφολογικές ενότητες:

- ΝΑ ενότητα: Λοφώδης – ημιορεινή με ιζήματα του νεογενούς
- Ν-ΝΔ ενότητα: Ημιορεινή με λιγότερο τραχύ ανάγλυφο
- Β-Κεντρική: Ορεινή με έντονο και τραχύ ανάγλυφο, όπου επικρατούν μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι
- ΒΔ ενότητα: Ημιορεινή – ορεινή, όπου επικρατούν ψαμμίτες και σχιστόλιθοι του Παλαιοζωικού (Παΐδας, 2011).

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 4 και Πίνακας 5) δίνονται οι μορφολογικές κλίσεις και ο προσανατολισμός των κλίσεων σε έκταση και ποσοστό επί του συνόλου του νησιού.

Πίνακας 4. Μορφολογικές κλίσεις της περιοχής μελέτης

Χαρακτηρισμός	Μορφολογικές κλίσεις (%)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Επίπεδες περιοχές – πολύ ήπια κλίση	0-5	74,22	8,82
Ήπια κλίση	5-10	86,29	10,25
Μέτρια κλίση – μέτρια απότομη κλίση	10-20	162,13	19,27
Απότομη κλίση	20-45	346,42	41,17
Πολύ απότομη κλίση	>45	172,43	20,49
<b>Συνολική έκταση νησιού</b>		<b>842,5</b>	<b>100</b>

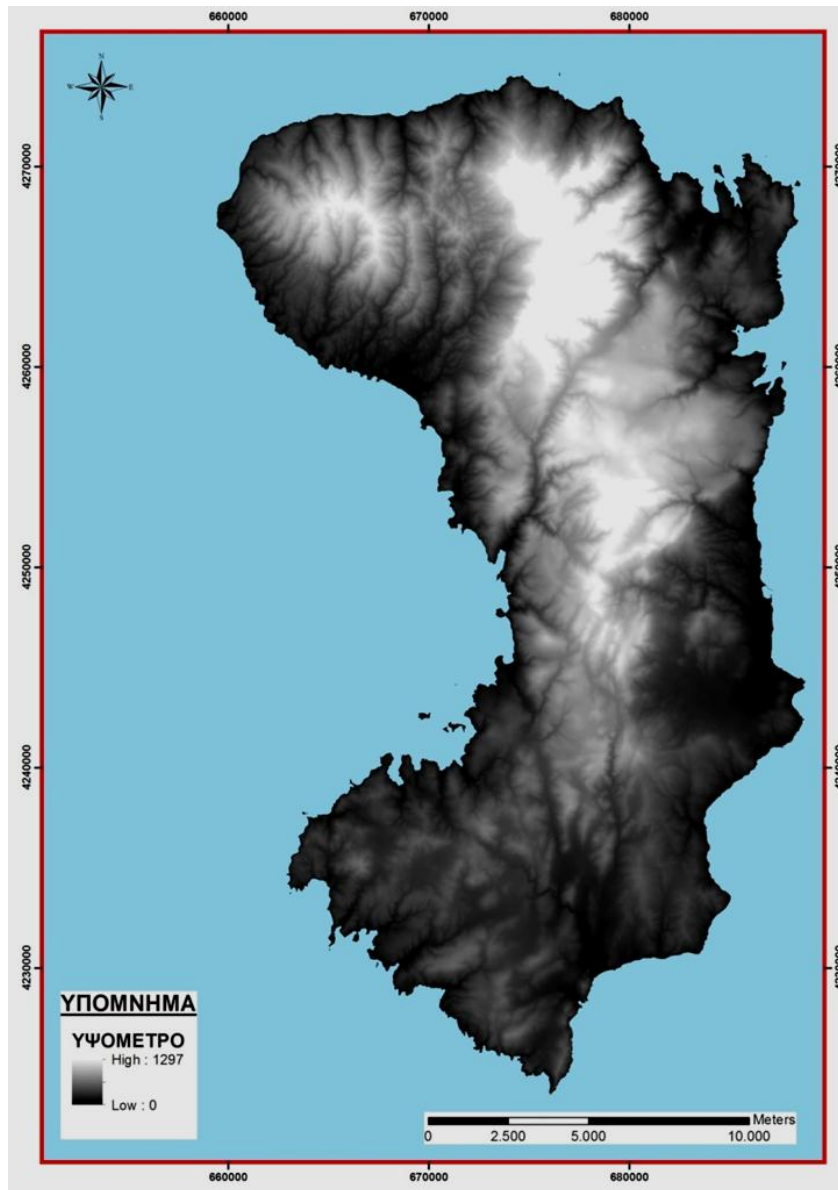
Πίνακας 5. Προσανατολισμός κλίσεων των πρανών της περιοχής μελέτης

Προσανατολισμός κλίσεων (σε μοίρες)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
0-90 (BA)	205,65	24,44
90-180 (NA)	232,24	27,60
180-270 (ΝΔ)	198,49	23,59
>270 (ΒΔ)	205,11	24,37
<b>Συνολική έκταση νησιού</b>	<b>842,5</b>	<b>100</b>

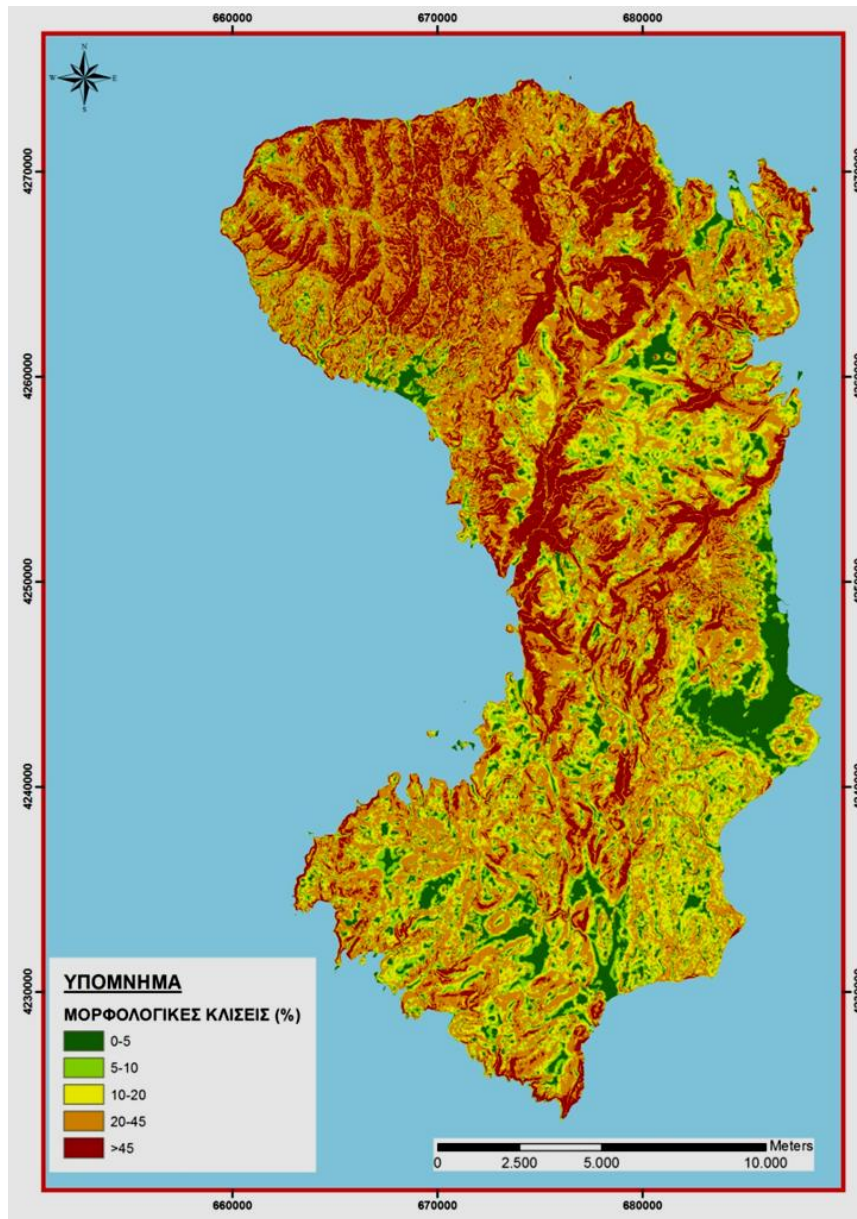
Επίσης, παρακάτω παρατίθενται ο μορφολογικός χάρτης (Εικόνα 8) , ο χάρτης του ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου (DEM) (Εικόνα 9), οι χάρτες μορφολογικών κλίσεων (Εικόνα 10) και προσανατολισμού των κλίσεων (Εικόνα 11) και τέλος ο χάρτης λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης(Εικόνα 12). Ο μορφολογικός χάρτης και ο χάρτης λεκανών απορροής προέκυψαν από ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών, φύλλα Βολισσός, Βροντάδος, Καρδάμυλα και Μεστά της Γ.Υ.Σ. Ο χάρτης ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου, ο χάρτης μορφολογικών κλίσεων και ο χάρτης προσανατολισμού των κλίσεων προέκυψαν μετά από επεξεργασία των ψηφιοποιημένων υψομετρικών δεδομένων με το Arcmap 10.



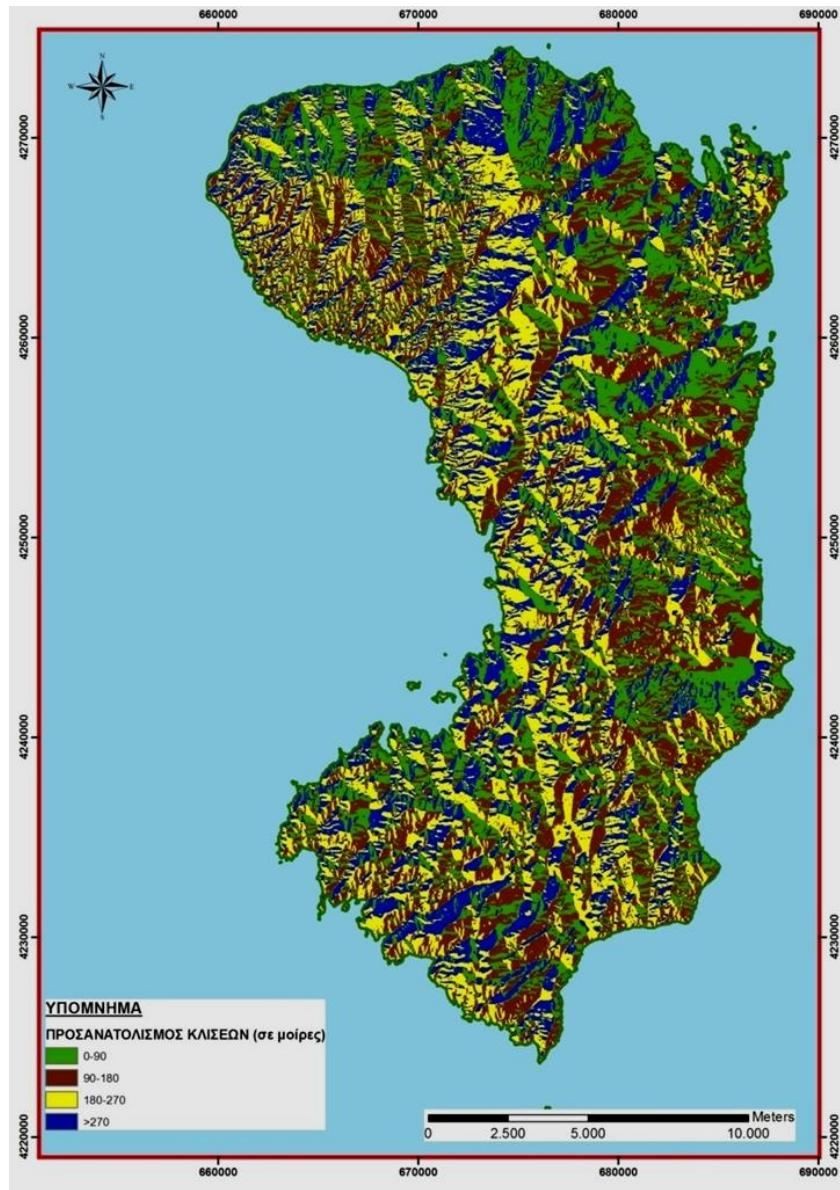
Εικόνα 8. Μορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης



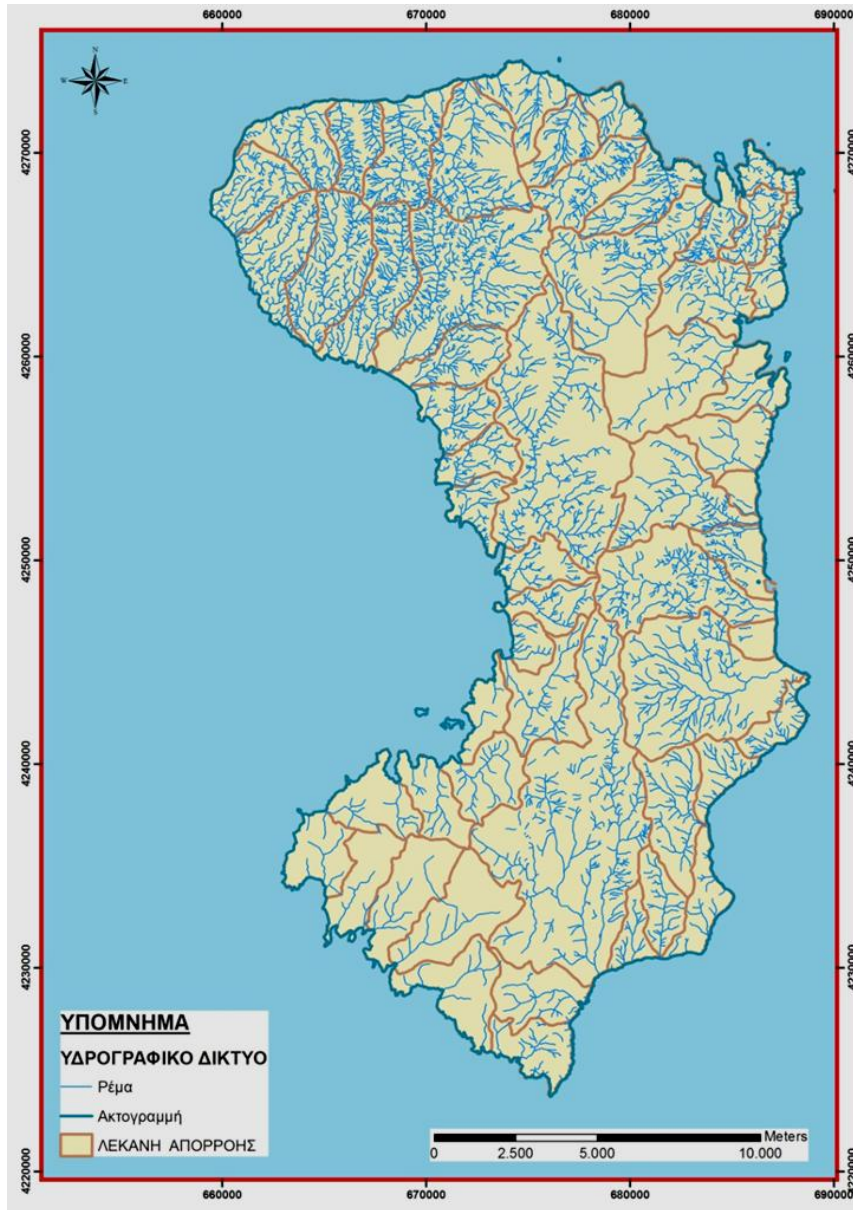
Εικόνα 9. Χάρτης Ψηφιακού Υψομετρικού Μοντέλου (DEM)



Εικόνα 10. Χάρτης μορφολογικών κλίσεων της περιοχής μελέτης



Εικόνα 11. Χάρτης προσανατολισμού των κλίσεων της περιοχής μελέτης



Εικόνα 12. Χάρτης λεκανών απορροής και υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης

## 2.6. Χρήσεις Γης

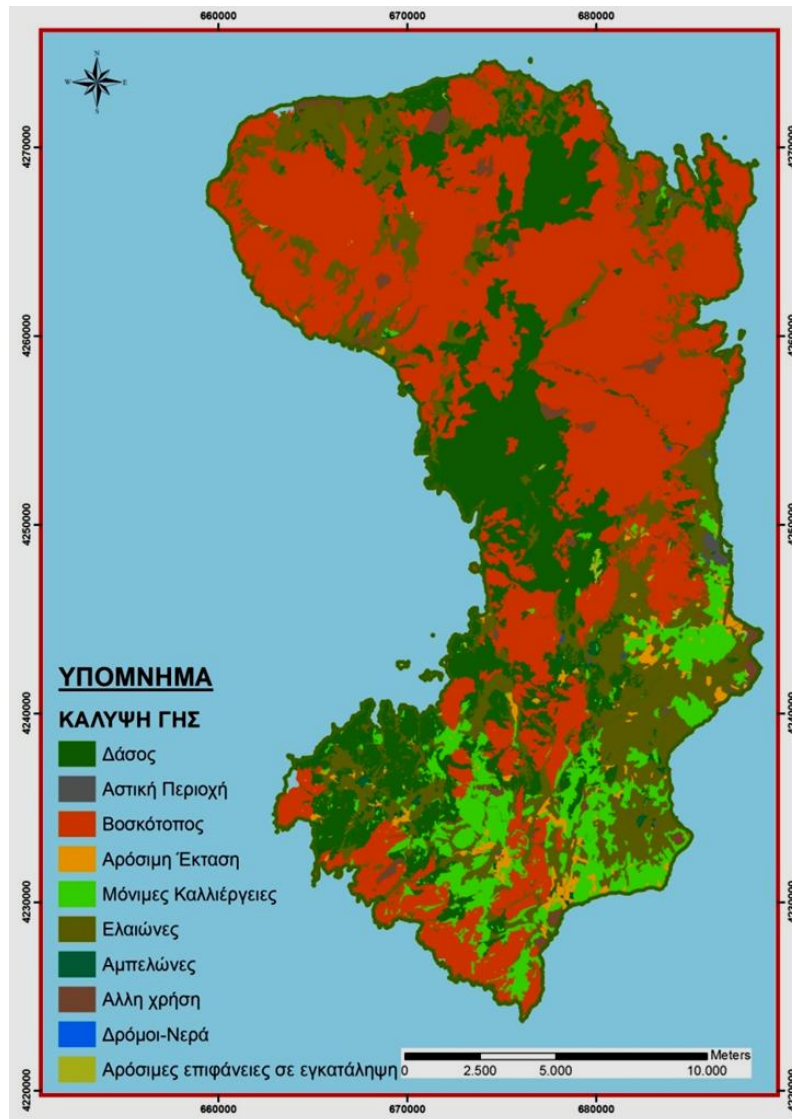
Η κατανομή των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε με φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας IKONOS του 2011 και του ορθοφωτοχάρτη του 2007 του Υπουργείου Γεωργίας, αντιστοίχιση των εκάστοτε καλύψεων γης με κωδικούς και ψηφιοποίηση των εκτάσεων με το Arcmap 10. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται η κατηγορία κάλυψης γης, η κωδικοποίηση της και η έκταση που

καταλαμβάνει στην περιοχή μελέτης καθώς και το ποσοστό επί της έκτασης. Στην Εικόνα 13 απεικονίζονται οι κατηγορίες κάλυψης γης όπως αυτές ψηφιοποιήθηκαν βάσει φωτοερμηνείας.

Πίνακας 6. Κάλυψη γης στην περιοχή μελέτης

Κάλυψη γης	Κωδικός	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Δάσος	10	178,6	21,2
Αστική κάλυψη	20	4,9	0,58
Βοσκότοπος	30	396,6	47,1
Αρόσιμη έκταση	40	10,4	1,24
Μόνιμη καλλιέργεια	50	66,13	7,86
Ελαιοκαλλιέργεια	60	158	18,8
Αμπελοκαλλιέργεια	70	3,6	0,43
Άλλη χρήση	90	20,1	2,4
Δρόμοι-νερά	91	1,7	0,2
Αρόσιμες επιφάνειες σε εγκατάλειψη	92	1,3	0,15
<b>Συνολική έκταση νησιού</b>		<b>842,5</b>	<b>100</b>





Εικόνα 13. Χάρτης κάλυψης γης της περιοχής μελέτης

Για τη σύγκριση και την ορθότητα της ψηφιοποίησης των κατηγοριών κάλυψης γης παρατίθεται ο Πίνακας 7, όπου δίνονται η έκταση και το ποσοστό επί της έκτασης των χρήσεων γης, όπως παρουσιάζονται στην απογραφή του 1991 της Ε.Σ.Υ.Ε. Οι κατηγορίες είναι διαφορετικές αλλά η σύγκριση μεταξύ των δύο πινάκων δίνει σχετικά κοντινές τιμές σε κάποιες κατηγορίες. Είναι φυσικό, ωστόσο, να υπάρχουν και αρκετές διαφοροποιήσεις λόγω των αλλαγών που υπέστησαν οι χρήσεις γης κατά την πάροδο των ετών λόγω πυρκαγιών και αλλαγών στις καλλιέργειες.

Πίνακας 7. Χρήσης γης της Νήσου Χίου σύμφωνα με την απογραφή του 1991 της Ε.Σ.Υ.Ε

Χρήση γης		Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό(%)
Καλλιεργούμενες Εκτάσεις και εκτάσεις σε αγρανάπαυση		155,3	18,44
Βοσκότοποι	Δημοτικοί ή κοινοτικοί	390,3	46,34
	Ιδιωτικοί ή άλλοι	125,9	14,95
Δάση		97,0	11,52
Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά		7,5	0,89
Εκτάσεις Οικισμών		44,5	5,28
Άλλες Εκτάσεις		13,1	1,56
<b>Συνολική Έκταση</b>		<b>842,5</b>	<b>100</b>

(Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε)

## 2.7. Χλωρίδα

Από βοτανολογική άποψη η Χίος παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον καθώς στο νησί αναπτύσσονται φυτά που προέρχονται τόσο από την Ευρώπη όσο και από την Ασία. Τα είδη που κυριαρχούν είναι η *Χαλέπιος Πεύκη* (*Pinus halepensis*), ο μαστιχοφόρος σχίνος (*Pistacia lentiscus* var. *Chia*) και τα εσπεριδοειδή στον Κάμπο. Στη διαμόρφωση της ενδιαφέρουσας χλωριδικής σύνθεσης του νησιού έχουν συντελέσει παράγοντες όπως η γεωμορφολογία, το ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα και η γεωγραφική του θέση.

Η χλωριδική ιδιαιτερότητα του νησιού είναι περισσότερο εμφανής στην παρουσία αγριολούλουδων. Η Χίος είναι ιδιαίτερος γνωστή για τις ορχιδέες αλλά και τις τουλίπες (τις γνωστές λαλάδες στην τοπική διάλεκτο) που συναντά κανείς σε διάφορα τμήματα του νησιού. Συγκεκριμένα έχουν εντοπιστεί 80 είδη ορχιδέων και ιδιαίτερα στους χαμηλούς λόφους της νότιας Χίου έχουν εντοπιστεί ακόμη και μερικά σπάνια είδη όπως η *Ophrys homeri*, *Ophrys omegaiifera*, *Ophrys regis-ferdinandii*, *Ophrys sancta*, *Ophrys anthrophora*, κ.α. Μόνο στην περιοχή των Ολύμπων έχουν καταγραφεί 24 είδη ορχιδέας, 15 από τα οποία θεωρούνται σπάνια (Taylor, 2006; Κορακάκη κ.α., 2012).

Παρακάτω αναλύονται οι διάφορες περιοχές βλάστησης που απαντώνται στο νησί και τα είδη τα οποία τις απαρτίζουν.

Δασικά Οικοσυστήματα

Τα δάση της Χίου αποτελούνται κυρίως από τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) συμπεριλαμβανομένων και των δασών χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*), αλλά δυστυχώς ελάχιστα από αυτά έχουν διασωθεί εξαιτίας πυρκαγιών, εκχερσώσεων, έντονης βόσκησης και λαθρούλοτομίας. Άλλα είδη που συναντά κανείς στα δάση της Χίου είναι η δρύς (*Quercus pubescens*), ο σφένδαμος (*Acer monspensulanum*), ο πρίνος (*Quercus coccifera*), η τσικουδιά (*Pistacia terebinthus*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), η αγριελιά (*Olea europea var. Sylvestris*), το κυπαρίσσι (*Cypressus sempervireus*), ο κέδρος (*Juniperus phoenicea*), ο ασιδόκεδρος (*Juniperus oxycedrus*) και η καστανιά (*Castanea sativa*).

Μακκία ή Θαμνότοπος

Είναι περιοχές βλάστησης που καλύπτονται κυρίως από αειθαλείς θάμνους ύψους 2-5 m, πυκνούς και συχνά απροσπέλαστους οι κυριότεροι των οποίων είναι ο σχίνος (*Pistacia lentiscus*), η κουμαριά (*Arbutus unedo*), η μυρτιά (*Myrtus communis*) και το ρέικι (*Erica arborea*). Στη Χίο φύεται αποκλειστικά και ο μαστιχοφόρος σχίνος ή πυξάρι (*Pistacia lentiscus var. Chia*) από τον οποίο παράγεται η μαστίχα Χίου.

Garrigue ή φρύγανα

Είναι περιοχές που καλύπτονται από χαμηλούς θάμνους ύψους <1,5m, οι κυριότεροι των οποίων είναι η αφάνα ή αστοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*), η ευφορβία η ακανθόθαμνος (*Euphorbia acanthothamnus*), το θυμάρι (*Thymus capitatus*), ο αγκίσσαρος ή λαδανιά (*Cistus sp.*), και η αγριολεβάντα (*Lavandula stoechas*).

Θίνες

Είναι παραθαλάσσιες περιοχές με άμμο και συχνά βότσαλα και χαλίκια. Χαρακτηριστικά φυτά των περιοχών αυτών βλάστησης είναι ο κρίνος της θάλασσας (*Pancretium maritimum*), το κρίταμο (*Crithimum maritimum*), η λεβάντα της θάλασσας (*Matthiola sinuata*), η θαλάσσια μηδική ή αρμυρήθρα του πελάγου (*Medicago marina*), το γαλανάγκαθο (*Eryngium maritimum*), η στατική (*Limonium sinuatum*), το *Limonium angustifolium*, το λειμωνίαστρο (*Limoniasstrum monopetalum*), το *Inula crithmoides* και ο Κύπερος ο κεφαλωτός (*Cyperus capitatus*).

Ελαιώνες

Στους ελαιώνες το κυρίαρχο είδος είναι η ελιά (*Olea europea*) αλλά συχνά συναντά κανείς και τη συκιά (*Ficus carica*), την αμυγδαλιά (*Prunus dulcis*), τη χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*) και τα εσπεριδοειδή (*citrus sp.*). Οι ελαιώνες είναι χαρακτηριστικές περιοχές των Καμποχώρων και του Βροντάδου, όπου την άνοιξη ανθίζουν οι τουλίπες (*T. Praecox*, *Aegenensis clusiana*), οι ανεμώνες (*A. Coronaria*, *A. Pannonina*) και οι αγριομαργαρίτες (*Crysanthemum coronarium*, *Anthemis chia*).

Λιβάδια

Τα κυριότερα είδη που φύονται στις περιοχές αυτές είναι τα διάφορα είδη τριφυλλίου (*Trifolium angustifolium*, *T. stellatum*), οι ασφόδελοι (*Asphodelus sp.*), οι σκυλοκρεμμύδες (*Urginea maritima*), οι ανεμώνες (*Anemone coronaria*, *A. Pannonina*), οι παπαρούνες (*Papaver rhoeas*) και η βρίζα η μέγιστη (*Briza maxima*).

Βραχύτοποι

Πρόκειται για ξέφωτα δασών, εκχερσωμένες και απογυμνωμένες περιοχές, όπου μεταξύ των βράχων (κυρίως ασβεστόλιθοι) φύονται κατά κύριο λόγο τα εξής είδη: κυκλάμινα (*Cyclamen hederifolium*, *C. graecum*), καμπανούλες (*Campanula sp.*), κρινάκια (*Stenbergia sicula*), ορχιδεοειδή (*Orchis ophrys*), φραγκοσυκιές (*Opuntia ficus indica*), το παχύφυτο *Sedum sediforme*, και ο ελίχρυσος (*Helichrysum italicum*).

Ρυάκια και χείμαρροι

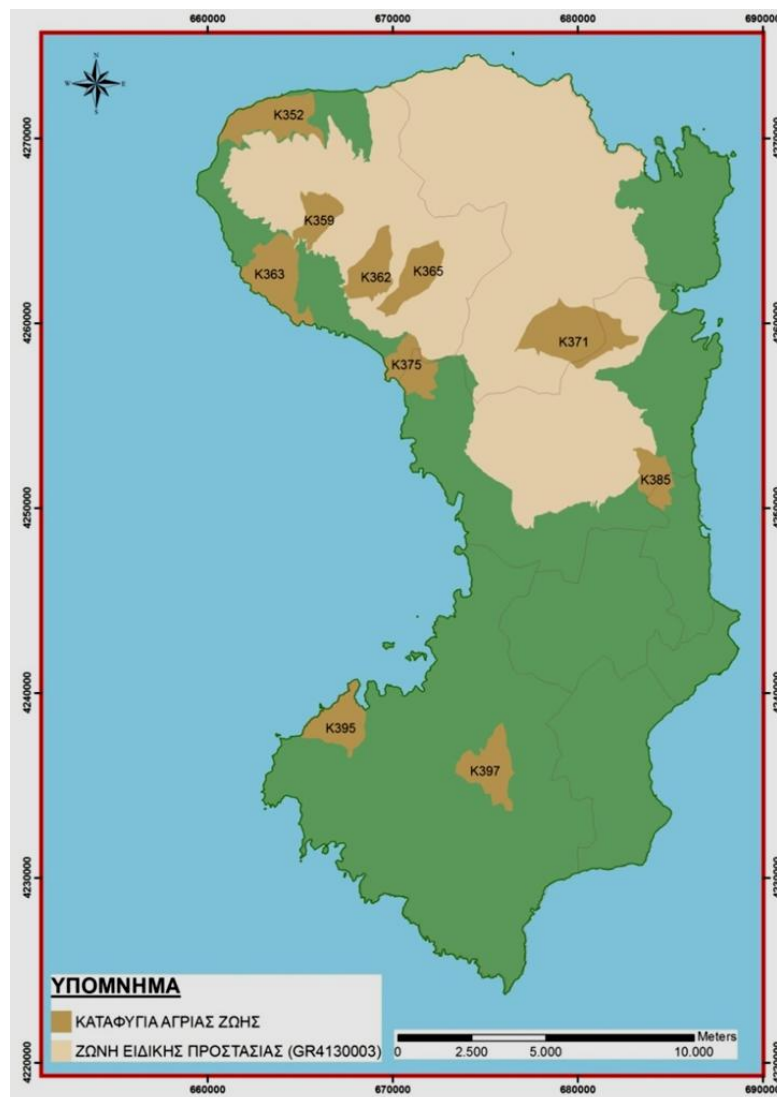
Είναι περιοχές, ξερές το καλοκαίρι, που στις όχθες τους φύονται κυρίως πικροδάφνες (*Nerium oleander*), πλάτανοι (*Platanus sp.*), λυγαριές (*Vitex agnus-castus*), Κισσοί (*Hedera sp.*), αγριοτριανταφυλλιές (*Rosa sempervirens*), αγριομέντες (*Menthe sp.*), μενεξέδες (*Viola odorata*) και βατομουριές (*Rubus ulmifolius*).

Βάλτοι

Είναι περιοδικού υγρότοποι που εμφανίζονται το φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη μετά από τις πρώτες βροχές. Κυριότερα είδη που φύονται στους βάλτους είναι η λυγαριά (*Vitex agnus-castus*), τα βούρλα (*Juncos maritimus*, *J. acutus*), οι αγριονεραγκούλες (*Ranunculus parustris*, *R. ficaria*, *R. pseudofluitans*), οι κολιτζιάνοι (*Dittrichia viscosa*) και οι καλαμιές (*Arundo donax*) (Σαλιάρης, 1995).

## 2.8. Προστατευόμενες περιοχές

Στη νήσο Χίο οι περιβαλλοντικά ευαίσθητες προστατευόμενες περιοχές εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στο βόρειο τμήμα του νησιού με την περιοχή που χαρακτηρίζεται ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ ή SPA) της ορνιθοπαγίδας (GR4130003) της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Η συγκεκριμένη περιοχή εντάσσεται και στον κατάλογο Τόπων Κοινοτικής Σημασίας (SCI GR 4130001) του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου Φύση 2000 (NATURA 2000). Επίσης σε όλη την έκταση του νησιού υπάρχουν διάσπαρτες περιοχές που χαρακτηρίζονται ως καταφύγια άγριας ζωής και φιλοξενούν διάφορα είδη άγριων πουλιών και ζώων (βλ. Εικόνα 14).



Εικόνα 14. Περιοχές οικολογικού ενδιαφέροντος της περιοχής μελέτης

## 2.9. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Ο Δήμος Χίου είναι δήμος της περιφέρειας Βορείου Αιγαίου που περιλαμβάνει τη Χίο. Δημιουργήθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων του νησιού, των δήμων Μαστιχοχωρίων, Χίου, Ιωνίας, Αμανής, Καμποχώρων, Καρδαμύλων, Ομηρούπολης και Αγίου Μηνά.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε από την απογραφή πληθυσμού για τα έτη 2001 και 2011 προκύπτει ο Πίνακας 8.

Πίνακας 8. Μεταβολή Πληθυσμού της Χίου το 2011 ανά Δημοτικό Διαμέρισμα

	Περιγραφή	Μόνιμος Πληθυσμός 2011	Μόνιμος Πληθυσμός 2001	Μεταβολή	Ποσοστό Μεταβολής (%)
<b>Περιφερειακές Δημοτικές Ενότητες</b>	Δημοτική Ενότητα Μαστιχοχωρίων	3672	4322	-650	-15,0
	Δημοτική Ενότητα Καρδαμύλων	2234	2758	-524	-19,0
	Δημοτική Ενότητα Ιωνίας	3956	4474	-518	-11,6
	Δημοτική Ενότητα Αμανής	945	1431	-486	-34,0
<b>Κεντρικές Δημοτικές Ενότητες</b>	Δημοτική Ενότητα Χίου	26850	25671	1179	4,6
	Δημοτική Ενότητα Αγίου Μηνά	3309	2776	533	19,2
	Δημοτική Ενότητα Ομηρούπολης	7527	7471	56	0,7
	Δημοτική Ενότητα Καμποχώρων	2897	2870	27	0,9
	<b>Σύνολο</b>	<b>51390</b>	<b>51773</b>	<b>-383</b>	<b>-0,7</b>

Από τον Πίνακα 8 παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού του νησιού κατοικεί στην Κεντρικές Δημοτικές Ενότητες σε ένα ποσοστό 78,97% (40.583 κάτοικοι), ενώ το υπόλοιπο 22,03% (10.807 κάτοικοι) κατοικούν στις Περιφερειακές Δημοτικές Ενότητες. Γενικά δεν παρατηρείται μεγάλη μείωση του πληθυσμού κατά τη διάρκεια των ετών αλλά παρατηρείται μείωση πληθυσμού στις Περιφερειακές

Δημοτικές Ενότητες, που συνεπάγεται μετακίνηση του πληθυσμού στις Κεντρικές Δημοτικές Ενότητες.

### 2.10. Οικονομία

Στην οικονομική διάρθρωση της Χίου βασικό ρόλο παίζει η ναυτιλία που εξασφαλίζει τα  $\frac{3}{4}$  του εισαγόμενου συναλλάγματος. Τόσο η γεωργία όσο και η κτηνοτροφία συνεχώς περιορίζονται και η βιοτεχνία δεν απασχολεί παρά το 8% του ενεργού πληθυσμού. Οι βιομηχανίες έχουν εκλείψει, ενώ οι εναπομείνουσες βιοτεχνίες δραστηριοποιούνται, κυρίως, στην παραγωγή γλυκών κουταλιού. Τα τελευταία χρόνια, σημαντικό ρόλο στην οικονομία του νησιού παίζουν επίσης και οι υδατοκαλλιέργειες.

Σε ότι αφορά τον πρωτογενή τομέα, ένα από τα κυριότερα αγροτικά προϊόντα του νησιού, που παράγεται αποκλειστικά σε αυτό, είναι η περίφημη μαστίχα. Καλλιεργείται στα Μαστιχοχώρια και παράγονται κάθε χρόνο 120 περίπου τόνοι, που μεταποιούνται και, εν συνεχεία, εξάγονται σε άλλες χώρες. Η μαστίχα αποτελεί προϊόν Π.Ο.Π (Προστασίας Ονομασίας Προέλευσης). Επιπλέον καλλιεργούνται εσπεριδοειδή και κυρίως μανταρίνια τα οποία αποτελούν το 20% της συνολικής παραγωγής στην Ελλάδα. Άλλα παραγόμενα προϊόντα είναι το λάδι, το κρασί και τα σύκα. Επίσης, ένας νέος και συνεχώς αναπτυσσόμενος κλάδος στην οικονομία του νησιού είναι οι υδατοκαλλιέργειες που πραγματοποιούνται σε πολλές περιοχές του νησιού και κυρίως στα Καρδάμυλα, στη Λαγκάδα, στα Μεστά, κ.α.

Ο δευτερογενής τομέας είναι ο μικρότερος σε μέγεθος απασχόλησης στο Νομό Χίου. Στο δευτερογενή τομέα, σύμφωνα με στοιχεία του 1991, το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής κατείχαν οι κατασκευές με ποσοστό 59%, ενώ ακολουθεί ο κλάδος της μεταποίησης με ποσοστό 23,3%. Ο μεταποιητικός τομέας του νησιού κυριαρχείται από την παρουσία των μονάδων παραγωγής τροφίμων και ποτών. Πρόκειται κυρίως για συσκευαστήρια υδατοκαλλιιεργειών, επεξεργασία και τυποποίηση μαστίχας, βιοτεχνίες παραγωγής γλυκών κουταλιού, ελαιοτριβεία/ελαιουργεία, αλευρόμυλους, μονάδες παραγωγής ζωοτροφών, κ.α. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ του 1991, στο Νομό Χίου λειτουργούν 8 μεταποιητικές επιχειρήσεις με μέση ετήσια απασχόληση μεγαλύτερη των 10 ατόμων. Από αυτές οι 6 ανήκουν στον κλάδο τροφίμων-ποτών και οι 2 στον κλάδο των μη μεταλλικών ορυκτών.

Διαχρονικά αυξήθηκαν και οι κλάδοι των ορυχείων και της ενέργειας. Στη Χίο λειτουργούν 4 θεσμοθετημένες λατομικές ζώνες στις εξής περιοχές:

- Περιοχή Σπαρτούντας – Φυτών, Βόρεια Χίος
- Περιοχή Αρμολίων Πύργου, θέση Ταύρος, Νότια Χίος
- Περιοχή Καρτερό, όρια Δήμου Ανεμόνας, Κεντρική Χίος
- Περιοχή Λυκούρι, κοινότητα Βέσσας, Κεντρική Χίος

### 2.11. Μαστίχα

Η καλλιέργεια του μαστιχόδεντρου (*Pistacia lentiscus* var. *Chia*) είναι στενά συνδεδεμένη με το νησί της Χίου και μάλιστα με το νότιο τμήμα του νησιού, το οποίο είναι ιδιαίτερα θερμό και ξηρό. Προσπάθειες να επεκταθεί η καλλιέργεια πέρα από το όριο αυτό απέτυχαν. Η αιτία για τη μοναδικότητα αυτή οφείλεται πιθανόν, εκτός από τη μακρόχρονη παράδοση και στα χαρακτηριστικά του εδάφους και του κλίματος της νότιας Χίου, τα οποία και ευνοούν την καλλιέργεια του φυτού μόνο εκεί. Στην Εικόνα 15 απεικονίζεται ένα μαστιχόδεντρο στην πλήρη παραγωγική του περίοδο (12-15 ετών).



Εικόνα 15. Σχίνος – Μαστιχόδεντρο (*Pistacia lentiscus* var. *Chia*)



Το μαστιχόδεντρο είναι αειθαλής θάμνος, με ύψος 2-3 μέτρα και μερικές φορές φτάνει τα 5 μέτρα στα ηλικιωμένα μαστιχόδεντρα. Τα αρσενικά δέντρα αποδίδουν περισσότερη και καλύτερης ποιότητας μαστίχα και είναι αυτά που καλλιεργούνται κυρίως στη νότια Χίο. Λόγω της υψηλής απόδοσής τους οι παραγωγοί τα αποκαλούν καρπόσκινα. Τα φύλλα τους έχουν σκούρο πράσινο χρώμα και είναι λεία στην υφή.

Οι μαστιχοπαραγωγοί ξεχωρίζουν τρεις διαφορετικές ποικιλίες μαστιχόδεντρων, τους σχίνους, τα πιξάρια, τα οποία μοιάζουν με τους σχίνους αλλά δεν καρπίζουν και τους ασπρόσχινους ή αγριόσχινους, των οποίων τα φύλλα έχουν πιο ανοιχτό πράσινο χρώμα και στην κορυφή τους σχηματίζουν μια εγκοπή<sup>1</sup>. Τα τελευταία χρόνια η βιοποικιλότητα της μαστίχας κινδυνεύει λόγω του ότι κατά την ανασχίνωση δεν χρησιμοποιούνται και οι τρεις ποικιλίες αλλά συνήθως η πιο κοινή, ο σχίνος.

Το μαστιχόδεντρο αναπτύσσεται αργά και η πλήρης ανάπτυξή του επέρχεται στα 40-50 έτη. Ζει πάνω από 100 χρόνια αλλά μετά τα 70 χρόνια αρχίζει η παρακμή. Η παραγωγή μαστίχας ξεκινά μετά από το 5<sup>ο</sup>-6<sup>ο</sup> έτος του δέντρου ενώ η μέγιστη παραγωγικότητά του επιτυγχάνεται στην ηλικία των 10-15 ετών. Η μέση ετήσια απόδοση μαστίχας ανά δέντρο είναι 150-180 gr. Ξεκινάει σε μικρή ηλικία με 7-13 gr και φτάνει τα 130-200 gr. Υπάρχουν ωστόσο και σπάνιες περιπτώσεις δέντρων που παράγουν δύο κιλά και άλλα που παράγουν 10 μόνο γραμμάρια.

Σύμφωνα με στοιχεία της Διεύθυνσης Γεωργίας της Νομαρχίας Χίου το 1940 καταγράφηκαν 1.500.000 δέντρα, ενώ με την απογραφή του 1986 αυτά ανήλθαν σε 2.184.684 (Σαββίδης, 2000). Επίσης το 1999 καταγράφηκαν 1.781.200 μαστιχόδεντρα τα οποία βρίσκονταν σε αναπαραγωγική ηλικία, ενώ το 2000 ο αριθμός αυτός μειώθηκε στα 1.560.000 και παρέμεινε ίδιος για το 2001. Η μείωση αυτή κατά 221.600 δέντρα οφείλεται σε πυρκαγιά που έλαβε χώρα το 2000 στη Νότια Χίο ( Πιταούλη, 2004). Τέλος σύμφωνα με στοιχεία της Ένωσης Μαστιχοπαραγωγών Χίου από την πρόσφατη πυρκαγιά του 2012 κάηκαν περίπου 230.000 μαστιχόδεντρα στο σύνολο των 2.000.000, δηλαδή περίπου 50-70 δέντρα/ στρέμμα.

Η μαστίχα παράγεται μετά από τον τραυματισμό του φλοιού του δέντρου με ειδικά εργαλεία. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται κέντημα. Η ποσότητα της παραγόμενης μαστίχας επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Η ξηρασία τον χειμώνα αλλά και οι καλοκαιρινές βροχοπτώσεις, μπορεί να μειώσουν σημαντικά την παραγωγή. Συνήθως κυμαίνεται από 80 έως 120 τόνους, ενώ έχουν

<sup>1</sup> Στοιχεία από προσωπική επικοινωνία με τον μαστιχοπαραγωγό κ. Αντώνιο Κωσταρή.

υπάρξει χρονιές που η παραγωγή έφτασε τους 160 τόνους (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου). Η παραγωγή μαστίχας των τελευταίων ετών σε τόνους παρατίθεται στον Πίνακα 9, ενώ στον πίνακα 10 δίδονται στοιχεία της ΕΣΥΕ σχετικά με τους κανονικούς δενδρώνες μαστιχόδεντρων, τον αριθμό των δέντρων και την παραγωγή μαστίχας για τα έτη 2004, 2005 και 2006.

Πίνακας 9. Παραγωγή μαστίχας σε τόνους

Έτος	Παραγωγή μαστίχας (τόνοι)
2008	118
2009	117
2010	147
2011	152
2012	147

(Πηγή: Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου)

Πίνακας 10. Αριθμός δενδρώνων, μαστιχόδεντρων και παραγωγή μαστίχας για τα έτη 2004, 2005, 2006

	Μαστιχόδεντρα			
	Κανονικοί δενδρώνες	Αριθμός δέντρων	Συνολικός αριθμός δέντρων	Παραγωγή
<b>2004</b>	19.314	1.112.000	1.720.965	107
<b>2005</b>	19.424	1.131.200	1.738.695	153
<b>2006</b>	19.424	1.139.200	1.746.165	124

(Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΧΙΟΥ**

### **3.1. Εισαγωγή**

Οι δασικές πυρκαγιές γενικά αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους και πιο διαδεδομένους περιβαλλοντικούς κινδύνους και αντιμετωπίζονται σαν μια από τις κυρίαρχες πηγές διατάραξης των φυσικών οικοσυστημάτων ιδιαίτερα στη λεκάνη της Μεσογείου (FAO, Petropoulos et al., 2010).

Η μεγάλη συχνότητα των πυρκαγιών είναι ένα φυσικό και επαναλαμβανόμενο φαινόμενο στην περιοχή της Μεσογείου και συνδέεται στενά με τις κλιματολογικές συνθήκες που κυριαρχούν στις περιοχές αυτές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μεγάλης διάρκειας ξηρές περιόδους, που δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την έναρξη μιας πυρκαγιάς (Cuomo et al., 2001; Zammit et al, 2006; Petropoulos et al, 2010). Τα τελευταία χρόνια, η διαφοροποίηση στο κλιματικό καθεστώς σε συνδυασμό με την αύξηση της συσσωρευμένης βιομάζας, λόγω υποχώρησης των αγροτικών δραστηριοτήτων στην ύπαιθρο και εγκατάλειψης της δασικής διαχείρισης, έχουν επιδεινώσει το πρόβλημα, με συνέπεια την εμφάνιση μεγάλων, ανεξέλεγκτων, καταστροφικών πυρκαγιών (Τσαγκάρη, κ.α, 2011).

Η επίδραση των πυρκαγιών μπορεί να είναι ευνοϊκή ή δυσμενής ανάλογα με τη μορφή, την ένταση, τη συχνότητα επανάληψης, τη σύνθεση των οικοσυστημάτων και τη συνεπίδραση άλλων παραγόντων και κυρίως της βόσκησης (Παπαναστάσης, 1988; Papanastasis, 1978; Τσαγκάρη κ.α., 2011). Σε ορισμένα χερσαία οικοσυστήματα η πυρκαγιά αποτελεί σπουδαίο και καθοριστικό οικολογικό παράγοντα εξέλιξης. Σε αυτά εμφανίζονται φυσικές πυρκαγιές σχεδόν κατά κανονικά χρονικά διαστήματα, με συχνότερη αιτία τους κεραυνούς. Οι πυρκαγιές, όμως, αυτές αν και καταστρέφουν μερικώς ή ολοσχερώς ένα συγκεκριμένο κάθε φορά οικοσύστημα έχουν αναστρέψιμη δράση και δεν αποτελούν παράγοντα οπισθοδρομικής διαδοχής, καθώς τα φυτικά είδη που συνιστούν τα οικοσυστήματα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής σε πυρόπληκτα περιβάλλοντα και επανακάμπουν (Κωνσταντινίδης και Γκατζογιάννης, 2001; Τσαγκάρη, κ.α., 2011).

Η φυσική αναγέννηση ενός δάσους εξαρτάται από το είδος της υφιστάμενης βλάστησης, την ωριμότητα, το μέγεθος, τη φυσιολογική κατάσταση των δένδρων την εποχή που εκδηλώνεται η πυρκαγιά (Kalabokidis and Wakimoto, 1992; Thanos et.al,

1996; Trabaud and Lepart, 1980; Trabaud 2000; Σκούρου και Αριανούτσου, 2000; Κωνσταντινίδης και Γκατζογιάννης, 2001; Τσαγκάρη κ.α., 2011), ενώ σημαντικό ρόλο για τη φυσική αποκατάσταση της βλάστησης παίζει η ζωτικότητα των σπόρων που βρίσκονται στο υπέδαφος (Axelrod, 1975; Τσαγκάρη κ.α., 2011), αλλά και η ικανότητα του φυτικού είδους να αναβλαστάνει εφόσον αφαιρεθεί το υπέργειο τμήμα ή όταν δεν έχει καταστραφεί ο επικόρυφος βλαστός (van Lear, 1991; Τσαγκάρη κ.α., 2011). Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει η διαχείριση μετά από μια πυρκαγιά, η αποτελεσματική προστασία της καμένης περιοχής από την ανεξέλεγκτη βόσκηση αλλά και από την εκδήλωση άλλων πυρκαγιών.

### 3.2. Είδη δασικών πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να διακριθούν ανάλογα με το καιγόμενο είδος και ανάλογα με τον τρόπο εξάπλωσής τους.

Στην Ελλάδα κατά την ξηροθερμική περίοδο, οι πυρκαγιές ανάλογα με το καιγόμενο είδος μπορούν να διαχωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες (Καϊλίδης, 1993):

Πυρκαγιές φυλλοτάπητα αείφυλλων: Πρόκειται για σπάνια περίπτωση πυρκαγιάς και συμβαίνει σε πυκνά συνεχόμενα αείφυλλα με μέτρια υγρασία και ελαφρό άνεμο, δηλαδή πρόκειται για έρπουσα πυρκαγιά με μικρή ένταση. Έχει παρατηρηθεί σε δύο περιπτώσεις (Άγιο Όρος, Κασσάνδρα), όπου οι πυρκαγιές έκαψαν το φυλλόστρωμα των αείφυλλων, χωρίς να πάρει φωτιά ο ανώροφος.

Πυρκαγιές αείφυλλων – πλατύφυλλων: Τα αείφυλλα έχουν σχετικά λεπτό φυλλόστρωμα, δεν είναι συνεχή και ανάμεσά τους φυτρώνουν χόρτα, τα οποία ξεραίνονται το καλοκαίρι. Τόσο τα χόρτα αυτά όσο και το ξερό φυλλόστρωμα αποτελούν πυριγενές υλικό. Οι πυρκαγιές που ξεκινούν από το υλικό αυτό σβήνονται σχετικά εύκολα εφόσον όμως δεν πνέουν ισχυροί άνεμοι και υπάρχει εύκολη πρόσβαση, ενώ αντιμετωπίζονται δύσκολα σε απομακρυσμένες και δύσβατες περιοχές ή όταν στην περιοχή πνέουν δυνατοί άνεμοι.

Πυρκαγιές σε χορτολίβαδα και φρύγανα: Πυρκαγιές αυτού του είδους θεωρούνται μέτριας έντασης λόγω της μικρής ποσότητας καιγόμενης ύλης. Η εξάπλωσή τους είναι εύκολη αλλά αντιμετωπίζονται εύκολα εφόσον δεν επικρατούν ακραίες

συνθήκες μεγάλης ξηρασίας, υψηλής θερμοκρασίας και ισχυρών ανέμων, οπότε και σταματούν μόνο όταν σταματήσει ο άνεμος ή όταν έχουν κάψει όλο το πυριγενές υλικό.

Πυρκαγιές χαλεπίου και τραχείας πεύκης και υπόροφου αειφύλλων: Τέτοιου είδους πυρκαγιές ξεκινούν από τα ξερά χόρτα και το φυλλόστρωμα του υπορόφου, που όταν βρίσκονται σε μικρή ποσότητα (βελόνες και χόρτα 500-800 mm /στρέμμα) δίνουν θερμοκρασίες 450° C – 650° C. Στα δάση με υπόροφο από αείφυλλα, τα χόρτα και το νεκρό φυλλόστρωμα ανάβουν αρχικά, στη συνέχεια μεταδίδουν την πυρκαγιά στα αείφυλλα και αν ο άνεμος δεν είναι ισχυρός, η πυρκαγιά αναπτύσσεται τοπικά προς τα πάνω. Οι φλόγες από τα αείφυλλα μεταφέρονται ορμητικά προς την κόμη των πεύκων, η οποία και δεν καίγεται εύκολα λόγω της υψηλής της υγρασίας (80-100%) με αποτέλεσμα η φλόγα να ωθείται προς τα κάτω. Στη συνέχεια, ωστόσο, μεταφέρεται ξανά προς την κόμη και την καίει.

Όταν οι άνεμοι είναι ισχυροί, δηλαδή στην περίπτωση των μεγάλων δασικών πυρκαγιών, η πυρκαγιά μεταφέρεται υπό της κόμης, και χαρακτηρίζεται ως έρπουσα κατά 50-60%. Η πυρκαγιά αφού κάψει τα αείφυλλα, νεκρώνει τα δέντρα και τέλος τις βελόνες που μένουν κρεμασμένες και πέφτουν λίγες μέρες μετά. Τα κουκουνάρια, ωστόσο, παραμένουν ανέπαφα και ανοίγουν μετά από 1-2 ημέρες συμβάλλοντας έτσι στη φυσική αναγέννηση του δάσους.

Πυρκαγιές κυπαρισσιών: Τα δάση κυπαρισσιών απαντώνται σπάνια στην Ελλάδα αλλά καίγονται και αυτά εξίσου. Τα κυπαρίσσια δεν μπορούν να σταματήσουν μια πυρκαγιά, όπως λανθασμένα πιστεύεται και μάλιστα σε αναδασώσεις ή σε σειρές κατά μήκος των αντιπυρικών ζωνών καίγονται εύκολα.

Πυρκαγιές δρυοδασών: Πρόκειται για πρεμνοφυή δάση (δάση που δεν δημιουργούνται από σπόρους) και στα οποία μπορεί να απαντώνται θάμνοι, χόρτα και φύλλα. Στα δρυοδάση συμβαίνουν 54 πυρκαγιές το χρόνο που καταστρέφουν 15.000 στρέμματα, δηλαδή 275 στρ./ πυρκαγιά.

Πυρκαγιές μαύρης πεύκης: Στα δάση αυτά υπάρχει μόνο βελονοτάπητας. Σε περίπτωση πυρκαγιάς σε δάσος μέσης ηλικίας καθώς και ώριμων δασών μαύρης πεύκης με μικρή κλίση και σε συνθήκες χαμηλής έντασης ανέμου, λαμβάνουν χώρα

έρπουσες πυρκαγιές που καίνε το βελονοτάπητα και απλά καψαλίζουν λίγο ή πολύ τη βάση των δέντρων. Γενικά ο φλοιός των δέντρων δεν νεκρώνεται με αποτέλεσμα να μην επέρχεται δευτερογενής προσβολή από μύκητες. Σε περιοχές με μεγάλες κλίσεις και ισχυρούς ανέμους, ωστόσο, παρατηρούνται νεκρώσεις στο φλοιό. Στην Ελλάδα καίγονται το χρόνο 180 στρ. δάσους μαύρης πεύκης / πυρκαγιά. Ξεσπούν όμως μόλις 14 πυρκαγιές το χρόνο και κατά μέσο όρο καίγονται 2466 στρ.

Πυρκαγιές ελάτης: Οι πυρκαγιές σε αμιγή δάση ελάτης είναι πρακτικά άγνωστες. Μόνο στα όρια όπου κεφαλληνιακή ελάτη συναντιέται με τη χαλέπιο πεύκη και τα αείφυλλα μπορεί να εκδηλωθούν πυρκαγιές. Στην Ελλάδα η ελάτη έχει συνολικό ανά έτος τη μικρότερη καιγόμενη επιφάνεια, μόλις 319 στρ.

Πυρκαγιές καστανιάς: Πρόκειται για έρπουσες πυρκαγιές που καίνε θάμνους, χόρτα και ξερά φύλλα κάτω από τις καστανιές.

Πυρκαγιές οξιάς, δασικής πεύκης και ερυθρελάτης: Τέτοιου είδους πυρκαγιές μπορούν να συμβούν μόνο κατά τη διάρκεια πολύ ξηρών καλοκαιριών, οπότε και ξεραίνεται η ενδιάμεση βλάστηση και κατά συνέπεια μπορεί να πάρει φωτιά ο ξερός φυλλοτάπητας.

Οι πυρκαγιές ανάλογα με τον τρόπο εξάπλωσής τους και τη θέση τους στην επιφάνεια του εδάφους μπορούν να διακριθούν σε (Καϊλίδης, 1993):

Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες: Οι πυρκαγιές αυτές καίνε την οργανική ύλη που συσσωρεύεται σε δάση βορείων χωρών. Ειδικότερα σε πολλούς δασικούς τόπους συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους διάφορες ποσότητες οργανικής ύλης που βρίσκεται σε διαφορετικά στάδια αποσύνθεσης. Το στρώμα αυτό της οργανικής ύλης μπορεί να είναι καλά συμπιεσμένο, να έχει λεπτή υφή και να είναι αποκλεισμένο από τον ατμοσφαιρικό αέρα έτσι ώστε να μην τροφοδοτείται από οξυγόνο. Σε ορισμένες περιπτώσεις η οργανική ύλη φτάνει σε μεγάλο βάθος, όπως στις περιοχές που έχουν τύρφη. Τα στρώματα αυτά της οργανικής ύλης και ο φυλλοτάπητας όταν καίγονται αποτελούν τις πυρκαγιές εδάφους. Η πυρκαγιά αυτή μπορεί να διεισδύσει βαθύτερα, πάνω από 1 ή 2 m και να εξαπλωθεί υπόγεια. Σε μια πυρκαγιά εδάφους η παρουσία καπνού δεν είναι πάντα εφικτή, με αποτέλεσμα να την αναγνωρίζουμε

δύσκολα. Οι πυρκαγιές εδάφους διαδίδονται αργά και καμιά φορά γίνονται από τις πιο επικίνδυνες πυρκαγιές.

Πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες. Πρόκειται για τις πυρκαγιές που καίνε τους χορτοβοσκότοπους, το βελονοτάπητα ή φυλλοτάπητα, τους κατακείμενους ξηρούς κλάδους, τις αναγεννήσεις, τα υπολείμματα των υλοτομιών ή και τους συνδυασμούς των προηγούμενων. Εδώ υπάγονται και οι πυρκαγιές των θαμνώνων της Ελλάδας, που είναι οι πιο συνηθισμένες και οι πιο επικίνδυνες. Από αυτές προέρχονται και οι πυρκαγιές κόμης. Στα δάση μαύρης πεύκης της Ελλάδας για παράδειγμα, όπου στο έδαφος υπάρχει άφθονος βελονοτάπητας χωρίς θάμνους και χόρτα, οι πυρκαγιές συνήθως καίνε το βελονοτάπητα, μαυρίζουν τη βάση του κορμού αλλά δεν προκαλούν νεκρώσεις στα δέντρα. Μερικές φορές όμως, σε απότομες πλαγιές και με άνεμο, νεκρώνουν την κόμη και όλο το δέντρο. Στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, όπου υπάρχει άφθονος υπόροφος και χόρτα, όταν ανάψει μικρή πυρκαγιά καίγεται ο υπόροφος και μεταδίδει γενικά τη φλόγα και στην κόμη, οπότε παρουσιάζεται μικτή πυρκαγιά. Όταν, όμως, φυσάει ισχυρός άνεμος, στις μεγάλες δηλαδή πυρκαγιές, η φωτιά τρέχει υπό την κόμη και τα δέντρα οπωσδήποτε νεκρώνονται.

Σε περιοχές με κλίση, οι πυρκαγιές γίνονται μικτές - έρπουσες και κόμης. Γενικά τα δέντρα πάντοτε νεκρώνονται. Για να διαπιστωθεί αν ένα δέντρο είναι νεκρό ή όχι, πληγώνεται με τσεκούρι ο φλοιός του και αν το κάμβιο (το μέρος του κορμού κάτω από το φλοιό) είναι άσπρο είναι ζωντανό, ενώ αν είναι καφετί το δέντρο είναι νεκρό.

Οι πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες διαδίδονται πολύ γρήγορα επειδή υπάρχει άφθονος αέρας και οξυγόνο, άφθονη φλόγα και θερμοκρασία. Ο καπνός των πυρκαγιών αυτών εξαπλώνεται σε μικρό ύψος, στα πλατύφυλλα και στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης μάλιστα, φθάνει σε μεγάλο ύψος και έχει χρώμα μαυρωπό-λευκωπό.

Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες: Σε αυτές τις πυρκαγιές καίγεται η κόμη των δέντρων. Τα δέντρα νεκρώνονται. Οι πυρκαγιές του είδους αυτού λαμβάνουν χώρα σε είδη που η κόμη είναι εύφλεκτη όπως τα κωνοφόρα και κυρίως η τραχεία και η χαλέπιος πεύκη. Στις πυρκαγιές του είδους αυτού, ο άνεμος παρασύρει σε αρκετή απόσταση καιγόμενα φύλλα, κλαδάκια και όχι κώνους όπως πιστεύεται, οπότε δημιουργούνται νέες εστίες πυρκαγιών. Η ταχύτητα της πυρκαγιάς είναι μεγαλύτερη αυτής της

έρπουσας, ενώ ο καπνός υψώνεται πάνω από το δάσος σε σχήμα μανιταριού και το χρώμα του είναι σκοτεινότερο από τον καπνό της έρπουσας πυρκαγιάς.

### **3.3. Παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και επέκταση των δασικών πυρκαγιών**

Οι βασικοί παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη, εξάπλωση και συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών είναι :

1. Τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης (υφή, μέγεθος, συσσώρευση, κατανομή)
2. Η τοπογραφία (έκθεση, κλίση, υψόμετρο, διαμόρφωση εδάφους)
3. Οι μετεωρολογικές συνθήκες (άνεμος, θερμοκρασία, σχετική υγρασία)  
(Καλαμποκίδης κ.α., 2004)

Οι παράγοντες αυτοί αναλύονται παρακάτω.

#### Τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης

Όταν αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης εννοούμε κατ' αρχάς την υφή και το μέγεθός της. Οι ελαφριές καύσιμες ύλες καίγονται πιο εύκολα και πιο γρήγορα από τις βαρύτερες και προκαλούν γρήγορη εξάπλωση της πυρκαγιάς. Επίσης, άλλα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης είναι η συσσώρευση και η κατανομή της. Δηλαδή, όσο πιο συνεχόμενη κατανομή έχει η καύσιμη ύλη, τόσο μεγαλύτερη και γρηγορότερη ανάφλεξη και πλήρης καύση μπορεί να επιτευχθεί. Επιπρόσθετα, όσο μεγαλύτερες ποσότητες καύσιμης ύλης είναι συσσωρευμένες σε μια έκταση, τόσο η ένταση και η ταχύτητα της πυρκαγιάς αυξάνεται. Τέλος η διαφορά στη συγκέντρωση της υγρασίας στην καύσιμη ύλη επηρεάζει και διαφοροποιεί τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς.

#### Η τοπογραφία

Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής που μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς είναι το ανάγλυφο μιας περιοχής, δηλαδή οι κλίσεις, το υψόμετρο, ο προσανατολισμός των κλίσεων, η διαμόρφωση του εδάφους και η προσβασιμότητα.

Πιο αναλυτικά η κλίση μιας περιοχής επηρεάζει την ταχύτητα εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς. Είναι λογικό ότι η ταχύτητα διάδοσης μιας πυρκαγιάς είναι μεγαλύτερη



προς τα ανάντη, μικρότερη προς τα κατόντη και ακόμη μικρότερη σε επίπεδα εδάφη. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι σε εδάφη με απότομη κλίση το νερό απορρέει περισσότερο με αποτέλεσμα τη μείωση της υγρασίας. Επομένως, η ταχύτητα διάδοσης μιας φωτιάς είναι ανάλογη της κλίσης μιας περιοχής. Ο προσανατολισμός των κλίσεων από την άλλη επηρεάζει τη συγκέντρωση της καύσιμης ύλης και την υγρασία. Η καύσιμη ύλη ξεραίνεται ταχύτερα σε περιοχές με νότιο, νοτιοδυτικό και δυτικό προσανατολισμό απ' ό,τι σε αυτές με βόρειο.

Σε ότι αφορά την πυκνότητα του χορτοτάπητα, αυτή χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες σύμφωνα με τη δασική υπηρεσία και την πυροσβεστική: 1) ανύπαρκτη, 2) Αραιή και 3) Πυκνή. Η πυκνότητα του χορτοτάπητα σχετίζεται με την ύπαρξη ή όχι βλάστησης στη περιοχή της πυρκαγιάς αλλά και τη σύσταση αυτής της βλάστησης, αν δηλαδή αποτελείται από δέντρα, θάμνους, λιβάδια ή βοσκοτόπους. Η αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς είναι ευκολότερη σε μια περιοχή με χαμηλή βλάστηση παρά σε μια περιοχή με πυκνή όπως είναι ένα δάσος.

Η προσπελασιμότητα σχετίζεται με την ύπαρξη οδικού δικτύου στο δασικό χώρο που διευκολύνει τη γρήγορη πρόσβαση στο σημείο της πυρκαγιάς. Η προσβασιμότητα από την άλλη αφορά τη γειτνίαση των δασικών εκτάσεων με περιοχές που παρουσιάζουν ανθρωπογενή δραστηριότητα, δηλαδή με αστικές περιοχές, με τουριστικά θέρετρα, με βιομηχανικές, γεωργικές και κτηνοτροφικές περιοχές, οπότε και ο κίνδυνος για την εκδήλωση μιας πυρκαγιάς αυξάνεται.

#### Μετεωρολογικές συνθήκες

Οι μετεωρολογικές συνθήκες αποτελούν τον σημαντικότερο παράγοντα στην ένταση και ταχύτητα εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς. Η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου είναι μεγέθη που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη δριμύτητα, την ένταση και της εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Η έλλειψη υγρασίας επίσης, η υψηλές θερμοκρασίες, η απουσία βροχοπτώσεων και τα έντονα καιρικά φαινόμενα (κεραυνοί) είναι ουσιώδους σημασίας για την έναρξη και διάδοση μιας φωτιάς.

### **3.4. Συνέπειες των δασικών πυρκαγιών**

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούσαν, αποτελούν και θα συνεχίσουν να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του κύκλου της ζωής των δασικών οικοσυστημάτων και

ιδιαίτερα των μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων. Συνεπώς, ο λόγος για τον οποίο γίνεται τα τελευταία χρόνια τόσος πολύς λόγος για τις συνέπειες των δασικών πυρκαγιών και για το πώς είναι δυνατόν να περιοριστούν αυτά τα φαινόμενα, έγκειται στην ανάμειξη του ανθρώπινου παράγοντα, που τα πολλαπλασιάζει. Οι συνέπειες μιας πυρκαγιάς καλύπτουν ένα ευρύτερο φάσμα προβλημάτων, κάποια από τα οποία μπορούν να αποτιμηθούν σε οικονομικές μονάδες, άλλα όμως, όπως η οικολογική καταστροφή και η προσβολή της ανθρώπινης υγείας, είναι δύσκολο να εκφραστούν σε μονάδες χρήματος. (Στυλιανοπούλου, 2008).

Οι δασικές πυρκαγιές συνεπάγονται μια σωρεία επιπτώσεων που αφορούν την ατμόσφαιρα, τον υδροφόρο ορίζοντα και την ποιότητα του εδάφους. Οι βραχυπρόθεσμες επιδράσεις σχετίζονται με τα είδη βλάστησης και της πανίδας που πλήγονται και με τον τρόπο που αυτά επηρεάζονται, και με τις πολύ άμεσες ανάγκες που δημιουργούν στις παραδασόβιες κοινότητες. Οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις σχετίζονται με την εκπομπή αερίων, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα και τα νιτρικά, τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν ακόμα και διαφοροποίηση στην ανάπτυξη κάποιων ειδών χλωρίδας ή τη διαφοροποίηση του τοπικού μικροκλίματος, με σύνθητες χαρακτηριστικό την αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση των επιπέδων υγρασίας ( Statheropoulos et al., 2007; Στυλιανοπούλου, 2008).

Το πιο προφανές και άμεσο επακόλουθο μιας δασικής πυρκαγιάς είναι η καταστροφή της υπέργειας βιομάζας και η δραστική μείωση της ποσότητας οργανικής ουσίας στην επιφάνεια του εδάφους. Η φωτιά επηρεάζει τις εδαφικές φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, κάτι που συνεπάγεται την υποβάθμισή του. Οι υδρόφοβες ουσίες που συγκεντρώνονται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους μετά το πέρας της φωτιάς, μειώνουν τη διαπερατότητα του εδάφους, ενισχύοντας τη διάβρωσή του από τον άνεμο και τα βρόχινα κατακρημνίσματα. Ως συνέπεια αυτών, προκύπτει η περισσότερη ξηρασία και μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή και διάβρωση (Στυλιανοπούλου, 2008).

Η αμέσως επόμενη και αναμενόμενη συνέπεια είναι οι εδαφικές απώλειες από τα νερά της βροχής, τον αέρα και τα λοιπά κατακρημνίσματα. Ο χούμος του εδάφους έχει την ιδιότητα να συγκρατεί μέχρι και 300 φορές το βάρος του σε νερό. Το ενδεχόμενο, λοιπόν, να προκληθούν πλημμύρες κατά τους χειμερινούς μήνες, είναι μια μόνιμη απειλή για τους οικισμούς που βρίσκονται κοντά σε καμένα δάση, όχι μόνο για τη δεδομένη χρονιά, αλλά και για τα επόμενα έτη. Καθώς οι ορεινοί όγκοι απογυμνώνονται από τα θρεπτικά συστατικά, εμποδίζεται η ανάπτυξη οποιουδήποτε

είδους νέας βλάστησης, ενώ οι ποσότητες χώματος που μεταφέρονται στις κοίτες των ποταμών, στις λίμνες και τις θάλασσες, οδηγούν σε επιπλέον περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως ο ευτροφισμός (Στυλιανοπούλου, 2008).

Η πυρκαγιά έχει και οικονομικές συνέπειες για την περιοχή που πλήγεται από αυτήν. Αυτές αφορούν τόσο την ενδεχόμενη καταστροφή αγροτικών καλλιεργειών που βρίσκονται παραπλήσια του δάσους, μελισσιών και ζωικού κεφαλαίου, όσο και την καταστροφή της απαραίτητης ξυλείας. Επιπλέον, τα αυξημένα ποσά που απαιτούνται για την κατάσβεση της πυρκαγιάς, τη στήριξη των πληγέντων από την πυρκαγιά, την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων και των τοπικών οικονομιών (αποζημιώσεις, κλπ), αλλά και την αποκατάσταση του κατεστραμμένου οδικού δικτύου, ηλεκτροδοτικού και υδροδοτικού δικτύου, κλπ, αποτελούν επιβάρυνση για την οικονομία.

### 3.5. Οι δασικές πυρκαγιές της Χίου

#### 3.4.1. Γενικά

Το δασικό οικοσύστημα της Χίου ανήκει στην κατηγορία των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από εύφλεκτη βλάστηση σε ένα περιβάλλον με πληθώρα φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών. Το νησί σε μεγάλη έκταση αποτελείται από πευκοδάση και θαμνότοπους, δημιουργώντας ένα πυριγενές οικοσύστημα, που όχι μόνο στηρίζεται στη φωτιά για την αναγέννησή και εξέλιξή του, αλλά και ευνοεί τη συχνή εμφάνιση μεγάλων δασικών πυρκαγιών (Καλαμποκίδης, 1995).

Τα νησιωτικά οικοσυστήματα του Αιγαίου, και κατά συνέπεια το οικοσύστημα της Χίου, ανήκουν στη ζώνη υψηλού κινδύνου από άποψη πυρκαγιών. Σε αυτό το συμπέρασμα καταλήγει κανείς λαμβάνοντας υπόψη τόσο τους περιβαλλοντικούς όσο και τους οικολογικούς και κοινωνικό-πολιτικούς παράγοντες αλλά και τις πυρκαγιές που έχουν ξεσπάσει στο παρελθόν στο νησί.

Τόσο στα δασικά οικοσυστήματα των νησιών του Αιγαίου όσο και συγκεκριμένα στο Νομό Χίου συναντά κανείς τις παρακάτω κατηγορίες βλάστησης, οι οποίες και έχουν διαφορετική συμπεριφορά απέναντι στην πυρκαγιά. Τα δασικά οικοσυστήματα αποτελούνται από τα παρακάτω είδη:

*Τραχεία Πεύκη (Pinus brutia)*: Τα δάση τραχείας πεύκης παρουσιάζουν μεγάλη επικινδυνότητα στην πυρκαγιά, ωστόσο έχουν αναπτύξει μηχανισμούς άμυνας

απέναντι στην πυρκαγιά. Η αντιμετώπιση της πυρκαγιάς σε δάση τραχείας πεύκης είναι πολύ δύσκολη, εξαιτίας της πολύ γρήγορης εξάπλωσής της μέσω καυτρών που βρίσκονται στην κόμη των δέντρων και πετάγονται στα γειτονικά δένδρα. Γι αυτό το λόγο μόνο έμμεσοι τρόποι αντιμετώπισης (αεροπυρόσβεση σε σημεία μακριά από το κύριο μέτωπο της φωτιάς, ζώνες αποψίλωσης, κλπ) μπορούν να έχουν αποτελέσματα.

*Μαύρη Πεύκη (Pinus nigra)*: Τα δασικά αυτά οικοσυστήματα δεν θεωρούνται υψηλού κινδύνου σε ότι αφορά την έναρξη και την διάδοση μιας πυρκαγιάς, ωστόσο κάτω από δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες (χαμηλή υγρασία, υψηλές θερμοκρασίες, ισχυροί άνεμοι), μπορούν να δημιουργηθούν σημαντικά προβλήματα αντιμετώπισης μιας πυρκαγιάς.

*Δρύς και Πλατύφυλλα*: Τα είδη αυτά δημιουργούν πρεμνοφυή δάση με υπόροφο από θάμνους, χόρτα και φυλλοτάπητα. Οι συστάδες αυτές παρουσιάζουν μέτριο ως υψηλό κίνδυνο φωτιάς που κάτω από ευνοϊκές πυρικές συνθήκες έχουν τη δυνατότητα να δώσουν σημαντικές πυρκαγιές (Καλαμποκίδης, 1995).

*Αείφυλλα – Πλατύφυλλα*: Στα είδη αυτά συμπεριλαμβάνονται κατά κύριο λόγο τα φυτά πουρνάρι, σχίνος (στη νήσο Χίο απαντάται κυρίως το είδος *Pistacea lentiscus* var *Chia*, το γνωστό σε όλους μαστιχόδενδρο), κουμαριά, φυλική και άλλοι θάμνοι περισσότερο ή λιγότερο ανθεκτικοί στην πυρκαγιά. Τα είδη αυτά έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στην φωτιά (π.χ. ριζοβλάστηση και ανθεκτικούς σπόρους) που καθιστούν τις συνέπειες μιας πυρκαγιάς θετικές για την εξέλιξή τους, εκτός από ευπαθή οικοσυστήματα σε απότομες κλίσεις και φτωχά εδάφη (Καλαμποκίδης, 1995).

*Χορτολίβαδα και φρύγανα*: Τα είδη αυτά καταλαμβάνουν ένα αρκετά σημαντικό μέρος των νησιών του Αιγαίου και χρησιμοποιούνται κυρίως ως βοσκότοποι. Οι πυρκαγιές που λαμβάνουν χώρα στους βοσκότοπους χαρακτηρίζονται ως έρπουσες μικρής έντασης αλλά μεγάλης ταχύτητας διάδοσης. Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες οι πυρκαγιές αυτές μπορούν να γίνουν πολύ επικίνδυνες και να μεταδοθούν ταχύτητα και σε άλλα συστήματα. Στα νησιωτικά οικοσυστήματα και συνήθως κάτω από ακραίες γεωμορφολογικές συνθήκες, οι πυρκαγιές σε βοσκότοπους μπορούν να οδηγήσουν σε μη αναστρέψιμες οικολογικές ζημιές (π.χ. ερήμωση, εξαφάνιση ενδημικών φυτών και ζώων).

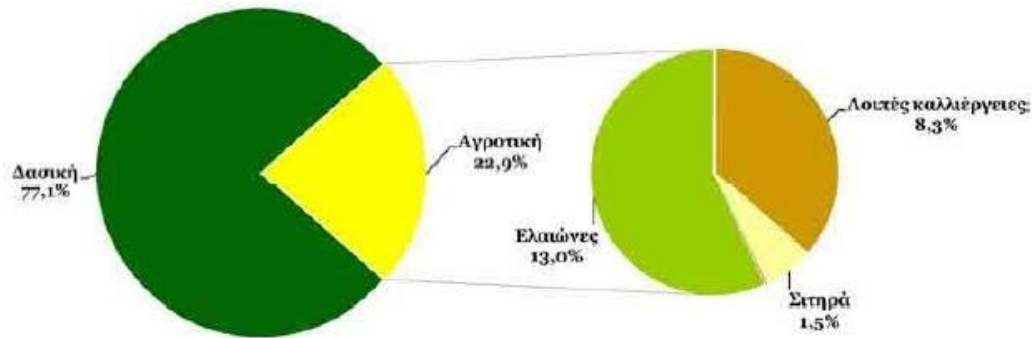
Από τα παραπάνω οικοσυστήματα τα πιο επικίνδυνα θεωρούνται τα δάση τραχείας πεύκης, οι θάμνοι αείφυλλων πλατύφυλλων και τα δρυοδάση και μικρότερης επικινδυνότητας τα χορτολίβαδα και τα δάση μαύρης πεύκης.

Τόσο τα είδη βλάστησης όσο και οι μετεωρολογικές συνθήκες συνθέτουν ένα πυριγενές σκηνικό. Η Χίος αποτελείται θα λέγαμε από δύο κατηγορίες ζωνών βλάστησης. Οι κατηγορίες αυτές μπορούν να χωρίσουν τη Χίο σε δυο τμήματα. Το μεγαλύτερο μέρος της βόρειας Χίου έχει καεί στο παρελθόν και σήμερα αποτελείται κυρίως από βοσκοτόπους. Δεν πραγματοποιείται καμία διαχείριση πέρα από κάποια μέτρα κατά των πυρκαγιών, όπως κλαδέματα, καθαρισμοί και διανοίξεις δρόμων και η επικινδυνότητα είναι περιορισμένη. Στο νότιο τμήμα που είναι το πιο ανεπτυγμένο, οι κίνδυνοι έκρηξης πυρκαγιών είναι μεγάλοι. Εκεί βρίσκονται και οι μεγαλύτερες εκτάσεις των μαστιχοχώρων. Πολλά από αυτά έχουν εγκαταλειφτεί και επομένως δεν διενεργούνται καθαρισμοί των υπορόφων. Στις καθαρά δασικές εκτάσεις, η Δασική Υπηρεσία πραγματοποιεί κατά την καλοκαιρινή περίοδο περιπόλους δασοπροστασίας και πυρόσβεσης για την άμεση αντιμετώπιση περιστατικών πυρκαγιάς. Το πρόβλημα που δεν παύει να υφίσταται όμως είναι το θέμα της διαχείρισης των οικοσυστημάτων (Καλαμποκίδης, 1995).

#### **3.4.2. Ανασκόπηση των πυρκαγιών της Χίου**

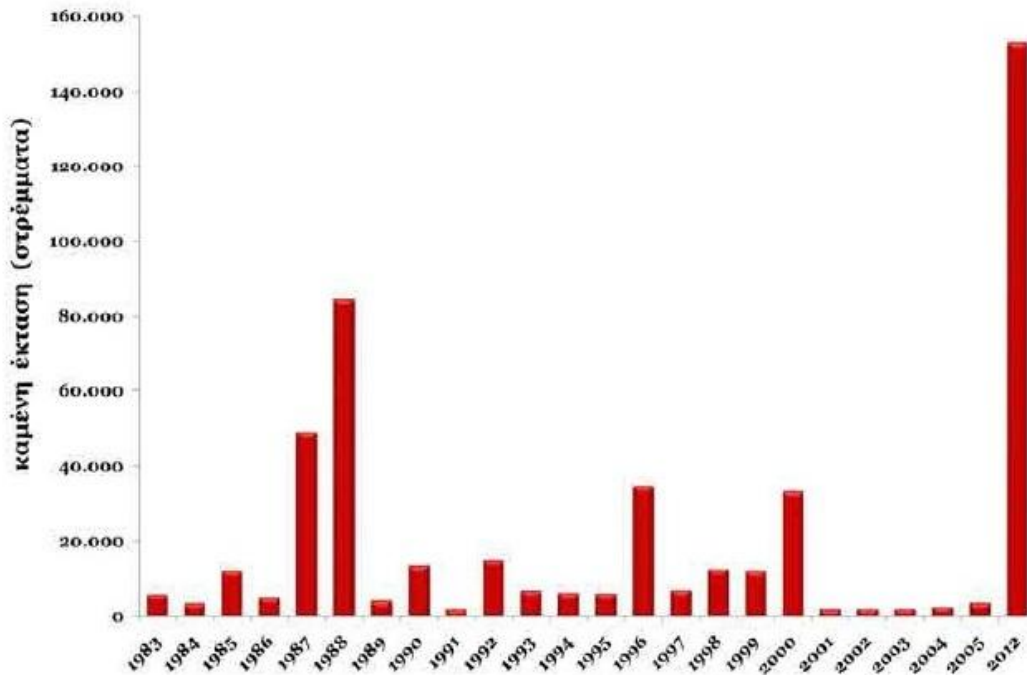
Σύμφωνα με στοιχεία της μελέτης του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΙΜΔΟ & ΤΔΠ), του ΕΘΙΑΓΕ και του WWF Ελλάς (Τσαγκάρη κ.α. 2011) και της μελέτης οικολογικού απολογισμού της πυρκαγιάς της Χίου το 2012 του WWF Ελλάς (Κορακάκη κ.α., 2012), η Περιφερειακή Ενότητα (ΠΕ) Χίου κατατάσσεται δεύτερη (μετά την ΠΕ Δωδεκανήσου) μεταξύ των ΠΕ του γεωγραφικού διαμερίσματος των νησιών του Αιγαίου με βάση τις καμένες εκτάσεις, που αντιστοιχούν στο 24% του διαμερίσματος, και τρίτη με βάση τον αριθμό των περιστατικών, τα οποία αντιστοιχούν στο 18% του διαμερίσματος.

Συνολικά η έκταση των καμένων εκτάσεων για τη χρονική περίοδο 1983-2005 ανερχόταν σε 302.555 στρ. και ήταν το αποτέλεσμα 446 πυρκαγιών, ενώ η μέση έκταση καμένης έκτασης ανά περιστατικό νομού ανέρχεται στα 678 στρ. Κατά μέσο όρο ετησίως στο νησί εκδηλώνονται 19 περίπου φαινόμενα και καίγονται 13.155 στρ δασικών και γεωργικών εκτάσεων. Από τα καταγεγραμμένα στοιχεία για την περίοδο 1983-2005, προκύπτει ότι το 77,1% των εκτάσεων που κάηκαν ήταν δασικές και το 22,9% γεωργικές. Στο Σχήμα 1 παρακάτω παρουσιάζονται οι καμένες εκτάσεις ανά τύπο βλάστησης στο διάστημα 1983-2005.



Σχήμα 1. Καμένες εκτάσεις ανά τύπο βλάστησης στην ΠΕ Χίου το διάστημα 1983-2005 (Πηγή Κορακάκη κ.α., 2012, σελ. 9)

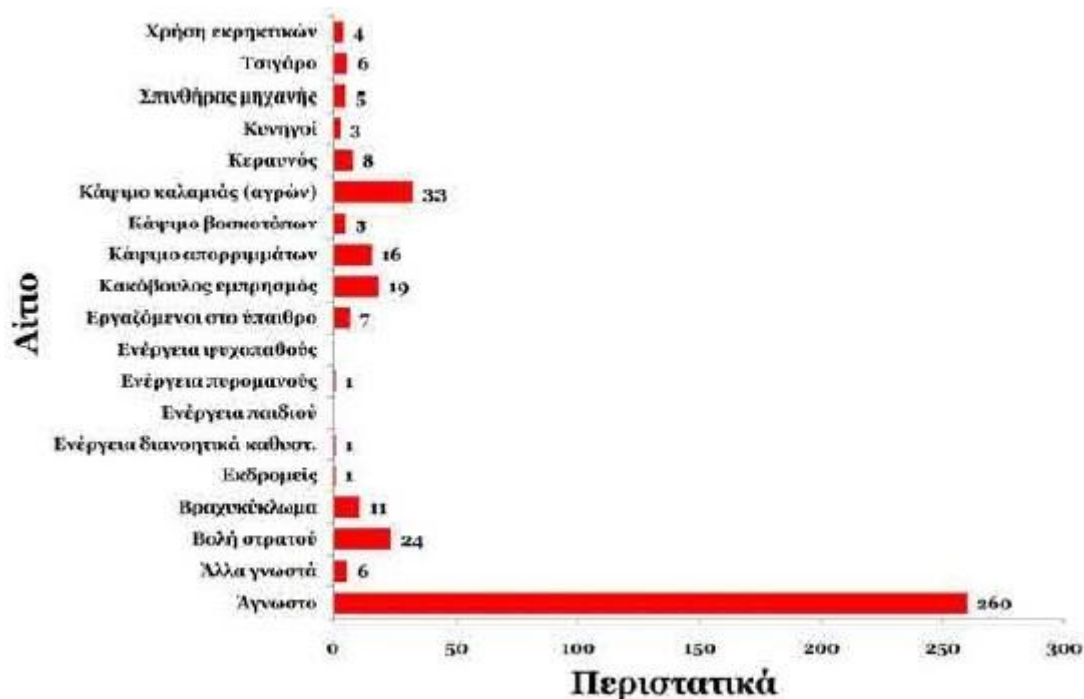
Σύμφωνα με τις ίδιες μελέτες προκύπτει ότι το 2012 ήταν το έτος με τις μεγαλύτερες καμένες εκτάσεις (>148.000 στρ.) της τελευταίας τριακονταετίας. Τα αμέσως επόμενα καταστρεπτικά έτη ήταν το 1988 και το 1987, οπότε και οι καμένες εκτάσεις ανήλθαν σε 83.670 και 48.196 στρ. αντίστοιχα. Το 1987 συγκεκριμένα αποτεφρώθηκαν 30.700 στρ. πευκοδάσους τα οποία και κηρύχθηκαν αναδασωτέα. Η φωτιά του 2000 αποτέφρωσε 15.750 στρ. από τα οποία 9.890 στρ. αντιστοιχούσαν σε δασικές εκτάσεις, οι οποίες κηρύχθηκαν αναδασωτέες. Στο Σχήμα 2 παρατίθενται οι καμένες εκτάσεις ανά έτος.



Σχήμα 2.Ετήσια κατανομή καμένων εκτάσεων στην ΠΕ Χίου (Πηγή: Κορακάκη, κ.α., 2012, σελ.10)

### 3.4.3. Αιτίες και σημεία έναρξης των πυρκαγιών

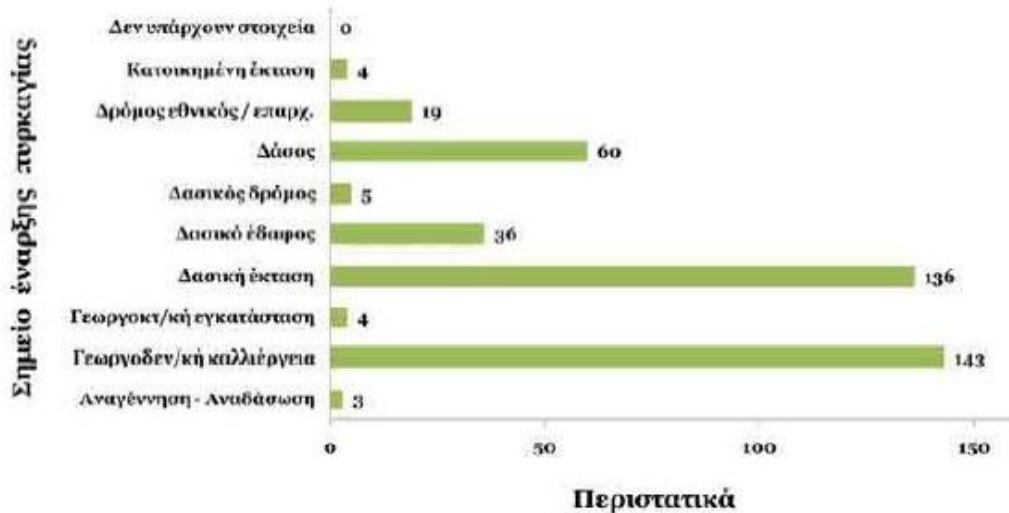
Τα αίτια των πυρκαγιών που αναφέρονται παραπάνω αποτυπώνονται στο παρακάτω Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Αριθμός περιστατικών πυρκαγιάς ανά αίτιο στη Χίο (Πηγή: Κορακάκη κ.α., 2012, σελ. 12)

Σύμφωνα με τους Κορακάκη κ.α., 2012, μόνο για το 23,2% των πυρκαγιών της ΠΕ Χίου έχει εξακριβωθεί η αιτία πυρκαγιάς και μόνο για το 18,5% αυτών έχει βρεθεί και ο δράστης. Η πλειοψηφία των περιστατικών, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα έχουν προκληθεί από άγνωστο αίτιο. Από τα γνωστά αίτια συνηθέστερο είναι το κάψιμο καλάμιές (33 περιστατικά), οι βολές στρατού (24 περιστατικά) και το βραχυκύκλωμα (11 περιστατικά).

Αναφορικά με τα σημεία εκδήλωσης πυρκαγιάς στην ΠΕ Χίου, αυτά παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Περιστατικά πυρκαγιάς αναφορικά με το σημείο έναρξης στην ΠΕ Χίου (Πηγή: Κορακάκη κ.α., 2012, σελ 12)

Από το σχήμα φαίνεται ότι το συνηθέστερο σημείο εκδήλωσης πυρκαγιάς είναι οι καλλιεργούμενες εκτάσεις (143 περιστατικά) και τα δάση (136 περιστατικά).

### 3.5. Η πυρκαγιά του 2012

#### 3.5.1. Ιστορικό πυρκαγιάς

Σύμφωνα με στοιχεία από την έκθεση του WWF για τον οικολογικό απολογισμό της πυρκαγιάς της Χίου το 2012 (Κορακάκη κ.α., 2012), η πυρκαγιάς ξεκίνησε το Σάββατο 18 Αυγούστου 2012 στις 02:25 από εκ προθέσεως εμπρηστική ενέργεια. Το σημείο έναρξης της πυρκαγιάς βρίσκεται στη δασική έκταση, νότια της επαρχιακής οδού Χίου – Ιεράς Νέας Μονής, στο ύψος της διασταύρωσης με την Ιερά Μονή Αγίου Μάρκου. Την ώρα που εκδηλώθηκε η πυρκαγιά στην περιοχή έπνεαν άνεμοι 7 Beaufort, μεταβλητής κατεύθυνσης με πολύ έντονες ριπές, κάτι που βοήθησε την πυρκαγιά να εξαπλωθεί πολύ γρήγορα.

Η πυρκαγιά επεκτάθηκε πολύ γρήγορα νότια – νοτιοδυτικά σε δασικές και γεωργικές εκτάσεις σε δύο μέτωπα. Το πρώτο είχε νότια κατεύθυνση προς τον οικισμό Αγ. Γεωργίου Συκούση και το δεύτερο είχε νοτιοδυτική κατεύθυνση προς τον οικισμό Λιθί. Τα δύο αυτά μέτωπα κάποια στιγμή ενώθηκαν, ενώ ένα τρίτο δημιουργήθηκε με κατεύθυνση προς τα βόρεια (οικισμοί Αυγώνυμα και Ανάβατος), το οποίο και παρέμεινε ενεργό μέχρι και το τέλος της πυρκαγιάς. Η δριμύτητα και η ταχύτητα της πυρκαγιάς ήταν τόσο έντονες που τις 3-4 πρώτες ημέρες η πυρκαγιά



διένυσε περίπου 8 km και σύμφωνα με εκτιμήσεις της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Χίου, έκαψε περίπου 70.000 στρέμματα.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς ήταν οι κηλιδώσεις (patches), η δημιουργία νέων μετώπων μέσω καυτρών. Εξαιτίας αυτού του φαινομένου, παρατηρεί κανείς σε διάφορα σημεία της καμένης έκτασης εναλλαγές καμένων και μη καμένων περιοχών. Η δημιουργία νέων μετώπων που προκλήθηκε εξαιτίας των ισχυρών ανέμων και του αναγλύφου του εδάφους, δυσχέραινε το έργο της κατάσβεσης και συνέτεινε στη γρήγορη εξάπλωσή της.

Η πυρκαγιά του Αυγούστου 2012 έκαψε συνολικά περίπου 140.000 στρέμματα, τα οποία σύμφωνα με τη Διεύθυνση Δασών Χίου αποτελούνται στην πλειοψηφία τους από δημοτικά, μαναστηριακά ή ιδιωτικά δάση και δασικές εκτάσεις. Επίσης από την πυρκαγιά καταστράφηκαν ολοσχερώς αγροτικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, κυψέλες, καλλιέργειες ελιάς και μαστιχόδενδρων και δίκτυα κοινής ωφέλειας, ενώ ελάχιστες ήταν οι ζημιές στο ζωικό κεφάλαιο. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως «μέγα-πυρκαγιά», λόγω του μεγέθους και της δριμύτητά της, τις κλιματολογικές συνθήκες (ιδιαίτερα έντονοι άνεμοι κατά τη διάρκεια της νύχτας) και την υγρασία της καύσιμης ύλης (μεγάλη ξηρότητα εξαιτίας παρατεταμένου καύσωνα). Βάσει των διαθέσιμων στοιχείων από το EFFIS (Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφόρησης για τις δασικές πυρκαγιές), η πυρκαγιά της Χίου ήταν η Τρίτη μεγαλύτερη σε έκταση δασική πυρκαγιά της αντιπυρικής περιόδου του 2012 σε πανευρωπαϊκό επίπεδο.

Η πυρκαγιά τέθηκε υπό πλήρη έλεγχο την Τρίτη 28 Αυγούστου 2012 και ώρα 20:00 και στην κατάσβεσή της χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 60 υδροφόρα οχήματα του Πυροσβεστικού Σώματος (Π.Σ) από διάφορες Πυροσβεστικές Υπηρεσίες της χώρας, 10 εθελοντικά υδροφόρα οχήματα και 20 υδροφόρες του Δήμου Χίου και ιδιωτών. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δυο μπουλντόζες του Δήμου Χίου, 15 χωματουργικά μηχανήματα, επιβατηγά οχήματα της Ελληνικής Αστυνομίας και του Λιμενικού Σώματος καθώς και επιταγμένα οχήματα μεταφοράς προσωπικού. Επιπλέον, ενήργησαν 432 πυροσβέστες του Π.Σ και 13 εναέρια μέσα. Επίσης σημαντική ήταν και η βοήθεια εθελοντών και κατοίκων αλλά και η προσφοράς σε τρόφιμα, νερό και στέγαση από τοπικές επιχειρήσεις και φορείς του νησιού.

### ***3.5.2. Περιοχές που επλήγησαν***

Από την πυρκαγιά του Αυγούστου 2012, επλήγησαν πολλοί οικισμοί, από τους οποίους κάποιοι επηρεάστηκαν περισσότερο από άλλους από την πυρκαγιά. Για

παράδειγμα η Βέσσα, οικισμός των Μαστιχοχωρίων, κάηκε κατά 90%. Σύμφωνα με μαρτυρίες των κατοίκων η φωτιά έφτασε μέχρι τις αυλές των σπιτιών και σβήστηκε μετά από κινητοποίηση των ίδιων. Επίσης επλήγησαν σε διαφορετικό βαθμό οικισμοί των Δημοτικών Ενοτήτων Καμποχώρων, Ιωνίας και Ομηρούπολης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ**

### **4.1. Εισαγωγή**

Τόσο η Τηλεπισκόπηση όσο και τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (Γ.Π.Σ) αποτελούν πολύ χρήσιμα εργαλεία για την ανίχνευση, τη χαρτογράφηση και παρακολούθηση των πυρκαγιών, για το σχεδιασμό και την πρόληψη από τις πυρκαγιές, για την παρακολούθηση της αναβλάστησης μετά από μια πυρκαγιά, για την εκτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς και τέλος για το σχεδιασμό πολιτικών για την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς.

Η τηλεπισκόπηση ιδιαίτερα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή των κατηγοριών βλάστησης, στο σύνολο της καμένης έκτασης από δορυφορικές εικόνες. Από τα μέσα τις δεκαετίας του '80 έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες τεχνικές τηλεπισκόπησης για την αξιολόγηση των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς από άποψη περιβαλλοντικών αλλαγών. Παλαιότερες μελέτες καταλήγουν σε συμπεράσματα για τις αλλαγές στη βλάστηση μετά από μια πυρκαγιά με βάση δεδομένα από δορυφορικούς αισθητήρες, ενώ πιο πρόσφατες μελέτες καταδεικνύουν μια έντονη συσχέτιση οικολογικών μετρήσεων με φυσικές αλλαγές που έχουν προκληθεί στην επιφάνεια του εδάφους από μια πυρκαγιά. (Milne, 1986; Jakubauskas et al., 1990; White et al., 1996).

Η χαρτογράφηση της καμένης έκτασης γίνεται κυρίως με τις μετρήσεις των αλλαγών στην ανάκλαση των επίγειων αντικειμένων μετά τη φωτιά, που συμβαίνουν στο εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (0,45 – 3μm). Αυτό συμβαίνει από την εναλλαγή των φασματικών χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας μετά από μια πυρκαγιά, με αποτέλεσμα την ισχυρή αντίθεση ανάμεσα στην καμένη έκταση και τη γύρω περιοχή. Τμήμα της φυτοκάλυψης, της πυκνότητας της χλωροφύλλης και της περιεκτικότητας σε νερό της βλάστησης μειώνεται από τη μερική ή ολική εκτόπιση τμήματος της επιφάνειας της γης, μεταβάλλοντας ταυτόχρονα το χρώμα και τη φωτεινότητα του εδάφους. Στο σύνολό τους οι διάφορες μελέτες εκτίμησης καμένων περιοχών εξετάζουν τη μεταβολή στις φασματικές ή θερμικές ιδιότητες της γήινης επιφάνειας πριν και μετά από μια φωτιά (Petrooulos et al. 2010; Lentile et al., 2006; Ξενούλης, 2011).

Πιο συγκεκριμένα όταν η βλάστηση καίγεται υπάρχει, στη χωρική διακριτική ικανότητα των περισσότερων δορυφορικών αισθητήρων (μέγεθος εικονοστοιχείου >30 m), μια δραστική μείωση στην ανακλαστική επιφάνεια του ορατού-κοντινού υπέρυθρου (0,4-1,3μm) που σχετίζεται με την απανθράκωση και την αφαίρεση της βλάστησης. Σε μεγαλύτερες αναλύσεις (μέγεθος εικονοστοιχείου <5m) η καύση μεγάλων ποσοτήτων ξύλου ή άλλων εύφλεκτων υλικών μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε αύξηση της ανακλαστικής επιφάνειας λόγω της μεγάλης απόθεσης λευκής στάχτης (Eva and Lambin, 1998; Trigg and Flasse, 2000; Landmann, 2003, Roy and Landmann, 2005; Smith and Hudak 2005; S; Lentile et al, 2006).

Ο βαθμός των αλλαγών μετά την πυρκαγιά ποικίλλει ανάλογα με το είδος της βλάστησης και τις ετήσιες διαφορές της εποχικής ανάπτυξης. Για το λόγο αυτό η στρωμάτωση μεταξύ ειδών βλάστησης, η σύγκριση εικόνων με ίδια βλάστηση και οι τεχνικές διαφοροποίησης εικόνων, οι οποίες περιλαμβάνουν εικόνες πριν και εικόνες ένα χρόνο μετά την πυρκαγιά, είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς (White et al., 1996; Cocke et al., 2005; Hudak et al., 2005; Lentile et al.,2006).

Η παρατήρηση ευρέων φασματικών αλλαγών που οφείλονται στη φωτιά έχει οδηγήσει στη χρήση διαφόρων φασματικών δεικτών (συνδυασμοί διαφόρων φασματικών καναλιών), που περιλαμβάνουν το δείκτη NBR (Normalised Burn Ratio), το δείκτη dNBR (αποτελεί τη διαφορά μεταξύ του δείκτη NBR σε εικόνες πριν και σε εικόνες μετά την πυρκαγιά) και το δείκτη NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Οι δύο πρώτοι δείκτες χρησιμοποιούνται ευρέως για την εξέταση της δριμύτητας μιας πυρκαγιάς με τηλεπισκοπικά δεδομένα (Key and Benson, 2002, 2006; van Wagtendonk et al., 2004; Cocke et al., 2005; Smith et al., 2005, Roy et al., 2006; Lentile et al., 2006)

Σε ότι αφορά τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ – G.I.S), τα οποία είναι ουσιαστικά πληροφοριακά συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για να διαχειρίζονται δεδομένα με γεωγραφική αναφορά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων έτσι ώστε να καταστεί πιο εύκολη η διαδικασία λήψης στρατηγικών αποφάσεων για την αντιμετώπιση και διαχείριση των πυρκαγιών. Τα G.I.S μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για την παρακολούθηση, πρόβλεψη και διαχείριση μιας πυρκαγιάς. Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη τα G.I.S χρησιμοποιήθηκαν για τη

δημιουργία χαρτών που απεικονίζουν την καμένη περιοχή καθώς και την επεξεργασία και εξαγωγή δεδομένων που αφορούν την καμένη έκταση αλλά και το σύνολο του νησιού γενικά.

#### **4.2. Μέθοδοι και εργαλεία τηλεπισκόπησης για την καταγραφή των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς**

Η εκτίμηση των βραχυπρόθεσμων και των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων μιας πυρκαγιάς σε τοπικό περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο έχει πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός ευρέως φάσματος μεθόδων τηλεπισκόπησης και *in situ*. Σε ότι αφορά τις μεθόδους τηλεπισκόπησης, οι οποίες εκτιμούν τις επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς στα τοπικά και περιφερειακά περιβάλλοντα, μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες:

1. Μέθοδοι καμένης περιοχής και περιμέτρου,
2. Μέθοδοι που εκτιμούν μια αλλαγή στην εδαφική επιφάνεια που έχει προκληθεί από τη φωτιά. (Lentile et al., 2006).

Ο πιο απλός και κοινός τρόπος μέτρησης των αποτελεσμάτων μετά από μια πυρκαγιά είναι ο χάρτης της καμένης περιοχής. Πιο συγκεκριμένα η ψηφιδωτή φύση μιας ψηφιακής εικόνας οδηγεί από μόνη της στη χαρτογράφηση της καμένης έκτασης. Ένας χάρτης της περιμέτρου μιας φωτιάς είναι μια διανυσματική απεικόνιση των ορίων της καμένης περιοχής, που μπορεί να καταστεί ψηφιακή από τηλεπισκοπικές εικόνες ή από την μετακίνηση εντός των ορίων της καμένης περιοχής με ένα GPS. Οι μέθοδοι τηλεπισκόπησης με τη χρήση δορυφορικών εικόνων έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους χάρτες πεδίου περιμέτρου μιας πυρκαγιάς, καθώς οι δεύτεροι αποτυγχάνουν να συλλάβουν την ανομοιογένεια μιας πυρκαγιάς καθώς και τα αποτελέσματά της. Ωστόσο οι χάρτες αυτοί παραμένουν σημαντικοί όταν η ατμόσφαιρα καλύπτεται από σύννεφα ή καπνό (ένα πρόβλημα το οποίο μειώνεται και με τη χρήση εικόνων υπερύθρου) ή όταν δεν είναι διαθέσιμα τηλεπισκοπικά δεδομένα.

Η εκτίμηση των καμένων εκτάσεων τηλεπισκοπικά έχει διεξαχθεί τις τελευταίες δεκαετίες με τη χρήση δεδομένων και εικόνων από διάφορους εναέριους και δορυφορικούς αισθητήρες.

Μέχρι τη δεκαετία του 80,' για παράδειγμα, η πλειοψηφία των τεχνικών είχαν αναπτυχθεί για δεδομένα που προέρχονταν από τον αισθητήρα AVHRR και γι' αυτό

το λόγο είχαν περιοριστεί σε έναν μικρό εύρος θερμικών καναλιών και καναλιών ανάκλασης (Flannigan and Volker Haar, 1986; Kaufmann et al., 1990; Setzer and Pereira, 1991; Kasischke and French, 1995; Razafimpanilo et al, 1995; Fernandez et al., 1997; Randriambelo et al., 1998; Barbosa et al., 1999a, 1999b; Fraser et al., 2000; Al-Rawi et al., 2001; Fuller and Fulk, 2001; Nielsen et al., 2002; Lentile et al., 2006). Παρόλο που τα δεδομένα από τον AVHRR περιορίζονται από ένα πολύ μεγάλο μέγεθος εικονοστοιχείων (1,1 km), παγκόσμια δεδομένα έχουν αποκτηθεί από μια σειρά διαφορετικών δορυφόρων για περισσότερα από 20 χρόνια, τα οποία μπορεί κάποιος να λάβει χωρίς καμία χρηματική επιβάρυνση και τα οποία επέτρεψαν την παρακολούθηση πυρκαγιών μεγάλου εύρους σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές του κόσμου, όπως για παράδειγμα στην Αφρικανική Σαβάννα και στις αρκτικές περιοχές (Lentile et al., 2006).

Αργότερα κατασκευάστηκαν πιο εξελιγμένα δορυφορικά συστήματα με αισθητήρες που παρέχουν περισσότερα φασματικά κανάλια. Αυτού του είδους οι αισθητήρες χρησιμοποιήθηκαν συν τοις άλλοις για την αξιολόγηση καμένων περιοχών. Τέτοια συστήματα είναι ο MODIS, ο SPOT και ο Landsat. Επίσης, υπάρχουν προϊόντα που εφαρμόζουν συγκεκριμένους αλγόριθμους σε διάφορους δορυφορικούς αισθητήρες, όπως είναι το GBA2000, το GLOBSCAR, το MODIS burned area product, κ.α .

Η πλειοψηφία των μελετών χρησιμοποιούν πληροφορία που αφορά τις διαφορές των φασματικών ή των θερμικών ιδιοτήτων της γήινης επιφάνειας πριν και μετά την πυρκαγιά. Υπάρχουν διάφοροι φασματικοί δείκτες που έχουν πρόσφατα αναλυθεί και δοκιμαστεί. Στη βιβλιογραφία οι φασματικοί αυτοί δείκτες περιλαμβάνουν τον Burned Area Index (Chuvieco et al., 2002), μια θερμική παραλλαγή του Global Environmental Monitoring Index (Pereira, 1999), διαφορετικές θερμικές παραλλαγές του VI-3 δείκτη (Barbosa et al., 1999a, 1999b), θερμικά ενισχυμένες παραλλαγές κοινών δεικτών (Holden et al., 2005) και τον Mid-infrared Bispectral Index (Trigg and Flasse, 2001). Ένας περιορισμένος αριθμός μελετών έχουν επίσης εξετάσει την χρησιμότητα της Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών (Principal Component Analysis) (Richards and Jia, 1999; Garcia-Haro et al, 2001; Hudak and Brockett, 2004), την ανάλυση υφής (texture analysis) (Smith et al., 2002; Hann et al., 2003), την ανάλυση φασματικού μείγματος (spectral mixture analysis) (Cochrane and Souza, 1998; Sa et al., 2003), και τα νευρωνικά δίκτυα (neural networks) (Al-Rawi et al., 2001). Όλες οι παραπάνω μέθοδοι παρόλο που έχουν αναπτυχθεί και εξεταστεί στο εύρος της κατά

περίπτωση περιοχής μελέτης, δεν έχουν εφαρμοστεί στο ευρύ φάσμα των περιβαλλόντων που έχουν επηρεαστεί από μια πυρκαγιά.

Λίγο αργότερα έκαναν την εμφάνισή τους δορυφορικά συστήματα με αισθητήρες υψηλής χωρικής διακριτική ικανότητας (μέγεθος εικονοστοιχείου 1-30m) που επιτρέπουν την εκτίμηση του βαθμού ετερογένειας μέσα σε μεγάλες και απομακρυσμένες πυρκαγιές. Τέτοια δορυφορικά συστήματα είναι ο IKONOS, ο SPOT, ο Landsat και ο Quickbird. Οι Turner et al. (1994) χρησιμοποίησαν εικόνες από τον Θεματικό Χαρτογράφο του Landsat για να εξερευνήσουν τα αποτελέσματα της πυρκαγιάς στη ετερογένεια του τοπίου μετά τις πυρκαγιές του 1988 στο Yellowstone. Μικρότερες εκτάσεις (<1250 εκτάρια) παρατηρήθηκαν ότι είχαν μεγαλύτερη ετερογένεια στα αποτελέσματα της πυρκαγιάς απ'ότι μεγαλύτερες εκτάσεις. Η μη ομοιογένεια των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς σε εκτάσεις ποικίλου μεγέθους, σχήματος και απόστασης από περιοχές βλάστησης επηρεάζουν σε διαφορετικό βαθμό τα είδη και επηρεάζει διαδοχικές τροχιές (Pickett and White, 1985; Turner et al., 1999). Η τηλεπισκόπηση γενικά δίνει τη δυνατότητα μελέτης της ανομοιογένειας των αποτελεσμάτων μιας πυρκαγιάς σε πολύ μικρή κλίμακα σε μεγάλες περιοχές. Τέτοιες μελέτες μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση των αιτιών και των συνεπειών της χωρικής μεταβλητότητας των χαρακτηριστικών μιας πυρκαγιάς και των επιπτώσεων αυτής (Lentile et al., 2006).

### **4.3. Δείκτες εκτίμησης των επιφανειακών αλλαγών μετά από μια πυρκαγιά**

Η τηλεπισκόπηση δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης των αλλαγών στην επιφάνεια της γης που προκύπτουν μετά από μια πυρκαγιά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη συσχέτιση δορυφορικών δεδομένων με διαφορετικά εδαφικά στοιχεία που καταδεικνύουν τη δριμύτητα μιας πυρκαγιάς και που σχετίζονται με την καταστροφή (Milne, 1986; Miller and Yool, 2002) και τη θνησιμότητα της βλάστησης (Patterson and Yool, 1998).

Ο δείκτης NDVI έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την εκτίμηση της αναβλάστησης μετά από μια πυρκαγιά. Αυτός ο δείκτης αρκεί σε περιπτώσεις που η κύρια οικολογική διαδικασία που εκτιμάται αφορά τις άμεσες αλλαγές στη βλάστηση. Πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει τον δείκτη αυτό αλλά και άλλους παρόμοιους φασματικούς δείκτες για να εκτιμήσουν αλλαγές μετά από μια πυρκαγιά (Fiorella and Ripple, 1993; Henry and Hope, 1998; Diaz-Delgado et al., 2003). Ο δείκτης παίρνει

τιμές μεταξύ -1 και 1 και έχει χρησιμοποιηθεί και σε μελέτες κατανομής της δριμύτητας μιας πυρκαγιάς. Μάλιστα οι Diaz-Delgado et al., 2003, διαπίστωσαν μια θετική συσχέτιση μεταξύ της μείωσης των τιμών του δείκτη και της δριμύτητας της φωτιάς.

Η ανάπτυξη δυο φασματικών δεικτών και μάλιστα του MIRBI (Midi-Infrared Bispectral Index) και του NBR (Normalized Burn Ratio) ενσωματώνει πληροφορία για τις φασματικές αλλαγές στην επιφάνεια προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τις επιπτώσεις των πυρκαγιών. Ο δείκτης NBR συνδυάζοντας πληροφορία στις περιοχές του κοντινού υπερύθρου και του μέσου υπερύθρου έχει χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση καμένων περιοχών της Μεσογείου χρησιμοποιώντας εικόνες μετά την πυρκαγιά (Lopez et al, 1991; Escuin et al., 2008). Εκτός όμως από τη μέτρηση των καμένων περιοχών ο NBR χρησιμοποιείται επίσης για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το βαθμό της οικολογικής αλλαγής μετά τη φωτιά. Ο δείκτης ορίζεται ως:

$$NBR = (b4-b7)/(b4+b7)$$

όπου b4 και b7 οι φασματικές ανακλάσεις της επιφάνειας όπως μετριοούνται στα κανάλια 4 (0,76 - 0,90μm) και 7 (2,08 – 2,35μm) του Βελτιωμένου Θεματικού Χαρτογράφου (ETM + ) του Landsat. Όπως και ο δείκτης NDVI, παίρνει τιμές από -1 έως 1. Σε περιοχές με βλάστηση παίρνει θετικές τιμές, ενώ οι αρνητικές τιμές αναφέρονται σε γυμνό έδαφος. Στις καμένες περιοχές οι τιμές του δείκτη μειώνονται ενώ η δριμύτητα της φωτιάς ανεβαίνει.

Άλλοι δείκτες που συναντά κανείς στη βιβλιογραφία, σαν δείκτες που καταδεικνύουν τη δριμύτητα μιας πυρκαγιάς, είναι ο δείκτης dNBR (δείκτης της διαφοράς μεταξύ του NBR πριν και μετά την πυρκαγιά) και ο δείκτης CBI (Composite Burnt Index), οι οποίοι χρησιμοποιούνται από τις δασικές υπηρεσίες των δυτικών Η.Π.Α. (Wagtendonk et al., 2004; Cocke et al., 2005, Kokaly et al., 2006; Howard and Lacasse, 2004; Escuin et al., 2008).



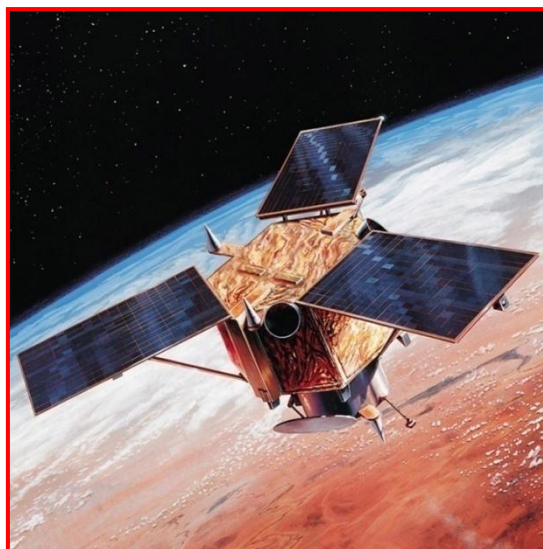
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΓΕΩΧΩΡΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία χαρτών και για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο περιβάλλον και στη οικονομία προέρχονται τόσο από επί τόπου παρατηρήσεις με την καταγραφή ζευγών συντεταγμένων με GPS και φωτογραφίες από τις πληγείσες από την πυρκαγιά περιοχές όσο και από παρατήρηση των περιοχών αυτών από δορυφορικές εικόνες μεγάλης χωρικής διακριτικής ικανότητας. Τα δεδομένα αυτά περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

### **5.1. Δορυφορικά συστήματα καταγραφής**

#### **5.1.1. IKONOS**

Ο δορυφόρος IKONOS (Εικόνα 16) αποτελεί το πρώτο δορυφορικό πρόγραμμα με δεδομένα πολύ υψηλής ανάλυσης και τέθηκε σε τροχιά το Σεπτέμβριο του 1999. Ουσιαστικά πρόκειται για τον IKONOS 2, καθώς ο IKONOS 1 δεν τέθηκε ποτέ σε τροχιά για τεχνικούς λόγους. Τα παγχρωματικά δεδομένα του IKONOS λόγω της υψηλής διακριτικής τους ικανότητας (1m), σε συνδυασμό με το υψηλό βάθος (2048 διαβαθμίσεις του γκρι), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποτυπώσεις αστικών περιοχών, κατασκευών, οδικού δικτύου και σιδηροδρομικού δικτύου με ακρίβεια ως και κλίμακα 1:2.000. Τα πολυφασματικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περιβαλλοντικές μελέτες και αποτυπώσεις χρήσεων γης σε μεγάλη κλίμακα. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν με παγχρωματικά δεδομένα δηλαδή μπορεί να συνδυαστεί η χωρική διακριτική ικανότητα των παγχρωματικών και η φασματική πληροφορία των πολυφασματικών (Μιγκίρος κ.α, 2003).



Εικόνα 16. Δορυφόρος IKONOS (πηγή: satimagingcorp.com)

Στον Πίνακα 11 που ακολουθεί δίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος IKONOS.

Πίνακας 11. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος IKONOS

Ύψος τροχιάς	680 km
Επαναληψιμότητα	1-3 ημέρες
Περίοδος τροχιάς	98 min
Είδος τροχιάς	Σχεδόν πολική, 98 <sup>0</sup>
Δυναμικό εύρος	11 bits (2048 διαβαθμίσεις του γκρι)
Δυνατότητα λήψης από γωνία και παραγωγή στερεοζεύγους	NAI
Έκταση κάλυψης μιας πλήρους εικόνας	11 km X 11 km

(Πηγή: Μιγκίρος κ.α, 2003, σελ. 131)

### 5.1.2. QuickBird

Ο δορυφόρος QuickBird (Εικόνα 17) είναι προϊόν της Digital Globe Inc. των Ηνωμένων Πολιτειών, εκτοξεύτηκε στις 18 Οκτωβρίου 2001 και παρέχει δεδομένα εικόνας υψηλής ποιότητας τόσο παγχρωματικά όσο και πολυφασματικά. Η υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα, μέχρι και 0,61 pixels, των παγχρωματικών δεδομένων τα καθιστούν ικανά να καλύψουν μεγάλες απαιτήσεις εφαρμογών που δεν θα μπορούσαν να καλυφθούν με παλαιότερα δεδομένα. Έτσι δίνεται μι νέα διάσταση στην ανάλυση και ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί για αναλύσεις αλλαγών χρήσεων γης, για περιβαλλοντικές εφαρμογές, για την καταγραφή των επιπτώσεων

από φυσικές καταστροφές, στη γεωργία, κ.α. Οι ικανότητες απεικόνισης του QuickBird μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και στη βιομηχανία και κυρίως στην παραγωγή ανακάλυψη πετρελαίου και γκαζιού, στη μηχανολογία και στις κατασκευές και σε περιβαλλοντικές μελέτες.

Στον Πίνακα 12 δίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος Quickbird.



Εικόνα 17. Δορυφόρος QuickBird (πηγή: satimagingcorp.com)

Πίνακας 12. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος QuickBird

Ύψος τροχιάς	450 km
Περίοδος τροχιάς	98 min
Είδος τροχιάς	Σχεδόν πολική
Δυνατότητα λήψης υπό γωνία και παραγωγή στερεοζεύγους	NAI
Έκταση κάλυψης μιας πλήρους εικόνας	16,5 km X 16,5 km

(Πηγή: Μιγκίρος κ.α, 2003,σελ.133)

### 5.1.3.Landsat 7

Ο δορυφόρος Landsat 7 (Εικόνα 18), ο οποίος εκτοξεύθηκε στις 15 Απριλίου 1999, κινείται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος περίπου 705km, είναι ηλιοσύγχρονος, με κλίση περίπου 98° και τέμνει τον Ισημερινό στις 10 π.μ. Μεταφέρει ένα Βελτιωμένο Θεματικό Χαρτογράφο (ETM +,Enhanced Thematic Mapper Plus) σε σχέση με τον απλό Θεματικό Χαρτογράφο (TM) που μετέφερε ο Landsat 5. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα του Landsat 7 είναι:

1. Περιέχει ένα παγχρωματικό κανάλι 15 m χωρική διακριτική ικανότητα. Το παγχρωματικό κανάλι καταγράφει δεδομένα στο διάστημα 0,52-0,9μm, πράγμα που προσδίδει βελτιωμένο λόγο σήματος/θόρυβο και κατ'επέκταση καλύτερο διαχωρισμό της βλάστησης. Επίσης η ταυτόχρονη εγκατάσταση με τα πολυφασματικά κανάλια, δίνει εξαιρετική ποιότητα όταν τα δεδομένα τους συγχωνεύονται.
2. Το νέο θερμικό κανάλι 6, έχει χωρική διακριτική ικανότητα 60m (σε σχέση με τα 120m που είχε σε όλους τους προηγούμενους δορυφόρους της σειράς Landsat).
3. Φέρει έναν ηλιακό βαθμονομητή (dual mode) μαζί με μια εσωτερική λάμπα βαθμονόμησης. Αυτός ο συνδυασμός βελτιώνει την ικανότητα βαθμονόμησης του οργάνου.
4. Γεωδαιτική ακρίβεια 400m κατά μήκος του κάθετου ίχνους.
5. Έχει δυνατότητα μετάδοσης των δεδομένων που λαμβάνει με τρεις τρόπους: α) απευθείας, β) μέσω του data relay satellite system, γ) με αποθήκευση και αργότερα μετάδοση.
6. Μεγαλύτερη ραδιομετρική ποιότητα 8-bits με επιλεγμένη τιμή/υψηλής χαμηλής προσθήκης (gain), με σκοπό τη βελτίωση της αντίθεσης (Mather, 1999; Lillesand and Kiefer, 2000; Μιγκίρος κ.α, 2003).

Ο Landsat 7 προσφέρει κάποιες ευκολίες στη χρήση των δεδομένων του όπως:

- I. Περιλαμβάνει ευρεία λωρίδα σάρωσης 185 km (ίδια με αυτή των δορυφόρων Landsat 4 και 5 η οποία προσδίδει σταθερή γεωμετρία πάνω από μεγάλες περιοχές.
- II. Η απόλυτη βαθμονόμηση καναλιών του Θεματικού Χαρτογράφου (+/- 5%) για διαχρονική ανάλυση και ανίχνευση.
- III. Η ταυτόχρονη λήψη του Παγχρωματικού (PAN) και των Πολυφασματικών καναλιών (MS) λαμβάνονται ταυτόχρονα, χωρίς έτσι να υπάρχει ανάγκη για κάποιο ειδικό προγραμματισμό.

Ο κύκλος επαναληψιμότητας απόκτησης δεδομένων από το δορυφόρο, δηλαδή η επαναληψιμότητα μιας τροχιάς του, είναι 16 ημέρες. Χρησιμοποιεί το ίδιο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς με τους Landsat 4 και 5, ενώ έχει περίοδο επαναφοράς μια εβδομάδα στις 55°. Σε σχέση με τον Landsat 5 βρίσκεται σε αποκλίνουσα τροχιά 4 ημερών, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα για πιο τακτική λήψη δεδομένων για μια

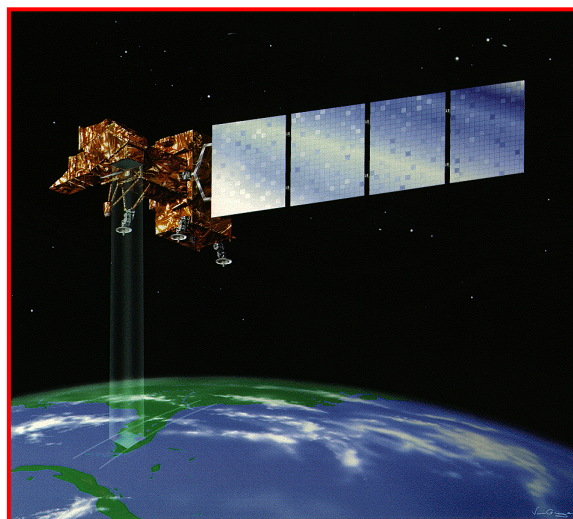
περιοχή. Στην Ευρώπη τα δεδομένα του δορυφόρου συλλέγονται από 4 επίγειους σταθμούς της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας (ESA – European Space Agency) στις πόλεις Kiruna, Neusterlitz, Fucino, Maspalomas (Μιγκίρος κ.α., 2003).

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του δορυφόρου Landsat 7 παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού συστήματος Landsat 7

Εύρος Σάρωσης	185 km
Επαναληψιμότητα	16 ημέρες (233 περιστροφές)
Υψόμετρο	705 km
Κβαντισμός	Τα καλύτερα 8 από τα 9 bits
Δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων	~375 Gb
Τροχιά/κλίση	Ηλιοσύγχρονη, 98,2 μοίρες
Πέρασμα από τον Ισημερινό	Κατερχόμενη τομή; 10:00am +/-15 min
Μεταφορικό μέσο	Delta II
Ημέρα εκτόξευσης	Απρίλιος 1999

(Πηγή: Μιγκίρος κ.α., 2003, σελ. 116)

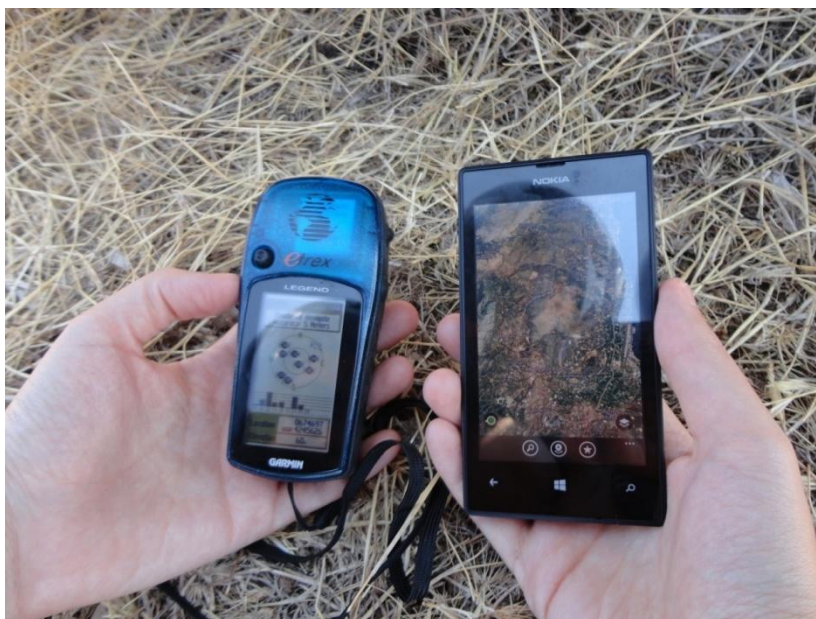


Εικόνα 18. Δορυφόρος Landsat 7 (πηγή: [http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat\\_7](http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat_7))

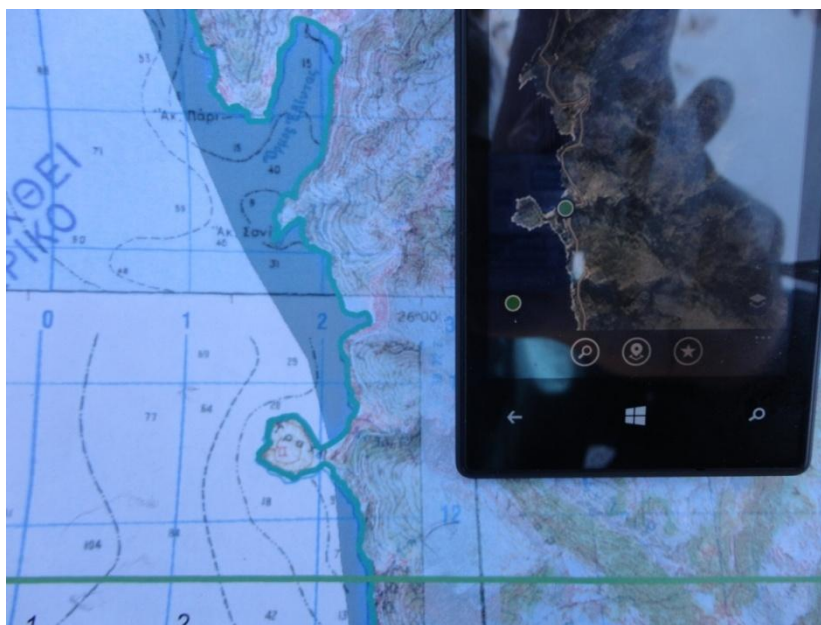
## 5.2. Συλλογή δεδομένων με GPS

Η συλλογή των δεδομένων υπαίθρου πραγματοποιήθηκε μετά την επίσκεψη των καμένων περιοχών και με επί τόπου παρατήρηση και καταγραφή της ζημιάς με φωτογραφικό υλικό. Η επίσκεψη των περιοχών αυτών πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2013 ένα χρόνο δηλαδή μετά την καταστροφική πυρκαγιά. Για τη

συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε GPS της εταιρίας GARMIN καθώς επίσης και κινητή συσκευή με GPS για τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης επάνω στον χάρτη. Οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν απεικονίζονται στην Εικόνα 19.



Εικόνα 19. Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων στην ύπαιθρο



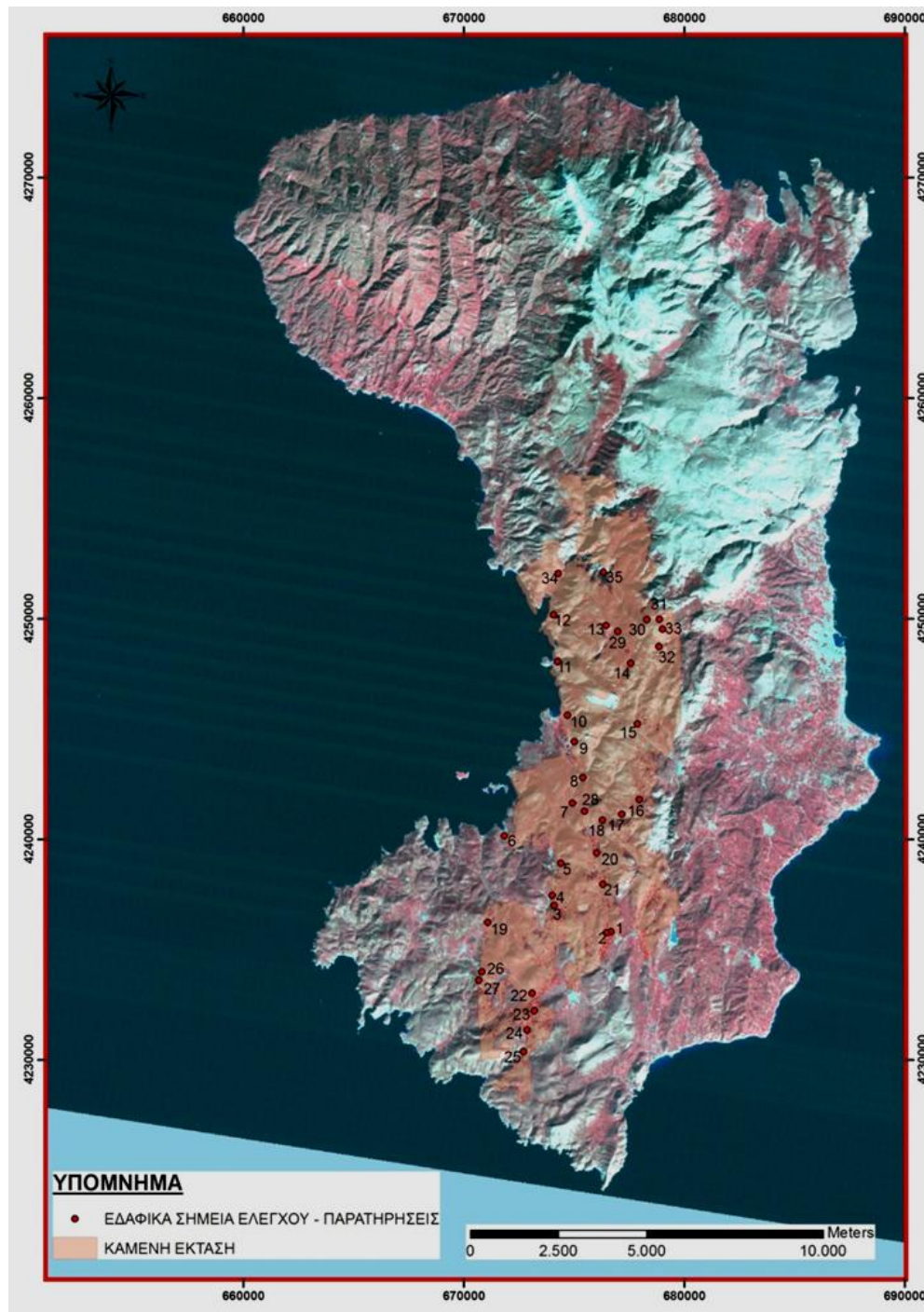
Εικόνα 20. Εντοπισμός ακριβούς θέσης στο χάρτη

Συνολικά έγινε καταγραφή 100 σημείων, από όπου συλλέχθηκαν συντεταγμένες και φωτογραφίες των σημείων αναφοράς. Από τα 100 σημεία, επιλέχθηκαν 35, τα οποία και παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη (Εικόνα 21). Οι συντεταγμένες των

σημείων καταγράφονται στον Πίνακα 14. Τα δεδομένα X, Y (γεωγραφικό μήκος ,γεωγραφικό πλάτος) παρουσιάζονται σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87.

Πίνακας 14. Δεδομένα υπαίθρου

A/A	Γεωγραφικό μήκος (X)	Γεωγραφικό Πλάτος (Y)	Ακρίβεια (m)	Ωρα λήψης σημείου
1	0676628	4335769	4	17:55
2	0676470	4235780	4	18:10
3	0674024	4235669	5	18:40
4	0673797	4237377	4	18:50
5	0674383	4238921	5	18:50
6	0674383	4238921	5	19:05
7	0674915	4241652	5	11:05
8	0675384	4242807	14	11:10
9	0674699	4245626	5	11:20
10	0674238	4248074	10	11:30
11	0674072	4250177	4	11:55
12	0676443	4249698	5	12:10
13	0675563	4247984	6	13:20
14	0677870	4245241	5	13:35
15	0677943	4241807	5	13:50
16	0677153	4241145	7	13:55
17	0676272	4240876	5	14:00
18	0676020	4239396	4	18:40
19	0676304	4237974	5	18:55
20	0673084	4233030	4	19:30
21	0673188	4232224	4	19:45
22	0672870	4231354	5	19:55
23	0672692	4230380	4	20:00
24	0672373	4230103	4	20:05
25	0670882	4234001	4	20:25
26	0670664	4233619	4	20:30
27	0675454	4241278	14	11:10
28	0674990	4244437	5	11:25
29	0676171	4249419	4	12:00
30	0678298	4249954	6	12:10
31	0678866	4249967	5	12:15
32	0678834	4248738	5	12:30
33	0678998	4249531	4	12:40
34	0674263	4252044	5	13:10
35	0676313	4252141	5	13:00



Εικόνα 21. Εδαφικά σημεία ελέγχου – παρατηρήσεις υπαίθρου

Στη συνέχεια παρατίθενται οι φωτογραφίες κάποιων από τα σημεία που συλλέχθηκαν στις καμένες περιοχές. Το σύνολο των φωτογραφιών βρίσκεται στο Παράρτημα.





Εικόνα 22. Σημείο 4 (Βορειοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 23. Σημείο 7 (Βόρεια διεύθυνση)



Εικόνα 24. Σημείο 8 ( Βορειοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 25. Σημείο 11 (Νότια διεύθυνση)



Εικόνα 26. Σημείο 12 (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 27. Σημείο 13 (Ανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 28. Σημείο 15 (Βορειοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 29. Σημείο 16 (Βόρεια διεύθυνση)



Εικόνα 30. Σημείο 18 - Βέσσα (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 31. Σημείο 29 (Ανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 32. Σημείο 31. Περιοχή που είχε κηρυχτεί αναδασωτέα (Νότια διεύθυνση)

### 5.3. Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν

Εκτός από τα γεωχωρικά δεδομένα, χρησιμοποιήθηκαν επίσης και δορυφορικά δεδομένα, τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες, και άλλα δεδομένα, τα οποία επεξεργάστηκαν προκειμένου να δημιουργηθούν οι χάρτες και οι πίνακες της παρούσας διατριβής, καθώς επίσης και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο περιβάλλον και στην οικονομία.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

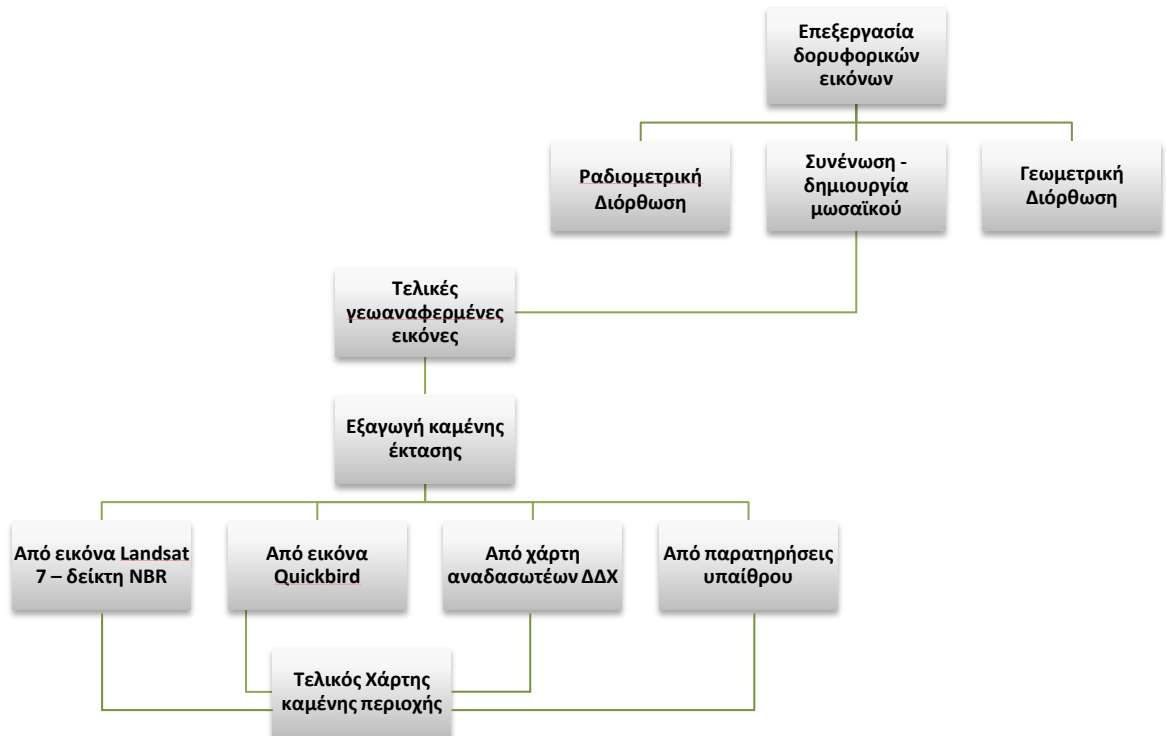
- Δορυφορικές εικόνες IKONOS (08/05/2011) χωρικής διακριτικής ικανότητας 1 m της περιοχής μελέτης από τις οποίες δημιουργήθηκε μωσαϊκό, ένα χρόνο πριν από την πυρκαγιά (βλ. Εικόνα 33)
- Δορυφορικές εικόνες Quickbird (25/08/2012) μεγάλης χωρικής διακριτικής ικανότητας 0,60 m από τις οποίες δημιουργήθηκε μωσαϊκό, για την αποτύπωση της καμένης έκτασης (βλ. Εικόνα 34),

- Δορυφορικές εικόνες Landsat 5 (02/06/2011) χωρικής διακριτικής ικανότητας 30 m για τη δημιουργία χάρτη απεικόνισης της περιοχής μελέτης (βλ. Εικόνα 2 και Εικόνα 20),
- Δορυφορικές εικόνες Landsat 7 (15/11/2012) χωρικής διακριτικής ικανότητας 30 m, όπου με πράξεις μεταξύ των καναλιών δημιουργήθηκε ο δείκτης NBR από όπου προκύπτει το burn scar της περιοχής (βλ Εικόνα 35),
- Ορθοφωτοχάρτης που δημιουργήθηκε από αεροφωτογραφίες (1996) χωρικής διακριτικής ικανότητας 1 m για τη διερεύνηση της ηλικίας των μαστιχόδενδρων που κάηκαν και την σωστή οικονομική αποτίμηση της πυρκαγιάς,
- Τοπογραφικοί Χάρτες 1:50.000 της Γ.Υ.Σ, φύλλα Βολισσός, Βροντάδος, Θυμιανά, Μεστά για τη δημιουργία ψηφιακών τοπογραφικών χαρτών με το Arcmap,
- Γεωλογικοί χάρτες 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλα Χίος-βόρειο τμήμα και Χίος-νότιο τμήμα για τη δημιουργία ψηφιακού γεωλογικού και υδρογεωλογικού χάρτη,
- Κλιματολογικά δεδομένα της Ε.Μ.Υ για τη Χίο,
- Δημογραφικά δεδομένα από την Ε.Σ.Υ.Ε του 2001 και του 2011 για τη Χίο,
- Δεδομένα από την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου μετά από προσωπική επικοινωνία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΜΕΝΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ

### 6.1. Επεξεργασία δεδομένων για καταγραφή της καμένης έκτασης με Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα

Τόσο η Τηλεπισκόπηση όσο και τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα αποτελούν πολύ χρήσιμα εργαλεία για τον εντοπισμό και την καταγραφή εκτάσεων και περιοχών που έχουν πληγεί από μια πυρκαγιά. Οι περιοχές αυτές μάλιστα αποτελούν ιδανικούς στόχους για μια έρευνα που βασίζεται στην τηλεπισκόπηση λόγω των πολύ εμφανών φυσικών αλλαγών που η πυρκαγιά επιφέρει στη βλάστηση και στο έδαφος. Για την επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ERDAS Imagine 2010 και για την επεξεργασία των γεωχωρικών δεδομένων, τις ψηφιοποιήσεις και την εξαγωγή όλων των χαρτών της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Arcmap 10 της ESRI. Στο Σχήμα 5 δίνεται το διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή της καμένης έκτασης.



Σχήμα 5. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας για την εξαγωγή της καμένης έκτασης



### **6.1.1. Προεπεξεργασία και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων**

Η προεπεξεργασία ή αποκατάσταση της εικόνας αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στάδια της ψηφιακής επεξεργασίας, διότι όλα τα επόμενα βήματα καταγραφής των αλλαγών, καθώς και η συσχέτιση με άλλα θεματικά επίπεδα πληροφοριών, βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε αυτήν. Οι πιθανές ατέλειες του πρώτου σταδίου θα μεγιστοποιηθούν στη συνέχεια, με αποτέλεσμα την μείωση ή απώλεια πληροφορίας στο τελικό προϊόν που τελικά θα δημιουργηθεί. Οι διορθώσεις και η αποκατάσταση της αρχικής εικόνας περιλαμβάνει ατμοσφαιρικές, ραδιομετρικές και γεωμετρικές διορθώσεις, καθώς και την απομάκρυνση θορύβων (Avery and Berlin, 1992; Richards 1993; Ψωμιάδης, 2010).

Στην παρούσα μελέτη τα στάδια της προεπεξεργασίας και επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν, πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα Erdas Imagine 2010 και το Arcmap 10 της ESRI. Ουσιαστικά, στις υπάρχουσες δορυφορικές εικόνες έγινε κατ' αρχάς συνένωση τους (fusion ή merge), δηλαδή κατασκευάστηκαν μωσαϊκά, προκειμένου να δημιουργηθούν ενιαίες εικόνες και να διευκολυνθεί η επεξεργασία τους, στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ραδιομετρική διόρθωση με γραμμική επέκταση (linear contrast stretching) και τέλος γεωμετρική διόρθωση. Τα στάδια αυτά αναλύονται παρακάτω.

### **6.1.2. Συνένωση δορυφορικών δεδομένων**

Τα τελευταία χρόνια ο μεγάλος αριθμός δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά μπορεί να προσφέρει πολυάριθμα δορυφορικά δεδομένα, τα οποία καλύπτουν διαφορετικά τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και περιλαμβάνουν το καθένα διαφορετική χωρική, χρονική και φασματική πληροφορία. Τα δεδομένα αυτά, τα οποία δεν μπορούσαν από μόνα τους να δώσουν λύση σε πολλές εφαρμογές, συνδυαζόμενα με άλλα μπορούν να αξιοποιηθούν σε διάφορους τομείς.

Η συγχώνευση ή ενοποίηση ή συνέργεια των δεδομένων (fusion ή merge) έδωσε μια νέα ώθηση την τελευταία δεκαετία στην καλύτερη αξιοποίηση της πληθώρας των δεδομένων που παρέμεναν ανεκμετάλλευτα σε πολλές εφαρμογές. Τα τελικά προϊόντα παρέχουν πολλές φορές αυξημένες ικανότητες ερμηνείας και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για το λόγο ότι συνδυάζονται δεδομένα με διαφορετικά χαρακτηριστικά (Pohl and van Genderen, 1998; Μιγκίρος κ.α., 2003).

Σκοπός, λοιπόν, της συγχώνευσης είναι ο συνδυασμός ανόμοιων και συμπληρωματικών δεδομένων και η δημιουργία ενός νέου προϊόντος, το οποίο θα

περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερα από τα χαρακτηριστικά και τις πληροφορίες των επιμέρους εικόνων που συνδυάστηκαν, αποδεικνύοντας έτσι το σύνολο των πλεονεκτημάτων των πρωτογενών δεδομένων και βελτιώνοντας την ποιότητα της πληροφορίας (Μιγκίρος κ.α., 2003).

Στην παρούσα μελέτη δημιουργήθηκαν μωσαϊκά για όλες τις δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητά τους και να μπορέσει να ανακτηθεί ή μέγιστη δυνατή πληροφορία από αυτές. Η μέθοδος συγχώνευσης που χρησιμοποιήθηκε είναι η Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (Principal Components Analysis - PCA), μια στατιστική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για την επίτευξη της μείωσης του πλεονάσματος πληροφόρησης των πολυφασματικών δεδομένων. Κατά τη διαδικασία αυτή βέβαια, διατηρείται το σύνολο σχεδόν της πληροφόρησης των αρχικών δεδομένων (Lillesand and Kiefer, 2000; Parcharidis et al, 2001; Μιγκίρος κ.α., 2003; Ψωμάδης, 2010).

Για παράδειγμα, πολυφασματικές εικόνες ορατού (VIS)-κοντινού υπέρυθρου (NIR) σε περιοχές με έντονη την ύπαρξη της βλάστησης, έχουν αρνητικούς συσχετισμούς και θετικούς συσχετισμούς μεταξύ των υποπεριοχών του ορατού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα φασματικά χαρακτηριστικά της βλάστησης είναι τέτοια ώστε όταν η ανάκλαση αυξάνει στο πράσινο τμήμα του φάσματος, στο ερυθρό μειώνεται ενώ στο κοντινό υπέρυθρο αυξάνει επίσης. Η παρουσία συσχετισμών μεταξύ των ζωνών μιας πολυφασματικής εικόνας σημαίνει ότι υπάρχει επικάλυψη των δεδομένων, γεγονός που αντανακλάται στους συσχετισμούς αυτούς (Reichert, 1989; Μιγκίρος κ.α., 2003).

### **6.1.3.Ραδιομετρική Διόρθωση εικόνων**

Ο σκοπός της βελτίωσης της εικόνας είναι η δυνατότητα καλύτερης οπτικής ερμηνείας αυξάνοντας τη διάκριση των επιφανειακών χαρακτηριστικών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ανιχνευτές είναι σχεδιασμένοι να καταγράφουν 256 τιμές φωτεινότητας (8 bits), οι εικόνες που αποκτώνται θα απεικονίζονται με 256 διαβαθμίσεις του γκρι (0-255) και επομένως στο ιστόγραμμα της εικόνας θα αποτυπώνονται οι ψηφιακές τιμές των εικονοστοιχείων στο εύρος από 0 έως 255. Τα αρχικά όμως δεδομένα που λαμβάνονται από δορυφόρο και δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία (raw data), δεν χρησιμοποιούν όλες τις διαβαθμίσεις του γκρι και οι τιμές είναι συγκεντρωμένες προς το κέντρο των αξόνων του ιστογράμματος. Έτσι οι αντιθέσεις μεταξύ των τιμών των εικονοστοιχείων είναι πολύ μικρές, οι υφιστάμενες

διαφορές καθίστανται δυσδιάκριτες και η ερμηνεία σχεδόν αδύνατη. Σε αυτές τις περιπτώσεις η χρήση της επέκτασης καθίσταται απαραίτητη για τη βελτίωση της αντίθεσης και τη δυνατότητα ευκολότερης ερμηνείας (Jensen, 2004; Ψωμιάδης, 2010). Ο τελικός στόχος της βελτίωσης της αντίθεσης της εικόνας είναι να μετασχηματιστεί το αρχικό εύρος διακύμανσης των τιμών της εικόνας σε ένα εύρος το οποίο να καλύπτει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο φάσμα τιμών του ιστογράμματος (0 -255) (Ψωμιάδης, 2010).

Για τη βελτίωση των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη (Εικόνες Landsat 5 και 7, IKONOS και Quickbird) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της γραμμικής επέκτασης (linear contrast stretching). Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε διότι αποτελεί την πιο απλή μορφή βελτίωσης της εικόνας και αποτυπώνει τις τιμές των εικονοστοιχείων στην πλήρη κατανομή τους. Η κατανομή των τιμών γίνεται με τέτοιο τρόπο που τα εικονοστοιχεία με τις χαμηλότερες τιμές, πριν από την εφαρμογή της τεχνικής, αποτυπώνονται στην τιμή 0 (μαύρο), ενώ τα εικονοστοιχεία με τις υψηλότερες τιμές στην τιμή 255 (λευκό). Οι ενδιάμεσες τιμές κατανέμονται γραμμικά ανάμεσα στις δυο ακραίες.

Τέλος με τη μέθοδο της γραμμικής επέκτασης της αντίθεσης επιτυγχάνουμε αύξηση της αντίθεσης στην ψηφιακή εικόνα, ενώ διατηρούνται οι συσχετισμοί της αρχικής ακτινοβολίας. Η μέθοδος παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα σε εικόνες των οποίων τα ιστογράμματα ακολουθούν την Gaussian κατανομή, δηλαδή όλες οι τιμές της φωτεινότητας συγκεντρώνονται σε ένα μικρό τμήμα του ιστογράμματος και η καμπύλη σχηματίζει μια μόνο κορυφή (Jensen, 2004; Ψωμιάδης, 2010).

#### **6.1.4. Γεωμετρική Διόρθωση εικόνων**

Τα πρωτογενή δεδομένα εμφανίζουν γεωμετρικές παραμορφώσεις (Richards, 1999; Mather, 1999; Ψωμιάδης, 2010). Οι παραμορφώσεις αυτές οφείλονται στα μη συστηματικά ή τυχαία σφάλματα και στα συστηματικά σφάλματα, όπως η απόκλιση σάρωσης, η διακύμανση ταχύτητας περιστροφής, η πανοραμική παραμόρφωση, κ.α. Τα συστηματικά σφάλματα διορθώνονται απευθείας στους επίγειους σταθμούς λήψης των εικόνων (Συλλαίος, 1990, Ψωμιάδης, 2010).

Οι δορυφορικές εικόνες στην πρωτογενή τους μορφή δεν περιέχουν καμία αναφορά σχετικά με την τοποθεσία την οποία καλύπτουν και συνεπώς δεν έχουν τις ιδιότητες ενός χάρτη. Η εισαγωγή των δορυφορικών δεδομένων σε ένα Γ.Π.Σ και η διαχείριση και συσχέτισή τους με άλλες ομάδες δεδομένων καθιστά απαραίτητη τη γεωμετρική

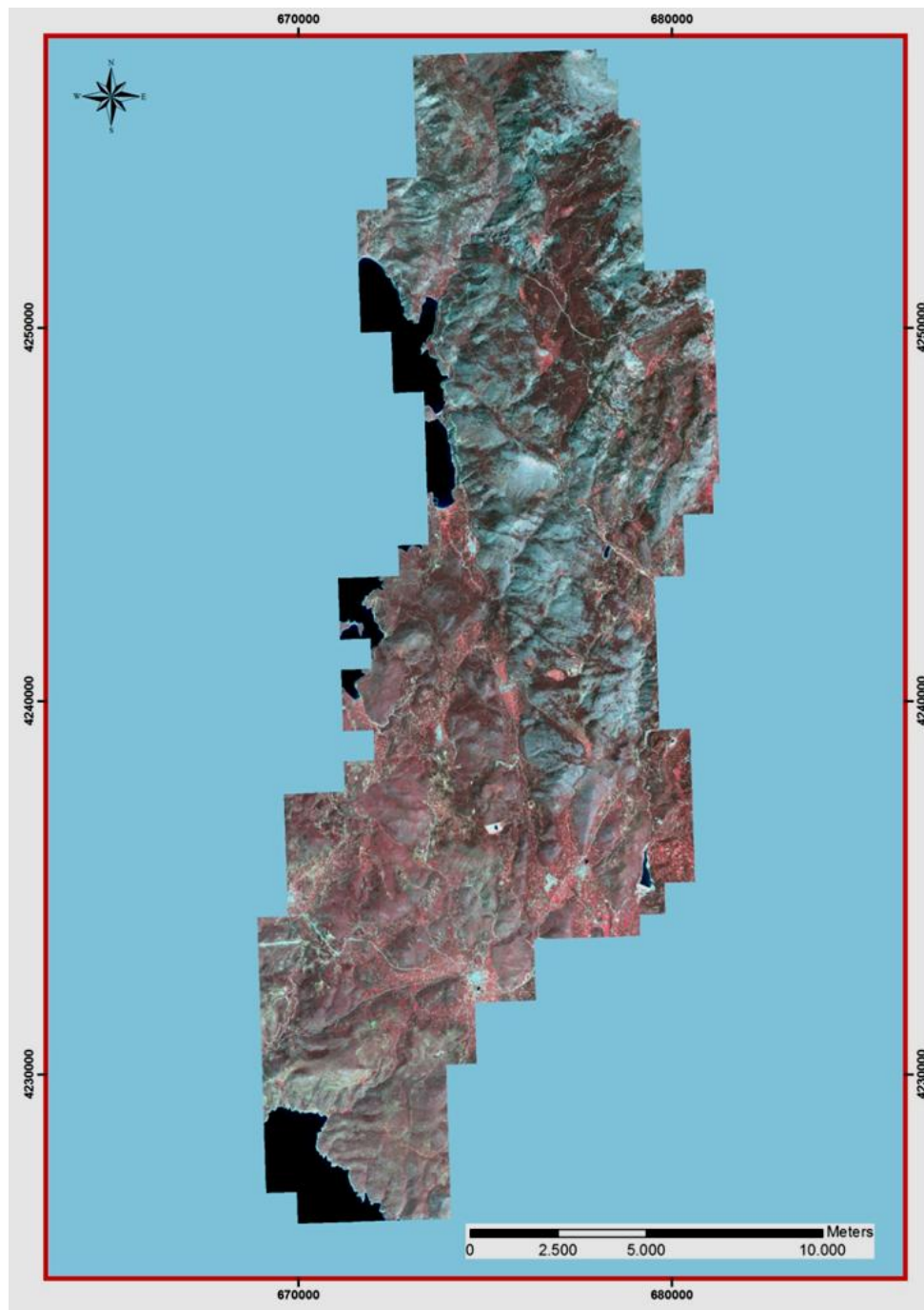
τους διόρθωση, έτσι ώστε να αποκτήσουν συντεταγμένες, κλίμακα και προσανατολισμό προς το βορρά. Η γεωμετρική διόρθωση έχει ως στόχο να μετασχηματίσει το υπάρχον σύστημα συντεταγμένων της εικόνας, το οποίο συνήθως συνίσταται από τον αριθμό των εικονοστοιχείων σε σειρές και στήλες, σε ένα συγκεκριμένο σύστημα χαρτογραφικής προβολής (Ψωμάδης, 2010).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη χρησιμοποιήθηκε το μετρικό σύστημα προβολής ΕΓΣΑ '87. Για τη γεωμετρική διόρθωση των εικόνων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. 1) Αρχικά έγινε η επιλογή του κατάλληλου συστήματος συντεταγμένων, 2) στη συνέχεια επιλέχθηκε ο τύπος διόρθωσης, η οποία περιλάμβανε την εισαγωγή των συντεταγμένων από τοπογραφικό χάρτη και τη σύγκριση εικόνας με εικόνα (image to image registration). 3) Επιλέχθηκε η μέθοδος μετασχηματισμού, η οποία αποδίδει συντεταγμένες σε όλη την εικόνα, 4) εντοπίστηκαν τα εδαφικά σημεία ελέγχου με βάση κοινά σημεία επάνω στην υπό διόρθωση εικόνα και στην ήδη γεωμετρικά διορθωμένη εικόνα. 5) Επίσης, επιλέχθηκε η τεχνική της αναδόμησης και τέλος 6) δημιουργήθηκε η τελική εικόνα από την αναδόμηση και το σχηματισμό του νέου καννάβου.

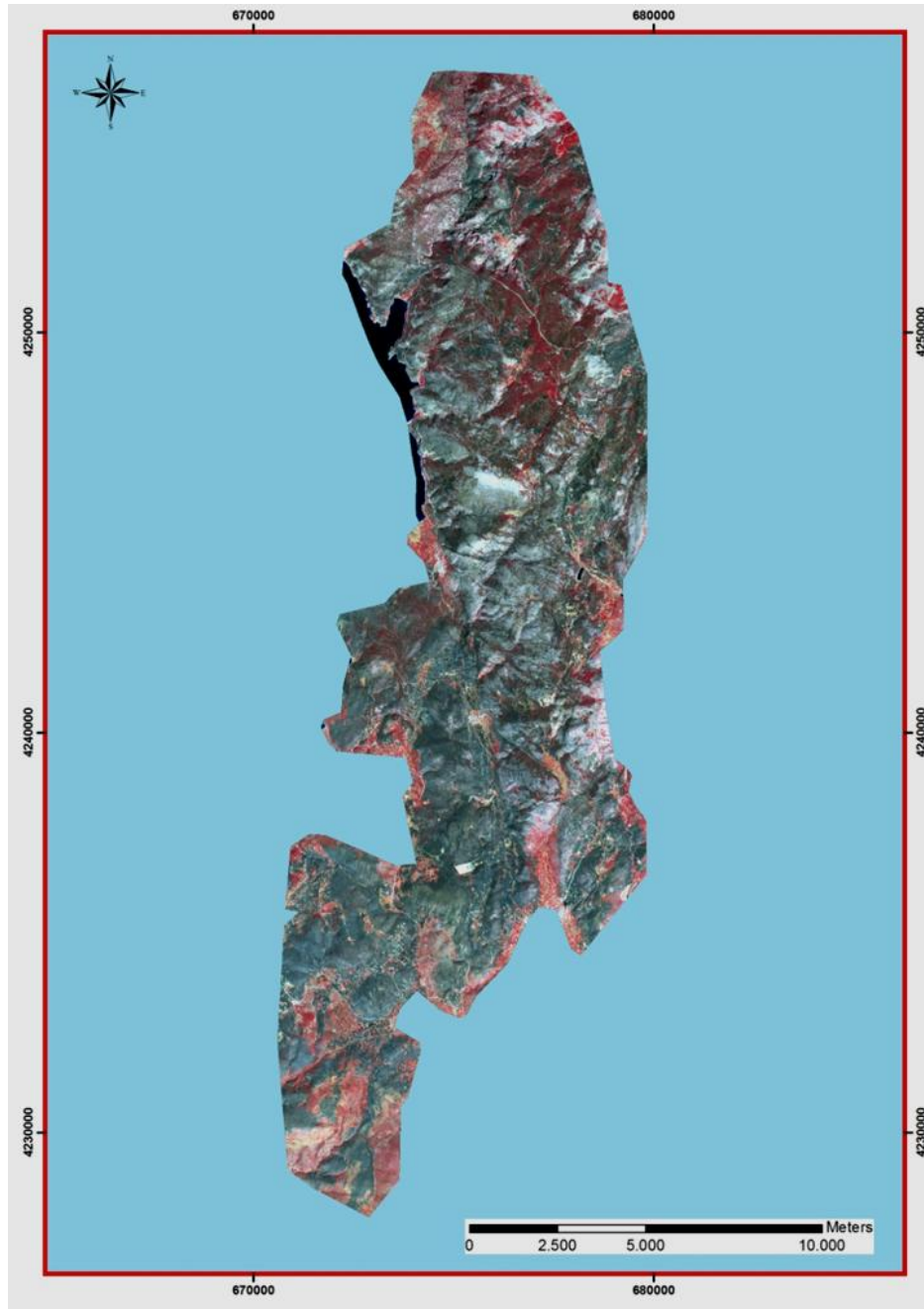
Πιο συγκεκριμένα για τη διόρθωση της εικόνας IKONOS του 2011 χρησιμοποιήθηκαν ως πηγή εύρεσης των εδαφικών σημείων ελέγχου οι γεωμετρικά διορθωμένοι ορθοφωτοχάρτες του 2007 του Υπουργείου Γεωργίας. Στη συνέχεια με βάση τη διορθωμένη εικόνα IKONOS (βλ. Εικόνα 33), διορθώθηκε η εικόνα Quickbird του 2012 (βλ. Εικόνα 34) που απεικονίζει την καμένη έκταση, καθώς επίσης και οι εικόνες Landsat 5 του 2011 και Landsat 7 του 2012. Τα εδαφικά σημεία ελέγχου επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν μια κανονική διασπορά σε ολόκληρη την εικόνα, τόσο στα όρια της περιοχής μελέτης όσο και στα ενδότερα. Τα σημεία αυτά αφορούσαν κατά κύριο λόγο διασταυρώσεις δρόμων, χαρακτηριστικά σημεία της ακτογραμμής, στροφές δρόμων, συμβολές ρεμάτων, κλπ. Κατά την εκτέλεση της γεωμετρικής διόρθωσης χρησιμοποιήθηκε το πολυωνυμικό μοντέλο μετασχηματισμού.

Αφού πραγματοποιήθηκε η γεωαναφορά της εκάστοτε δορυφορικής εικόνας από όπου της αποδόθηκαν συντεταγμένες, ακολούθησε η διαδικασία της γεωκωδικοποίησης από την οποία υπολογίστηκαν εκ νέου οι ψηφιακές τιμές των εικονοστοιχείων, μέσω της αναδόμησης (resampling) της εικόνας, ώστε οι ακριβείς χωρικές τους θέσεις να αντιστοιχούν στα κέντρα του νέου καννάβου της διορθωμένης εικόνας. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η μέθοδος του κοντινότερου

γειτονικού σημείου (nearest neighbor), η οποία αλλοιώνει στο ελάχιστο τα αρχικά δεδομένα.



Εικόνα 33. Μωσαϊκό δορυφορικών εικόνων IKONOS (RGB 4,3,2)

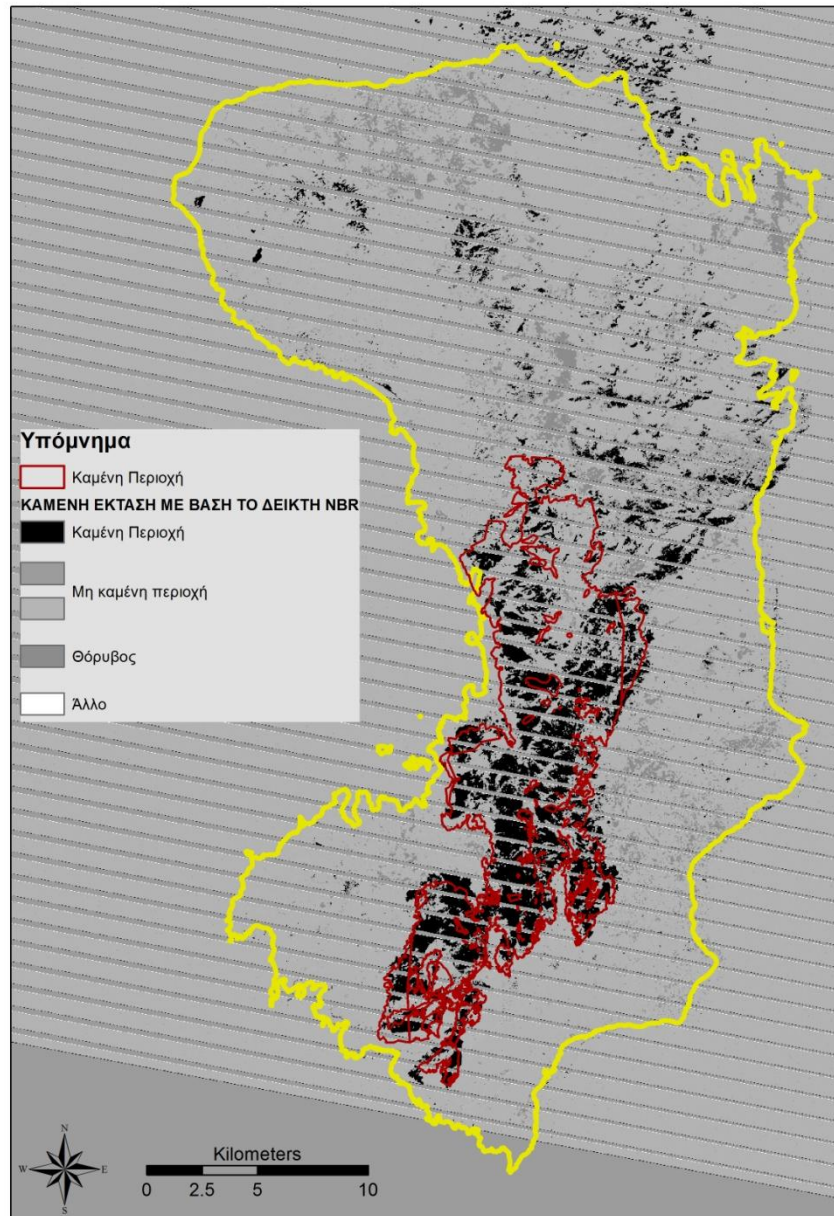


Εικόνα 34. Μωσαϊκό δορυφορικών εικόνων Quickbird (RGB 4,3,2), όπου η καμένη έκταση αποτυπώνεται με μαύρο χρώμα και οι περιοχές βλάστησης με κόκκινο

#### 6.1.5. Ψηφιοποίηση καμένων εκτάσεων

Η ψηφιοποίηση των καμένων εκτάσεων της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Arcmap 10 της ESRI. Αφού έγινε η προεπεξεργασία των δορυφορικών εικόνων, αυτές εισήχθησαν στο ΓΠΣ απ' όπου μετά από την κατάλληλη επεξεργασία η καμένη έκταση προέκυψε από τέσσερις διαφορετικές προσεγγίσεις προκειμένου να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια στο τελικό αποτέλεσμα.

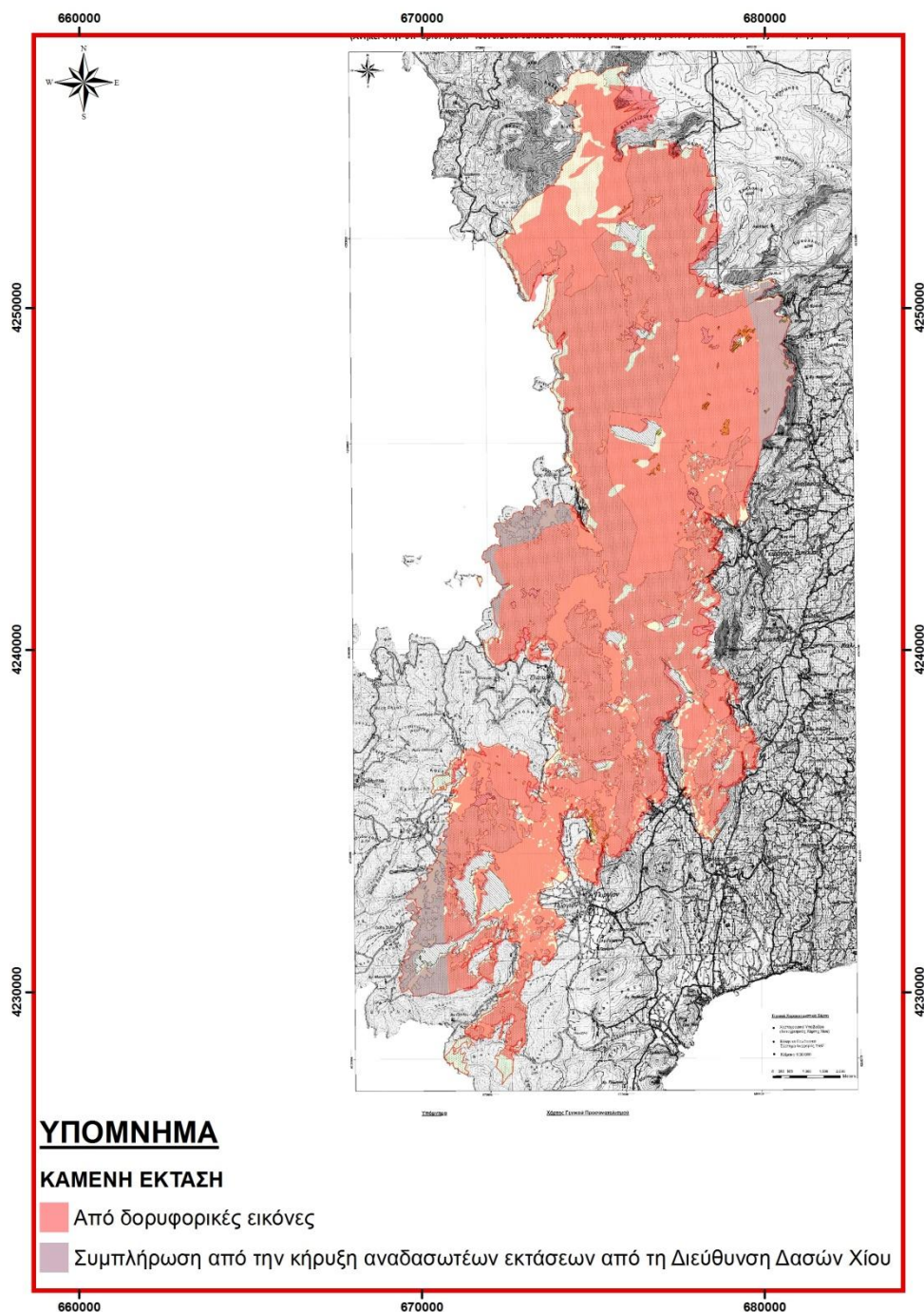
1. Από ψηφιοποίηση της μαύρης σκιασμένης περιοχής που προέκυψε από την πραγματοποίηση αριθμητικών πράξεων μεταξύ των φασματικών καναλιών 4 και 7 της εικόνας Landsat 7, οι οποίες δίδουν το δείκτη NBR ( $NBR = (b4 - b7)/(b4 + b7)$ ). Ο δείκτης παίρνει τιμές από -1 έως +1, όπου σε περιοχές με βλάστηση παίρνει θετικές τιμές, ενώ σε περιοχές με γυμνό έδαφος ή ολοσχερώς καμένες παίρνει αρνητικές τιμές (βλ. Εικόνα 35)



Εικόνα 35. Δορυφορική εικόνα Landsat 7, όπου απεικονίζεται ο δείκτης Normal Burn Ratio (NBR) που σκιαγραφεί την καμένη περιοχή

2. Από την ψηφιοποίηση της δορυφορικής εικόνας Quickbird ακρίβειας 0,60 m, όπου μετά τη μετατροπή της σε Σύνθετη Ψευδέχρωμη Εικόνα αντιστοιχήθηκαν τα κανάλια 4,3,2 στη χρωματική παλέτα RGB κατ' αντιστοιχία, έτσι ώστε η βλάστηση να απεικονίζεται με έντονο κόκκινο χρώμα και η καμένη έκταση με μαύρο (βλ. Εικόνα 34). Η ψηφιοποίηση με βάση την εικόνα αυτή έγινε με πολύ μεγάλη ακρίβεια, ωστόσο λόγω του ότι η εικόνα δε περιελάμβανε την καμένη έκταση στο σύνολό της χρειάστηκε να γίνει μια προσθήκη από άλλα δεδομένα.
3. Από την ψηφιοποίηση των καμένων εκτάσεων που δεν περιλαμβάνονταν στην εικόνα Quickbird με βάση την κήρυξη αναδασωτέων εκτάσεων στη Νήσο Χίο από τη Διεύθυνση Δασών Χίου (βλ. Εικόνα 36).

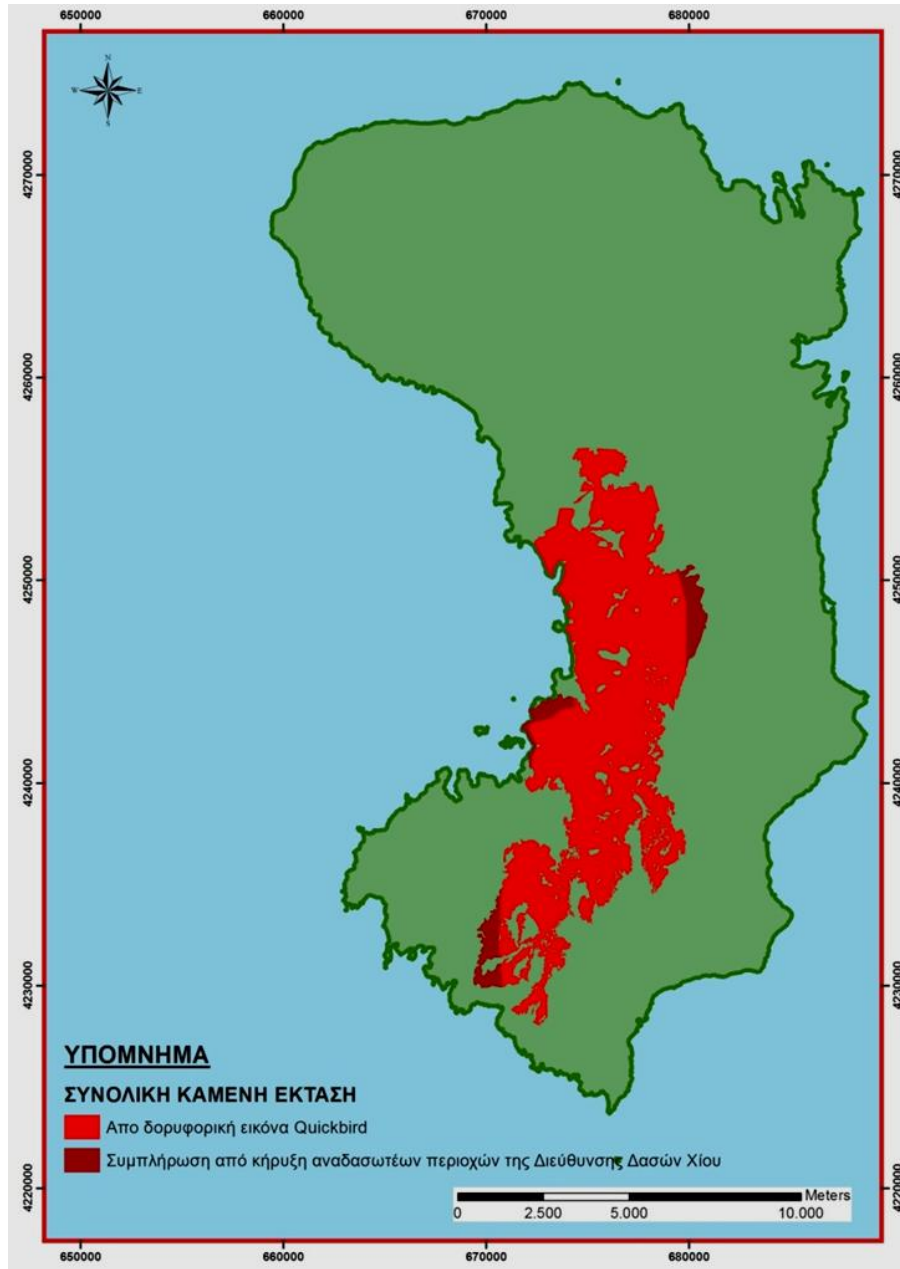




Εικόνα 36. Χάρτης αναδασωτέας περιοχής που κυρύχθηκε από τη Διεύθυνση Δασών Χίου και με βάση τον οποίο έγινε συμπλήρωση της καμένης έκτασης

4. Με παρατηρήσεις υπαίθρου (εδαφικά σημεία ελέγχου και φωτογραφίες) που συλλέχθηκαν από τη συγγραφέα της παρούσας μελέτης, οι οποίες βελτιώνουν την τελική ακρίβεια και τη φωτοερμηνεία.

Στην Εικόνα 37 απεικονίζεται η συνολική καμένη έκταση με βάση την οποία προέκυψαν τα συμπεράσματα για τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 37. Συνολική καμένη έκταση που προέρχεται από την ψηφιοποίηση της δορυφορικής εικόνας Quickbird και συμπληρώνεται από την ψηφιοποίηση με βάση την κήρυξη αναδασωτέων περιοχών της Διεύθυνσης Δασών Χίου

#### 6.1.6. Σύγκριση εικόνων για την εύρεση της ηλικίας των καμένων μαστιχόδεντρων

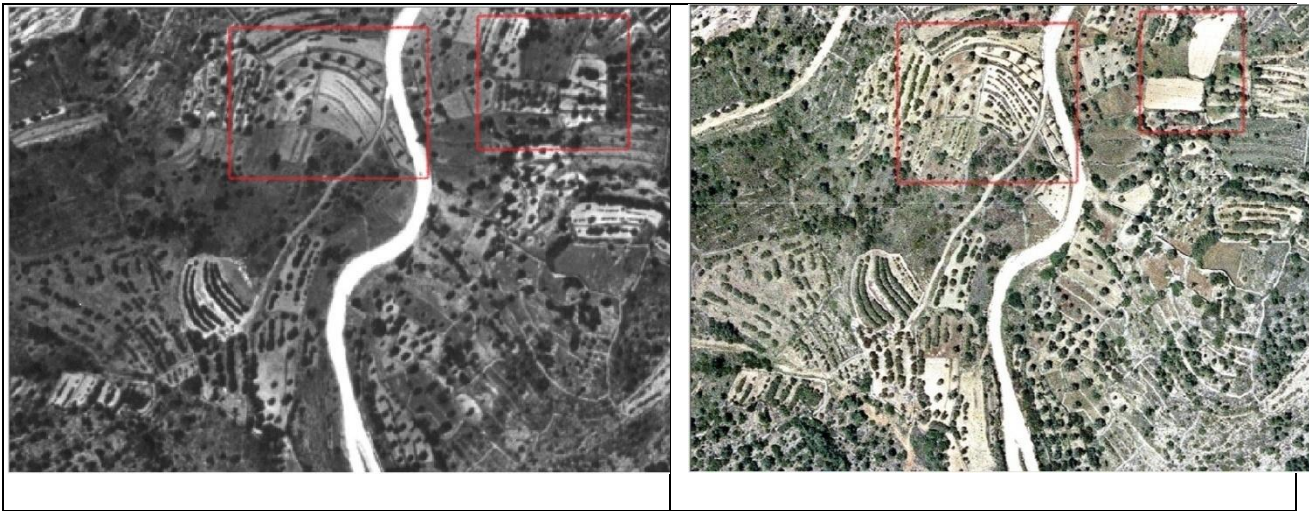
Για τον υπολογισμό του μεγέθους της οικονομικής καταστροφής που υπέστη το νησί από την πυρκαγιά λόγω της απώλειας των μαστιχόδεντρων, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της δορυφορικής εικόνας IKONOS του 2011 και του ορθοφωτοχάρτη των αεροφωτογραφιών του 1996.

Έγινε προσπάθεια εντοπισμού περιοχών στις οποίες τα μαστιχόδεντρα στη μεν εικόνα του 1996 είναι πολύ μικρά ή νεοφυτεμένα, στη δε εικόνα του 2011 βρίσκονται στην πλήρη παραγωγική ηλικία. Από αυτή τη σύγκριση ψηφιοποιήθηκαν οι περιοχές με τα μαστιχόδεντρα που κάηκαν όταν βρίσκονταν στην παραγωγική ηλικία (10-15 ετών), οι περιοχές στις οποίες τα μαστιχόδεντρα είναι μεγαλύτερα από 15 έτη και έχουν περάσει σε λιγότερο παραγωγική περίοδο και οι περιοχές εκείνες στις οποίες τα μαστιχόδεντρα στην εικόνα του 2011 είναι πολύ μικρά, οπότε και αναμενόταν στα προσεχή έτη να δώσουν μεγάλες αποδόσεις σε μαστίχα. Έτσι δημιουργήθηκαν τρεις κατηγορίες πολυγώνων από την φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας IKONOS και του ορθοφωτοχάρτη οι οποίες παρουσιάζονται στο χάρτη της Εικόνας 41.

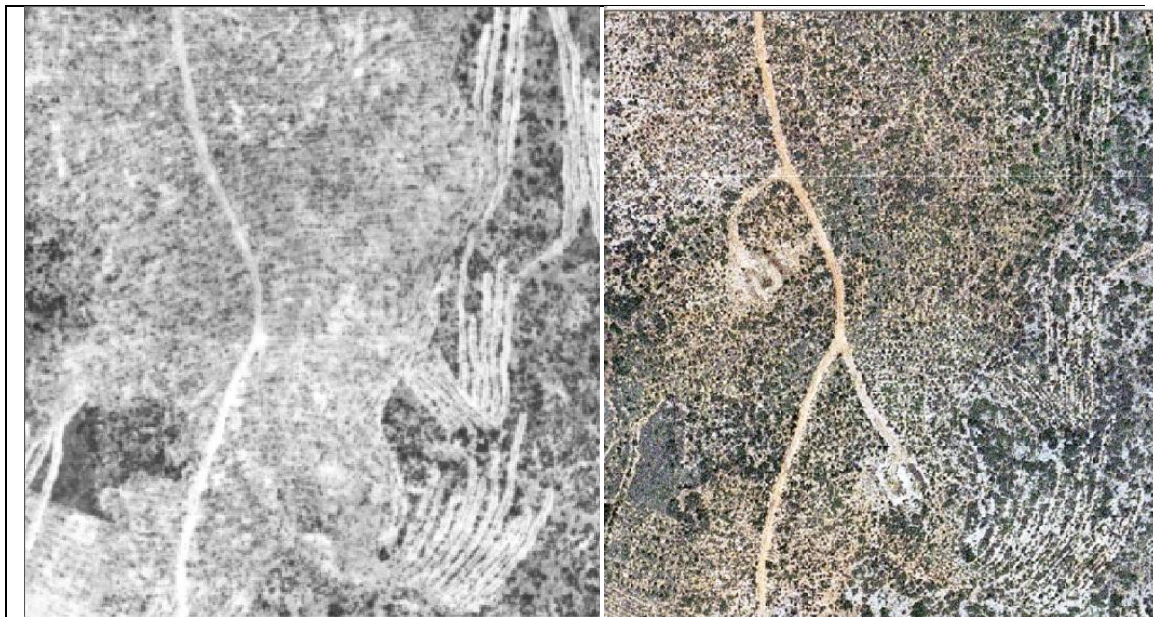
Στις Εικόνες 38, 39 και 40 που ακολουθούν απεικονίζονται περιοχές, οι οποίες στις δυο διαφορετικές χρονικές περιόδους παρουσιάζουν εμφανείς διαφορές ως προς το μέγεθος και την ηλικία των δέντρων και οι οποίες δείχνουν τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία του χάρτη των μαστιχόδεντρων (Εικόνα 41).



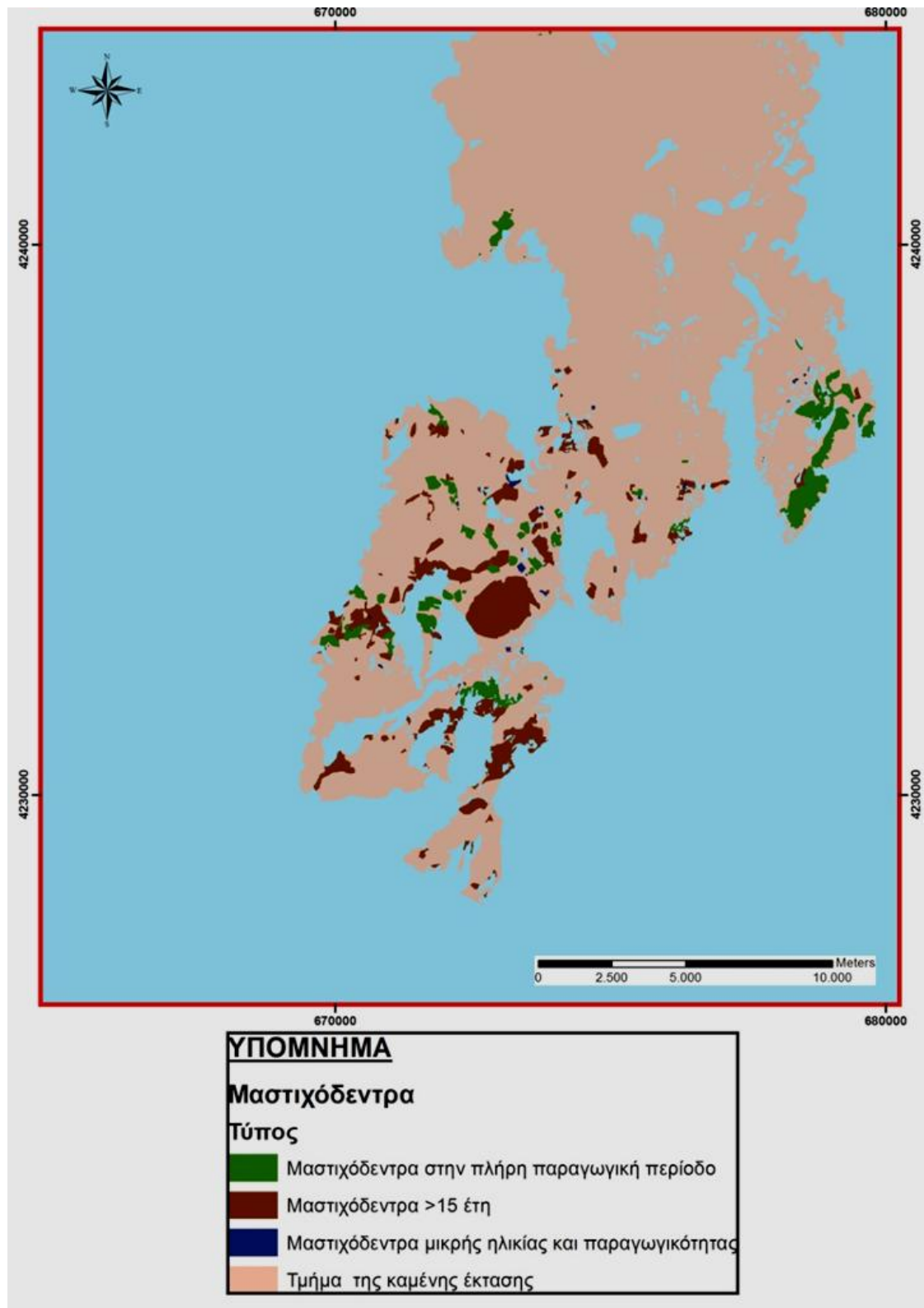
Εικόνα 38. Αριστερά εικόνα του 1996 όπου παρατηρούνται μαστιχόδεντρα σε πολύ μικρή ηλικία. Δεξιά εικόνα του 2011 όπου τα μαστιχόδεντρα πλέον βρίσκονται στην παραγωγική ηλικία



Εικόνα 39. Αριστερά εικόνα του 1996, δεξιά εικόνα του 2011. Οι διαφορές δεν είναι παντού εμφανείς. Κάποια μαστιγόδεντρα που βρίσκονταν ήδη στην παραγωγική ηλικία το 1996, δεν δίνουν την ίδια παραγωγή το 2011.



Εικόνα 40. Αριστερά εικόνα του 1996, δεξιά εικόνα του 2011. Πολύ εμφανείς αλλαγές σε λοφώδη περιοχή, όπου αριστερά δεν υπήρχαν ακόμη δέντρα και δεξιά η βλάστηση έχει πυκνώσει. Η περιοχή αυτή κάηκε σχεδόν ολοσχερώς.



Εικόνα 41. Χάρτης απεικόνισης περιοχών με μαστιχόδεντρα και κατηγοριοποίησής των δέντρων σε διαφορετικές παραγωγικές περιόδους

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ**

### **7.1. Εισαγωγή**

Η πυρκαγιά της Χίου τον Αύγουστο του 2012 ήταν μια από τις μεγαλύτερες και καταστροφικότερες για την ιστορία του νησιού. Άφησε πίσω της περίπου 140.000 στρέμματα καμένου πευκοδάσους, βοσκοτόπων και αγροτικών καλλιεργειών μαστιχόδεντρων και ελαιώνων. Μεταξύ των ζημιών καταγράφονται καταστροφές σε μελίσσια, και μικρές απώλειες σε ζωικό κεφάλαιο. Η φωτιά απείλησε οικισμούς και σε κάποιες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στον οικισμό της Βέσσας, η φωτιά έκαψε τα φυτά που βρίσκονταν στις αυλές των σπιτιών. Η δριμύτητα της πυρκαγιάς ήταν τόσο μεγάλη που σε κάποια σημεία σταμάτησε μόνον όταν έφτασε στη θάλασσα.

Επιπλέον, από τη φωτιά επηρεάστηκαν προστατευόμενες περιοχές με μεγάλη οικολογική σημασία, όπως το καταφύγιο άγριας ζωής K397 και ένα κομμάτι της Ζώνης Ειδικής Προστασίας GR4130003 του δικτύου NATURA 2000.

Οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς τόσο στη χλωρίδα όσο και στην πανίδα της Χίου είναι πολύ σημαντικές, όπως επίσης μεγάλης σημασίας είναι και οι επιπτώσεις στα εδάφη λόγω της διάβρωσης που μπορούν να υποστούν από την φωτιά αλλά και στην οικονομία από την καταστροφή περίπου 230.000 μαστιχόδεντρων, οι οποίες δεν έχουν διαφανεί ακόμη αλλά θα γίνουν ορατές τα επόμενα χρόνια.

Η ανάκαμψη των καμένων περιοχών θα εξαρτηθεί στο μέλλον από το πόσο γρήγορα θα επέλθει η φυσική αναγέννηση των καμένων περιοχών, από την ανθρώπινη συμπεριφορά απέναντι σε αυτές και από τις δράσεις αποκατάστασης των καμένων από τους αρμόδιους φορείς.

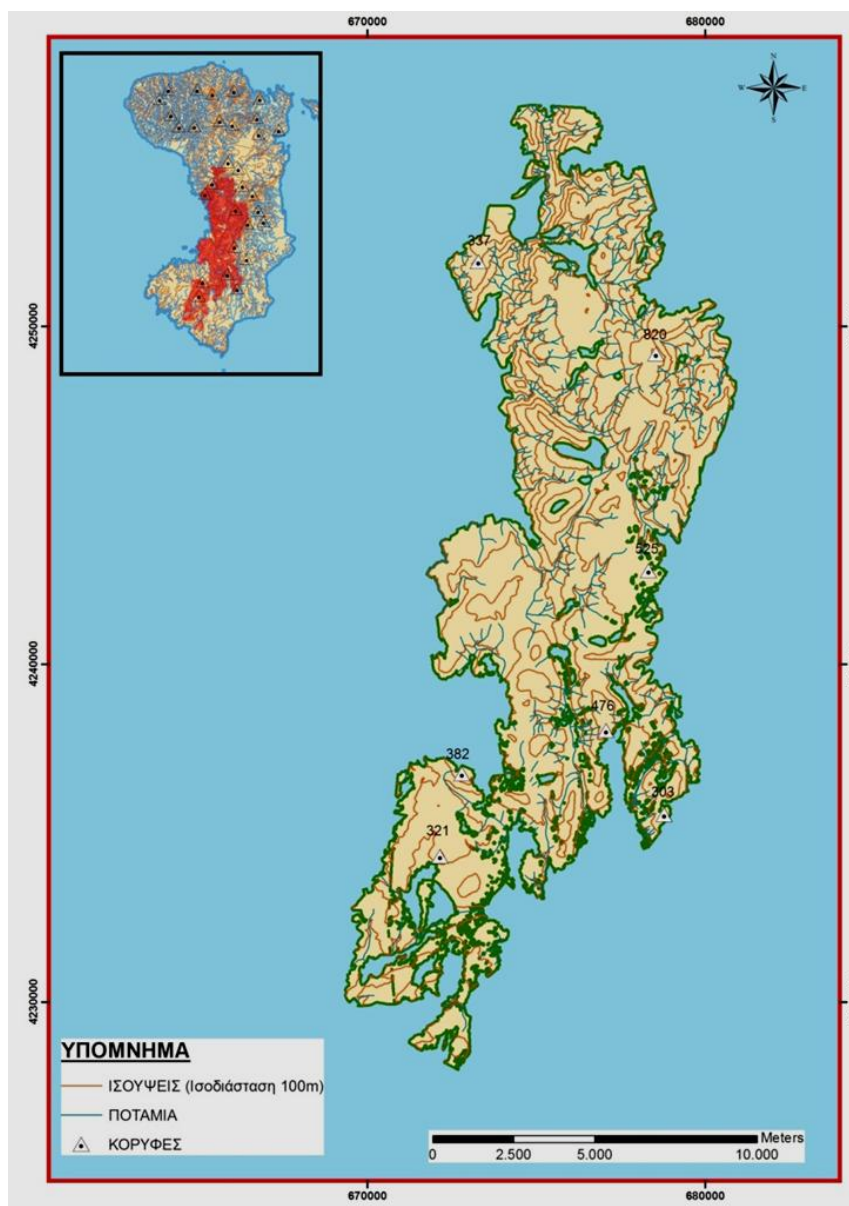
Όπως έχει ήδη δημοσιευθεί η δασική έκταση που επλήγη από την πυρκαγιά κρίθηκε αναδασωτέα από τη Διεύθυνση Δασών Χίου. Επίσης ξεκίνησαν οι αποζημιώσεις για τους πυρόπληκτους μαστιχοπαραγωγούς προκειμένου να ξεκινήσει η ανασχίνωση των καμένων μαστιχόδεντρων.

Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο περιβάλλον και στην οικονομία της Χίου.

## 7.2. Επιπτώσεις στο περιβάλλον

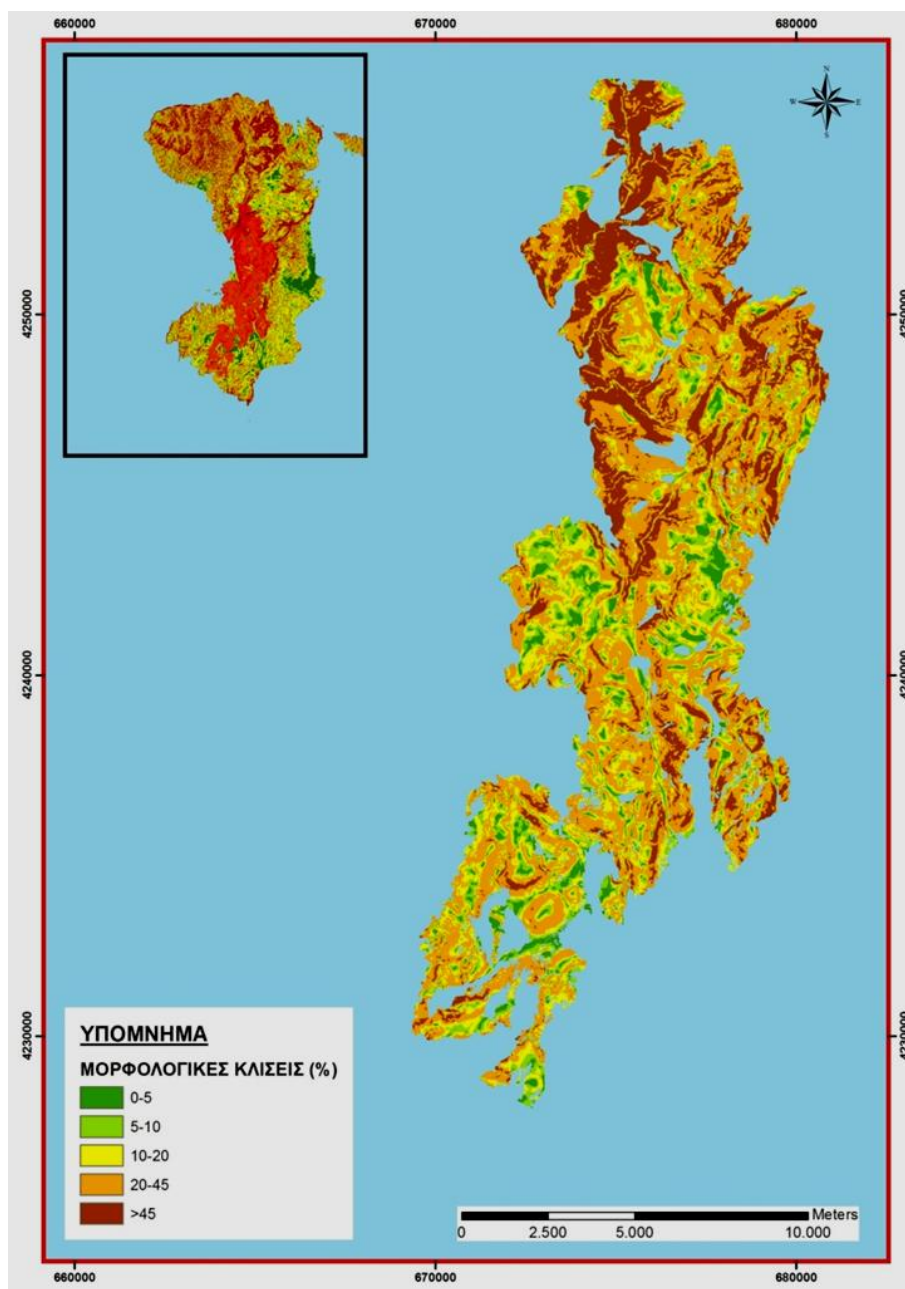
### 7.2.1. Ανάγλυφο της καμένης περιοχής

Το τοπογραφικό ανάγλυφο της καμένης περιοχής θα μπορούσε να χαρακτηριστεί έντονο στο βόρειο τμήμα και πιο ήπιο στο νότιο. Στο βόρειο τμήμα συγκεκριμένα συναντά κανείς απότομους λόφους όπου το μεγαλύτερο υψόμετρο πλησιάζει τα 820 m. Το τμήμα αυτό καλυπτόταν κυρίως από δασικές εκτάσεις, οι οποίες κήκαν κατά τόπους. Στην Εικόνα 42 αποτυπώνονται οι ισουψείς καμπύλες, ισοδιάστασης 100m, καθώς και το υδρογραφικό δίκτυο και οι κορυφές που εντοπίζονται στην πληγείσα περιοχή.



Εικόνα 42. Τοπογραφικός χάρτης της καμένης περιοχής

Παρακάτω παρατίθενται οι μορφολογικές κλίσεις εδάφους σε ποσοστά (βλ. Εικόνα 43 και Πίνακα 15) Παρατηρούμε ότι κυριαρχούν οι απότομες κλίσεις (20-45%) με ποσοστό 43,68% και οι πολύ απότομες κλίσεις (>45%) με ποσοστό 20,52 %, κυρίως στα βόρεια της καμένης περιοχής. Επίσης δημιουργήθηκε και ο χάρτης του προσανατολισμού των πρηνών της καμένης περιοχής (βλ. Εικόνα 44) και ο αντίστοιχος πίνακας με την έκταση και τα ποσοστά (βλ. Πίνακα 16). Σε μεγαλύτερη έκταση (31%) οι κλίσεις εμφανίζεται να έχουν νοτιοδυτική διεύθυνση.

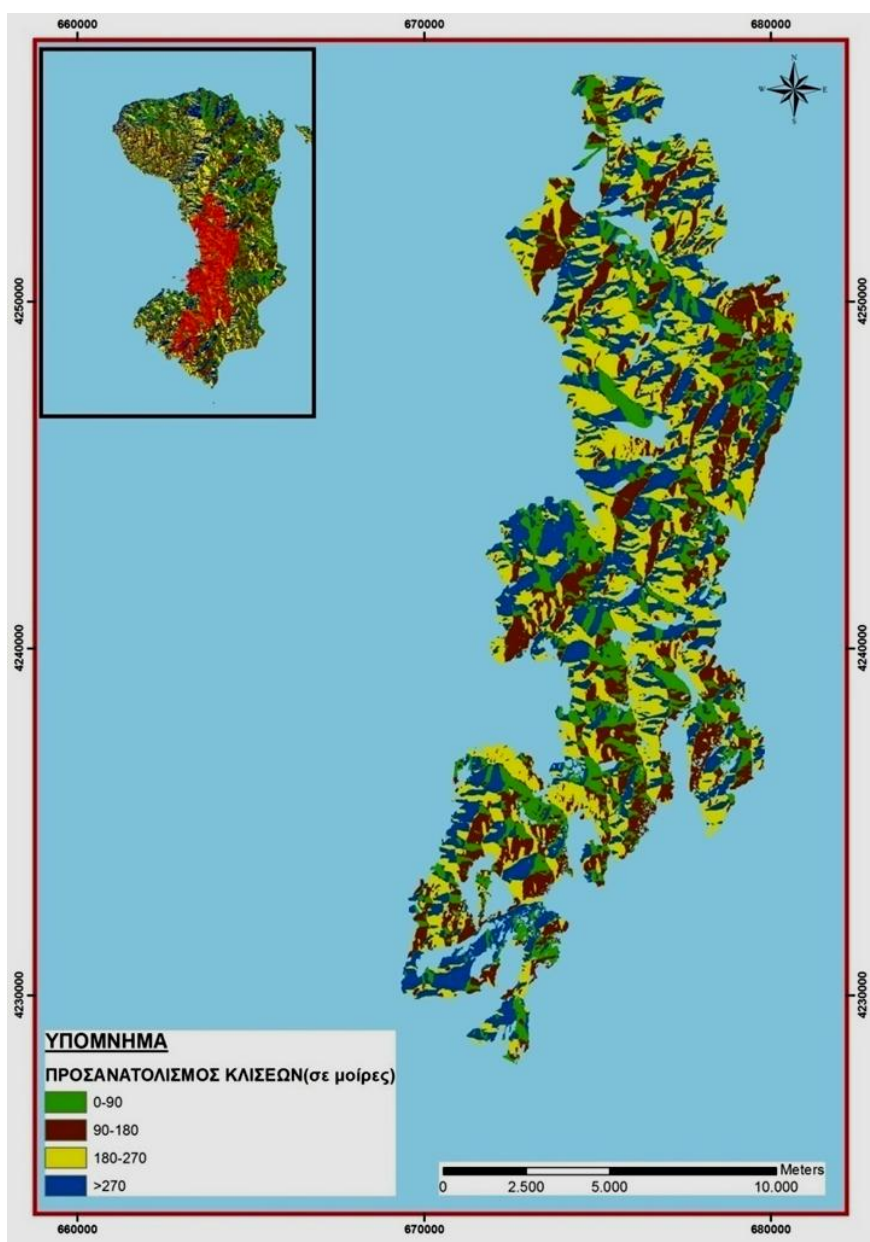


Εικόνα 43. Μορφολογικές κλίσεις εδάφους της καμένης περιοχής



Πίνακας 15. Μορφολογικές κλίσεις εδάφους καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστά)

Χαρακτηρισμός	Μορφολογικές κλίσεις (%)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Επίπεδες περιοχές – πολύ ήπια κλίση	0-5	7,74	5,95
Ήπια κλίση	5-10	13,09	10,06
Μέτρια κλίση – μέτρια απότομη κλίση	10-20	25,73	19,79
Απότομη κλίση	20-45	56,79	43,68
Πολύ απότομη κλίση	>45	26,68	20,52
<b>Συνολική έκταση καμένης περιοχής</b>		130	100



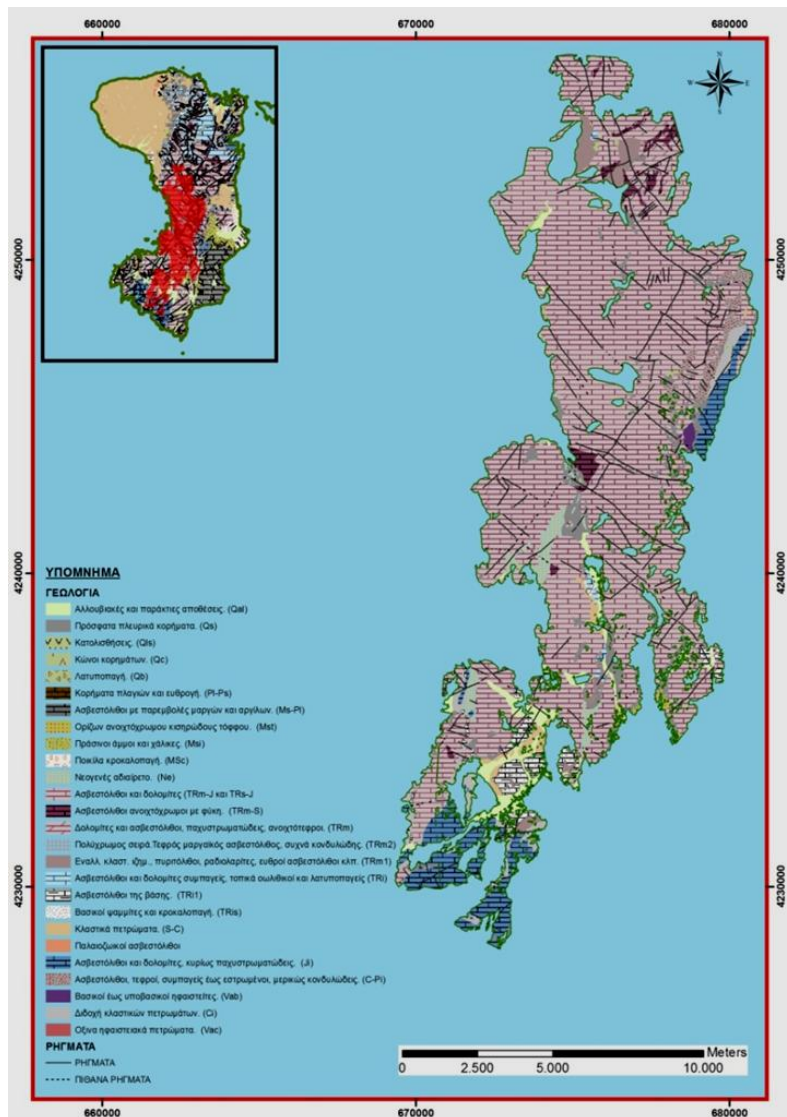
Εικόνα 44. Προσανατολισμός των πρανών της καμένης περιοχής

Πίνακας 16. Προσανατολισμός κλίσεων στην καμένη περιοχή (έκταση και ποσοστό)

Προσανατολισμός κλίσεων (σε μοίρες)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
0-90 (BA)	21,44	16,49
90-180 (NA)	29,71	22,84
180-270 (ΝΔ)	40,42	31,08
>270 (ΒΔ)	38,47	29,59
<b>Συνολική έκταση καμένης περιοχής</b>	<b>130</b>	<b>100</b>

7.2.2. Γεωλογία

Η γεωλογία της καμένης περιοχής παρουσιάζεται στο χάρτη της Εικόνας 45 και η έκταση του κάθε γεωλογικού σχηματισμού στον Πίνακα 17 και η περατότητα των σχηματισμών σε έκταση και ποσοστά στον Πίνακα 18.



Εικόνα 45. Γεωλογικοί Σχηματισμοί καμένης περιοχής

Πίνακας 17. Γεωλογικοί σχηματισμοί και υδρογεωλογικές ενότητες καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστό)

Γεωλογία	Υδρογεωλογική Ενότητα	Κατείσδυση	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Βασικοί έως υποβασικοί ηφαιστειίτες. (Vab)	Ηφαιστειακά υλικά, πυροκλαστικά πετρώματα κλπ.	3	0,28	0,2
Κλαστικά πετρώματα. (S-C)	Σχιστοψαμμίτες Παλαιοζωικού, κλαστική σειρά, εναλλαγές ψαμμιτών φυλλιτών, χαλαζιτών, σχιστολίθων	5	1,09	0,8
Διαδοχή κλαστικών πετρωμάτων. (Ci)	Σχιστοψαμμίτες Παλαιοζωικού, κλαστική σειρά, εναλλαγές ψαμμιτών φυλλιτών, χαλαζιτών, σχιστολίθων	5	2,63	2,0
Νεογενές αδιαίρετο. (Ne)	Αργιλομαργαϊκά και κλαστικά υλικά, φυλλίτες, ψαμμίτες, πηλίτες, παλαιοεδαφικοί σχηματισμοί	8	2,51	1,9
Εναλλ. κλαστ. ιζημ., πυριτόλιθοι, ραδιολαρίτες, ευθροί ασβεστόλιθοι κλπ. (TRm1)	Μάρμαρα με παρεμβολές η εναλλαγές, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων κερατολίθων. Πυριτωμένα μάρμαρα	12	2,47	1,9
Πράσινοι άμμοι και χάλικες. (Msi)	Αδρομερή κλαστικά υλικά του Νεογενούς	25	0,36	0,3
Αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις. (Qal)	Αλλουβια, προσχώσεις	25	3,93	3,0
Πρόσφατα πλευρικά κορήματα. (Qs)	Πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων, αδρομερείς χειμαρρώδεις αποθέσεις, θαλάσσιες αναβαθμίδες	45	6,08	4,7
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες. (TRs-J και TRm-J)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	89,21	68,6
Ασβεστόλιθοι της βάσης. (TRi1)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	3	2,3
Ασβεστόλιθοι, τεφροί, συμπαγείς έως εστρωμένοι, μερικώς κονδυλώδεις. (C-Pi)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	2,2	1,7
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες, κυρίως παχυστρωματώδεις. (Ji)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	7,6	5,8
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες συμπαγείς, τοπικά οωλιτικοί και λατυποπαγείς (TRi)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	0,37	0,3
Δολομίτες και ασβεστόλιθοι, παχυστρωματώδεις, ανοιχτότεφροι. (TRm)	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	5,4	4,2
Λατυποπαγή. (Qb)	Λατυποπαγή, κροκαλοπαγή, συνδεδεμένα πλευρικά κορήματα. Μυλωνίτες	45	0,27	0,2
Ασβεστόλιθοι	Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες	45	2,13	1,6

ανοιχτόχρωμοι με φύκη. (TRm-S)			
Συνολική έκταση καμένης περιοχής		130	100

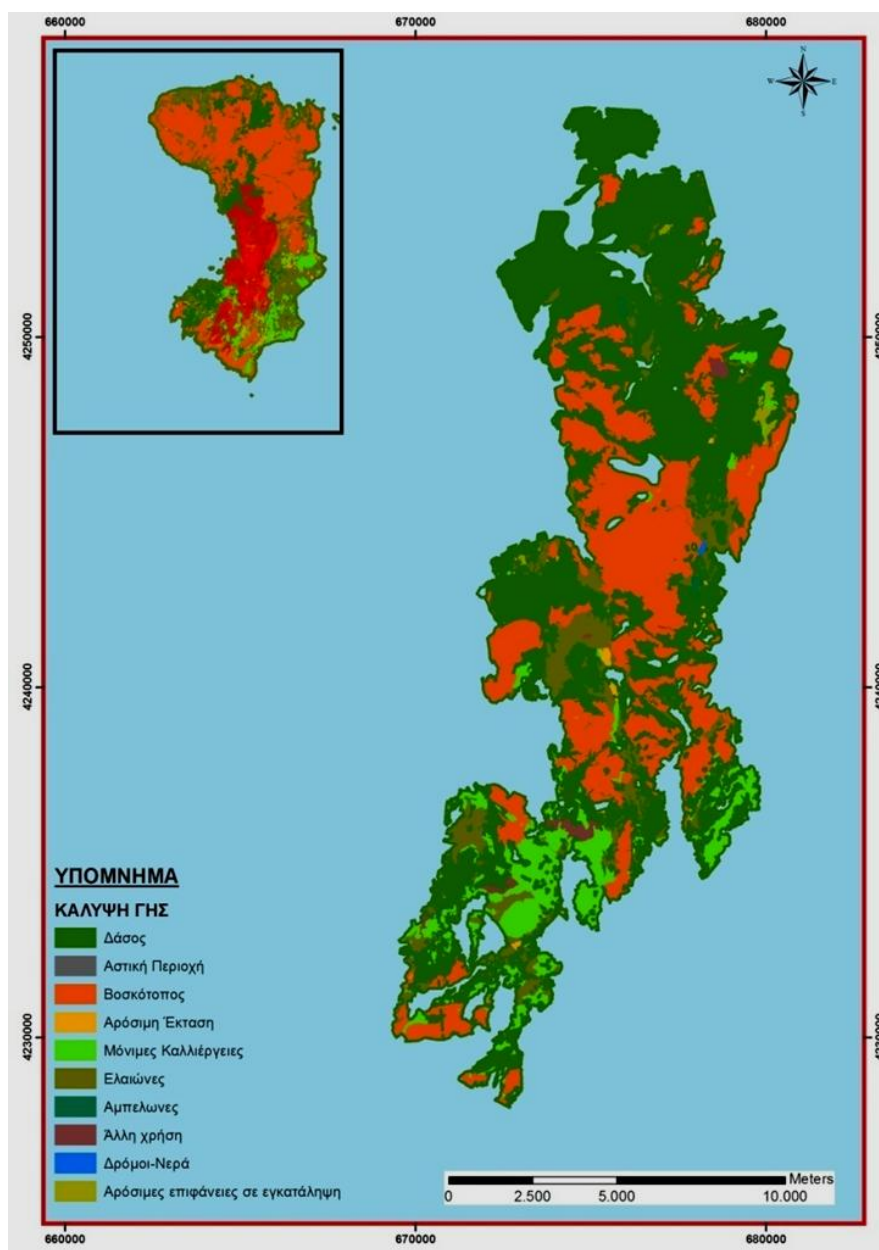
Πίνακας 18. Περατότητα υδρογεωλογικών ενοτήτων της καμένης περιοχής

Υδρογεωλογική Ενότητα	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Αδιαπέρατοι σχηματισμοί	6,51	4,9
Ημιπερατοί σχηματισμοί	2,47	1,9
Υδροπερατοί σχηματισμοί	123,02	94,6
<b>Συνολική έκταση καμένης περιοχής</b>	130	100

Παρατηρούμε ότι η καμένη περιοχή αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθους και δολομίτες σε ποσοστό 74% ενώ όλοι οι υπόλοιποι σχηματισμοί κυμαίνονται σε ποσοστά μικρότερα του 3%. Οι ασβεστόλιθοι είναι πετρώματα υδροπερατά δηλαδή ιδιαίτερα ευαίσθητα στη διάβρωση από το νερό αλλά και τη φωτιά και τις καιρικές συνθήκες. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την κυριαρχία του πετρώματος αυτού στην καμένη έκταση μπορεί να αποτελέσει παράγοντα εδαφικής διάβρωσης, πλημμυρών και κατολισθήσεων στην περιοχή.

### 7.2.3. Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης της καμένης περιοχής αποτυπώνονται στον παρακάτω χάρτη (Εικόνα 46) και στον Πίνακα 19. Παρατηρούμε ότι σε ποσοστό 50% η καμένη περιοχή αποτελείται από δασικές εκτάσεις, σε ποσοστό 30% από βοσκοτόπους, ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες αγγίζουν το 10% και οι ελαιώνες το 9,5%. Στην περιοχή όπου κυριαρχούν κυρίως οι βοσκοτόποι αναμένονται εδαφικές διαβρώσεις και κατά συνέπεια πλημμύρες, λόγω της απουσίας βλάστησης ικανής να συγκρατήσει το έδαφος. Στα σημεία αυτά είναι πολύ πιθανές και οι κατολισθήσεις, ιδιαίτερα εκεί όπου οι μορφολογικές κλίσεις είναι απότομες.



Εικόνα 46. Είδη κάλυψης γης της καμένης περιοχής

Πίνακας 19. Είδη κάλυψης γης της καμένης περιοχής (έκταση και ποσοστό)

Κάλυψη Γης	Κωδικός	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%)
Δάσος	10	63,8	<b>49,1</b>
Αστική Περιοχή	20	~0,0	~0,0
Βοσκότοπος	30	38,3	<b>29,5</b>
Αρόσιμη Έκταση	40	0,6	0,5
Μόνιμες Καλλιέργειες	50	12,7	<b>9,8</b>

Ελαιώνες	60	12,2	<b>9,4</b>
Αμπελώνες	70	0,2	0,2
Άλλη χρήση	90	1,3	1,0
Νερά	91	0,2	0,1
Αρόσιμες επιφάνειες σε εγκατάλειψη	92	0,5	0,4
<b>Συνολική έκταση καμένης περιοχής</b>		130	100

#### 7.2.4. Διαβρώσεις εδαφών – Πλημμύρες

Μια επίπτωση της πυρκαγιάς στο φυσικό περιβάλλον είναι αυτή που σχετίζεται με τις αλλαγές στα υδρολογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής, κυρίως σε ότι αφορά την αυξημένη παροχή και ροή του νερού και των φερτών υλικών. Σε ότι αφορά την υδρολογία οι αλλαγές σχετίζονται με τη μείωση της κατείδυσης του νερού στο έδαφος, δηλαδή με την αύξηση την επιφανειακής του απορροής και τη μεταβολή της εξατμισοδιαπνοής λόγω την μείωσης της φυτοκάλυψης.

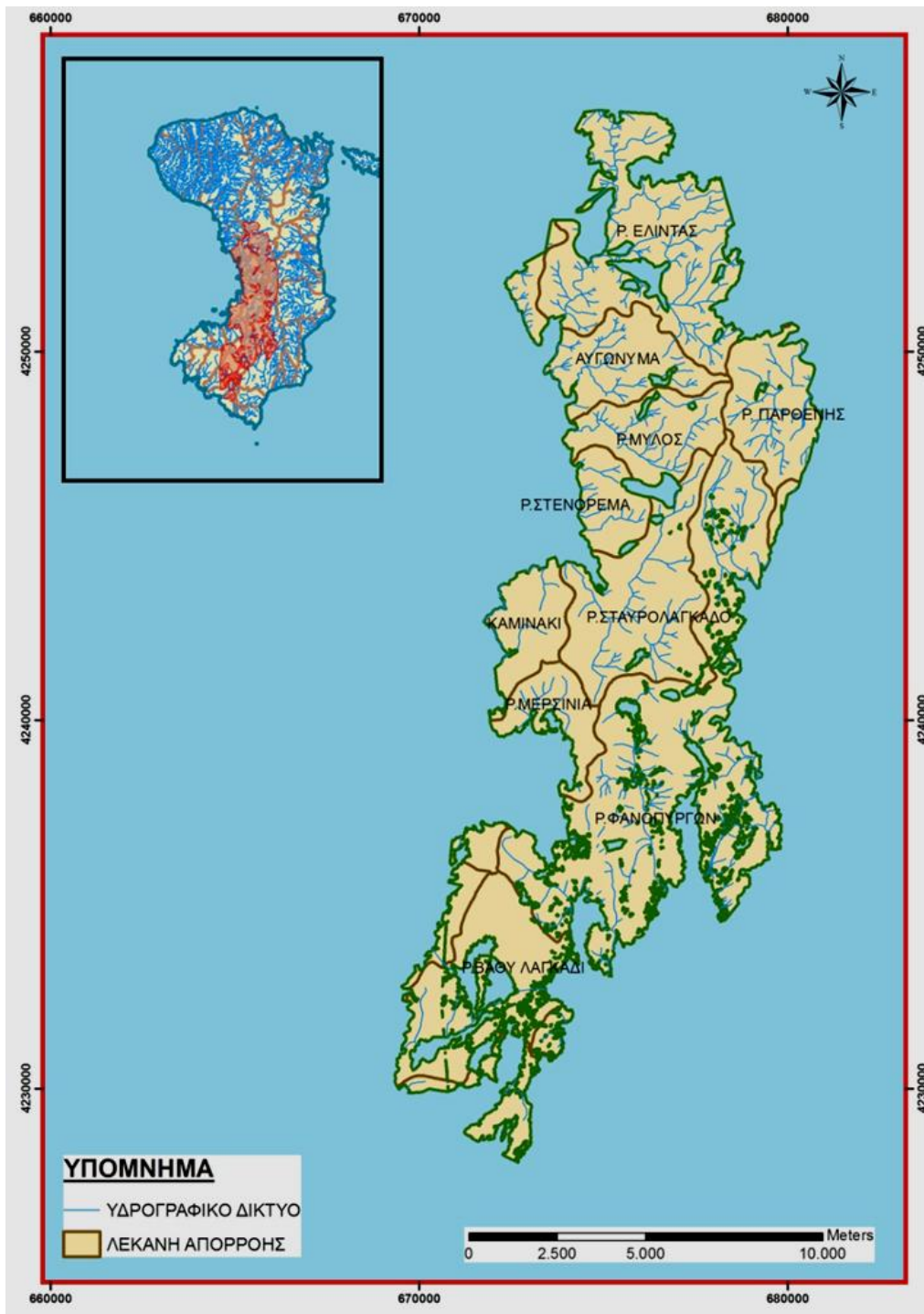
Οι κόμεις των δέντρων και η βλάστηση γενικότερα, λειτουργούν ως ένα πρώτο εμπόδιο που μετριάξει την ορμή του νερού, ενώ παράλληλα απορροφούν και μέρος της ποσότητας των κατακρημνισμάτων. Νερό απορροφά και ο επιφανειακός εδαφικός τάπητας αλλά και το ριζικό σύστημα των φυτών, το οποίο επιπλέον επιδρά θετικά στην κατείδυση των κατακρημνισμάτων αφού διασωληνώνει το έδαφος. Παράλληλα οι πυρκαγιές επιδρούν έμμεσα, αλλά εξίσου σημαντικά στην υδρολογία μιας λεκάνης, αλλάζοντας τη δομή του εδάφους και αυξάνοντας το ρυθμό διάβρωσης. Τα παραπάνω, αυξάνουν την πιθανότητα αλλά και τη συχνότητα πλημμυρικών φαινομένων και μειώνουν το χρόνο που απαιτείται ως μέγιστος μιας πλημμυρικής παροχής (Κορακάκη κ.α., 2012).

Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως είναι ο τύπος, η διάρκεια αλλά και η ένταση της πυρκαγιάς, ο τύπος του εδάφους, η βλάστηση που καταστράφηκε, η τοπογραφία της λεκάνης και οι γύρω κλίσεις, το ποσοστό της λεκάνης απορροής που έχει επηρεαστεί από την πυρκαγιά και τον χρόνο που έχει περάσει από το σβήσιμό της, καθώς αυτά είναι δυναμικά φαινόμενα που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, όσο πιο πυκνό είναι το δίκτυο αποστράγγισης και τα ρέματα σε μια λεκάνη, τόσο περισσότερο αυξάνει η ένταση της διάβρωσης. Αυτό συμβαίνει επειδή η διάβρωση ακολουθεί και σκάβει κυρίως τις υφιστάμενες κοίτες και όχι γενικά τις πλαγιές. Επίσης τα φαινόμενα αυτά εντείνονται όταν στις λεκάνες η

φυσική βλάστηση έχει ήδη υποστεί υποβάθμιση από ανθρώπινες δραστηριότητες (Κορακάκη κ.α., 2012).

Από την πυρκαγιά του 2012 επηρεάστηκαν 18 από τις 54 λεκάνες απορροής που υπάρχουν στο νησί (βλ. Εικόνα 47). Στις 5 από αυτές κάηκε πολύ μεγάλο ποσοστό της έκτασής τους (βλ. Πίνακα 20). Πιο συγκεκριμένα σε δυο λεκάνες κάηκε περισσότερο από το 90% της έκτασής τους, σε δύο περίπου το 90% και σε μια παραπάνω από το 60% της έκτασής της. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής, το οποίο αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθους, ένα πέτρωμα που παρουσιάζει μικρή ανθεκτικότητα στη φωτιά, στο νερό και στις καιρικές συνθήκες, μπορεί να προκαλέσει πλημμυρικά φαινόμενα, τα οποία παρασύρουν το έδαφος στις κοίτες των ρεμάτων και στις κατάντη περιοχές.

Το πόσο έντονα θα είναι τα πλημμυρικά αυτά φαινόμενα και το πόσο σοβαρή θα είναι η διάβρωση του εδάφους εξαρτώνται και από το πόσο ήπιες ή έντονες είναι οι μορφολογικές κλίσεις στις περιοχές που θίγονται. Όταν οι κλίσεις είναι πολύ απότομες, η απώλεια του εδάφους είναι μεγάλη και χωρίς αυτό δεν μπορεί να ανακάμψει το οικοσύστημα, γιατί το έδαφος αποτελεί το φυτευτικό υπόβαθρο. Επίσης σημαντικό στοιχείο είναι και ο τύπος βλάστησης που προϋπήρχε. Οι περιοχές με μακκία βλάστηση και φρύγανα, κυρίως δηλαδή οι βοσκότοποι, σε σημεία όπου κυριαρχούν οι απότομες κλίσεις, έχουν υποστεί μεγαλύτερη διάβρωση από τις δασικές περιοχές.



Εικόνα 47. Λεκάνες απορροής της καμένης περιοχής

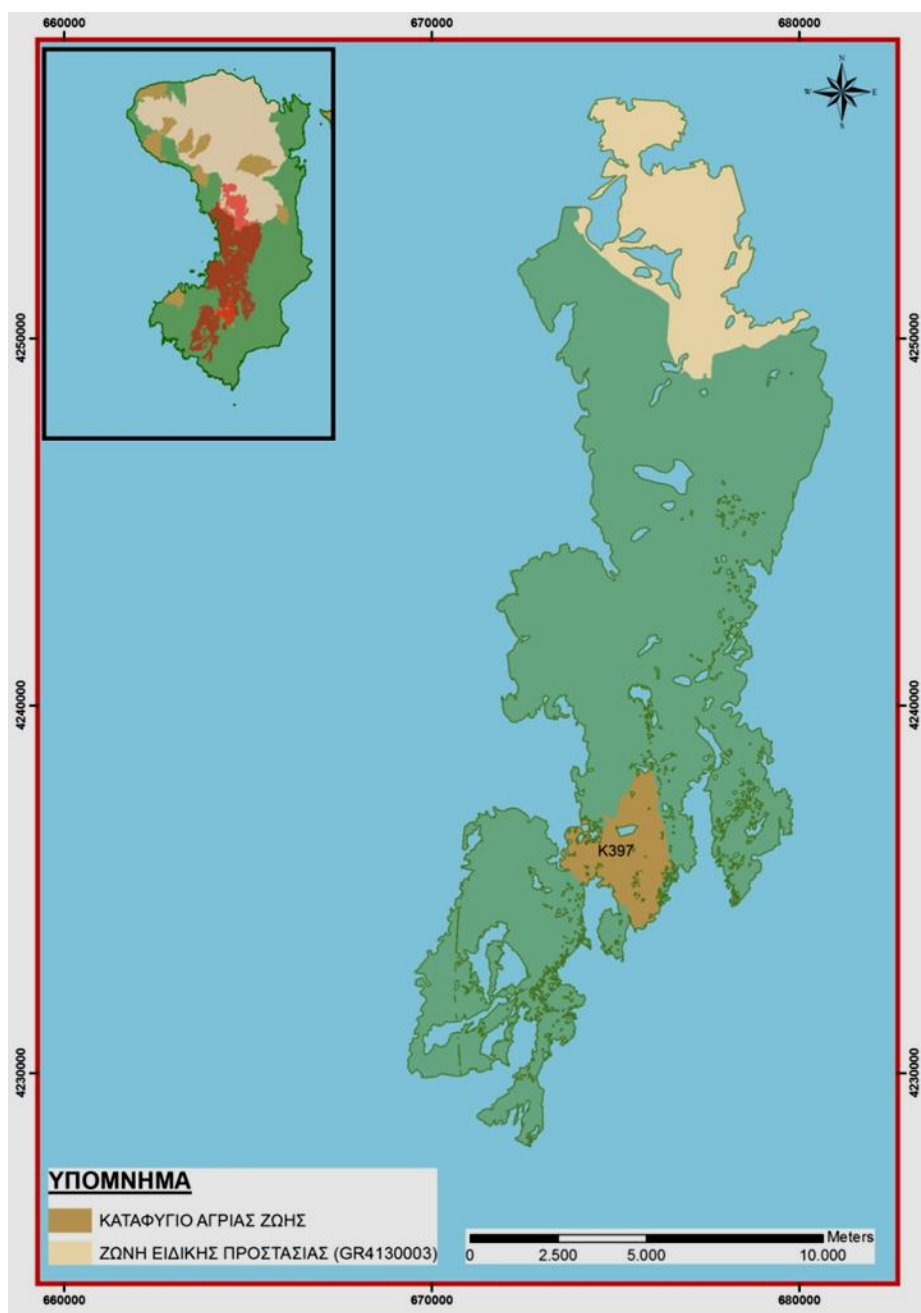


Πίνακας 20. Έκταση και ποσοστά καμένης έκτασης των λεκανών απορροής της καμένης περιοχής

A/A	Όνομασία	Συνολική έκταση (km <sup>2</sup> )	Καμένη έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό καμένης έκτασης (%)
1	P. Αρμένης	22,20	0,02	0,07
2	P. Παρθένης	27,63	8,14	29,48
3	P. Βαθύ Λαγκάδι	18,51	11,70	63,23
4	P. Στενόρεμα	4,72	4,15	<b>87,91</b>
5	P. Ελίντας	61,45	20,04	32,61
6	P. Σταυρολάγκαδο	16,49	14,72	<b>89,23</b>
7	P. Φανοπυργών	84,28	37,90	44,96
8	Καμινάκι	6,50	5,40	<b>83,00</b>
9	P. Κοκκινουλαΐδια	7,91	0,02	0,22
10	Σαλάγωνα	14,92	1,85	12,38
11	P. Αρμενού Λαγκάδι	13,94	2,97	21,28
12	Αυγώνυμα	8,17	7,82	<b>95,75</b>
13	P. Κοκκαλάς	42,10	0,54	1,29
14	P. Μύλος	7,92	7,30	<b>92,12</b>
15	Τηγάνι	6,49	1,65	25,43
16	P. Καλαμούρου	11,69	0,04	0,34
17	P. Βαθύς Ποταμός	9,36	1,18	12,58
18	P. Μερσινιά	6,49	4,62	71,26

#### 7.2.5. Προστατευόμενες περιοχές

Το καταφύγιο άγριας ζωής Σκηνώνας- Μαγιάτικο K397 (Αρμολίων-Ελάτης-Βέσσης-Πυργίου) συνολικής έκτασης 7,4 km<sup>2</sup>, κάηκε σχεδόν ολοκληρωτικά, αφού καταστράφηκε το 93,2 % του καταφυγίου, δηλαδή 6,9 km<sup>2</sup>. Επίσης η Ζώνη Ειδικής Προστασίας (GR4130003) έχασε από την πυρκαγιά μια έκταση 18 km<sup>2</sup>. Στην Εικόνα 48 παρατίθεται ο χάρτης με τις περιοχές οικολογικού ενδιαφέροντος που επλήγησαν από την πυρκαγιά.



Εικόνα 48. Προστατευόμενες περιοχές που κάηκαν

### 7.3. Επιπτώσεις στην Οικονομία

Οι επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς, όπως προαναφέρθηκε, δεν αφορούν μόνο τις οικολογικές απώλειες, τις διαβρώσεις, τις πλημμύρες, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, όλες δηλαδή της περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που αυτή μπορεί να

επιφέρει αλλά σχετίζονται επίσης και με απώλειες, οι οποίες πολλές φορές μπορούν να οδηγήσουν σε οικονομική καταστροφή της περιοχής που θίγεται.

Στην περίπτωση της Χίου η πυρκαγιά προκάλεσε μεγάλες καταστροφές σε καλλιεργούμενα φυτικά είδη τα οποία στηρίζουν το εμπόριο και την οικονομία της περιοχής. Τα φυτικά αυτά είδη είναι κυρίως η μαστίχα και η ελιά. Ωστόσο, λόγω του ότι η μαστίχα είναι ένα προϊόν το οποίο παράγεται μόνο στη Χίο και κατέχει σημαντική θέση στις εξαγωγές του νησιού, μελετήθηκε περισσότερο ως προς τις απώλειες του.

Σύμφωνα με στοιχεία από το ΚΕΠ Πυργίου τα δηλωθέντα καμένα μαστιχόδεντρα στη Δημοτική Ενότητα Μαστιχοχωρίων, την κατεξοχήν μαστιχοπαραγωγική περιοχή του νησιού φτάνουν τις 269.443 δέντρα. Σε ότι αφορά τα δηλωθέντα καμένα ελαιόδεντρα, αυτά αγγίζουν τα 367.766. Αναλυτικά οι απώλειες σε μαστιχόδεντρα και ελαιόδεντρα ανά τοπική κοινότητα δίνονται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21. Αριθμός δηλωθέντων καμένων μαστιχόδεντρων και ελαιόδεντρων στη Δημοτική Ενότητα Μαστιχοχωρίων

Δημοτική Ενότητα Μαστιχοχωρίων	Μαστιχόδεντρα	Ελαιόδεντρα
Δημοτική Κοινότητα Πυργίου	123.901	7.871
Τοπική Κοινότητα Αρμολίων	45.848	4.546
Τοπική Κοινότητα Βέσσας	27.181	12.438
Τοπική Κοινότητα Ελάτας	27.370	3.153
Τοπική Κοινότητα Καλαμωτής	329	-
Τοπική Κοινότητα Λιθίου	20.659	3.962
Τοπική Κοινότητα Ολύμπων	24.155	4.796
<b>Σύνολο</b>	<b>269.443</b>	<b>36.766</b>

Σύμφωνα με στοιχεία από την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου τα καμένα μαστιχόδεντρα ανέρχονται στα 230.000 σε σύνολο 2.000.000. Μικρότερος αριθμός από τον συνολικό αριθμό δηλωθέντων δέντρων. Οι πρώτες μειώσεις που παρατηρήθηκαν στην παραγωγή μαστίχας, σύμφωνα με τον οικονομικό διευθυντή της Ένωσης, κ. Ηλία Σμυρνιούδη, ήταν μικρές, λόγω του ότι είχε ήδη πραγματοποιηθεί η εν μέρει συλλογή της πριν από την πυρκαγιά καθώς και διότι νέα χωράφια και δέντρα μπαίνουν στην παραγωγή λόγω κρίσης. Η μείωση το 2013 ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη.

Πολλοί επίσης μαστιχοπαραγωγοί με τους οποίους ήρθα σε προσωπική επαφή ισχυρίστηκαν ότι παρόλο που ο αριθμός των δηλωθέντων μαστιχόδεντρων είναι υψηλός, ένας μεγάλος αριθμός αυτών δεν χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή μαστίχας, ήταν δηλαδή παρατημένα και δεν είχαν υποστεί τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες. Ο λόγος για τον οποίο δηλώθηκαν ήταν για την καταβολή αποζημίωσης από τον ΕΛΓΑ. Το ίδιο διαπιστώθηκε και από την υπαίθρια παρατήρηση.

Παρατηρήθηκε ότι πολλές καμένες μαστίχες βρίσκονταν σε δύσβατα σημεία και στη βάση τους υπήρχαν πολλά αγριόχορτα, τα οποία και βοήθησαν στην εξάπλωση της πυρκαγιάς. Επίσης πολλές από τις μαστίχες, οι οποίες είχαν δεχτεί την απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες (όργωμα του χωραφιού, ξεβοτάνισμα, άπλωμα μαρμαρόσκονης στη βάση για την συγκομιδή της μαστίχας), δεν είχαν καεί ολοσχερώς ή είχε καεί ένα μικρό κομμάτι του χωραφιού. Ωστόσο σε κάποιες περιπτώσεις η δριμύτητα της πυρκαγιάς ήταν τέτοια που αποτέφρωσε ακόμη και καθαρά και περιποιημένα χωράφια.

Από τις παρατηρήσεις των ορθοφωτοχαρτών του 1996 και της εικόνας IKONOS του 2011 προέκυψε ο Πίνακας 22 στον οποίο και παρουσιάζονται ποσοτικοποιημένα τα στοιχεία του χάρτη της Εικόνας 41.

Πίνακας 22. Μαστιχόδεντρα ανά κατηγορία (έκταση και ποσοστό)

<b>Μαστιχόδεντρα</b>		
<b>Κατηγορία</b>	<b>Έκταση km<sup>2</sup></b>	<b>Ποσοστό (%)</b>
Παραγωγική Περίοδος	2,47	35,85
Μεγαλύτερα >15	4,31	62,51
Μικρής ηλικίας και παραγωγικότητας	0,11	1,65
Σύνολο	6,90	100

Παρατηρούμε ότι η καμένη έκταση των μαστιχόδεντρων αποτελείται κατά 36% από μαστιχόδεντρα, τα οποία βρίσκονταν στην πλήρη παραγωγική περίοδο των 10-15 ετών όταν κήκαν και κατά 62% από μαστιχόδεντρα, τα οποία ήταν ήδη παραγωγικά 16 χρόνια πριν, οπότε και όταν κήκαν είχαν περάσει στη λιγότερο παραγωγική τους φάση. Αυτό συνεπάγεται ότι ναι μεν θα υπάρξει μια μείωση στην παραγωγή μαστίχας αλλά η μείωση αυτή δεν θα είναι πολύ μεγάλη και θα αντισταθμιστεί από την

εισαγωγή στην παραγωγή δέντρων, τα οποία για διάφορους λόγους δεν χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή μαστίχας. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα μικρά μαστιχόδεντρα που κάηκαν, το ποσοστό των οποίων αγγίζει μόλις το 1,5%, σε κάποια χρόνια θα έδιναν διπλάσια παραγωγή, οπότε και γίνεται κατανοητό ότι οι οικονομικές επιπτώσεις μπορεί να είναι αρκετά μακροπρόθεσμες.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα του Πίνακα 22 προέρχονται από φωτοερμηνεία δορυφορικών δεδομένων και για το λόγο αυτό δεν ήταν δυνατός ο διαχωρισμός σε κατηγορίες ολόκληρης της έκτασης των μόνιμων καλλιεργειών, καθότι σε μερικά σημεία ήταν αδύνατη η σύγκριση λόγω θορύβου και μικρής ευκρίνειας.

Τα καμένα μαστιχόδεντρα, εφόσον το ριζικό τους σύστημα δεν έχει επηρεαστεί από την πυρκαγιά, και με την προϋπόθεση ότι θα δεχτούν τις κατάλληλες καλλιεργητικές τεχνικές και ιδιαίτερα το κατάλληλο κλάδεμα, θα μπορέσουν σε 8-10 χρόνια να ενταχθούν ξανά στην παραγωγή. Τα ημικαμένα δέντρα χρειάζονται μόλις 3-4 χρόνια. Στην Εικόνα 49 παρουσιάζεται ένα μαστιχόδεντρο, το οποίο ένα χρόνο μετά την πυρκαγιά έχει ξεκινήσει να πετά τους πρώτους του βλαστούς. Η εικόνα, ωστόσο, αυτή δεν είναι δυστυχώς αντιπροσωπευτική της πλειοψηφίας των μαστιχόδεντρων που κάηκαν.



Εικόνα 49. Μαστιχόδεντρο ένα χρόνο μετά την πυρκαγιά. Έχει ξεκινήσει η αναγέννηση των πρώτων βλαστών

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Η πυρκαγιά της Χίου το 2012 είναι από τις μεγαλύτερες που έπληξαν ποτέ το νησί, καθώς άφησε πίσω της χιλιάδες καμένα στρέμματα δάσους τραχείας πεύκης, μακία και φρυγανική βλάστηση και γεωργικές εκτάσεις που αποτελούνται κυρίως από μαστιχόδεντρα και ελαιόδεντρα, σημαντικού φυτικού κεφαλαίου από το οποίο εξαρτάται σε μερικό βαθμό η οικονομική ευημερία του νησιού.

Το έντονο ανάγλυφο του νησιού, κυρίως στο βόρειο τμήμα της καμένης έκτασης, η παρουσία ασβεστολιθικών πετρωμάτων, σχεδόν στο σύνολο της έκτασης, η ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων βοσκοτόπων και το γεγονός ότι το νησί έχει ξανακαεί στο παρελθόν δημιουργούν κινδύνους για περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως οι διαβρώσεις των εδαφών και οι πλημμύρες, οι οποίες σύμφωνα με τους κατοίκους της Βέσσας, έπληξαν τον οικισμό τους το φθινόπωρο του 2012. Τα δυο αυτά φαινόμενα μπορούν να συντελέσουν στην απογύμνωση του τοπίου αλλά και στην αδυναμία αναγέννησης της βλάστησης.

Για το λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη πραγματοποίησης αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων στις περιοχές που έχουν επηρεαστεί περισσότερο (βλ. Κεφ. 7).

Όσον αφορά την οικονομική επιβάρυνση του νησιού λόγω της απώλειας των μαστιχόδεντρων, σύμφωνα με την ανάλυση των υπαρχόντων δεδομένων αυτή δεν αναμένεται να είναι μεγάλη, ωστόσο αυτό θα διαφανεί τα επόμενα χρόνια και θα εξαρτηθεί από το πόσο τα αναξιοποίητα μαστιχόδεντρα θα εισέλθουν στην παραγωγή για να αντισταθμίσουν τις απώλειες.

Ένα ακόμη πρόβλημα το οποίο έρχεται στο προσκήνιο μετά την πυρκαγιά έχει να κάνει με τη διαχείριση των βοσκοτόπων. Οι καμένες περιοχές θα πρέπει να προστατευθούν από την ανεξέλεγκτη βόσκηση μέχρι να επέλθει η αναγέννησή τους μετά την πυρκαγιά προκειμένου για να αποφευχθούν τα φαινόμενα της ερημοποίησης και της υποβάθμισης του τοπίου που είναι πολύ συχνά μετά από πυρκαγιές στη χώρα μας.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ****Ελληνόγλωσση**

- Αγροτικός συνεταιρισμός εσπεριδοκαλλιεργητών Χίου (2010). «Φακελος υποψηφιότητας για αναγνώριση του προϊόντος «Μανταρίνι Χίου» ως προϊόν Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (Π.Γ.Ε.)». Χίος.
- Καϊλίδης, Δ. (1993). Δασικές Πυρκαγιές, Τρίτη έκδοση. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Καλαμποκίδης, Κ. (1995). «Δασικά Οικοσυστήματα και πυρκαγιές στα νησιά του Αιγαίου». Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου, Καρδίτσα 11-12-13 Οκτωβρίου 1995.
- Καλαμποκίδης, Κ., Ρούσσου, Ο., Βασιλάκος, Χ., Μαρκοπούλου, Δ. (2004). «Χωρική μοντελοποίηση καύσιμης ύλης και συμπεριφοράς πυρκαγιών τοπίου». Ελληνική Γεωγραφική Εταιρία και Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, σελ. 486-494, 14-17/10/2004, Μυτιλήνη.
- Κορακάκη, Ε., Τζηρίτης, Η., Κορδοπάτης, Π., Γεωργιάδης, Ν., και Καλεβρά, Ν. (2012). «Οικολογικός απολογισμός της πυρκαγιάς του Αυγούστου 2012 στη Χίο: Γενικά στοιχεία, επιπτώσεις, προτάσεις». WWF Ελλάς, Αθήνα, Οκτώβριος 2012.
- Κωνσταντινίδης, Π., Γκαντζογιάννης, Σ. (2001). Επιλογή δασικών ειδών για αναδασώσεις σε πυρόπληκτες περιοχές. Εκδ. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης και Ταχυδρομικό Ταμεικτήριο. Αυτοτελής έκδοση.
- Μιγκίρος, Γ., Παυλόπουλος, Α., Παρχαρίδης, Ι., Γάτσης, Ι., Ψωμιάδης, Ε. (2003). Τηλεπισκόπηση, εφαρμογές στις γεωεπιστήμες. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Τμήμα, Εργαστήριο Ορυκτολογίας – Γεωλογίας, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Αθήνα.
- Ξενούλης, Μ. (2006). «Χαρτογράφηση της αναβλάστησης του φυσικού οικοσυστήματος της περιοχής της Πάρνηθας Αττικής με τη χρήση δορυφορικών παρατηρήσεων και γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων». Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Πιταούλη, Ε. (2004). «Η επίδραση των χαρακτηριστικών του μαστιχοπαραγωγού στην παραγωγή και στην προώθηση της μαστίχας Χίου». Πτυχιακή μελέτη, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Παΐδας, Γ. (2011). «Υδατικοί πόροι της νήσου Χίου. Υφιστάμενη γνώση και προτάσεις», Μεταπτυχιακή Διατριβή, ΕΜΠ, Χίος.
- Παπαναστάσης, Β. (1988). «Εξέλιξη της βλάστησης μετά από πυρκαγιά σε καμένο πρινώνα, σπαρμένο με λιβαδικά αγρωστώδη». Επιστ. Επετ. Του Τμήμ. Δασολογίας και Φυς. Περ. Τόμ. ΛΑ. Θεσσαλονίκη.
- Περικός, Γ. (1995). Η Μαστίχα Χίου, 3<sup>η</sup> Έκδοση βελτιωμένη, Εκδόσεις Γιάννης Περίκος, Χίος.

- Πιταούλη, Ε. (2004). «Η επίδραση των χαρακτηριστικών του μαστιχοπαραγωγού στην παραγωγή και στην προώθηση της μαστίχας Χίου». Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σαββίδης, Θ. (2000). Το Μαστιχόδενδρο της Χίου. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Σαλιάρης, Π. (1995). Τα αγριολούλουδα της Χίου. Τόμος Α', Εκδόση Δήμου Ομηρούπολης, Χίος.
- Σκούρου, Π., Αριανούτσου, Μ. (2000). «Διασπορά σπερμάτων σε είδη του γένους *Cistus*: Σχηματισμός εδαφικής τράπεζας σπερμάτων». Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, σελ. 377-379.
- Στυλιανοπούλου, Ε., (2008). «Μελέτη των Οικονομικών, Κοινωνικών και Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τις Πυρκαγιές στην Πελοπόννησο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, 2007». Πτυχιακή Μελέτη, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Συλλαίος, Ν. (1990). Εφαρμογές τηλεπισκόπησης στη γεωργία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν. (2011). Δασικές πυρκαγιές Ελλάδας, 1983-2008. Εκδ. WWF Ελλάς και ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ & ΤΔΠ.
- Ψωμιάδης, Ε., (2010). «Έρευνα Γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών μεταβολών στην υδρολογική λεκάνη του Σπερχειού ποταμού με χρήση νέων τεχνολογιών». Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

### Ξενόγλωσση

- Al-Rawi, K.R., Casanova, J.L., Calle, A., (2001). "Burned area mapping system and fire detection system, based on neural networks and NOAA-AVHRR imagery". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, pp. 2015-2032.
- Axelrod, D.I. (1975). "Evolution of biogeography of Madrean Tethyan sclerophyll vegetation". *Ann Missouri Bot Gardeb*, Vol. 62, pp. 280-334.
- Barbosa, P.M., Stroppiana, D., Gregoire, J-M, Pereira, J.M.C. (1999a). "An assessment of vegetation fires in Africa (1981-1991): Burned area, burned biomass, and atmospheric emissions. *Global Biochemical Cycles*, Vol. 13, pp. 933-950.
- Barbosa, P.M., Gregoire J-M., Pereira, J.M.C. (1999b). "An algorithm for extracting burned areas from time series of AVHRR GAC data applied at a continental scale". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 69, pp. 253-263.
- Chuvieco, E., Riano, A.I., Cocero, D. (2002). "Estimation of fuel moisture content from multitemporal analysis of Landsat Thematic Mapper Reflectance data: applications in fire danger assessment". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23, pp. 2145-2162.



- Cocke, A. E., Fule, P. Z., Crouse, J. E. (2005). "Comparison of burn severity assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data". *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 14, pp. 189-198.
- Cochrane, M.A, Souza, C.M. (1998). "Linear mixture model classification of burned forests in Eastern Amazon". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 19, pp. 3433-3440.
- Cuomo, V., Lasaponara, R., Tramutoli, V. (2001). "Evaluation of a new satellite-based method for forest fire detection". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22(9), pp. 1799-1826.
- Diaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, X. (2003). "Influence of fire severity on plant regeneration through remote sensing imagery". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 24, pp. 1751-1763.
- Escuin, S., Navarro, R., Fernandez, P. (2008). "Fire severity by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images". *International Journal of Remote Sensing*, VI. 29, pp.1053-1073.
- Eva, H., Lambin, E. F. (1998). "Burnt area mapping in Central Africa using ATSR data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 19, pp. 3473-3497.
- Fernandez, A., Illera, P., Casanova, J.L. (1997). "Automatic mapping of surfaces affected by forest fires in Spain using AVHRR NDVI composite image data". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 60, pp.153-162.
- Fiorella, M., Ripple, W.J., (1993). "Analysis of conifer regeneration using Landsat Thematic Mapper data". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 59, pp. 1383-1388.
- Flannigan, M.D., Vonder, Haar, T. H. (1986). "Forest fire monitoring using NOAA satellite AVHRR". *Canadian Journal of Remote Sensing*, Vol. 17, pp. 419-424.
- Fraser, R.H., Li, Z., Cihlar, J. (2000). "Hotspot and NDVI differencing synergy (HANDS): A new technique for burned area mapping over boreal forest". *Remote Sensing of Environment*, Vol.74, pp.362-376.
- Fuller, D.O., Fulk, M. (2001). "Burned area in Kalimantan, Indonesia, mapped with NOAA-AVHRR and Landsat TM imagery". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, pp. 691-697.
- Garcia-Haro, F.J., Gilabert, M.A., Melia, J. (2001). "Monitoring fire-affected areas using Thematic Mapper data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, pp. 533-549.

- Hann, D.K., Smith, A.M.S, Powell, A.K. (2003). "Technical note: Classification of off-diagonal points in a co-occurrence matrix". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 24, pp. 1949-1956.
- Henry, M.C., Hope, A.S. (1998). "Monitoring post-burn recovery of chaparral vegetation in southern California using multi-temporal satellite data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 19, pp. 3097-3107.
- Holden, Z.A., Smith, A.M.S., Morgan, P., Rollins, M.G., Gessler, P.E. (2005). "Evaluation of novel thermally enhanced spectral indices for mapping fire perimeters and comparisons with fire atlas data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, pp. 4801-4808.
- Howard, S.M., Lacasse, M.L. (2004). "An evaluation of Gap-filled Landsat SLC-Off imagery for wildland fire burn severity mapping". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 70, pp. 877-879.
- Hudak, A.T., Brockett, B.H. (2004). "Mapping fire scars in a southern African savanna using Landsat imagery". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, pp.3231-3243.
- Hudak, A. T., Morgan, P., Bobbitt, M., Lentile, L. B. (2005). "Characterizing clearcut harvest and severe fire disturbance patches in a forested landscape: A case study from Cooney Ridge, Montana". In 'Forest disturbance and spatial patterns, GIS and remote sensing approaches'. (Eds M Wulder, S Francis) Chapter 8. (Taylor and Francis-CRC Press: London.
- Jakubauskas, M. E., Lulla, K. P, Mausel, P. W. (1990). "Assesment of vegetation change in a fire-altered forest landscape". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 56, pp. 371-377.
- Jensen, J.R. (1986). *Introductory Digital Image Processing*. Simon &Schuster Inc., USA.
- Jensen, J.R. (2004). "Digital change detection". *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*. New Jersey Prentice-Hall, pp. 467-494.
- Kalabokidis, K.D., Wakimoto, R.H. (1992). "Prescribed burning in uneven-aged management of Ponderosa Pine/Douglas Fir forest". *Journal of Environmental Management*, Vol. 34, pp. 221-235.
- Kasischke, K.S., French, N.H.F. (1995). "Locating and estimating the aerial extent of wildfires in Alaskan boreal forests using multiple season AVHRR NDVI composite data". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 51, pp. 263-275.
- Kaufmann, Y.J., Tucker, C.J., Fung, I. (1990). "Remote sensing of biomass burning in the tropics". *Journal of Geophysical Research*, Vol. 95, pp. 9927-9939.

- 
- 
- Key, C. H., Benson, N. C. (2002). "Measuring and remote sensing of burn severity". US Geological Survey Wildland Fire Workshop, 31 October to 3 November 2000, Los Alamos, NM, USGS Open-File Report 02-11.
- Kokaly, R.F., Rockwell, B.W., Haire, S.L., King, T.V.V. (2006). "Characterization of post-fire surface cover, soils, and burn severity at the Cerro Grande Fire, New Mexico, using hyperspectral and multispectral remote sensing". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 106, pp. 305-325.
- Landmann, T. (2003). "Characterizing sub-pixel Landsat ETM+ fire severity on experimental fires in the Kruger National Park, South Africa". *South African Journal of Science*, Vol. 99, pp. 357-360.
- Lentile, L. B., Holden, Z. A, Smith, A. M. S, Falkowski, M. J., Hudak A. T., Morgan P., Lewis, S. A, Gessler, P. E., Benson, N. C. (2006). "Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects". *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 15, pp. 319-345.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 4<sup>th</sup> edition, J. Wiley & Sons, USA.
- Lopez-Garcia, M.J., Caselles, V. (1991). "Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data". *Geocarto International*, Vol.1, pp. 31-37.
- Mather, M. P. (1999). *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. 2<sup>nd</sup> edition, J. Wiley & Sons, Great Britain.
- Meikle, R.D. (1954). "A survey of the flora of Chios". *Kew Bulletin*, Vol. 9, No.1. pp 85-199.
- Miller, J.D., Yool, S.R. (2002). "Mapping forest post-fire canopy consumption in several overstory types using multi-temporal Landsat TM and ETM data". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 82, pp. 481-496.
- Milne, A.K. (1986). "The use of remote sensing in mapping and monitoring vegetational change associated with bushfire events in Eastern Australia". *Geocarto International*, Vol.1, pp. 25-32.
- Nielsen, T.T., Mbow, C., Kane, R. (2002). "A statistical methodology for burned area estimation using multispectral AVHRR data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23, pp. 1181-1196.
- Papanastasis, V. (1978). "Potential of certain range species for improvement of burned bushland in Greece". Proc. I st International Rangeland Congress, pp. 715-717.
- Parcharidis, I., Lagios, E., Psomiadis, E. (2001). Multitemporal hazard assessment in a high flash flood risk area using RS/GIS techniques: The case study of Hymittos
- 
-

- Mt. (Athens). 9th International Congress of the Geological Society of Greece, Vol. 5, p. 2055-2062.
- Pereira, J.M.C. (1999). "A comparative evaluation of NOAA/AVHRR vegetation indexes for burned surface detection and mapping". *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 37, pp. 217-226.
- Patterson, M.W., Yool, S.R. (1998). "Mapping fire-induced vegetation mortality using Landsat Thematic Mapper data: A comparison of linear transformation techniques". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 65, pp. 132-142.
- Petropoulos, G., Knorr, W., Sholze, M., Boschetti, L., Karantounias, G. (2010). "Combining ASTER multispectral imagery analysis and support vector machines for rapid and cost-effective post-fire assessment: a case study from the Greek wildland fires of 2007". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 10, pp. 305-317.
- Picket, S.T., White, P.S. (1985). "Natural disturbance and patch dynamics: an introduction". In 'The ecology of natural disturbance and patch dynamics'. (Eds ST Picket, PS White) pp. 3-13. (Academic Press: New York).
- Randriambelo, T., Baldy, S., Bessafi, M., Petit, M., Despinoy, M. (1998). "An improved detection and characterization of active fires and smoke plumes in south-eastern Africa and Madagascar. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 19, pp. 2623-2638.
- Razafimpanilo, H., Frouin, R., Iacobellis, S.F., Somerville, R.C.J. (1995). "Methodology of estimating burned area from AVHRR reflectance data". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 54, pp. 273-289.
- Reichert, P. (1989). Digital image processing. Remote Sensing applications to water resources, FAO, pp. 75-100.
- Richards, J.A., Jia, X. (1999). Remote Sensing digital image analysis: an introduction. Springer-Verlag: New York.
- Roy, D. P., Landmann, T. (2005). "Characterizing the surface heterogeneity of fire effects using multi-temporal reflectance wavelength data". *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, pp. 4197-4218.
- Roy, D. P., Boschetti, L., Trigg, S. N. (2006). "Remote sensing of fire severity: assessing the performance of the normalized burn ration". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 3, pp. 112-116.
- Sa, A.C.L., Pereira, J.M.C., Vasconelos, M.P.J., Silva, J.M.N., Ribeiro, N., Awasse, A. (2003). "Assessing the feasibility of sub-pixel burned area mapping in miombo woodlands of northern Mozambique using MODIS imagery". *International Journal of Remote Sensing*, Vo. 24, pp. 1738-1796.

- Setzer, A.W., Pereira, A.C., Jr .(1991) “Amazon biomass burnings in 1987 and an estimate of their tropospheric emissions. *Ambio*, Vol. 20, pp.19-22.
- Smith, A. M. S., Wooster, M.J., Power, A.K., Usher, D. (2002). “Texture-based feature extraction: application to burn scar detection in Earth Observation satellite imagery”. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23, pp. 1733-1739.
- Smith, A. M. S., Hudak, A. T. (2005). “Estimating combustion of large downed woody debris from residual white ash”. *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 14, pp. 245-248.
- Statheropoulos, M., Pappa, A., Karma, S. (2007). “Forest Fire Net, Civil Protection, Greece, Published by European Center for Forest Fire (ECFF), Vol. 5, pp. 1-50.
- Taylor, M. (2006). “Influence of mastic cultivation on the Orchid diversity of Chios, Greece”. *Oryx* 40(1):16.
- Thanos, C.A., Daskalakou, E.N., Nikolaidou, S. (1996). “Early post fire regeneration of a *Pinus halepensis* forest on Mount Parnis, Greece”. *Journal of Vegetation Science*, Vol. 7, pp. 223-230.
- Trabaut, L. (2000). Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* forests in the West Mediterranean Basin. In: Ne’eman, G., and Trabaud L. (eds), *Ecology Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*. Backhuys publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 257-268.
- Trabaut, L., Lepart, J. (1980). “Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire”. *Vegetatio*, Vol. 43, pp. 49-57.
- Trigg, S., Flasse, S. (2000). “Characterising the spectral-temporal response of burned savanna using in situ spectroradiometry and infrared thermometry”. *International Journal of Remote sensing*, Vol. 21, pp. 3161-3168.
- Trigg, S., Flassem S., (2001). “An evaluation of different bi-spectral spaces for discriminating burned shrub-savanna”. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, pp. 2641-2647.
- Turner, M.G., Romme, W.H., Garner, R.H. (1999). “Prefire heterogeneity, fire severity, and early post-fire plant reestablishment in sublpine forests of Yellowstone National Park, Wyoming”. *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 9, pp21-36.
- Van Lear, D.H. (1991). Fire and oak regeneration in the southern Appalachians. In: Nodvin SC, Waldrop TA (eds) *Fire and the environment: ecological and cultural perspectives*. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, USA, pp.15-21.

- Van Wagtendonk, J. W., Root, R. R., Key, C. H. (2004). "Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity". *Remote Sensing of Environment*, Vol. 2, pp. 397-408.
- White, J. D., Ryan, K. C., Key, C. C. Running, S. W. (1996). "Remote sensing of forest fire severity and vegetation recovery". *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 6, pp. 125-135.
- Zammit, G., Descombes, X., Zeruba, J. (2006). "Burnt area mapping using support Vector machines". *Forest Ecological Management*, Vol. 234, pp. 240-249.

### Διαδικτυακές Πηγές

[http://launch.geoeye.com/LaunchSite/assets/documents/geoeye1\\_factsheet\\_v8.pdf](http://launch.geoeye.com/LaunchSite/assets/documents/geoeye1_factsheet_v8.pdf)

<http://www.mapmart.com/Products/SatelliteImagery/GeoEye1.aspx>

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/quickbird.html>

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-1.html>

<https://earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-party-missions/potential-missions/quickbird-2>

<http://el.wikipedia.org/wiki/Χίος>

<http://www.geodifhs.com/4/post/2010/02/22.html>

[http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat\\_7](http://de.wikipedia.org/wiki/Landsat_7)

<http://www.fao.org/forestry>

<http://www.gummastic.gr/>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**



Εικόνα 50. Σημείο 1 (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 51. Σημείο 2 (Νοτιοδυτική διεύθυνση)





Εικόνα 52. Σημείο 3 (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 53. Σημείο 5 (Βορειοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 54. Σημείο 6 (Βόρεια διεύθυνση)



Εικόνα 55. Σημείο 9 (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 56. Σημείο 10 (Νότια διεύθυνση)



Εικόνα 57. Σημείο 14 (Νοτιοδυτική διεύθυνση)



Εικόνα 58. Σημείο 17 (δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 59. Σημείο 19 (Νοτιοδυτική διεύθυνση)



Εικόνα 60. Σημείο 20 (Δυτική διεύθυνση)



Εικόνα 61. Σημείο 21 (Βορειοδυτική διεύθυνση)



Εικόνα 62. Σημείο 22 (Ανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 63. Σημείο 23 (Νότια διεύθυνση)



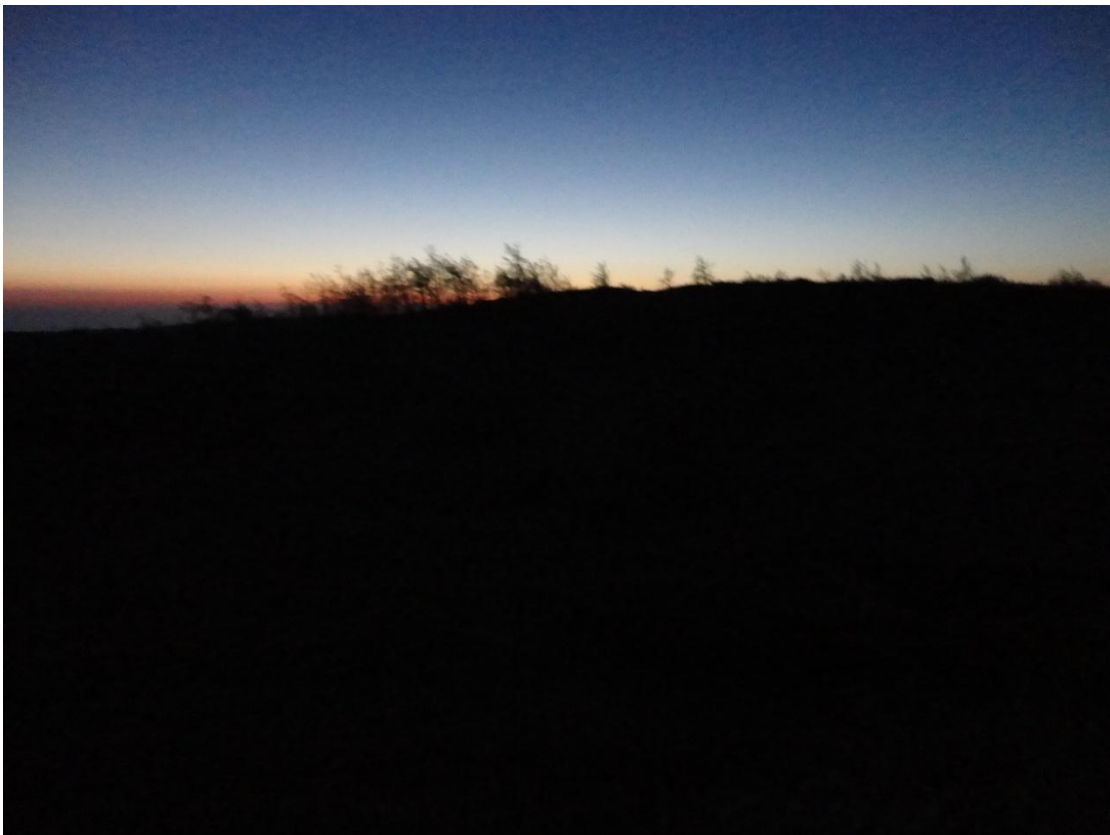
Εικόνα 64. Σημείο 24 (Ανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 65. Σημείο 25 (Νότιο διεύθυνση)



Εικόνα 66. Σημείο 26 (Βορειοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 67. Σημείο 27 (Νοτιοδυτική διεύθυνση)





Εικόνα 68. Σημείο 28 (Νότια διεύθυνση)



Εικόνα 69. Σημείο 30 (Βόρεια διεύθυνση)



Εικόνα 70. Σημείο 32 (Νοτιοανατολική διεύθυνση)



Εικόνα 71. Σημείο 33 (Βορειοδυτική διεύθυνση)



Εικόνα 72. Σημείο 34 (Βόρεια διεύθυνση)



Εικόνα 73. Σημείο 35 (Νότια διεύθυνση)