

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

***Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος***

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Χωροθέτηση Σημείων Ανεφοδιασμού Πυρόσβεσης για την  
Βέλτιστη Πυροπροστασία στο Νησί της Λευκάδας**

**Καλομοίρα Δέλγα**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Σταύρος Κολιός**

**Μάιος 2017**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

***Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος***

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Χωροθέτηση Σημείων Ανεφοδιασμού Πυρόσβεσης για την  
Βέλτιστη Πυροπροστασία στο Νησί της Λευκάδας**

**Καλομοίρα Δέλγα**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Σταύρος Κολιός**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Μάιος 2017**



## Περίληψη

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα φυσικό φαινόμενο ,που μπορεί να εξελιχθεί σε μια φυσική καταστροφή με σημαντικές επιπτώσεις τόσο στο φυσικό όσο και στο πολιτιστικό περιβάλλον ,υπονομεύοντας την οικονομία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Η εκδήλωση καταστροφικών δασικών πυρκαγιών, θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους για την αειφόρο ανάπτυξη των δασών.

Η αναγκαιότητα της παρούσας μελέτης ,προέκυψε από την συχνή και καταστροφική εμφάνιση τέτοιων φαινομένων , και έχει ως στόχο να συνδράμει στην μείωση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα αντικειμενικός στόχος της παρούσας εργασίας, είναι ο εντοπισμός θέσεων που πληρούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την χωροθέτηση σημείων ανεφοδιασμού πυρόσβεσης ,με απώτερο σκοπό την πρόληψη εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς.

Η μελέτη εφαρμόζεται στο νομό της Λευκάδος, γιατί είναι μια περιοχή που έχει υποστεί καταστροφικές συνέπειες από δασικές πυρκαγιές. Έτσι προέκυψε η ανάγκη ανάπτυξης ενός χωρικού συστήματος λήψης αποφάσεων, που εστιάζεται στην πρόληψη του φαινομένου των πυρκαγιών.

Η έρευνα γίνεται με τον συνδυασμό της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Π.Κ.Α- Γ.Σ.Π.). Η σημασία τους είναι εμφανής στη διαδικασία χωροθέτησης αλλά και ως εργαλείο λήψης αποφάσεων με τη χρήση των κατάλληλων κριτηρίων.

Στην παρούσα έρευνα, ως βασικό εργαλείο, χρησιμοποιείται η πρόσφατη έκδοση του λογισμικού Γ.Σ.Π., QGIS 2.18 Las Palmas. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ψηφιακά και χρησιμοποιήθηκαν ελεύθερα από το διαδίκτυο από διάφορες πηγές. Πρόκειται για διανυσματικά αρχεία (vector), αλλά και πλεγματικά αρχεία (raster). Για την δημιουργία των σταθμισμένων θεματικών χαρτών επιλέχτηκαν κριτήρια με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας εκδήλωσης και κατάσβεσης δασικής πυρκαγιάς. Ο βαθμός επικινδυνότητας αναλύει όλους τους παράγοντες που συμβάλουν στην έναρξη των πυρκαγιών, όπως η κλίση, το υψόμετρο, τα είδη της καύσιμης ύλης, οι ζώνες επιρροής του οδικού και οικιστικού δικτύου.

Εφαρμόστηκαν 6 κριτήρια για τον εντοπισμό των «κατάλληλων» θέσεων με βάση τους παραπάνω φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες. Για κάθε κριτήριο δημιουργήθηκε ο αντίστοιχος σταθμισμένος θεματικός χάρτης και προσδιορίστηκε η αντίστοιχη βαρύτητα. Ακολούθως, συνδυάστηκαν όλοι οι σταθμισμένοι χάρτες μέσω των ΓΣΠ και της τεχνικής S.A.W. (Simple Additive Weighting ), οπότε και προέκυψε ο χάρτης καταλληλότητας. Ο χάρτης αυτός, που αποτελεί τη συναλήθευση όλων των κριτηρίων ,προσδιορίζει τις βέλτιστες χωροθετικές επιλογές εγκατάστασης των επίγειων πυροσβεστικών μονάδων. Με βάση τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι οι κατάλληλες θέσεις που πληρούν τα κριτήρια - σημεία εντοπίζονται διάσπαρτα σε όλη την επιφάνεια του νησιού αλλά παράλληλα είναι στοχευμένες και ρεαλιστικές.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, έχει σκοπό να συμβάλει στην ενεργό και άμεση διαχείριση φαινομένων πυρκαγιών, εστιάζοντας κυρίως στην αποτελεσματική πρόληψη. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μεθοδολογία, στοχεύει στην παροχή ουσιαστικών και έγκυρων πληροφοριών σε όλους τους φορείς που προτίθενται να ασχοληθούν με την μελέτη και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος του νησιού αλλά και γενικότερα στη δημιουργία ενός ευέλικτου εργαλείου λήψης αποφάσεων, που θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές. Τέλος, προσφέρει το έναυσμα για περαιτέρω μελέτες για βελτίωση της επιστημονικής πληροφορίας ,ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την αειφορική διαχείριση των δασών και γενικότερα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος .

## Summary

Forest fires are a natural phenomenon that can evolve into a natural disaster with a significant impact on both the natural and cultural environment, undermining the economy and the quality of people lives. The occurrence of devastating forest fires is considered to be one of the greatest threats to the sustainable development of forests.

The necessity of the present study has emerged from the frequent and devastating occurrence of such phenomena and thus this study has as a goal to go in with in reducing the impact of forest fires on the natural and human-made environment. More specifically purpose of this study is to identify locations that meet the appropriate requirements for the siting of firefighting equipment having as a goal to prevent forest fire occurrence.

The study is being implemented in the prefecture of Lefkada because it is an area that has been devastated by forest fires. Thus the need to develop a spatial decision-making system that focuses on the prevention of fires occurred. The research is carried out in way combining both Multicriteria Analysis and Geographical Information Systems (MCDA-GIS). Their significance is obvious both for the spatial planning process as well as decision-making tool having used the appropriate criteria.

The most recent, version of the free GIS software, QGIS 2.18 Las Palmas, is being used in the present study as a basic tool. The data used is digital and freely available at the web provided by various sources. These are vector and raster files as well. For the creation of the weighted thematic maps, the selection criteria were based on the degree of fire hazard occurrence and its extinguishing. The degree of risk analyzes all these factors, such as slope, altitude, fuel types, road and residential areas that contribute to the onset of forest fires.

Six criteria were applied to identify "appropriate" siting based on the aforementioned natural and anthropogenic factors. For each criterion the corresponding weighted map was created and the corresponding gravity was determined. Subsequently, all weighted maps were combined using GIS and S.A.W. (Simple Additive Weighting), for a corresponding eligibility map to emerge. This map, which stands for the fulfillment of all the criteria, determines the optimal spatial options for installing ground firefighting units. Based on the results, it has been concluded that each such suitable siting that

meets the criteria is located scattered throughout the island while being targeted and realistic too.

This master thesis aims to contribute to the active and direct management of fire phenomena, focusing mainly on effective prevention. Moreover, this specific methodology aims to provide meaningful and valid information to all those who intend to deal with the study and protection of the natural environment of the island and, more generally, to create a flexible decision-making tool that could be applied to other Areas. Finally, it provides a stimulus for further studies to improve scientific information in order to draw useful conclusions for both the sustainable management of forests and for the protection of the natural environment in general.

## Ευχαριστίες

Πρώτα από όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διατριβής μου καθηγητή, κ. Κολιό Σταύρο , για την ανάθεση του θέματος που είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, για την επιστημονική και φιλική καθοδήγηση του, για την πολύτιμη συνεισφορά του για την περάτωση της συγκεκριμένης εργασίας και την κατανόηση που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αδελφό μου Χαράλαμπο για τις χρήσιμες συμβουλές που μου προσέφερε. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πολύ καλό φίλο και υποψήφιο διδάκτορα κ. Τσάγκη Παύλο, ο οποίος συνέβαλε με τις κατευθύνσεις του στη βελτίωση της διατριβής αυτής. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο μου κ. Περδικέλη Ευάγγελο, για την παροχή λογισμικού υλικού κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής.

Το πιο «μεγάλο» ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου Γιάννη και Αθανασία για την συμπαράστασή τους για να μπορέσω να εκπληρώσω το μεταπτυχιακό μου, και ιδιαίτερα τον άντρα μου Χρήστο, και τα παιδιά μου Γιώργο και «μπέμπη» για την αγάπη, κατανόηση και υπομονή τους όλο αυτό το διάστημα. Τους ευχαριστώ θερμά και τους αφιερώνω αυτήν την διατριβή!

Αθήνα, Μάιος 2017

Δέλγα Καλομοίρα

# Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iii
Summary.....	v
Ευχαριστίες .....	vii
Πίνακας Περιεχομένων .....	viii
Κατάλογοι Εικόνων – Διαγραμμάτων – Πινάκων – Χαρτών .....	x
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1. Εισαγωγή.....	1
1.2. Καταγραφή προβλήματος .....	4
1.3. Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης .....	7
1.3.1. Προστασία δασών .....	7
1.3.2. Κλιματική αλλαγή.....	10
1.3.3. Βιοποικιλότητα.....	13
1.3.4. Περιοχές Natura .....	15
1.3.5. Τουρισμός.....	19
1.3.6. Τοπική οικονομία.....	21
1.3.7. Πολιτιστική κληρονομιά.....	22
1.3.8. Υλικά περιουσιακά στοιχεία - ανθρώπινες ζωές.....	22
1.4. Σκοποί και στόχοι.....	23
1.5. Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών .....	24
1.5.1. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών .....	24
1.5.2. Πολυκριτηριακή ανάλυση.....	25
1.5.3. Χωρική Πολυκριτηριακή ανάλυση.....	27
<b>2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....</b>	<b>29</b>
2.1 Εισαγωγή.....	29
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	29
2.2.1 Οι δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα.....	29
2.2.2 Οι καταστροφικές δασικές πυρκαγιές του 2007.....	31
2.2.3 Οι δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα.....	33
2.3 Θεωρητικό πλαίσιο.....	35
2.3.1 Βασικές έννοιες.....	35
2.3.2 Κατηγοριοποίηση δασικών πυρκαγιών .....	38
2.3.3 Αίτια πρόκλησης δασικών πυρκαγιών.....	41
2.3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών .....	43
2.3.5 Επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών.....	45

2.3.6	Κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών .....	48
2.4	Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	51
2.4.1	Πρόληψη δασικών πυρκαγιών.....	51
2.4.2	Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης ως μέσο πρόληψης πυρκαγιών .....	53
2.5	Διεθνής πραγματικότητα .....	54
2.5.1	Γεγονότα, Αριθμοί και Τάσεις των δασικών πυρκαγιών στην ΕΕ.....	54
2.5.2	Η κατάσταση των δασών στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	58
2.5.3	Δασικές πολιτικές και πρωτοβουλίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	60
2.6	Ελληνική πραγματικότητα .....	63
2.6.1	Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα.....	63
2.6.2	Νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα .....	65
2.6.3	Τα δεδομένα των πυρκαγιών 2000-2015.....	67
2.7	Συμπεράσματα.....	72
<b>3.</b>	<b>Μεθοδολογία.....</b>	<b>73</b>
3.1	Εισαγωγή.....	73
3.2	Σκοπός - Στόχοι -Ερευνητικά ερωτήματα.....	73
3.3	Σχεδιασμός και ανάλυση μεθοδολογικής προσέγγισης.....	74
3.4	Περιγραφή της περιοχής μελέτης.....	77
3.5	Μέθοδος συλλογής δεδομένων .....	80
3.6	Διαδικασία επιλογής τοποθεσίας κρουστών στο νομό της Λευκάδας .....	95
3.7	Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	118
<b>4.</b>	<b>Συζήτηση - Συμπεράσματα -Εισηγήσεις .....</b>	<b>120</b>
4.1	Εισαγωγή.....	120
4.2	Συζήτηση.....	120
4.3	Συμπεράσματα.....	123
4.4	Εισηγήσεις.....	123
<b>Παράρτημα Α.</b>	<b>Νομοθεσία.....</b>	<b>125</b>
Α.1.	ΦΕΚ Δασικών πυρκαγιών νομού Λευκάδας.....	125
	Πίνακας Α.1.: Αριθμός και περιοχές καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014 (ιδία επεξεργασία από Εθνικό τυπογραφείο) .....	125
Α.2	Νομοθετικές πηγές.....	128
<b>Βιβλιογραφία.....</b>		<b>129</b>
	Ηλεκτρονικές Πηγές.....	140

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

**ΕΙΚΟΝΑ 1.1.** «Άγρια» δασική πυρκαγιά

**ΕΙΚΟΝΑ 2.1.** Η «Καταστροφική» Πυρκαγιά στην Πελοπόννησο, 2007

**ΕΙΚΟΝΑ 2.2 :** Το τρίγωνο της πυρκαγιάς

**ΕΙΚΟΝΑ 2.3.** Το τρίγωνο της συμπεριφοράς της φωτιάς

**ΕΙΚΟΝΑ 2.4.** Πυρκαγιά εδάφους

**ΕΙΚΟΝΑ 2.5.** Πυρκαγιά επιφανείας

**ΕΙΚΟΝΑ 2.6.** Πυρκαγιά κόμης

**ΕΙΚΟΝΑ 2.7.** Καπνός από φωτιά αιωρείται πάνω από τα βορειοανατολικά προάστια της Αθήνας

**ΕΙΚΟΝΑ 2.8.** Τα πυροσβεστικά ελικόπτερα σήμερα επωφελούνται από μια ηρεμία στη δύναμη του ανέμου για να προσπαθήσουν να σβήσουν τις πυρκαγιές.

**ΕΙΚΟΝΑ 2.9** Μέση ετήσια κατανομή αριθμού πυρκαγιών στην ΕΕ ανά διοικητική μονάδα (νομοί).

**ΕΙΚΟΝΑ 2.10:** Χάρτης καμένων εκτάσεων στην ΕΕ ανά διοικητική μονάδα

**ΕΙΚΟΝΑ 2.11.:** Πυρκαγιά στη Θάσο, 2016

**ΕΙΚΟΝΑ 3.1.** Η Λευκάδα σε φωτογραφία δορυφόρου από τη NASA World Wind.

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1.** Αριθμός των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, τη χρονική περίοδο 1980-2010

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2.** Αριθμός καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα, την ίδια περίοδο

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3.** Ποσοστιαία σύγκριση του συνόλου των καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4.** Αριθμός πυρκαγιών στην περιοχή της Μεσογείου.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5.** Μέσος αριθμός πυρκαγιών σε κάθε Μεσογειακή χώρα της ΕΕ κατά την περίοδο 2000-2006

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6.** Καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου της ΕΕ.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7.** Κατανομή καμένων εκτάσεων στις Μεσογειακές χώρες της ΕΕ.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8.** Σύνολο πυρκαγιών σε στρέμματα από το 2000 -2015

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.9.** Αριθμός πυρκαγιών σε στρέμματα από το 2000 -2015

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.10.** Καμένες εκτάσεις δασών σε στρέμματα από το 2000 -2015

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.11.** Καμένες εκτάσεις δασικών εκτάσεων σε στρέμματα από το 2000 -2015

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.12.** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουνίου

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.13.** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουλίου

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.14.** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Αυγούστου

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.15.** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουνίου

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.16.** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουλίου

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.17.** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Αυγούστου

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.** Ετήσιος αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση δασών και βοσκοτόπων, το διάστημα 1980-2008

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2.** Αριθμός καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.:** Οι κατηγοριοποιήσεις του συστήματος γεωταξινόμησης καλύψεων γης CORINE

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.:** Κατηγορίες χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.:** Πίνακας κλάσεων ανά κριτήριο

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.:** Αξιολόγηση και βαθμονόμηση κριτηρίων ανά βαθμό επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.** Συσχέτιση δασικής βλάστησης και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6.:** Συσχέτιση κλίσης και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7.:** Συσχέτιση απόστασης από περιοχές NATURA και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8.:** Συσχέτιση υψομέτρου και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9.** Συσχέτιση απόστασης από το οδικό δίκτυο και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10.** Συσχέτιση απόστασης από αστικούς σχηματισμούς και επικινδυνότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11.** Αξιολόγηση βαρύτητας κριτηρίων

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12.:** Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13 :** Ποιοτική ταξινόμηση τιμών καταλληλότητας

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ**

**ΧΑΡΤΗΣ 3.1.:** Τα όρια των διοικητικών διαιρέσεων του νομού Λευκάδας.

**ΧΑΡΤΗΣ 3.2.:** Οικιστικές συγκεντρώσεις του νομού Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ 3.3.:** Περιοχή Natura στο νομό Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ 3.4.:** Οδικό δίκτυο του νομού Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ 3.5.:** Το υψόμετρο του νομού Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ 3.6.:** Χάρτης κλίσεων του νομού Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ 3.7.:** Ο χάρτης χρήσεων γης για το νομό Λευκάδας

- ΧΑΡΤΗΣ 3.8.:** Σταθμισμένος χάρτης χρήσεων στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.9.:** Σταθμισμένος χάρτης κλίσεων στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.10.:** Ζώνη περιοχής Natura στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.11.:** Σταθμισμένος χάρτης περιοχής Natura στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.12.:** Σταθμισμένος χάρτης υψομέτρου στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.13.:** Ζώνες οδικού δικτύου στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.14.:** Σταθμισμένος χάρτης οδικού δικτύου στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.15.:** Ζώνες οικισμών στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.16.:** Σταθμισμένος χάρτης οικισμών στο νομό Λευκάδας
- ΧΑΡΤΗΣ 3.17.:** Σταθμισμένος χάρτης καταλληλότητας στο νομό Λευκάδας

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1. Εισαγωγή

Τα δάση φιλοξενούν την πλειοψηφία των ειδών στη Γη και παρέχουν πολύτιμα οικοσυστημικά αγαθά και υπηρεσίες στην ανθρωπότητα, συμπεριλαμβάνοντας τρόφιμα, φυτικές ίνες, ξυλεία, φάρμακα, καθαρό νερό, αισθητικές και πνευματικές αξίες, και μετριοπάθεια στο κλίμα (Jackson et al. 2005, McKinley et al. 2011). Επιπλέον, τα περισσότερα από τα 200 εκατομμύρια των φτωχών του κόσμου στηρίζονται άμεσα από τα δάση για ενέργεια, στέγη, καθώς και για την επιβίωσή τους (SCBD 2010).

Η σημασία των δασών δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Η επιβίωσή μας εξαρτάται από τα δάση, από τον αέρα που απαιτείται για την αναπνοή μας, μέχρι την ξυλεία που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών μας. Εκτός απ' την παροχή ενδαιτημάτων για τα ζώα και τα προς το ζην για τους ανθρώπους, τα δάση προσφέρουν προστασία στη λεκάνη απορροής, εμποδίζουν τη διάβρωση του εδάφους και αμβλύνουν την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο παρά την εξάρτησή μας από τα δάση, ακόμα επιτρέπουμε την εξαφάνισή τους. Οι πιο κοινές πιέσεις που προκαλούν την αποψίλωση των δασών και την σοβαρή υποβάθμιση των δασών είναι η γεωργία, η μη βιώσιμη διαχείριση των δασών, τα ορυχεία, τα έργα υποδομής και η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης και έντασης πυρκαγιών.

Η φωτιά είναι μια από τις πιο σημαντικές διαταραχές των Μεσογειακών οικοσυστημάτων (Trabaud 1987, Whelan 1995), που καθορίζουν τη δυναμική και τη δομή των κοινοτήτων των φυτών και των ζώων (Gill et al., 1981, Naveh 1975). Αν και η φωτιά είναι εγγενής σε μεσογειακά οικοσυστήματα, ο αριθμός των πυρκαγιών έχει παρουσιάσει δραματική αύξηση, το διάστημα των τελευταίων δεκαετιών, κυρίως λόγω των αλλαγών στη χρήση γης (Pausas 2004, Pausas et. al., 2008). Από το 1996 έως το 2005, ο μέσος ετήσιος αριθμός των πυρκαγιών στη Νότια Ευρώπη, ξεπέρασε τις 61.000,

το οποίο είναι 34% περισσότερο από ό, τι καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του 1986-1995 (Miranda et al., 2009). Σαν αποτέλεσμα των πιο συχνών και πιο σοβαρών πυρκαγιών, τα μεσογειακά οικοσυστήματα μπορούν να βιώσουν απώλεια βιοποικιλότητας, διάβρωση του εδάφους και απερίμωση (Pausas et al., 2008). Οι πυρκαγιές επίσης προκαλούν μεγάλες οικονομικές απώλειες, απειλούν ανθρώπινες ζωές και αποτελούν μια αξιοσημείωτη πηγή αερίων του θερμοκηπίου.

Παρά το γεγονός ότι οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο σε πολλά μέρη του κόσμου, που είναι το αποτέλεσμα των εντατικών ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος στην περιοχή της ευρωπαϊκής Μεσογείου (Oliveira et al., 2012), οι περισσότερες από αυτές (πάνω από 95%) είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας (Catry et al., 2010, San-Miguel-Ayanz and Camia 2010, Vázquez and Moreno 1998).

Το κλίμα και ο καιρός είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιάς. Η καλοκαιρινή ξηρασία και μια καμένη περιοχή συνδέονται στενά (Camia and Amatulli 2009, Carvalho et al., 2010, Flannigan και Harrington 1988, Pausas 2004, Pinol et al., 1998). Μέσα στα επόμενα 100 χρόνια, η κλιματική αλλαγή προβλέπεται να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας το καλοκαίρι κατά 4-5 °C σε όλη τη Νότια Ευρώπη και μείωση των βροχοπτώσεων έως 50% κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το οποίο σημαίνει περισσότερες εκτεταμένες θερμές περιόδους και ξηρασίες και επομένως αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς (Lindner et al., 2010).

Η αποτελεσματική διαχείριση αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών επιβάλλει τον προκατασταλτικό σχεδιασμό και τη λήψη προληπτικών μέτρων για την εξάλειψη των άμεσων ή έμμεσων αιτιών που τις προξενούν, καθώς και τη δημιουργία όλων εκείνων των υποδομών που θα καθιστήσουν το αποτέλεσμα του μηχανισμού καταστολής πιο δραστικό.

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί κεφάλαιο νευραλγικής σημασίας για την προστασία και την αειφόρο ανάπτυξη των δασών, που αποτελούν αναντικατάστατο φυσικό πόρο για κάθε κοινωνία (Wenhua, 2004). Από περιβαλλοντική άποψη, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών είναι φανερό ότι είναι πολύ πιο επιθυμητή από την καταστολή.

Επομένως, η επιλογή της κατάλληλης διαχείρισης και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών, είναι υψίστης σημασίας. Σε αυτό συμβάλλουν τα κατάλληλα τεχνολογικά και πληροφοριακά μέσα, που αποτελούν τα σύγχρονα εργαλεία για την πρόληψη και την καταστολή των δασικών πυρκαγιών.

Οι τρέχουσες πολιτικές πρόληψης των πυρκαγιών πρέπει να προσαρμοστούν στην αντιμετώπιση μεγαλύτερων και πιο σοβαρών εποχικών φωτιών, στην αύξηση της συχνότητας της φωτιάς, και σε ευρύτερες περιοχές που εκτέθηκαν σε κίνδυνο φωτιάς, ειδικά στην περιοχή της Μεσογείου.

Τα συστήματα λήψης αποφάσεων αποτελούν χρήσιμα εργαλεία που συνδράμουν στην πρόληψη και στην καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Εξαιρετικό ρόλο διαδραματίζει στην περίπτωση των δασικών πυρκαγιών, ο συνδυασμός των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης, για την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων.

Τα μέτρα πρόληψης αφορούν κυρίως:

- Την επίγεια παρακολούθηση δασικών περιοχών και ανίχνευση δασικών πυρκαγιών με χρήση ολοκληρωμένων Πληροφοριακών Συστημάτων και κατάλληλου τεχνολογικού εξοπλισμού (κάμερες, αισθητήρες κλπ.), με σκοπό την άμεση καταστολής τους.
- Την χαρτογράφηση του κινδύνου πυρκαγιών .
- Την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για τις αιτίες πρόκλησης και τις συνέπειες των πυρκαγιών .
- Την οργάνωση περιπολιών από τις αρμόδιες υπηρεσίες
- Την εκτέλεση έργων υποδομής που συμβάλλουν στην υλοποίηση των ενεργειών καταστολής, όπως: διανοίξεις και βελτιώσεις δασικών δρόμων και αντιπυρικών ζωνών, κατασκευή και εγκατάσταση υδατοδεξαμενών και δασικών παρατηρητήριων.
- Την εφαρμογή νομοθετικών μέτρων

Η αξιολόγηση της επικινδυνότητας των δασικών πυρκαγιών συμβάλει στην κατάλληλη εγκατάσταση των απαραίτητων υποδομών που εξασφαλίζουν την μείωση των αρνητικών συνεπειών.

Εκτός από την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, που είναι το βασικό στοιχείο διαχείρισης τους, τα μέτρα αντιμετώπισης και προσαρμογής ενισχύουν τη διαχείριση του φαινομένου των πυρκαγιών.

Τα μέτρα προσαρμογής πρέπει να περιλαμβάνουν: α) την τροποποίηση της δομής των δασών (π.χ. την απόσταση και την πυκνότητα των δέντρων, τη ρύθμιση της δομής της ταξικής ηλικίας), β) τη διαχείριση των καυσίμων (προδιαγεγραμμένη καύση, αραίωση, κλάδεμα και απομάκρυνση βιομάζας, βόσκηση), με προτεραιότητα στους τύπους δασών με δυνατότητα αναγέννησης μετά την πυρκαγιά (π.χ. νεαρά δάση με *Pinus halepensis* και *Pinus pinaster*), γ) τη δημιουργία ενός μωσαϊκού τοπίου των δασικών τύπων, συμπεριλαμβανομένων των ειδών με μειωμένη ευφλεκτότητα, δ) τον προγραμματισμό των υποδομών για άμεση επίθεση στη φωτιά σε σχέση με τη συγκεκριμένη συμπεριφορά για κάθε μοντέλο καυσίμου και ε) εφαρμογή των πολιτικών για τον περιορισμό της εγκατάλειψης των καμένων περιοχών και δράσεις για την πρόληψη της εξάπλωσης των χωρο-κατακτητικών ειδών σε καμένες περιοχές.

## **1.2. Καταγραφή προβλήματος**

Οι δασικές πυρκαγιές θεωρούνται ένα απ' τα σημαντικότερα προβλήματα του φυσικού περιβάλλοντος και απειλούν κυρίως τα δάση της Νότιας Ευρώπης.

Η Ευρώπη υποφέρει περίπου από 65.000 πυρκαγιές κάθε χρόνο, που καίνε, κατά μέσο όρο, μισό εκατομμύριο εκτάρια δασικών εκτάσεων (European Commission, 2010).

Εντούτοις, όπως προκύπτει από διάφορες μελέτες, ο κίνδυνος των δασικών πυρκαγιών ενδέχεται να παρουσιάσει σημαντική αύξηση τα επόμενα χρόνια. Επιπλέον η κλιματική αλλαγή, είναι προφανές ότι θα προκαλέσει γρήγορη επίδραση στην αύξηση της σφοδρότητας των δασικών πυρκαγιών και στην γεωγραφική επέκταση των περιοχών καθώς και στις περιόδους υψηλού κινδύνου.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο στο οποίο επιδρούν αρκετοί παράγοντες. Ιδιαίτερο παράγοντα για την εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς αποτελούν οι κλιματικές και οι μετεωρολογικές συνθήκες (Sharma and Rikhari, 1997).

Στους τοπογραφικούς παράγοντες περιλαμβάνονται το υψόμετρο και ο προσανατολισμός της περιοχής. Η τοπογραφική διαμόρφωση είναι ο κυριότερος παράγοντας στην εξάπλωση της πυρκαγιάς, ιδίως σε ορεινές περιοχές. Η κλίση του

εδάφους επιδρά αυξητικά στην ταχύτητα εξάπλωσης. Ανάλογα και η διαμόρφωση του εδάφους επηρεάζει την ταχύτητα του ανέμου.

Από τους παράγοντες της βλάστησης, το είδος της βλάστησης, επιδρά σημαντικά κατά τη διάρκεια μιας φωτιάς, γιατί μπορεί να παρουσιάζει μεγαλύτερη ή μικρότερη ευφλεκτότητα.

Στους μετεωρολογικούς παράγοντες περιλαμβάνονται η ηλιακή ακτινοβολία, η σχετική υγρασία του αέρα, η θερμοκρασία αέρα και της επιφάνειας του εδάφους, η εξάτμιση και η ατμοσφαιρική πίεση.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό φαινόμενο, άρρηκτα συνδεδεμένο με τις περιβαλλοντικές και κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας. Στην Ελλάδα οι πυρκαγιές των δασών αποτελούν μείζον φυσικό φαινόμενο, οι καταστροφές που προκαλούν στα ελληνικά δάση αγγίζουν άμεσα τη βιώσιμη ανάπτυξη του τόπου και η αντιμετώπιση τους είναι θέμα υψίστης σημασίας.

Τα δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας που παρουσιάζουν ευαισθησία στις πυρκαγιές, επισημαίνονται κυρίως σε παραλιακές, λοφώδης και υποορεινές περιοχές, όπου δεσπόζουν ενώσεις φρυγάνων, διαπλάσεις αείφυλλων πλατύφυλλων και πευκοδάση. Οι περιοχές αυτές που εκτιμούνται ως ζώνες σημείων έναρξης των περισσότερων δασικών πυρκαγιών, έχουν υψόμετρο 0-600 μ.. Δεν αποκλείεται όμως η εμφάνισή δασικών πυρκαγιών και σε περιοχές με μεγαλύτερα υψόμετρα (ορεινοί όγκοι), όταν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες για την εκδήλωσή τους.

Η Λευκάδα ανήκει στις παραπάνω περιοχές και τα δάση της είναι ευάλωτα στις πυρκαγιές για πολλούς λόγους. Οι δυνατοί άνεμοι, τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια, τα μεγάλα υψόμετρα, το έντονο ανάγλυφο και η κλίση των δασικών εδαφών και τα εύλεκτα είδη βλάστησης είναι οι βασικότεροι παράγοντες για αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης της πυρκαγιάς στο συγκεκριμένο νησί. Αν σε αυτούς τους παράγοντες προστεθούν η εγκατάλειψη των δασών του νησιού και η έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα τότε ο κίνδυνος είναι ακόμη μεγαλύτερος.

Η Λευκάδα είναι ένας τόπος αυθεντικού φυσικού κάλλους υψηλής ποιότητας. Είναι ένα νησί με μεγάλο γεωλογικό και χλωριδικό πλούτο. Χαρακτηρίζεται για τη πλούσια βιοποικιλότητα ιδιαίτερα σε ό, τι αφορά τη χλωρίδα. Η Λευκάδα, λόγω των πολλών

βροχοπτώσεων που χαρακτηρίζει το κλίμα της, ανέπτυξε ένα πλούτο φυτικών ειδών. Διακρίνεται για φυτά σπάνιας ομορφιάς όπως οι παιόνιες στον ορεινό όγκο ή το Παγκράτιο που κατακλύζει την παραλιακή ζώνη, η Αρενάρια της Λευκάδας κλπ. Στη Λευκάδα απαντώνται Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (Τ.Ι.Φ.Κ.), περιοχές Δικτύου Natura 2000, καταφύγια Άγριας Ζωής και βιότοποι CORINE. Αυτό το νησί διαθέτει σπάνιο τουριστικό πλούτο, που συνδυάζει παραλίες σπάνιας ομορφιάς και προσφέρει και εναλλακτικές μορφές τουρισμού.

Ωστόσο, το φυσικό της περιβάλλον υποβιβάζεται αλματωδώς από συνεχόμενες πιέσεις, όπως οι έγγειες βελτιώσεις, οι δασικές πυρκαγιές, οι διανοίξεις ορεινών ή παράκτιων δασικών δρόμων, οι δομικές επεκτάσεις, οι κατασκευές τεχνικών έργων με ελλειπίες περιβαλλοντικές προδιαγραφές, η ρύπανση, η υπερβόσκηση, η παράνομη θήρα και αλιεία και η έντονη τουριστική δραστηριότητα.

Επομένως προκειμένου να αντιμετωπιστεί η τεράστια πρόκληση, των δασικών πυρκαγιών στο νομό Λευκάδος, είναι απαραίτητη η λήψη αποφάσεων για την αποφυγή σημαντικότερων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων. Η οργάνωση αποτελεσματικών μεθόδων πρόληψης και προετοιμασίας για την αντιμετώπιση και τον μετριασμό των δασικών πυρκαγιών, είναι επίκαιρη και επιτακτική. Ένα από τα σημαντικότερα προκατασταλτικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι η διευκόλυνση των προσπαθειών κατάσβεσης των πυρκαγιών.

Η πυρόσβεση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην εύκολη εξασφάλιση της αναγκαίας ποσότητας νερού. Για αυτό πρέπει να κατασκευάζονται υδατοδεξαμενές (ντεπόζιτα νερού) σε πολλά σημεία μέσα στις δασικές εκτάσεις και να εγκαθίστανται πυροσβεστικοί κρουνοί, με σκοπό την άμεση προμήθεια νερού των πυροσβεστικών οχημάτων σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα πρέπει να εντοπιστούν μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης και να αναδειχθούν πιθανά σημεία εγκατάστασης και βελτιστοποίησης τοποθέτησης κρουνών και επίγειων μέσων πυρόσβεσης.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.1.:** «Άγρια» δασική πυρκαγιά (British Columbia, 2010)

### **1.3. Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης**

Η αναγκαιότητα της διατριβής προκύπτει από τις καταστροφικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στο περιβάλλον και ευρύτερα στο οικοσύστημα. Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί σήμερα, περισσότερο από ποτέ σημαντική προϋπόθεση για την αναβάθμιση του συστήματος προστασίας των δασών. Η ενίσχυση της αειφορικής διαχείρισης του οικοσυστήματος συγκεκριμένα του νομού Λευκάδος, η αποτελεσματική πρόληψη των πυρκαγιών και η συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος του νησιού αποτελούν βασική υποχρέωση και πρέπει να αντιμετωπιστούν ολιστικά.

#### **1.3.1. Προστασία δασών**

Τα δάση δεν είναι μόνο ένα σύνολο δέντρων. Είναι δηλαδή ένα σύνθετο λειτουργικό σύστημα αλληλεπίδρασης και αλληλοεξάρτησης βιολογικών, φυσικών και χημικών συστατικών, το βιολογικό μέρος των οποίων έχει εξελιχθεί για να διαιώνίζεται. Είναι ένα σύνολο μαζί με τα διάφορα είδη φυτών και ζώων, το έδαφος και το κλίμα που

επικρατεί σε μια περιοχή. Τα δάση έχουν ζωτική σημασία. Αποτελούν ένα φυσικό αγαθό με ανεκτίμητη αξία για τον άνθρωπο. Είναι ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος με απεριόριστη συμβολή στην οικονομική, περιβαλλοντική κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη του τόπου. Προσφέρουν τρόφιμα, φάρμακα καθώς και καθαρό νερό. Παρέχουν μια μεγάλη ποικιλία περιβαλλοντικών υπηρεσιών. Μέσα σε αυτές συγκαταλέγονται η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η υδροδότηση, η δέσμευση του άνθρακα, ο έλεγχος των πλημμυρών καθώς και η προστασία απ' τη διάβρωση του εδάφους και η απερίμωση.

Τα δάση, εκτός από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, παίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ξυλείας, στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, στη διατήρηση ενός σταθερού κλίματος του πλανήτη και του περιβάλλοντος. Επιπλέον αποτελούν πηγή απασχόλησης και αναψυχής (κυνήγι, τουρισμός, κ.λπ.).

Μεταξύ των παραγόντων που απειλούν τα δάση είναι οι πυρκαγιές, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου, οι ξηρασίες, οι καταιγίδες και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο με σπουδαίο ρόλο στην αναγέννηση των φυσικών οικοσυστημάτων. Τα φυσικά όμως αίτια των πυρκαγιών ευθύνονται για ένα πολύ μικρό ποσοστό. Το μεγαλύτερο μέρος προέρχεται από ανθρώπινες δραστηριότητες και έχει σαν αποτέλεσμα την δραστική μείωση της φυσικής ικανότητας των οικοσυστημάτων να ανταποκρίνονται στην μεταπυρική αναγέννηση.

Οι συνέπειες των δασικών πυρκαγιών είναι καταστρεπτικές. Έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην βλάστηση, στο έδαφος, στην πανίδα. Επηρεάζουν το μικροκλίμα και κατ' επέκταση αυξάνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Επιπλέον οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές μπορεί να μειώσουν την ανάπτυξη των χορταριών, των βοτάνων και των θάμνων, και να οδηγήσουν σε αυξημένη διάβρωση του εδάφους (Kandya et al., 1998). Οι φυσικές καταστροφές επιπρόσθετα έχουν σημαντικές οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών προϋποθέτει μέτρα διαχείρισης που είναι σύμφωνα με την αειφορική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων. Η αειφορία εντοπίζεται στην ικανότητα του δάσους να παράγει

συνεχώς αγαθά και υπηρεσίες σύμφωνα με τους στόχους της δασοπονίας δηλαδή με διάρκεια, σταθερότητα, επανάληψη και συνέχεια.

Τον Σεπτέμβριο του 2013, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε τη νέα στρατηγική για τα δάση (COM(2013)659), για την ενίσχυση της ζωτικότητας των ευρωπαϊκών δασών, τη βιώσιμη διαχείριση τους. Σύμφωνα με αυτήν την στρατηγική τα δάση μπορούν να επηρεάσουν δραστικά τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Στην Λευκάδα συναντάμε την ευρωμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*), που υποδιαιρείται σε 2 υποζώνες :στην υποζώνη *Oleo – Ceratonion*, που εκτείνεται σε όλο σχεδόν το νησί και στην υποζώνη *Quercion ilicis*, στους μεγάλους ορεινούς όγκους, που βρίσκονται στην κεντρική περιοχή του νησιού (Ντάφης, 1973).

Η πρώτη ζώνη καλύπτεται κατά κύριο λόγο από φρύγανα και από διάφορες αείφυλλες διαπλάσεις (*Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Erica sp.*, *Myrtus communis*, *Arbuto unedo* κ.α.). Στη δεύτερη ζώνη συναντάμε, σε κάποιες περιοχές, ενώσεις με *Erica manipuliflora* και *Erica arborea* και σε άλλες περιοχές ενώσεις με *Quercus ilex* με *Fraxinus ornus*, καθώς και δάση με *Pinus halepensis* (χαλέπιο πεύκη).

Λόγω του μεγάλου υψομέτρου θα περίμενε κανείς να συναντήσει και δάση ελάτης. Το γεγονός ότι ο όγκος Σταυρωτάς, ονομάζεται Ελάτη, δεν είναι τυχαίος.

Το νησί, στην κορυφή του όρους Σταυρωτά, πριν την Αγγλοκρατία είχε δάση ελάτης (*Abies sp.*) (Ροντογιάννης, 1974). Κατά την περίοδο της Αγγλοκρατίας, όλα τα δάση της ορεινής ζώνης κήκαν, εκτός από το δρυοδάσος του Σκάρου, λόγω του ότι παρείχε την κατάλληλη ξυλεία για την κατασκευή πλοίων.

Τα δάση χαλεπίου πεύκης, περιλαμβάνουν περίπου 6700 στρ., από τα οποία περίπου 1500 στρ. προέρχονται από αναδασώσεις. Οι φυσικές συστάδες χαλεπίου πεύκης, εμφανίζονται στην Χερσόνησο Αθανίου και στην ευρύτερη περιοχή του Αγίου Νικήτα. Οι αναδασωτέες συστάδες απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Τσουκαλάδων, Καρυά, Εγκλουβή, και Χαραδριάτικα, Καλαμίτσι και Άγιος Πέτρος. Επίσης, δάση χαλεπίου πεύκης συναντάμε στις δυτικές ακτές, σε περιοχές με μεγάλη κλίση και σχεδόν μέχρι τη θάλασσα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, παρουσιάζει και το δάσος δρυών (*Quercus sp.*) στην περιοχή του όρους Σκάρου. Είναι μικρό δάσος, αντιπροσωπεύονται από άτομα μεγάλης ηλικίας που

παρουσιάζουν σποραδική εξάπλωση και βρίσκεται στα ανωτέρα τμήματα του όρους. Για την διάσωση του δασούς Quercus, απαιτείται ειδική μέριμνα για την προστασία της περιοχής από πυρκαγιές.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.2.:** Δάσος των Σκάρων

<https://nikiana.wordpress.com/2009/04/26/το-όρος-σκάρως-ένας-από-τους-σημαντικό/>

Λόγω της ελάχιστης ομοιογενής φυτικής κάλυψης, είναι φανερό ότι η βλάστηση της Λευκάδας, έχει υποστεί καταστροφικές συνέπειες από τις επαναλαμβανόμενες δασικές πυρκαγιές. Το παραπάνω, σε συνδυασμό με την μικρή έκταση των δασικών συστάδων και την υποβάθμιση τους από τις έντονες ανθρωπογενείς επιδράσεις, καθιστά απαραίτητη, την διαφύλαξη των συστάδων από τις πυρκαγιές.

### **1.3.2. Κλιματική αλλαγή**

Τα δασικά οικοσυστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στους παγκόσμιους βιογεωχημικούς κύκλους. Τα δάση λειτουργούν ως πηγές και καταβόθρες των αερίων του θερμοκηπίου, και με αυτόν τον τρόπο έχουν σημαντική επίδραση στο κλίμα της γης. Ο παρατηρούμενος σήμερα ρυθμός αύξησης της περιεκτικότητας σε ατμοσφαιρικά αέρια θερμοκηπίου υπερέβη τα όρια των προβλέψεων, και οι πιο πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι μεταβολές που προκαλούνται από τις τρέχουσες και προβλεπόμενες

περαιτέρω αυξήσεις, ενδέχεται σε μεγάλο βαθμό να είναι μη αναστρέψιμες. Κατά συνέπεια, η προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος θεωρείται πλέον ως πρωταρχική πρόκληση για τη σύγχρονη κοινωνία.

Η πυρκαγιά επηρεάζεται έντονα από τέσσερις παράγοντες - κλίμα, καύσιμα, παράγοντες ανάφλεξης και ανθρώπινες δραστηριότητες (Johnson 1992; Swetnam 1993). Το κλίμα και οι σχετικές καιρικές συνθήκες είναι δυναμικές, λόγω των αλλαγών στις τροχιακές παραμέτρους της γης, στην ηλιακή παραγωγή και στην ατμοσφαιρική σύνθεση.

Πρόσφατα, το κλίμα σε παγκόσμιο επίπεδο έχει ζεσταθεί ως αποτέλεσμα των αυξήσεων της ακτινοβολίας των ενεργών αερίων (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο κ.λπ.) στην ατμόσφαιρα, που προκαλούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (IPCC 2001). Τέτοια θέρμανση είναι πιθανό να έχει ταχεία και βαθιά επίδραση σε μια πυρκαγιά .

Στο μέλλον, σε ένα θερμότερο κλίμα, προβλέπονται πιο έντονες περίοδοι πυρκαγιών, περισσότερες καμένες εκτάσεις, περισσότερες αναφλέξεις και μακρύτερες περίοδοι πυρκαγιών.

Τα δάση είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην αλλαγή του κλίματος, διότι η μεγάλη διάρκεια ζωής των δένδρων δεν επιτρέπει την ταχεία προσαρμογή τους στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Σε σχέση με την κλιματική αλλαγή υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τα δασικά οικοσυστήματα, τα οποία μπορούν να δράσουν ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό.

Οι κλιματικές αλλαγές θα έχουν συνέπειες σε βιοτικές (συχνότητα και συνέπειες στα παράσιτα και στις εκδηλώσεις ασθενειών) και σε αβιοτικές διαταραχές (μεταβολές στην εμφάνιση πυρκαγιών, αλλαγές στη συχνότητα και στην ένταση των καταιγίδων), με ισχυρές επιπτώσεις στα δασικά οικοσυστήματα.

Οι κύριες αβιοτικές διαταραχές στην Ευρώπη είναι η πυρκαγιά, ο άνεμος, οι πλημμύρες και η ξηρασία, οι οποίες ενδέχεται να επηρεαστούν από την αλλαγή του κλίματος (Flannigan et al., 2000; Fuhrer et al., 2006; Moriondo et al., 2006). Την περίοδο 1950-2000, ένα ετήσιο μέσο όρο 35 εκατομμυρίων m<sup>3</sup> ξύλου, καταστράφηκε (δηλ. το 8% του συνόλου των υλοτομιών στην Ευρώπη) από διάφορους παράγοντες. Οι καταιγίδες ήταν υπεύθυνες για το 53% των συνολικών ζημιών και οι πυρκαγιές για το 16% (Schelhaas

et al., 2003). Τα έτη 2003 και 2007, διαπιστώθηκε ότι οι δασικές πυρκαγιές μπορεί να είναι ουσιαστικά καταστροφικές, όταν επικρατούν μεγάλης κλίμακας ξηρασίες. Από το 1990, αρκετές καταιγίδες έχουν προκαλέσει μεγάλες ζημιές στα ευρωπαϊκά δάση, με αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης, την μείωση της ανακτήσιμης ξυλείας, το αυξημένο κόστος μη προγραμματισμένων μοσχευμάτων, προβλήματα στον τομέα της δασοκομίας και, όπως φαίνεται πρόσφατα, σημαντικές εκπομπές άνθρακα (Lindroth et al., 2009). Επίσης πλημμύρες αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά, με συνέπειες στη δυναμική των παράκτιων ειδών και των περιοχών που είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες.

Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες και η προβλεπόμενη μείωση των βροχοπτώσεων θα μεγεθύνουν τον κίνδυνο ξηρασίας. Η φωτοσύνθεση θα μειωθεί κατά τη διάρκεια της ζέστης και η ανάπτυξη και η απόδοση της βιομάζας αναμένεται να μειωθεί επίσης. Ακόμη και τα προσαρμοσμένα στην ξηρασία οικοσυστήματα θα επηρεαστούν από την ξηρασία (Rambal et al., 2003) και η αυξημένη ξηρασία είναι πιθανό να οδηγήσει σε μειωμένη ανάπτυξη και την πρωτογενή παραγωγικότητα (Ogaya et al., 2003).

Οι παρατεταμένες ξηρασίες θα επιδεινώσουν τους κινδύνους δασικής πυρκαγιάς. Οι δασικές πυρκαγιές θα γίνουν ακόμα μεγαλύτερη απειλή για τη μεσογειακή δασοκομία και την ανθρώπινη ευημερία στην αγροτικές περιοχές (Moriondo et al., 2006). Οι συχνές πυρκαγιές μπορούν να αυξήσουν τη διάβρωση του εδάφους λόγω αυξημένης υδροφοβικότητας (Certini, 2005) και τη μειωμένη αναγέννηση των φυτών (Delitti et al., 2005). Επιπλέον σε ξηρές περιοχές η απερίμωση μπορεί να επιταχυνθεί.

Είναι ιδιαίτερα επείγον να αναπτυχθούν στρατηγικές προσαρμογής στη δασοκομία, διότι τα δέντρα που έχουν αναγεννηθεί στα δάση σήμερα θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τις κλιματικές συνθήκες που αναμένεται να αλλάξουν δραστικά καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους.

Απαιτούνται δράσεις μετριασμού για την αντιμετώπιση των ανθρωπογενών αιτιών της αλλαγής του κλίματος καθώς και δράσεις προσαρμογής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της.

Οι δράσεις μετριασμού έχουν ως στόχο την πρόληψη των εκπομπών και τη διατήρηση άνθρακα των δασών μέσω της μείωσης της αποψίλωσης των δασών, την αύξηση περιόδου περιφοράς μειώνοντας την ένταση και τον περιορισμό πολλών δραστηριοτήτων συγκομιδής. Σύμφωνα με αυτή τη στρατηγική οι πυρκαγιές και τα

παθογόνα θα πρέπει να ελέγχονται για να απομονωθεί το μέγιστο πόσο του πιθανού άνθρακα.

Εφαρμογή κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών απαιτούνται για την πρόληψη και για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, (αραιώσεις, κλαδεύσεις, απομάκρυνση εύφλεκτου υπορόφου, εξυγιαντικές υλοτομίες για την απομάκρυνση νεκρών δέντρων).

### **1.3.3. Βιοποικιλότητα**

Η βιοποικιλότητα θεωρείται πολύτιμο κοινό αγαθό και ανεκτίμητο κληρονόμημα για τις μελλοντικές γενιές. Η «βιοποικιλότητα» αναφέρεται στον αριθμό, στην ποικιλία και στην ποικιλομορφία των ζωντανών οργανισμών. Περιλαμβάνει την ποικιλία μεταξύ ειδών, εντός των ειδών και μεταξύ οικοσυστημάτων, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας και εξέλιξής τους, τοπικής και χρονικής.

Η αξία της βιοποικιλότητας είναι μεγάλη και συνδέεται με την οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ευμάρεια. Η αύξηση του ρυθμού των περιβαλλοντικών αλλαγών έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της βιοποικιλότητας σε ταχείς ρυθμούς. Αυτό αναδεικνύει την διατήρηση της μέγιστης δυνατής φυσικής βιοποικιλότητας σε ένα αρκετά καίριο θέμα.

Τα βασικά αίτια της απώλειας της βιοποικιλότητας είναι:

- Καταστροφή, υποβάθμιση και κατακερματισμός των οικοτόπων
- Αλόγιστη χρήση φυσικών πόρων
- Ρύπανση
- Εισβάλλοντα ξενικά είδη
- Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί απειλή για τη βιοποικιλότητα. Τα οικοσυστήματα της Ελλάδας είναι φανερό ότι θα επηρεαστούν από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, από την ισχυρή εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων και από την αλλαγή των βροχοπτώσεων.

Για την προστασία της βιοποικιλότητας απαιτείται να συνεκτιμηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να αξιολογηθούν οι οικότοποι και τα ενδιαίτηματα που κινδυνεύουν. Θα πρέπει να ληφθούν μέτρα που θα συντελούν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Εκτιμάται ότι τα κατάλληλα μέτρα προστασίας της βιοποικιλότητας μπορούν να συντελέσουν και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Ειδικότερα τα δάση μπορούν να συνδράμουν στη δέσμευση άνθρακα και να βοηθήσουν στη μείωση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Τα δάση αποτελούν ένα σημαντικό φυσικό πόρο και παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας. Η υγεία του δάσους σε κάθε περιοχή είναι αξιόπιστος δείκτης των οικολογικών συνθηκών που επικρατούν στην εν λόγω περιοχή

Οι δασικές πυρκαγιές, έχει διαπιστωθεί, ότι μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις στην αύξηση της βιοποικιλότητας και στη φυσική αναγέννηση των δασικών οικοσυστημάτων. Η συχνή όμως επανάληψη των πυρκαγιών σε σύντομα χρονικά διαστήματα και στον ίδιο τόπο, επιφέρει μόνο αρνητικές επιπτώσεις, προκαλώντας, την πλήρη υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Οι πυρκαγιές των δασών θεωρούνται ως πιθανός κίνδυνος με φυσικές, βιολογικές, οικολογικές και περιβαλλοντικές συνέπειες. Αποτελούν μια τις σημαντικότερες αιτίες της οικολογικής διαταραχής των μεσογειακών κλιματικών οικοσυστημάτων του κόσμου.

Η προστασία της βιοποικιλότητας επιβάλλεται για την αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων και συνεπώς για την ανθρώπινη επιβίωση.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του Λευκαδίτικου περιβάλλοντος είναι η πλούσια βιοποικιλότητα ιδιαίτερα σε ό, τι αφορά τη χλωρίδα. Η Λευκάδα, όπως όλα τα Επτάνησα, χαρακτηρίζεται από ένα κλίμα με πολλές βροχοπτώσεις, που έχει συμβάλει στην ανάπτυξη ενός ζηλευτού πλούτου φυτικών ειδών, προκαλώντας τον εντυπωσιασμό κάθε επισκέπτη.

Η Λευκάδα είναι νησί με μεγάλη φυτοκάλυψη, αφού στο μεγαλύτερο μέρος της, καλύπτεται από πυκνή αυτοφυή βλάστηση. Τα περισσότερα δέντρα που εντοπίζονται στην Λευκάδα είναι διάφορα είδη Πεύκων και Κωνοφόρων, Κυπαρίσσια, Βελανιδιές και Ελιές. Στην Λευκάδα παράγεται εξαιρετικό μέλι, που οφείλεται στην ποικιλία πολλών αρωματικών φυτών αλλά και σπάνιων αγριολούλουδων, που φύονται στα βουνά της Λευκάδας.

Παρ' όλα αυτά, η Λευκάδα δεν διαθέτει μεγάλες ενιαίες δασικές εκτάσεις. Τα τρία δάση μικρής έκτασης που διατηρούνται είναι το δάσος των Σκάρων, το δάσος των

Τσουκαλάδων και το δάσος του Αθανίου. Το βασικό χαρακτηριστικό του δάσους των Σκάρων είναι το σπάνιο είδος δρυός που φύεται. Μαζί με τα Πευκούλια αποτελούν τα πιο βασικά δάση της Λευκάδας. Τα Πευκούλια βρίσκονται λίγο μετά το χωριό των Τσουκαλάδων και κατακλύζονται από πολλά πεύκα που φτάνουν μέχρι τη θάλασσα.

#### **1.3.4. Περιοχές Natura**

Το πρόγραμμα Natura 2000, είναι ένα Ευρωπαϊκό δίκτυο περιοχών, πυρήνων αναπαραγωγής και ανάπαυσης για σπάνια και απειλούμενα είδη, καθώς και για ορισμένους σπάνιους τύπους φυσικών οικοτόπων που προστατεύονται στο δικό τους δικαίωμα. Εξαπλώνεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, τόσο στην ξηρά όσο και στη θάλασσα. Ο στόχος του δικτύου είναι να εξασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη επιβίωση των πιο πολύτιμων και απειλούμενων ειδών και ενδιαιτημάτων της Ευρώπης. Ιδρύθηκε τον Μάιο του 1992 και στηρίζεται στις κοινοτικές οδηγίες για τα πουλιά (79/409/ΕΟΚ) και τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ) (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=432>).

Η Οδηγία για την προστασία των άγριων πτηνών, απαιτούσε την δημιουργία Ειδικών Ζωνών Προστασίας (Special Protection Areas - SPA) της ορνιθοπανίδας. Η Οδηγία των Οικοτόπων, παρομοίως απαιτούσε τη δημιουργία Ειδικών Ζωνών Προστασίας (Special Areas of Conservation - SAC), για τα υπόλοιπα είδη και το περιβάλλον. Από κοινού αυτές οι ζώνες, δημιουργούν τις περιοχές του δικτύου Φύση 2000 ([https://el.wikipedia.org/wiki/Natura\\_2000](https://el.wikipedia.org/wiki/Natura_2000)).

Το Natura 2000, δεν είναι ένα σύστημα αυστηρής φύσης αποθεματικών, από τα οποία θα αποκλείονται όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Ενώ περιλαμβάνει αυστηρά προστατευόμενες φυσικές περιοχές, το μεγαλύτερο μέρος της γης παραμένει ιδιόκτητο. Η προσέγγιση για τη διατήρηση και την αειφόρο χρήση των περιοχών Natura 2000, είναι πολύ ευρύτερη, με επίκεντρο σε μεγάλο βαθμό, στους ανθρώπους που εργάζονται με τη φύση και όχι εναντίον της. Ωστόσο, χρέος των κρατών μελών πρέπει να είναι η εξασφάλιση της διαχείρισης των συγκεκριμένων περιοχών, με βιώσιμο τρόπο, τόσο από την πλευρά της οικολογίας όσο και από την πλευρά της οικονομίας.

Καθώς η διαδικασία της επιλογής τόπων Natura 2000 διαρκώς ανανεώνεται, η προσοχή τώρα στρέφεται προς τη διαχείρισή τους. Τα κράτη μέλη, εντός έξι ετών από τον διορισμό τους, ως Τόποι Κοινοτικής Σημασίας, πρέπει να ορίσουν αυτές τις περιοχές ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) και να εγκρίνουν μέτρα διατήρησης που περιλαμβάνουν, εάν χρειαστεί, κατάλληλα σχέδια διαχείρισης και άλλα μέτρα που να

ανταποκρίνονται στις οικολογικές απαιτήσεις των φυσικών τύπων οικοτόπων και των ειδών Κοινοτικού ενδιαφέροντος.

Οι Ζώνες Ειδικής Προστασίας, που ορίζονται βάσει της οδηγίας για τα πτηνά πρέπει να διαχειρίζονται, σύμφωνα με τις οικολογικές απαιτήσεις των οικοτόπων των πτηνών. Οι οδηγίες καθιστούν σαφές ότι οι στόχοι διατήρησης πρέπει να επιτυγχάνονται, λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα, τις οικονομικές, κοινωνικές, πολιτιστικές, περιφερειακές και ψυχαγωγικές απαιτήσεις. Εναπόκειται στα κράτη μέλη, να καθιερώσουν τις πλέον κατάλληλες μεθόδους και τα μέσα για την εφαρμογή των οδηγιών και την επίτευξη των στόχων διατήρησης των περιοχών του δικτύου Natura 2000.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε στενή συνεργασία με τα κράτη μέλη και τους ενδιαφερόμενους φορείς, έχει δημοσιεύσει έγγραφα καθοδήγησης που αφορούν τη διαχείριση των περιοχών Natura 2000 και την συνεχή συλλογή πληροφοριών σχετικά με μια μεγάλη ποικιλία προσεγγίσεων και βέλτιστων πρακτικών ([http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm)).

Όσον αφορά τις περιοχές Natura 2000, είναι υποχρεωτικό να συνοδεύονται από τη λήψη μέτρων για τη διατήρηση των ειδών και των οικοτόπων, για τα οποία οι περιοχές έχουν ενταχθεί στο δίκτυο αυτό. Προϋπόθεση για την αποτελεσματική διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών είναι η χαρτογράφηση και η οριοθέτηση των περιοχών.

Οι ελληνικές περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 είναι 359, κι έχουν έκταση 2.360.000 εκτάρια καλύπτοντας το 18% της χερσαίας επιφάνειας της Ελλάδας. Απ' αυτές, 36 βρίσκονται στην Μακεδονία και τη Θράκη, 14 στη Θεσσαλία, 21 στην Ήπειρο, 45 στα Ιόνια νησιά και τη δυτική Ελλάδα, 24 στη στερεά Ελλάδα (εκτός Αττικής), 11 στην Αττική, 25 στην Πελοπόννησο, 83 στο Αιγαίο και 43 στην Κρήτη. Ακόμη και ο νομός Αττικής περιέχει 11 περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί Natura, εξαιτίας της παρουσίας σε αυτές σημαντικών περιοχών φυσικού κάλλους και αξιόλογης χλωρίδας και πανίδας (<http://geodata.gov.gr/dataset/to-diktuo-natura-2000-kai-prostateuomenes-periokhes>).

Οι περιοχές Natura εκτείνονται σε όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας. Τα νησιά του Αιγαίου κατέχουν την πρώτη θέση, περιέχοντας περισσότερες από 80

περιοχές Natura και στη συνέχεια έρχονται τα νησιά του Ιονίου με 45 περιοχές και η Κρήτη με 43.

Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πλαίσιο, ότι κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να τις αντιμετωπίσει ως ένα εθνικό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών, με τον ταυτόχρονο σχεδιασμό μιας ενιαίας πολιτικής προστασίας και ανάδειξης των ιδιαίτερων οικολογικών χαρακτηριστικών τους, το Ελληνικό Κράτος θέσπισε το 1999 το νόμο 2742, ο οποίος ορίζει τους Φορείς Διαχείρισης ως όργανα υπεύθυνα για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την διαχείριση των περιοχών Natura.

Ο νομός Λευκάδος, παρόλο τις έντονες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, διαθέτει ορισμένους από τους πιο σπουδαίους βιότοπους του Ιονίου με πλήθος σημαντικών φυτικών ειδών των Ιόνιων νησιών και γενικότερα των αδριατικών ακτών, που χαρακτηρίζονται για την υψηλή χλωριδική τους σημασία.

Η περιοχή GR2240002 – Περιοχή Χορτάτων (Λευκάδα) χαρακτηρίζεται βιότοπος Natura ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ ή Special Area of Conservation - SAC) και είναι συνολικής έκτασης 1255.59 εκταρίων (ha).

Η περιοχή του βιοτόπου αποτελείται από το κεντρικό ορεινό τμήμα του νησιού της Λευκάδας (υψόμετρο 600-1140 m). Βρίσκεται νότια-ανατολικά των χωριών Εξάνθεια και Χορτάτα και περιλαμβάνει τις τρεις κύριες κορυφές και τις πλαγιές του βουνού Ελάτη. Γεωλογικά η περιοχή είναι λίγο-πολύ ομοιογενής και χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των ασβεστολιθικών πετρωμάτων, που συμβάλλει επίσης στην ανάπτυξη μιας ενδιαφέρουσας γεωμορφολογίας (κοιλιάδες, βραχώδεις πλαγιές, γκρεμοί, δολίνες, κλπ.). Οροπέδια διαφόρων μεγεθών είναι πολύ κοινά σε αυτήν την περιοχή, όπου στις θέσεις αυτές, μέχρι πρόσφατα, επικρατούσαν οι αμπελώνες (τοπική έντονα μαυροκόκκινη παραδοσιακή ποικιλία σταφυλιού και κρασιού), η καλλιέργεια των οποίων αποτελούσε την κύρια αγροτική δραστηριότητα στην περιοχή. Παρά το γεγονός ότι η ονομασία του υψηλότερου βουνού της περιοχής είναι Ελάτη (δηλαδή έλατο στα ελληνικά), ούτε δάση αλλά ούτε και μεμονωμένα δέντρα ελάτης παρατηρούνται στην περιοχή. Ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης σε αυτήν την περιοχή είναι τα φρύγανα, που όμως θα μπορούσε να χαρακτηριστούν ως δευτερογενής βλάστηση, που προήλθαν από υποβάθμιση σε μακκία. Τα αίτια αυτής της υποβάθμισης είναι τόσο οι γεωλογικοί παράγοντες (καρστικοί ασβεστόλιθοι), όσο και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (γεωργία, υπερβόσκηση, πυρκαγιές, κτλ.).

Η αξιολόγηση του τόπου βασίστηκε στην παρουσία στην περιοχή κάποιων ειδών με σημαντική χλωριδική και βιογεωγραφική σημασία. Μεταξύ αυτών κάποια ενδημικά των Ιονίων νησιών ή του ευρύτερου ελληνικού χώρου, για τα οποία υπάρχουν αρκετές αναφορές που αφορούν είτε μεμονωμένα taxa, είτε έχουν αναφερθεί σε χλωριδικούς καταλόγους (Hofmann 1968, Strasser 2001), αλλά και σε δύο είδη του ενδιαφέροντος από βιογεωγραφική άποψη, αλλά και εντυπωσιακής ομορφιάς γένους *Paeonia*. Το φυτικό αυτό γένος, είναι ιδιαίτερα σπάνιο στον ελληνικό χώρο, αλλά στον τόπο αυτό αντιπροσωπεύεται από δύο διαφορετικά είδη: τα *P. mascula* ssp. *russi* και *P. peregrina*. Πρέπει μάλιστα να σημειωθεί ότι ο τόπος αυτός είναι ο μοναδικός στον ελληνικό χώρο όπου συνυπάρχουν δύο διαφορετικά είδη του ενδιαφέροντος αυτού γένους. Για το είδος *P. peregrina* ο τόπος είναι το Νότιο-Δυτικότερο όριο εξάπλωσής του στον ελληνικό χώρο, ενώ για το *P. mascula* ssp. *ryssi* η περιοχή του Ιονίου είναι το Ανατολικότερο όριο εξάπλωσης του υποείδους στη Μεσόγειο. Η συνύπαρξη των δύο αυτών ειδών στην περιοχή των Χορτάτων Λευκάδας, μπορεί να θεωρηθεί ως μια ζωντανή απόδειξη, από την οποία συμπεραίνεται, ότι στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας, συγκεντρώνονται χλωριδικά στοιχεία ποικίλης προέλευσης. Τέτοια πρότυπα εξάπλωσης όπως αυτά είναι πολύ σημαντικά, καθώς μας βοηθούν να κατανοήσουμε τον πλούτο και την ποικιλότητα της ελληνικής χλωρίδας.

Ο περιορισμένος αριθμός των ειδών που είναι γνωστά απ' αυτόν τον τόπο δεν αντιπροσωπεύει απαραίτητα την ποικιλότητα της πανίδας του. Πρόσθετη έρευνα πεδίου θα δώσει μια πιο πλήρη εικόνα της πανίδας του τόπου. Επί του παρόντος δίνονται μόνο ορισμένα είδη σπονδυλωτών, πλην πουλιών, τα οποία έχουν αξιολογηθεί ως Άλλα Σημαντικά Είδη. Και τα τέσσερα προστατεύονται από τη Σύμβαση της Βέρνης και έτσι σημειώνονται με την αξιολόγηση C. Η σαύρα *Ablepharus kitaibelii*, έχοντας αξιολογηθεί από το Πρόγραμμα CORINE-Biotopes, λαμβάνει την αξιολόγηση D. Η ίδια αξιολόγηση έχει δοθεί στη σαύρα *Algyroides nigropunctatus* και στο φίδι *Coluber gemonensis* επειδή είναι και τα δύο ενδημικά των Βαλκανίων και αναφέρονται στο Προεδρικό Διάταγμα 67/1981. Το ασπόνδυλο *Zerynthia polyxena* (αξιολόγηση C) προστατεύεται από τη Σύμβαση της Βέρνης.

Στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000, έχει ενταχθεί και η περιοχή της λιμνοθάλασσας. Αποτελεί μια από τις σημαντικότερες υγροτοπικές περιοχές του Ιονίου με μεγάλη επιστημονική και οικολογική σημασία.

### 1.3.5. Τουρισμός

Η τουριστική ανάπτυξη παρουσιάζει αλληλεξάρτηση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η ανάπτυξη του τουρισμού στηρίζεται στους ιδιαίτερους φυσικούς, πολιτιστικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς πόρους μιας περιοχής.

Τα τελευταία χρόνια με στόχο τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητας του φυσικού περιβάλλοντος έχουν αναπτυχθεί οι παρακάτω ειδικές μορφές βιώσιμου τουρισμού:

1. Φυσιολατρικός τουρισμός: επαφή με τη φύση
2. Πολιτιστικός τουρισμός :αναζήτηση πολιτιστικών δραστηριοτήτων
3. Αθλητικός τουρισμός: άσκηση αθλητικών δραστηριοτήτων
4. Αγροτουρισμός – Οικοτουρισμός: αναζήτηση εναλλακτικών προτύπων ζωής
5. Τουρισμός περιπέτειας: δραστηριότητες με ένα βαθμό επικινδυνότητας

Οι παραπάνω μορφές τουρισμού προστατεύουν και ενισχύουν τα φυσικά, πολιτιστικά, κοινωνικά χαρακτηριστικά της τοπικής κοινωνίας ενώ ταυτόχρονα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της τουριστικής ζήτησης των ειδικών μορφών τουρισμού.

Στην Ελλάδα, η οικονομική σημασία του τουρισμού είναι σημαντική και αδιαμφισβήτητη. Ο τουριστικός κλάδος στη χώρα μας, αντιμετωπίζει εντονότατο διεθνή ανταγωνισμό και έχουμε κάθε λόγο να μην δυσχεραίνουμε περισσότερο τη θέση του, δημιουργώντας πρόσθετα εμπόδια στην ανάπτυξη ή ακόμη και την επιβίωση του, προστατεύοντας ταυτόχρονα και το περιβάλλον.

Η γεωργία, η αμπελουργία, η αλιεία και η παραγωγή ελαιόλαδου παραμένουν οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες με τις οποίες ασχολούνται οι κάτοικοι του νησιού, συμβάλλοντας σημαντικά στην ανάπτυξη του τόπου.

Ο τουρισμός όμως αποτελεί τη βασικότερη πηγή εσόδων για το νησί και συμβάλει σημαντικά στην οικονομία του νησιού. Ιδιαίτερα, το διάστημα των τελευταίων χρόνων, παρουσιάζει σαρωτική άνοδο, αναδεικνύοντας τη Λευκάδα σε ένα απ' τα πιο πολυσύχναστα καλοκαιρινά θέρετρα της μεσογείου.

Η ανάπτυξη του νησιού οφείλεται στον τουρισμό. Η Λευκάδα, λόγω της φυσικής της ομορφιάς, αποτελεί ολόκληρη ένα φυσικό αξιοθέατο για τους επισκέπτες. Οι πολλές παραλίες και το «πράσινο» που υπάρχουν σε όλη την έκταση του νησιού σε συνδυασμό

με τη μεγάλη πολιτιστική και πολιτισμική κληρονομιά και τους αρχαιολογικούς χώρους αποτελούν πόλο έλξης για πολλούς τουρίστες.

Η εύκολη προσβασιμότητα του νησιού αποτελεί ένα ακόμη ελκυστικό στοιχείο για τους τουρίστες. Οι τουρίστες μπορούν να επισκεφτούν το νησί με αυτοκίνητο από την πλωτή γέφυρα που συνδέει το νησί με την Αιτωλοακαρνανία. Καθημερινά πραγματοποιούνται δρομολόγια πλοίων από τα γύρω νησιά, Ιθάκη και Κεφαλονιά. Επίσης, η υποθαλάσσια ζεύξη του Ακτίου διευκολύνει και την πρόσβαση των επισκεπτών από τη βορειοδυτική Ελλάδα. Τέλος, το αεροδρόμιο του Ακτίου συμβάλει στην ανάπτυξη του νησιού με δρομολόγια από την Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, την Κρήτη αλλά και από χώρες της Ευρώπης.

Η στροφή για την προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, ακολουθώντας τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης, οδήγησε στην εμφάνιση και άλλων μορφών τουρισμού, όπως τον πολιτιστικό, τον φυσιολατρικό, τον γαστρονομικό, τον θαλάσσιο, τον θρησκευτικό, τον αθλητικό, τον αγροτουρισμό και τον οικοτουρισμό.

Η επίσκεψη σε μια περιοχή ιδιαίτερης φυσικής ομορφιάς, όταν συνδυάζεται, με την αναγνώριση της σημασίας της φύσης της περιοχής, με την ενίσχυση της τοπικής οικονομίας και με την προσπάθεια της περιβαλλοντικής προστασίας τότε δεν έχει επιτευχθεί απλά τουριστική ανάπτυξη, αλλά οικοτουριστική αξιοποίηση (Ceballos-Lascuráin, 1996).

Οι πολλές παραλίες που διαθέτει η Λευκάδα και η γεωμορφολογία της δίνουν τη δυνατότητα να δημιουργηθούν οι υποδομές που απαιτούνται για την αξιοποίηση του θαλάσσιου τουρισμού, μία από τις αναπτυσσόμενες εναλλακτικές μορφές τουρισμού που γίνεται γνωστή στην Ελλάδα τα τελευταία έτη.

Το φυσικό περιβάλλον της Λευκάδας διευκολύνει την ανάπτυξη του οικολογικού τουρισμού. Η λιμνοθάλασσα του νησιού έχει ενταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000 ως προστατευόμενη περιοχή και αποτελεί έναν ξεχωριστό υδροβιότοπο διεθνούς σημασίας που φιλοξενεί μεγάλο είδος σπάνιων πτηνών και άλλων ζωντανών οργανισμών και ζώων αποτελούν ιδανικό ταξιδιωτικό προορισμό για ανθρώπους που αναζητούν εναλλακτικό τουρισμό υψηλής ποιότητας σε περιοχές με μοναδικά στοιχεία φυσικής ομορφιάς, παραδοσιακής ταυτότητας και πολιτισμού. Η ανάπτυξη του οικολογικού

τουρισμού στο νησί της Λευκάδας στηρίζεται και στα σπάνιας ομορφιάς δάση των Σκαρών και των Πευκούλιων.

### **1.3.6. Τοπική οικονομία**

Η απασχόληση του πληθυσμού σε επίπεδο Νομού Λευκάδας με βάση τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής κατά την απογραφή του Πληθυσμού το έτος 2011, παρουσιάζει σημαντική δραστηριότητα στον τριτογενή τομέα, γεγονός που οφείλεται στην αύξηση του τουρισμού και του εμπορίου. Ο πρωτογενής τομέας κατέχει τη δεύτερη θέση στην απασχόληση και οι κύριες δραστηριότητες του είναι η γεωργία, η αμπελουργία, η κτηνοτροφία, η θήρα, η δασοκομία και η αλιεία.

Η κύρια ενασχόληση των κατοίκων στους κάμπους είναι οι ελαιώνες, ενώ στα καλύτερα εδάφη των ορεινών περιοχών, είναι η αμπελουργία και στις πιο ορεινές περιοχές η κτηνοτροφία. Σε περιορισμένη έκταση στην ανατολική και νότια πλευρά του νησιού υπάρχουν ελάχιστες καλλιέργειες με εσπεριδοειδή και κηπευτικά.

Η ορεινή διαμόρφωση του νησιού, η απουσία ικανοποιητικών διαθέσιμων υδάτινων πόρων, η γήρανση του αγροτικού πληθυσμού και ο έντονος κατακερματισμός της αγροτικής ιδιοκτησίας, αποτελούν τους κύριους παράγοντες για την αναστολή ανάπτυξη της γεωργίας.

Ο αγροτουρισμός, από την άλλη πλευρά ενισχύει τον πρωτογενή τομέα, παρέχοντας νέες θέσεις εργασίας, με την παραγωγή γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων. Δημιουργεί, στηρίζει και τονώνει την τοπική αγορά, Η κτηνοτροφία του νησιού δεν αποτελεί ιδιαίτερο οικονομικό πόρο. Αντίθετα η ύπαρξη μελιτοφόρου αυτοφυούς βλάστησης, που είναι ενδεδειγμένη για παραγωγή μελιού άριστης ποιότητας, έχει ευνοήσει την ανάπτυξη της μελισσοκομίας. Ο κλάδος της αλιείας παρουσιάζει ανάπτυξη λόγω της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής της Λευκάδας.

Στην Λευκάδα, παράγεται εξαιρετικής ποιότητας μέλι διαφόρων ειδών όπως θυμαρίσιο, πευκόμελο, μέλι από πορτοκαλιές, κούμαρα κ.α.. Η παραγωγή μελιού, επηρεάζεται σε μεγάλο ποσοστό, από τη σύνθεση και την κατάσταση της βλάστησης. Επομένως η μελισσοκομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συχνότητα των πυρκαγιών.

Για την προστασία του φυσικού πλούτου της περιοχής, είναι απαραίτητη η προσεκτική διαχείριση, σε συνδυασμό με την οικοτουριστική ανάπτυξη της περιοχής. Έτσι θα

αναδειχθούν οι ορεινοί οικισμοί και θα ενισχυθεί η τοπική οικονομία. Η διαχείριση απαιτεί την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων προστασίας. Είναι αυτονόητο επομένως, ότι η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών θα εξασφαλίσει οικονομικούς πόρους, προσφέροντας ταυτόχρονα και κοινωνική ανάπτυξη στην περιοχή.

### **1.3.7. Πολιτιστική κληρονομιά**

Η πολιτιστική κληρονομιά κάθε τόπου, αποτελεί κληρονομιά ιδιαίτερης σημασίας για την ανθρωπότητα.

Σε ολόκληρο το Νομό Λευκάδας, υπάρχει πλήθος κηρυγμένων αρχαιολογικών χώρων και αρχαιολογικών μνημείων, που αποτελούν την πολιτιστική κληρονομιά του νησιού. Πέραν των αρχαιολογικών χώρων, η ύπαρξη πλήθους μουσειακών χώρων και ναών διαφορετικής αρχιτεκτονικής, η πολιτιστική και πολιτισμική κληρονομιά του τόπου, καθώς και άλλα αξιοθέατα, αναδεικνύουν το νησί σε έναν από τους πιο μαγευτικούς προορισμούς για πολιτιστικό τουρισμό.

Επομένως τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα, για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών είναι απαραίτητα, προκειμένου να αποφθεχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις που ενδέχεται να προκληθούν λόγω εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, σε μνημεία ιδιαίτερης αξίας.

### **1.3.8. Υλικά περιουσιακά στοιχεία - ανθρώπινες ζωές**

Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν μεγάλες περιβαλλοντικές και οικονομικές ζημιές και μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια ανθρώπινων ζώων (San-Miguel-Ayanz and Camia, 2010), ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου, η οποία έχει ένα υψηλό πληθυσμό και υψηλή ανθρώπινη οικιστική πυκνότητα.

Από τις μεγαλύτερες κοινωνικές επιπτώσεις, που οι άνθρωποι καλούνται να αντιμετωπίσουν με την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών, είναι η απώλεια ανθρώπινων ζώων, οι τραυματισμοί καθώς επίσης και η απώλεια των περιουσιών τους (Joint Research Centre 2013, Ξανθόπουλος 1998).

Η Μεσογειακή περιοχή της Ευρώπης, είναι μια πυκνοκατοικημένη περιοχή όπου σχεδόν 200 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν σε μόλις 5 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την Πορτογαλία, την Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ελλάδα.

Το ποσοστό απώλειας ανθρώπινων ζωών, λόγω δασικών πυρκαγιών, ενδέχεται να είναι μεγάλο. Για παράδειγμα, στην Ισπανία, το διάστημα μεταξύ 1991 και 2003, 59 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους και 118 τραυματίστηκαν (Rabade and Aragoneses, 2008).

Η αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού, κατά το διάστημα της έντονης εποχής πυρκαγιών, οδηγεί σε υψηλότερο αριθμό πηγών ανάφλεξης, καθώς συχνά χρησιμοποιούνται δασικές εκτάσεις για αναψυχή. Ωστόσο, η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών από τον τοπικό πληθυσμό έχει μειώσει την χρήση των δασών και των προϊόντων τους και έχει οδηγήσει στη συσσώρευση των δασικών καυσίμων, αυξάνοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς και τον αριθμό των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών.

Η προστασία της ανθρώπινης ζωής και ακεραιότητας είναι πρωταρχικής σημασίας. Διαδοχικά πρώτιστη μέριμνα, πρέπει να αποτελεί η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, για να αποτραπούν όλες οι αρνητικές συνέπειες.

## **1.4. Σκοποί και στόχοι**

Η καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό και άρτια οργάνωση. Ο προληπτικός σχεδιασμός αποτελεί, ίσως, το σπουδαιότερο στάδιο σε ένα οργανωμένο σύστημα αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Ένα από τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης, είναι η χωροθέτηση μέσων καταστολής των πυρκαγιών με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Ο κεντρικός σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης (ΠΚΑ) μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) για τον εντοπισμό των κατάλληλων σημείων για την τοποθέτηση κρουνών και άλλων μέσων ανεφοδιασμού και πυροπροστασίας στο νησί της Λευκάδας, επιλέγοντας τα κατάλληλα κριτήρια και από τους τρεις πυλώνες της αειφορίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι σκοποί για την οργάνωση του μηχανισμού αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών αποτελούν :

- τον λεπτομερή εντοπισμό χρήσεων/καλύψεων γης αξιοποιώντας σύγχρονα δεδομένα
- την καταγραφή του οδικού δικτύου για την διευκόλυνση της προσβασιμότητας

- τον εντοπισμό περιοχών υψηλού κινδύνου με τη βοήθεια ευρέως χρησιμοποιούμενων τεχνικών (ΠΚΑ) και προσφάτων και μεγάλης ακρίβειας δεδομένων
- την ανάδειξη προβληματικών σημείων για ανεφοδιασμό και προσβασιμότητα σε περιστατικά κρίσης
- προτάσεις για την βελτίωση της προσβασιμότητας και του ανεφοδιασμού.

Ο βασικός στόχος της διατριβής αυτής είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού χάρτη βαθμονόμησης κάθε γεωγραφικής θέσης ως προς την καταλληλότητα εγκατάστασης μέσων πυροπροστασίας και ανεφοδιασμού των πυροσβεστικών οχημάτων σε περιπτώσεις πυρκαγιάς.

Ανάμεσα στους στόχους είναι και η παροχή χρήσιμων πληροφοριακών εργαλείων προς τους διαχειριστές δασικών πυρκαγιών, και γενικότερα προς τους φορείς και την κοινωνία, για το σχεδιασμό της πρόληψης και της κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών του νησιού. Άλλος ένας στόχος είναι και η συνεισφορά μιας ικανής γνωστικής βάσης για περαιτέρω διερεύνηση του ζητήματος.

## **1.5. Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών**

### **1.5.1. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ή Geographic Information Systems (G.I.S.): είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα: συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης σε ψηφιακό περιβάλλον των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο. Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή και χωρικά και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Τα ΓΣΠ μπορούν να περιγραφούν και απλά ως ένα μοντέλο δεδομένων που περιγράφει και αναπαριστά επιλεγμένα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου σε ένα ψηφιακό περιβάλλον ενός υπολογιστή. Επιτρέπουν την απεικόνιση, την ερώτηση, την ανάλυση και την ερμηνεία στοιχείων για την κατανόηση σχέσεων, πρότυπων και τάσεων.

Τα ΓΣΠ (Gomez, 2004) μπορούν να οριστούν ως μια ολοκληρωμένη συλλογή προϊόντων λογισμικού που χρησιμοποιούνται για ανάλυση, δημιουργία, απόκτηση, αποθήκευση, επεξεργασία, μετασχηματισμό, προβολή και διανομή γεωγραφικών δεδομένων. Ένας άλλο ορισμός υπογραμμίζει την ευρεία γκάμα των δυνατοτήτων, που ορίζει τα ΓΣΠ ως ένα σύστημα υλικού, λογισμικού και διαδικασιών για τη διευκόλυνση της απόκτησης, διαχείρισης, χειραγώγησης, ανάλυσης, μοντελοποίησης, αναπαράστασης, και παραγωγής χωρικών δεδομένων για την επίλυση σύνθετου σχεδιασμού και προβλημάτων διαχείρισης (NCGIA, 1990).

ΤΑ ΓΣΠ αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων, όχι μόνο όσον αφορά την αποθήκευση, την ανάκτηση και τον χειρισμό γεωγραφικά αναφερόμενων δεδομένων, αλλά επίσης, διευκολύνουν την ανάλυση μιας απόφασης ενός προβλήματος μέσω τεχνικών γραφικών απεικονίσεων. Υποδηλώνεται ότι η απεικόνιση είναι μια κρίσιμη πτυχή μιας βάσης ΓΣΠ βασισμένη σε μια πολυκριτηριακή ανάλυση θέσης (Malczewski, Pazner and Zaliwska, 1997).

Τα τελευταία χρόνια, τα ΓΣΠ έχουν γίνει όλο και περισσότερο δημοφιλείς, ως εργαλείο χωροταξίας (Barredo, 2005), και για την επιλογή βέλτιστων θέσεων για διαφορετικούς τύπους δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων (Bosque, 2004).

Υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ευαισθητοποίηση της οικονομικής και στρατηγικής αξίας των ΓΣΠ, καθώς ωφελούν οργανισμούς όλων των μεγεθών και σχεδόν σε κάθε κλάδο.

Τα ΓΣΠ είναι τα καταλληλότερα για το χειρισμό ενός μεγάλου φάσματος κριτηρίων δεδομένων σε πολυχωρική, πολυχρονική και πολλαπλή κλίμακα από διαφορετικές πηγές, για μια αποδοτική χρονικά και οικονομικά αποτελεσματική ανάλυση. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά για αξιολόγηση και απεικόνιση των βασικών διασυνδέσεων της μήτρας ευπάθειας από χωρική άποψη (Matisziw και Grubestic, 2013).

### **1.5.2. Πολυκριτηριακή ανάλυση**

Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MultiCriteria Decision Analysis - MCDA) ή πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων (MultiCriteria Decision Making - MCDM) η οποία

εφεξής θα αναφέρεται ως Πολυκριτηριακή Ανάλυση (ΠΚΑ), έχει ως κύριο στόχο την επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής μεταξύ των λύσεων ενός προβλήματος, η οποία βοηθά τους λήπτες αποφάσεων στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων, συνδυάζοντας όλες τις παραμέτρους που σχετίζονται με το πρόβλημα. Η ΠΚΑ είναι ένας γενικός όρος για όλες τις μεθόδους που υπάρχουν, για να βοηθήσουν τους ανθρώπους σε λήψεις αποφάσεων, σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους, σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν περισσότερα από ένα αντικρουόμενα κριτήρια (Bogetoft P. and Pruzan PM, 1997). Χρησιμοποιώντας την ΠΚΑ μπορούμε να ειπωθεί ότι είναι ένας τρόπος αντιμετώπισης σύνθετων προβλημάτων, με την διαίρεση των προβλημάτων απόφασης σε μικρότερα πιο κατανοητά μέρη, αναλύοντας κάθε τμήμα, και ενσωματώνοντας τα μέρη με ένα λογικό τρόπο για να παραχθεί μια ουσιαστική λύση.

Οι τεχνικές ΠΚΑ μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν μια μοναδική πλέον προτιμώμενη επιλογή, να βαθμολογήσουν επιλογές, για να εγγράψουν έναν περιορισμένο αριθμό επιλογών για διαδοχική λεπτομερή αξιολόγηση, ή να διακρίνουν αποδεκτές από μη αποδεκτές δυνατότητες. Επιπλέον οι τεχνικές ΠΚΑ είναι πολύτιμες διαδικασίες για την εκτέλεση καθηκόντων χωροταξικού σχεδιασμού. Τα οφέλη τους έχουν καταδειχθεί σε μεγάλη ποικιλία μελετών (Bosque, 2004, Dai FC, 2001).

Με τα χρόνια, εκατοντάδες μέθοδοι ΠΚΑ έχουν προταθεί (Hobbs and Horn, 1997). Οι μέθοδοι διαφέρουν σε πολλούς τομείς – στο θεωρητικό υπόβαθρο, στο είδος των ερωτήσεων και στο είδος των αποτελεσμάτων που δίνονται (Hobbs and Meier, 1994). Ορισμένες μέθοδοι έχουν δημιουργηθεί ειδικά για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, και δεν είναι χρήσιμες για άλλα προβλήματα. Άλλες μέθοδοι είναι πιο καθολικές, και πολλές από αυτές είναι διαδεδομένες σε διάφορους τομείς. Η κύρια ιδέα για όλες τις μεθόδους είναι να δημιουργηθεί μια πιο επισημοποιημένη και καλύτερα ενημερωμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Κατά την επιλογή μιας μεθόδου ΠΚΑ, υπάρχουν πολλά κριτήρια που πρέπει να εξεταστούν. Το περισσότερο σημαντικό είναι να βρεθεί μια μέθοδος η οποία μετρά αυτό που υποτίθεται ότι θα μετρήσει (ισχύς). Διαφορετικές μέθοδοι είναι πιθανό να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα, έτσι θα πρέπει να επιλεγεί μια μέθοδος που αντανάκλα τις «πραγματικές τιμές» του χρήστη με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Επιπλέον, η κατάλληλη μέθοδος πρέπει να παρέχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται, και πρέπει να είναι συμβατή με τα προσβάσιμα δεδομένα (καταλληλότητα). Η μέθοδος θα

πρέπει επίσης να είναι εύκολη στη χρήση και εύκολη στη κατανόηση (Hobbs and Horn, 1997).

Κατά την ΠΚΑ απαιτείται η βαθμονόμηση των κριτηρίων ανάλογα με την σημαντικότητα που έχουν στο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται. Επειδή όμως η βαθμονόμηση, βασίζεται στην σχετική σημαντικότητα των επιλεγμένων κριτηρίων από διάφορους παράγοντες, η ύπαρξη ομοφωνίας είναι απαραίτητη για τον καθορισμό τους.

### **1.5.3. Χωρική Πολυκριτηριακή ανάλυση**

Η απόφαση χωρικών προβλημάτων περιλαμβάνει συνήθως ένα μεγάλο σύνολο εφικτών εναλλακτικών λύσεων και πολλαπλά, αντικρουόμενα και δυσανάλογα κριτήρια αξιολόγησης. Οι εναλλακτικές λύσεις συχνά αξιολογούνται από έναν αριθμό ειδικών-ατόμων (φορείς λήψης αποφάσεων, τους διευθυντές, τους ενδιαφερόμενους φορείς, ομάδες συμφερόντων). Οι ειδικοί συνήθως χαρακτηρίζονται από μοναδικές προτιμήσεις, σε σχέση με την σχετική σημασία των κριτηρίων, βάση των οποίων οι εναλλακτικές λύσεις αξιολογούνται. Κατά συνέπεια, η απόφαση πολλών χωρικών προβλημάτων προκαλεί την χρήση των ΓΣΠ βασιζόμενη στην πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (ΓΣΠ-ΠΚΑ). Αυτοί οι δύο διακριτικοί τομείς της έρευνας, ΓΣΠ και ΠΚΑ, μπορούν να επωφεληθούν ο ένας από τον άλλο (Chakhar and Martel 2003, Laaribi et al. 1996, Malczewski 1999, Thill 1999). Από τη μία πλευρά, οι τεχνικές και διαδικασίες ΓΣΠ έχουν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάλυση αποφάσεων προβλημάτων. Πράγματι, τα ΓΣΠ συχνά μπορεί να λειτουργήσουν ως ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, που αφορούν την ενσωμάτωση χωρικών δεδομένων σε ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα επίλυσης (Cowen 1988). Από την άλλη πλευρά, η ΠΚΑ παρέχει μια πλούσια συλλογή τεχνικών και διαδικασιών για την απόφαση δόμησης προβλημάτων, το σχεδιασμό, την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των εναλλακτικών αποφάσεων. Στο πιο στοιχειώδες επίπεδο, ο συνδυασμός ΓΣΠ-ΠΚΑ μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία που μετασχηματίζει και συνδυάζει γεωγραφικά δεδομένα και αξιολογεί αποφάσεις (προτιμήσεις λήψης αποφάσεων), για να λάβει πληροφορίες για την λήψη απόφασης. Στο πλαίσιο των δυνατοτήτων συνέργειας των ΓΣΠ και ΠΚΑ, είναι φανερό το όφελος για την προώθηση της θεωρητικής και εφαρμοσμένης έρευνας σε ΓΣΠ-ΠΚΑ.

Συνδυάζοντας αυτές τις πολλαπλές παραμέτρους, με τη χρήση μεθόδων λήψης αποφάσεων, μέσα σε ένα συνεργατικό πλαίσιο, μπορεί να αποδοθούν πολύ καλά αποτελέσματα (Malczewski 2002, Saaty 1994).

Οι μέθοδοι ΠΚΑ συχνά ενσωματώνονται στα ΓΣΠ, όταν είναι αναγκαίο να επιλεγεί η κατάλληλη τοποθεσία για μια συγκεκριμένη δραστηριότητα. Είναι έτσι δυνατόν να ληφθούν συνεχείς κατάλληλοι χάρτες, και να δώσουν ένα βέλτιστο πλαίσιο για την ένταξη περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν την καταλληλότητα της γης για μιαορισμένη χρήση.

Η χωρική ΠΚΑ έχει γίνει επίσης μια από τις πιο χρήσιμες μεθόδους για την χρήση γης, τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, καθώς και για την διαχείριση του νερού και της γεωργίας (Ahamed et al., 2000, Ceballos-Silva and López-Blanco 2003, Chen et al., 2007, Davidson et al., 1994, Joerin et al., 2001, Sicat et al., 2005).

# Κεφάλαιο 2

## Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Εισαγωγή

*«Η φωτιά είναι ένας κακός αφέντης, αλλά και ένας καλός υπηρέτης» (Φιλανδική παροιμία)*

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναλυτική περιγραφή τόσο του δάσους όσο και των δασικών πυρκαγιών. Αρχικά περιγράφονται, με σαφή και επιστημονικό τρόπο, η έννοια του δάσους καθώς και του φυσικού κινδύνου, αφού οι δασικές πυρκαγιές ανήκουν στις φυσικές καταστροφές. Συγκεκριμένα αναφέρονται τα είδη των δασικών πυρκαγιών, οι αιτίες εκδήλωσης, οι παράγοντες που επηρεάζουν τις πυρκαγιές, οι συνέπειες και η συχνότητα των δασικών πυρκαγιών και τα μέσα κατάσβεσης τους. Αναφέρεται το μέγεθος των πυρκαγιών σε διεθνές επίπεδο, κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου καθώς και στη χώρα μας. Παρουσιάζεται η Δασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης : για τα δάση και τον δασικό τομέα και γίνεται παράθεση του ισχύοντος νομοθετικού πλαισίου δασοπροστασίας στην Ελλάδα σχετικά με την πρόληψη και την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών. Γίνεται εκτενής αναφορά στη σχετική με το θέμα της διατριβής βιβλιογραφία και διασαφήνιση του θεωρητικού πλαισίου.

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι η προβολή της προηγούμενης έρευνας και εμπειρίας, για την παροχή επιστημονικών και τεχνικών θεμελίων, με σκοπό την εφαρμογή νέων βιώσιμων στρατηγικών πρόληψης διαχείρισης των πυρκαγιών.

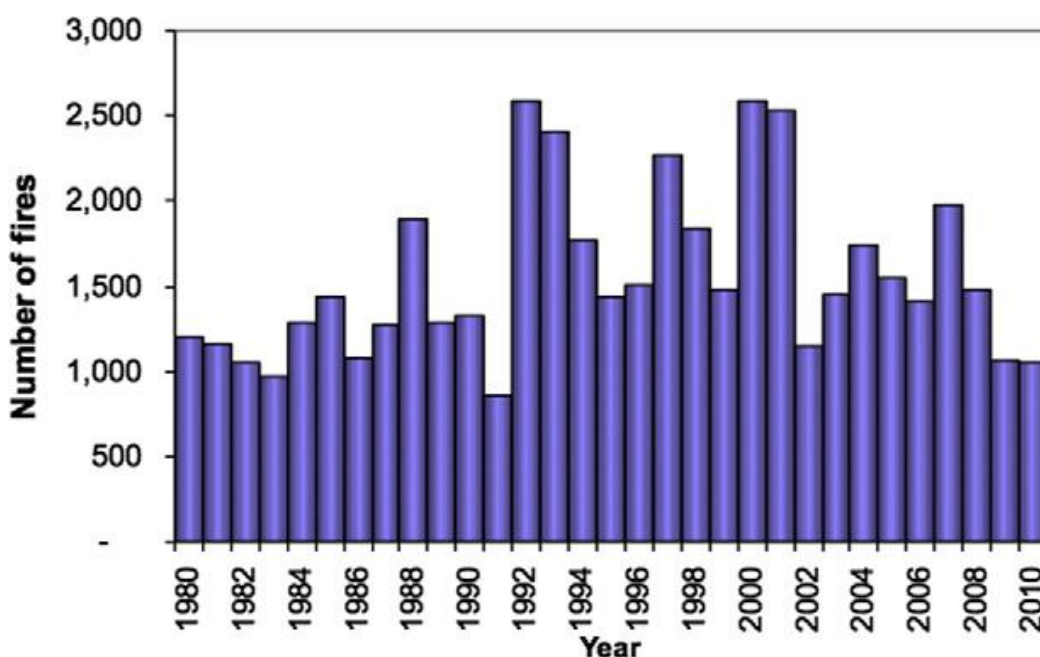
### 2.2 Ιστορική αναδρομή

#### 2.2.1 Οι δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα

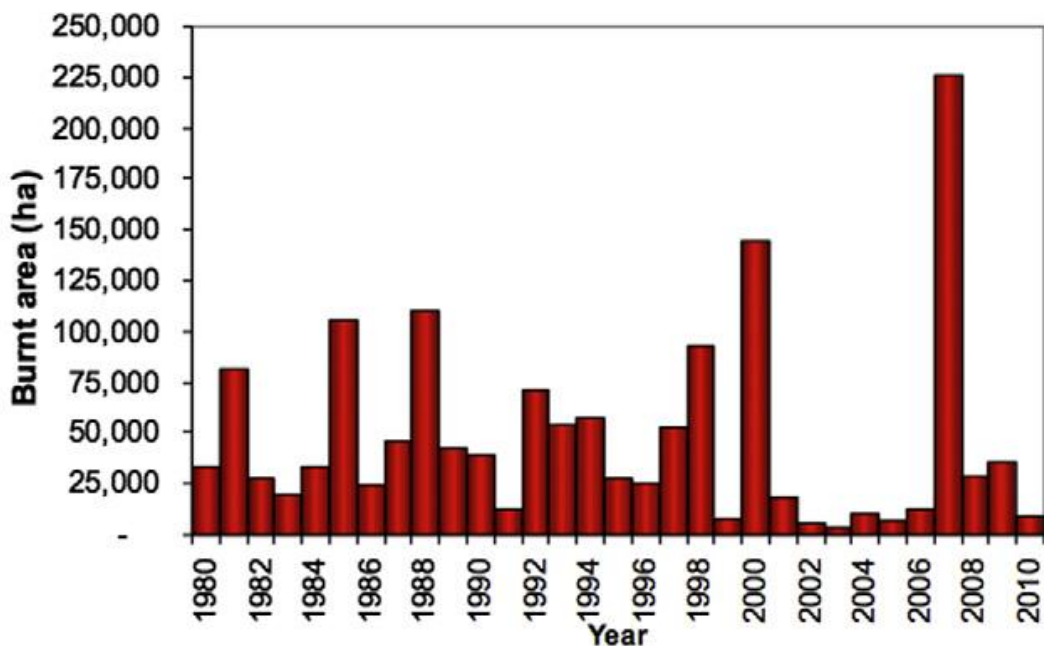
Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα φυσικό φαινόμενο με ιδιαίτερο ρόλο για την αναγέννηση και την ισορροπία των οικοσυστημάτων της Μεσογείου. Αυτά τα οικοσυστήματα, έχουν

συνήθως τη δυνατότητα άμεσης και αποτελεσματικής αναγέννησης, μετά από μία πυρκαγιά, λόγω του μεγάλου βαθμού προσαρμοστικότητας τους στη φωτιά. Η εμφάνιση μιας πυρκαγιάς από φυσικά αίτια, στα δάση Μεσογειακού τύπου, γίνεται κατά μέσο όρο, κάθε 100-150 χρόνια. Οι πυρκαγιές που ξεσπούν στην Ελλάδα, οφείλονται σε φυσικά αίτια, σε ποσοστό μόνο 5%. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες ευθύνονται για το υπόλοιπο 95%, με αποτέλεσμα τη διατάραξη του φυσικού ρόλου των πυρκαγιών καθώς και την εξάντληση της φυσικής ικανότητας των οικοσυστημάτων να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της αναγέννησης μετά τη φωτιά.

Ο μέσος ετήσιος αριθμός πυρκαγιών στην Ελλάδα ήταν 1636 κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 2000-2010. Αυτές οι πυρκαγιές έκαψαν κατά μέσο όρο 45.577 εκτάρια αυτή την περίοδο. Η Ελλάδα υπέστη έντονα επεισόδια πυρκαγιών το 1998 και το 2000, ακολουθούμενα από μια σχετικά ήρεμη περίοδο από το 2001 έως το 2006. Ήπια καλοκαίρια επέτρεψαν την αποτελεσματική διαχείριση των πυρκαγιών με αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των πυρκαγιών και των καμένων περιοχών στη χώρα. Η τάση του αριθμού των πυρκαγιών και των καμένων περιοχών στην Ελλάδα εμφανίζεται στην εικόνα 2.1.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1.** Αριθμός των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, τη χρονική περίοδο 1980-2010 (European Commission, 2014).



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2.** Αριθμός καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα, την ίδια περίοδο (European Commission, 2014).

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σήμερα πλέον την πιο σοβαρή απειλή που αντιμετωπίζουν τα δάση μας και το φυσικό περιβάλλον. Οι άγονες και βραχώδεις εκτάσεις, που είναι αποτέλεσμα διαδοχικών πυρκαγιών, καλύπτουν την έκταση της χώρας, σε ποσοστό πάνω από το 10%. Το πρόβλημα των πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα έντονο, και κατά διαστήματα, έχει προκαλέσει ανυπολόγιστες καταστροφές (π.χ.2000, 2007, 2009).

Η Δασική Υπηρεσία, από το 1983, έχει ξεκινήσει την καταγραφή μεγάλου αριθμού παραμέτρων ανά περιστατικό πυρκαγιάς, χωρίς όμως, μέχρι σήμερα, να έχει γίνει ενιαία ανάλυση, επεξεργασία και παρουσίασή τους, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τις υπάρχουσες καταστροφές και τάσεις μεταβολής ανά γεωγραφική μονάδα.

### 2.2.2 Οι καταστροφικές δασικές πυρκαγιές του 2007

Το έτος 2007 σημειώθηκε ένα ιστορικό ανώτατο όριο καιγόμενων περιοχών από δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα, αν και αυτό δεν συμπίπτει με το μέγιστο αριθμό πυρκαγιών στη χώρα. Όπως και σε άλλες μεσογειακές περιοχές, οι περισσότερες από τις ζημιές που προκλήθηκαν από δασικές πυρκαγιές, είναι αποτέλεσμα ενός μικρού ποσοστού μεγάλων πυρκαγιών. Εκτιμήσεις από το Rapid Damage Assessment του EFFIS, με βάση την ανάλυση των δορυφορικών δεδομένων τηλεπισκόπησης MODIS (San-Miguel-Ayanz et al., 2009), εκτιμάται ότι κάηκαν περίπου 330.000 εκτάρια. Ο μέσος

όρος του μεγέθους της πυρκαγιάς κατά τη διάρκεια αυτής της εποχής ανήλθε σε σχεδόν 118 εκτάρια ανά φωτιά.

Το μεγαλύτερο μέρος της πυρκαγιάς, προκλήθηκε από δύο διαδοχικά μεγάλα πυρά, ένα που έλαβε χώρα την τελευταία εβδομάδα του Ιουλίου και ένα δεύτερο, που συνέβη κατά την τελευταία εβδομάδα του Αυγούστου. Αυτό το δεύτερο ήταν το πιο καταστρεπτικό και πραγματοποιήθηκε μεταξύ της 23ης και της 30ής Αυγούστου 2007. Έγιναν μέχρι και 45 ταυτόχρονες μεγάλες πυρκαγιές (> 500 εκτάρια) κατά τη διάρκεια του πρώτου γεγονότος, ενώ ο αριθμός αυτός αυξήθηκε στις 55 ταυτόχρονα μεγάλες πυρκαγιές την τελευταία εβδομάδα του Αυγούστου. Οι πυρκαγιές αυτές είχαν ως αποτέλεσμα 80 θανάτους, 1710 καμένα κτίρια και ένας μεγάλος αριθμός χωριών εκκενώθηκε για την πρόληψη περαιτέρω ζημιών. Στο τέλος του Αυγούστου, 5 πυρκαγιές έκαψαν 170.000 εκτάρια στην Πελοπόννησο και 2 πυρκαγιές στο νησί της Εύβοιας έκαψαν 25.000, που αντιστοιχούν στο 70% της συνολικής καμένης περιοχής στη χώρα, περίπου 3.300.000 εκτάρια (European Commission, 2008). Η εκτιμώμενη ζημιά των πυρκαγιών ήταν 1,5 δισεκατομμύρια ευρώ.

Το έτος 2007 υπήρχε μια δραστική αλλαγή σε συνθήκες με έντονη ξηρασία την άνοιξη και σε περιόδους θερμοκρασιών πάνω από 46 °C κατά τη διάρκεια της ημέρας, και πάνω από τις μέσες νυχτερινές θερμοκρασίες που οδήγησαν σε πολύ χαμηλή σχετική υγρασία. Επιπλέον, η ανάφλεξη και η εξάπλωση της φωτιάς ευνοήθηκε από τους βορειοανατολικούς άνεμους.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1.:** Η «Καταστροφική» Πυρκαγιά στην Πελοπόννησο, 2007 (<http://news.in.gr/greece/article/?aid=826163>)

### 2.2.3 Οι δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα

Ο νομός Λευκάδος έχει μεγάλο ιστορικό πυρκαγιών και οι καταστροφικές συνέπειες τους, κατά την τριακονταετία 1980-2008 φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.:** Ετήσιος αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση δασών και βοσκοτόπων, το διάστημα 1980-2008 (<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=t8hJLV1AVS8%3D &tabid=707&language=el-GR>)

Νομός	Δάση - Δασικές Εκτάσεις - Βοσκότοποι			
	Αριθμός πυρκαγιών	Ποσοστό %	Καμένη έκταση (στρ.)	Ποσοστό %
ΛΕΥΚΑΔΑΣ	7	0,44	898	0,18

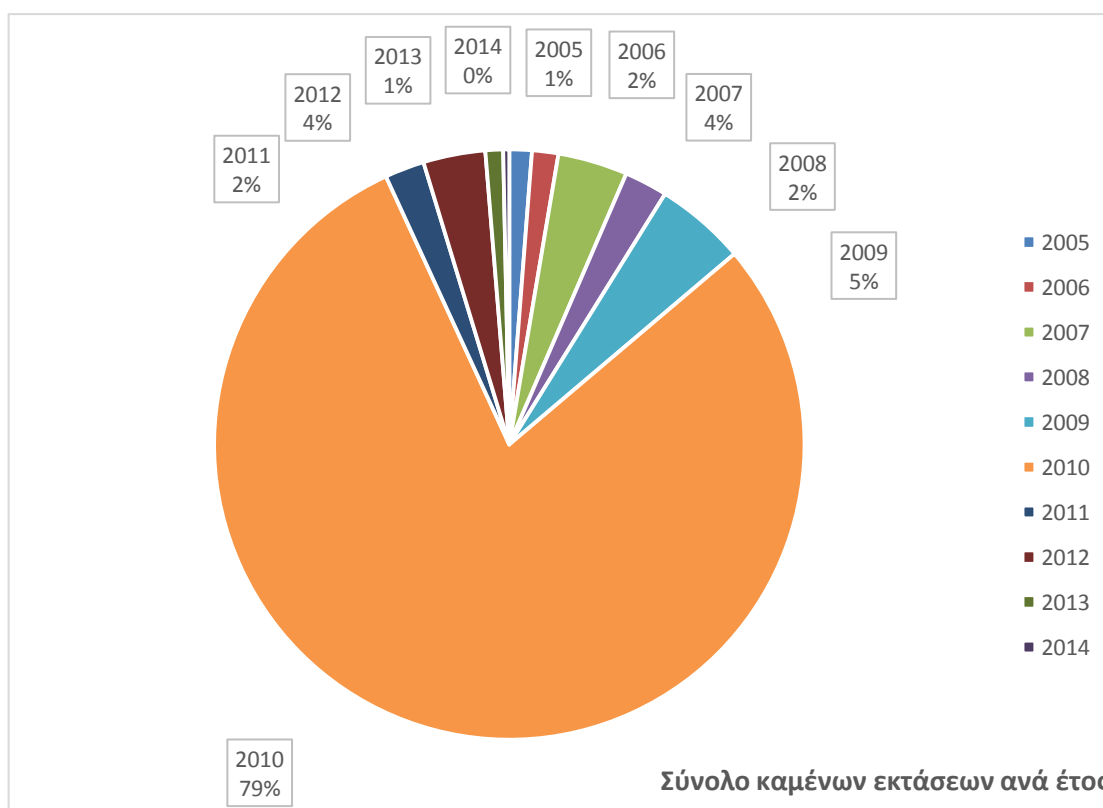
Σύμφωνα με επίσημα έγγραφα Φ.Ε.Κ., (πίνακας Α.1. παραρτήματος), κατά τη χρονική περίοδο 2005-2014, στο νομό Λευκάδας σημειώθηκαν 110 πυρκαγιές και κάηκαν 2.318,

129 στρ. Στον πίνακα παρουσιάζεται η έκταση των καμένων περιοχών κατά την περίοδο 2005-2014.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2.:** Αριθμός καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014 (ιδία επεξεργασία του πίνακα Α.1. του παραρτήματος)

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)
2005	28, 528
2006	33, 387
2007	88, 546
2008	54, 723
2009	115, 075
2010	1838, 754
2011	50, 179
2012	78, 812
2013	22, 406
2014	7, 719
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2318, 129</b>

Τα σύνολα των καμένων εκτάσεων για την περίοδο 2005 -2012, αποδίδονται και με το ακόλουθο διάγραμμα, για την καλύτερη αξιολόγηση της δριμύτητας της κατάστασης των πυρκαγιών, που έχει αντιμετωπίσει η Λευκάδα, αυτή την περίοδο.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3.:** Ποσοστιαία σύγκριση του συνόλου των καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014. (Ιδία επεξεργασία του πίνακα Α.1. του παραρτήματος).

Από το διάγραμμα, το έτος 2010 παρατηρείται ότι σημειώθηκαν πυρκαγιές με τις μεγαλύτερες ζημιές και τις περισσότερες καμένες εκτάσεις, που έχει αντιμετωπίσει η Λευκάδα τα τελευταία χρόνια. Κάηκαν συνολικά 1838, 754 στρ. και συγκριτικά το έτος 2010, είχε μεγάλη απόκλιση σε καμένη έκταση από το άλλα έτη της περιόδου μελέτης. Επίσης, φαίνεται ότι ενώ ανά δυο έτη υπήρχε άνοδος στο αριθμό των καμένων εκτάσεων, από το 2012 και μετά παρατηρείται μια πτωτική τάση.

Η σημαντικότερη παρατήρηση που εντοπίζεται, είναι η επανάληψη εκδήλωσης πυρκαγιών κάθε χρόνο. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συνεχή υποβάθμιση των δασικών περιοχών και την υποβάθμιση του ευρύτερου περιβάλλοντος με τις επακόλουθες αρνητικές επιπτώσεις.

## **2.3 Θεωρητικό πλαίσιο**

### **2.3.1 Βασικές έννοιες**

Για τη συγκέντρωση διεθνών στατιστικών στοιχείων για τα δάση, όπως ορίζεται, από την Παγκόσμια Δασική Πηγή Εκτιμήσεων (Global Forest Resource Assessment), δάσος είναι οι εκτάσεις με επιφάνεια μεγαλύτερη από 0, 5 εκτάρια, με δένδρα ψηλότερα από 5 m, και με συγκόμωση μεγαλύτερη του 10% [ή δέντρα με δυνατότητα να έχουν ελάχιστο ύψος 5 μέτρων σε πλήρη ανάπτυξη (FAO, 2006)].

Ο ορισμός αυτός, δεν περιλαμβάνει εκτάσεις που είναι κυρίως αγροτικές ή αστικές, ακόμη και αν η έκταση αυτή έχει κάποια κάλυψη με δέντρα. Οι δασικές εκτάσεις που είναι προσωρινά άδενδρες, λόγω συγκομιδής ή διαταραχής, περιλαμβάνονται στον παραπάνω ορισμό. Λόγω αυτών των ζητημάτων χρήσης γης, είναι σημαντικό να μην συγχέουμε τον ορισμό του FAO για το δάσος με τη «δασική κάλυψη, » η οποία βασίζεται μόνο στην παρουσία ή στην απουσία δέντρων και είναι προϊόν εκτιμήσεων τηλεπισκόπησης και χαρτών.

Τα δάση όμως, εκτίθεται συχνά σε σοβαρούς κινδύνους από φυσικά και ανθρωπογενή αίτια. Μεταξύ των αιτίων αυτών είναι και οι δασικές πυρκαγιές που θεωρούνται φυσικό φαινόμενο που εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών και αναπόσπαστο στοιχείο των μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων.

Φυσικός κίνδυνος, είναι η πιθανότητα ενός φυσικού φαινομένου, να αλληλεπιδράσει με το ανθρωπογενές σύστημα, προκαλώντας δυσμενείς συνέπειες κατά τη λειτουργία του. Όταν όμως ο φυσικός κίνδυνος μπορεί να οδηγηθεί σε φυσική καταστροφή, οι

επιπτώσεις που προκαλούνται είναι εκτεταμένες με αρνητικές επιπτώσεις και στους τρεις πυλώνες της αειφορίας.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, για τη στρατηγική μείωση των καταστροφών (United Nations International Strategy for Disaster Reduction/UNISDR), «καταστροφή είναι μια σοβαρή διαταραχή της λειτουργίας μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που προκαλεί εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές που υπερβαίνουν την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας ή κοινωνίας να τις αντιμετωπίσει με τους ίδιους πόρους της».

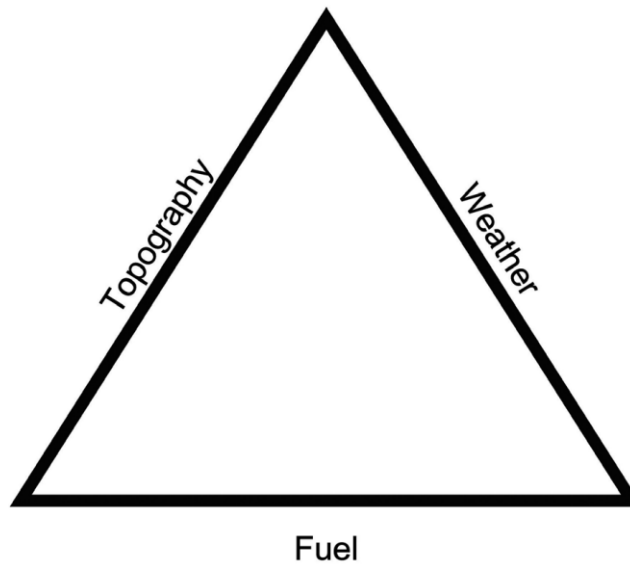
Για την ασφαλή και αποτελεσματική αντιμετώπισή μιας πυρκαγιάς, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση, η ερμηνεία της συμπεριφοράς της. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η ερμηνεία των όρων που περιγράφουν την πυρκαγιά καθώς και τον τρόπο εξάπλωσής της.

Πυρκαγιά είναι η ανεξέλεγκτη καύση με το οξυγόνο, η οποία συνοδεύεται από έκλυση μεγάλων ποσών θερμότητας και φωτός, συνέπεια δε έχει την ζημιογόνα καταστροφή του καιγόμενου υλικού.

Η φωτιά (ανάφλεξη) στη δασική πυρκαγιά, προκύπτει όταν συνυπάρχουν τρεις βασικοί παράγοντες, οι οποίοι με κατάλληλο συνδυασμό, συνθέτουν τη χημική της διεργασία. Οι βασικοί παράγοντες είναι η καύσιμη ύλη, η θερμότητα και το οξυγόνο, και θεωρούνται απαραίτητοι για την ύπαρξη καύσης (Καϊλίδης, 1990). Συχνά στη βιβλιογραφία, παρουσιάζονται σαν πλευρές ενός τριγώνου και αποτελούν το «τρίγωνο της φωτιάς» (εικόνα 2.2). Στην περίπτωση αφαίρεσης έστω και μία από τις πλευρές του τριγώνου, τότε το τρίγωνο δεν υφίσταται. Στην εκδήλωση πυρκαγιάς θα ισχύσει το ίδιο, εάν αφαιρεθεί η καύσιμη ύλη, ή το οξυγόνο ή η θερμότητα. Στο δάσος η ύπαρξη καύσιμης ύλης και αέρα είναι βέβαια αυτονόητη. Πρέπει να υπάρξει και η κατάλληλη πηγή θερμότητας που θα προθερμάνει την καύσιμη ύλη με αποτέλεσμα την εκδήλωση φωτιάς. Πάνω σε αυτή την αρχή στηρίζονται όλες οι μέθοδοι πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.2.:** Το τρίγωνο της πυρκαγιάς (<https://protectservices.wordpress.com/>).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3.:** Το τρίγωνο της συμπεριφοράς της φωτιάς (Bennett, M. et al., 2010)

Το «τρίγωνο της φωτιάς» μπορεί να οδηγήσει σε δασικές πυρκαγιές μεγάλου μεγέθους, των οποίων η συμπεριφορά εξαρτάται από την τοπογραφία, την καύσιμη ύλη και τις καιρικές συνθήκες (Johann G. Goldammer, 2004).

Η καύσιμη ύλη στις δασικές πυρκαγιές διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- Στην υπεδάφια καύσιμη, που περιλαμβάνει την σε αποσύνθεση οργανική ύλη όπως ο χούμος, η τύρφη και οι νεκρές ρίζες.

- Στην καύσιμη ύλη επί του εδάφους, μέχρι ύψους 2 μέτρων από αυτό που περιλαμβάνει τον ξηροτάπητα, την ποώδη βλάστηση τους θάμνους, τα πεσμένα δένδρα, τα υπολείμματα των υλοτομιών, τα φρύγανα κλπ.
- Στην εναέρια καύσιμη ύλη, που περιλαμβάνει τα καύσιμα υλικά που βρίσκονται πάνω από τα 2 μέτρα από το έδαφος όπως το φύλλωμα και τα λεπτά κλαδιά των δένδρων (κύρια των κωνοφόρων), τα όρθια νεκρά δένδρα κλπ.

Το οξυγόνο υπάρχει στον ατμοσφαιρικό αέρα και μάλιστα σε αναλογία 21% κατ' όγκο ή 23% κατά βάρος. Για την έναρξη της πυρκαγιάς (ανάφλεξη), απαιτείται η ύπαρξη θερμότητας. Η θερμότητα αυτή μπορεί να προκληθεί από κεραυνούς, από εμπρησμούς από αμέλεια ή από πρόθεση με διάφορους τρόπους που θεωρούνται και οι αιτίες των δασικών πυρκαγιών. Για την προθέρμανση της καύσιμης ύλης, μέχρι τουλάχιστον τους 300 °C (βαθμούς Κελσίου), θεωρείται απαραίτητη η ύπαρξη θερμότητας.

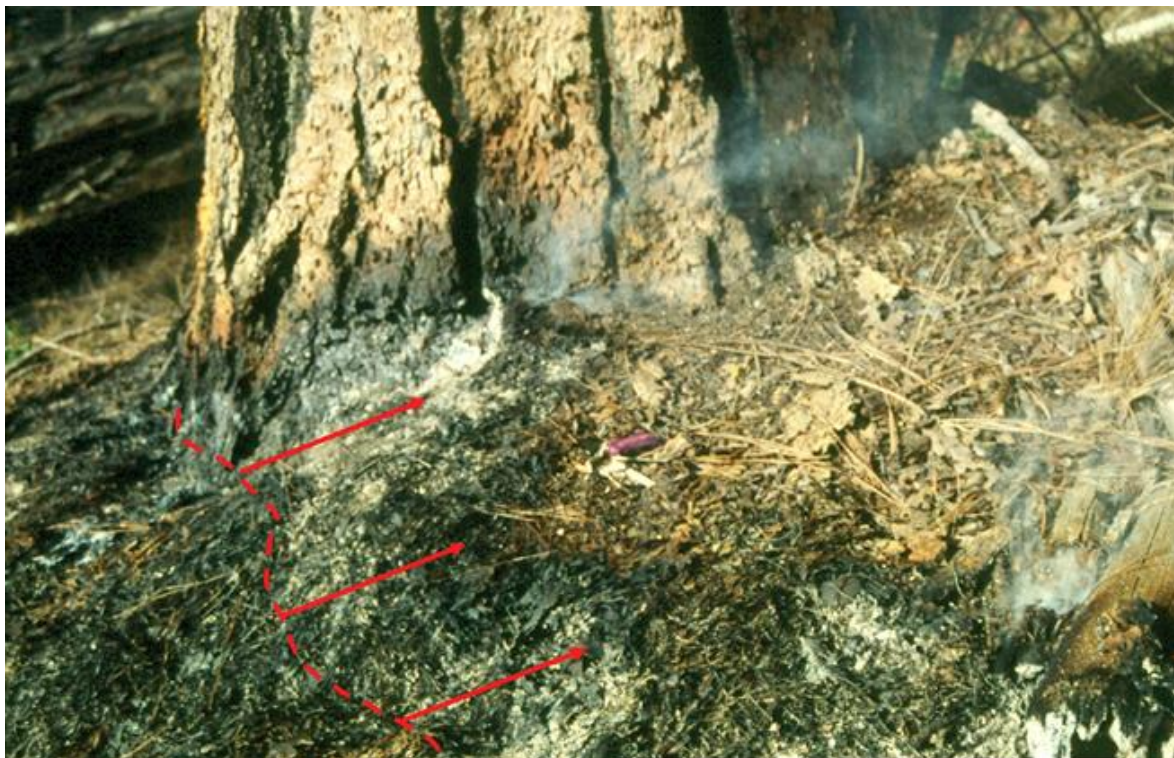
### **2.3.2 Κατηγοριοποίηση δασικών πυρκαγιών**

Η κατηγοριοποίηση των πυρκαγιών προκύπτει από την κατηγορία της καύσιμης ύλης, τον τρόπο εξάπλωσης τους και τη θέση τους σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους (DeBano, et al., 1998, Γκόφας, 2001, Καϊλίδης, 1990). Οι κατηγορίες είναι οι εξής:

*Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες (ground fire):* Χαρακτηριστικό τους είναι η καύση της οργανικής ύλης (ξηρά φύλλα, κλαδιά, βρύα κ.α.) κάτω από την επιφάνεια του φυλλοστρώματος του δάσους. Η οργανική ύλη μπορεί να διεισδύσει σε βάθος, πάνω από 1-2 μέτρα, να εξαπλωθεί υπόγεια και να τροφοδοτείται με ελάχιστο οξυγόνο (DeBano, et al., 1998). Το στρώμα αυτής της οργανικής ύλης που βρίσκεται συνήθως σε στάδιο αποσύνθεσης, καλείται χούμους. Γενικά διαδίδονται αργά, αλλά η καταπολέμηση τους δεν είναι εύκολη, επειδή κινούνται «ύπουλα» χωρίς παραγωγή καπνού και μπορούν να καταστρέψουν ολοκληρωτικά το ριζικό σύστημα των φυτών.

*Πυρκαγιές επιφανείας ή έρπουσες (surface fire):* η συγκεκριμένη κατηγορία καλύπτει εκείνες τις πυρκαγιές, οι οποίες ξεκινούν από το έδαφος (υπέργεια) και καίνε επιφάνειες μέχρι 2 μέτρα ύψος. Καίνε την ξηρή οργανική ύλη και τη χαμηλή βλάστηση έως και 2 μέτρα. Διαδίδονται ταχύτατα, λόγω συνήθως της ύπαρξης άφθονου αέρα και οξυγόνου, άφθονης και ξηρής καύσιμης ύλης, φλόγας και κατάλληλης θερμοκρασίας. Αναπτύσσουν μεγάλη ταχύτητα και θερμότητα ανάλογα με τον αέρα και αποτελούν το πιο συχνό είδος δασικής πυρκαγιάς. Σε αυτή την κατηγορία, συγκαταλέγονται η νεκρή καύσιμη ύλη όπως πευκοβελόνες, ξηρά κλαδιά, κορμοί, υπολείμματα υλοτομιών κλπ. και

η ζωντανή χαμηλή βλάστηση (θάμνοι, πόες, χορτάρι ). Σε κανονικές συνθήκες αυτού του είδους οι πυρκαγιές ελέγχονται σχετικά εύκολα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.4.:** Πυρκαγιά εδάφους (Bennett, M. et al., 2010)



**ΕΙΚΟΝΑ 2.5.:** Πυρκαγιά επιφανείας (Bennett, M. et al., 2010)

*Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες (crown fire):* Καίνε την εναέρια καύσιμη ύλη, σε ύψος μεγαλύτερο των δύο μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους και καταστρέφουν την κόμη των δέντρων, στη συνέχεια το κάμβιό τους μέχρι την ολοκληρωτική καταστροφή του δέντρου. Συνήθως προέρχονται από τις πυρκαγιές επιφανείας. Είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες, γιατί έχουν πολύ μεγάλη ταχύτητα διάδοσης και προκαλούν την καταστροφή των μεγάλων δασών. Τέτοιου είδους πυρκαγιές αναπτύσσονται, κατά κύριο λόγο, σε δάση κωνοφόρων, φυλλοβόλων πλατύφυλλων και κυρίως στη Χαλέπιο και Τραχεία Πεύκη. Το 40%-50% των πυρκαγιών υπάγονται σ' αυτή την κατηγορία (Καϊλίδης, 1990). Σε πυκνά δάση αυτές οι πυρκαγιές απλώνονται ταχύτατα, αφού ο άνεμος, παρασύρει την καμένη ουσία (καιγόμενα φύλλα, κλαδιά) και δημιουργεί νέες εστίες πυρκαγιών. Η ταχύτητα διάδοσης είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλη κατηγορία (DeBano, et al., 1998).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.6.:** Πυρκαγιά κόμης (Bennett, M. et al., 2010)

*Σημειακή πυρκαγιά ή πυρκαγιά καύτρας (spot fire):* η συγκεκριμένη κατηγορία, μπορεί να προκαλέσει οποιοδήποτε είδους πυρκαγιάς που αναφέρθηκε. Δημιουργείται από μία μικρή εστία, από καύτρας που εκτοξεύονται και δημιουργούν νέες εστίες, οι οποίες μπορεί να απέχουν έως 300 μέτρα από το κύριο μέτωπο της πυρκαγιάς (Γκόφας, 2001). Στη συνέχεια,

οι μικρές εστίες ενώνονται με την αρχική πυρκαγιά. Είναι ιδιαίτερα απρόβλεπτες και επικίνδυνες καθώς η εξάπλωσή τους γίνεται με ταχύτατους ρυθμούς.

*Πυρκαγιές αστραπών ή δένδρων (lightning fire):* οι πυρκαγιές αυτές, προκαλούνται κυρίως από το εξωτερικό περιβάλλον, είτε από φυσικά (αστραπές) ή ανθρωπογενή αίτια (κεραίες) (Ahrens, 2013). Παρά το γεγονός ότι οι κεραυνοί προκαλούν μια δασική πυρκαγιά, υπάρχουν περιπτώσεις αύξησης του κινδύνου ανάφλεξης (Jensenius, 2015). Δημιουργούνται πάνω σε μεμονωμένα δένδρα κατά τη διάρκεια μιας θύελλας. Τέλος, θεωρούνται αρκετά ελεγχόμενες και μπορούν, να αντιμετωπιστούν με εύκολο τρόπο επειδή συνδέονται, κατά κύριο λόγο, με ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (Γκόφας, 2001). *Μεικτές πυρκαγιές ή σαρωτικές (mixed fire):* πρόκειται για συνδυασμό των παραπάνω ειδών πυρκαγιών, καθώς το καθένα καταναλώνει διαφορετική καύσιμη ύλη. Τα χαρακτηριστικά είναι η πολύ μεγάλη έντασή της, το μεγάλο ύψος της δημιουργούμενης, πάνω από τις φλόγες, θερμικής στήλης, και η αδυναμία πρόβλεψης της «συμπεριφοράς» της. Θεωρείται η πιο επικίνδυνη κατηγορία καθώς ο τρόπος εξάπλωσης είναι απρόβλεπτος και ο συνδυασμός αυτός μπορεί να νεκρώσει οποιοδήποτε ίχνος ζωής και βλάστησης.

Εκτός από τις παραπάνω κατηγορίες των δασικών πυρκαγιών, υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ένταση, τη σφοδρότητα και τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών. Ο ακριβής χαρακτήρας κάθε πυρκαγιάς και οι επιπτώσεις της, καθορίζονται από τον συνδυασμό διαφόρων χαρακτηριστικών, όπως είναι η ταχύτητα της πυρκαγιάς, το είδος της καιγόμενης βλάστησης, η ένταση των ανέμων, το είδος και η κλίση του εδάφους, κ.α. Οι επιπτώσεις των πυρκαγιών διαμορφώνονται από τη χρονική σύμπτωση της κάθε πυρκαγιάς, καθώς και από κάποια γεωγραφικά χαρακτηριστικά της (έκταση, τοποθεσία).

### **2.3.3 Αίτια πρόκλησης δασικών πυρκαγιών**

Οι πυρκαγιές των δασών και δασικών εκτάσεων, παρόλο που σε όλους φαντάζουν ως ένα εξαιρετικά καταστρεπτικό γεγονός, αποτελούν στην πραγματικότητα μέρους του κύκλου ζωής των οικοσυστημάτων. Σε ορισμένα μάλιστα αποτελούν βασικό παράγοντα αναγέννησής τους.

Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των δασικών πυρκαγιών προέρχεται από ανθρωπογενή αίτια.

Οι κυριότερες αιτίες έναρξης των δασικών πυρκαγιών είναι:

- Οι διάφορες γεωργικές δραστηριότητες και κυρίως η καύση ξηρών χόρτων.
- Η απόρριψη αναμμένων τσιγάρων ή το άναμμα φωτιάς στο δάσος.
- Η απόρριψη σκουπιδιών στο δάσος.
- Η καύση απορριμμάτων και η ύπαρξη ανεξέλεγκτων χωματερών.
- Κακόβουλες ενέργειες (εμπρησμοί).
- Διάφορες δραστηριότητες σε εξοχικές κατοικίες.
- Ατυχήματα (τροχαία, βλάβες γεωργικών μηχανημάτων, κοκ).
- Οι στρατιωτικές βολές, εντός του πλαισίου στρατιωτικών ασκήσεων.
- Οι δραστηριότητες κυνηγών κυρίως κατά τους θερινούς μήνες.
- Η χρήση ηλεκτρικών εργαλείων και το κάψιμο απορριμμάτων.
- Βραχυκύκλωμα ηλεκτροφόρων καλωδίων.
- Οι κεραυνοί

Οι πυρκαγιές εκδηλώνονται τόσο συχνά λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που οι αντοχές των οικοσυστημάτων εξαντλούνται. Επιπρόσθετα, η διάσπαση που προκαλείται από διάφορες υποδομές, κυρίως δρόμους και οι οικισμούς, καθιστούν την αναγέννηση και την διατήρηση των οικολογικών αξιών των οικοσυστημάτων ακόμα πιο δύσκολη .

Παράλληλα: i) η μείωση του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές λόγω των καλύτερων ευκαιριών απασχόλησης στις αστικές περιοχές και η γήρανση κατά μέσο όρο του παραμένοντος πληθυσμού, ii) η εγκατάλειψη των παραδοσιακών χρήσεων στο αγροτικό περιβάλλον ως αποτέλεσμα της μείωσης του πληθυσμού, iii) η τάση μείωσης της χρήσης των δασών για παραγωγή πρώτης ύλης, iv) η τάση εγκατάλειψης των παραδοσιακών χρήσεων του δάσους, όπως η βοσκή και η παραγωγή καυσόξυλου, v) η τάση αύξησης της ψυχαγωγικής χρήσης των δασών και δασικών εκτάσεων, vi) η συνεχής επέκταση της ζώνης μίξης δασών – οικισμών, έχουν σαν αποτέλεσμα την έλλειψη τοπικής διαχείρισης του δάσους, την εξαφάνιση των ντόπιων πρακτικών και την σημαντική αύξηση της βιομάζας, δηλαδή της κάθε είδους δασικής βλάστησης. Η εγκατάλειψη του αγροτικού περιβάλλοντος έχει οδηγήσει σε χαμηλή αξιοποίηση των δασών, τα οποία έχουν γενικά περιορισμένη παραγωγικότητα και την επακόλουθη συσσώρευση φορτίων καυσίμων (Moreira et. al., 2011, San-Miguel-Ayanz et al., 2012a, b). Επομένως, ο κίνδυνος των πυρκαγιών αυξάνεται και παράλληλα οι εφαρμογές

μέτρων πρόληψης μειώνονται, με αποτέλεσμα η άμεση αντιμετώπισή τους να γίνεται εξαιρετικά δυσχερή.

### **2.3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών**

Τόσο η έναρξη όσο και η συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (Αθανασίου και Ξανθόπουλος, 2011). Όπως έχει προαναφερθεί, οι δασικές πυρκαγιές προκαλούνται κυρίως από ανθρωπογενείς παράγοντες. Εκτός από αυτούς, υπάρχουν και φυσικοί παράγοντες που καθορίζουν τη διαμόρφωση των συνθηκών για την έναρξη και εξάπλωση της δασικής πυρκαγιάς. Οι σπουδαιότεροι φυσικοί παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες, η τοπογραφική διαμόρφωση και η καύσιμη ύλη (Ahn et al., 2014).

Ο καιρός είναι ο πιο μεταβλητός παράγοντας που καθορίζει τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών. Η επίδρασή του είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Οι παράμετροι του καιρού που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών είναι:

- *ο άνεμος (ταχύτητα και διεύθυνση)*: όσο πιο δυνατός είναι ο άνεμος που επικρατεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή που υπάρχει πυρκαγιά, τόσο πιο γρήγορα διαδίδεται αυτή.
- *η σχετική υγρασία του αέρα*: η ποσότητα των υδρατμών που βρίσκονται στον αέρα επηρεάζει την υγρασία της καύσιμης ύλης αποτελώντας ένα σημαντικό παράγοντα στην προσπάθεια κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών.
- *η θερμοκρασία του αέρα*: από αυτήν επηρεάζεται η θερμοκρασία της καύσιμης ύλης καθώς και η κίνηση των αέριων μαζών επιδρώντας στην ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς.
- *τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, πάχνη, δροσιά)*: η διάρκεια και η κατανομή των βροχών επιδρούν στην μεταφορά των υδρατμών στο έδαφος και επηρεάζουν την περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης. Ο συνδυασμός μέτριων βροχοπτώσεων και υψηλών θερμοκρασιών προκαλεί ξηρό κλίμα και ξηρασία που βοηθούν στην έναρξη μιας πυρκαγιάς (Βορίσης, 2012).
- *η ύπαρξη νεφώσεων ή ηλιοφάνειας*
- *η σταθερότητα της ατμόσφαιρας*: αφορά τις κινήσεις των ρευμάτων των αέριων μαζών που επηρεάζουν την ταχύτητα εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς.

Οι παραπάνω παράμετροι στον τόπο της φωτιάς επηρεάζονται και από:

- τις συνοπτικές μετεωρολογικές συνθήκες
- την επίδραση της τοπογραφίας
- την επίδραση της ίδιας της πυρκαγιάς στα καιρικά φαινόμενα

Η γενική τοπογραφική διαμόρφωση μιας περιοχής έχει μεγάλη σημασία για τη συμπεριφορά της φωτιάς. Τα τοπογραφικά στοιχεία που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την πυρκαγιά είναι η κλίση του εδάφους, η έκθεση της πλαγιάς, το υψόμετρο και ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά της τοπογραφίας όπως φαράγγια, διάσελα, και κορυφογραμμές. Η τοπογραφία επιδρά στην πυρκαγιά έμμεσα αλλά και σημαντικά.

Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση τόσο μεγαλύτερη είναι και η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Όταν ο άνεμος φυσάει κατά τη φορά της κλίσης και υπάρχει ελαφριά καύσιμη ύλη, η πυρκαγιά εξαπλώνεται με απίστευτα μεγάλη ταχύτητα.

Η κλίση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει άμεσα την διάδοση της φωτιάς με τους παρακάτω τρόπους:

- λόγω της κλίσης οι φλόγες βρίσκονται πιο κοντά στην καύσιμη ύλη όπως συμβαίνει και στην περίπτωση ισχυρού ανέμου. Έτσι αυξάνεται σημαντικότερα η ακτινοβολία που προθερμαίνει την καύσιμη αυτή ύλη και διευκολύνεται η ανάφλεξη της.
- η παραγόμενη θερμότητα δημιουργεί ανοδικά ρεύματα τα οποία κινούνται προς τα πάνω αυξάνοντας την ταχύτητα εξάπλωσης ακόμη παραπάνω.

Όταν το έδαφος έχει μεγάλη κλίση, είναι δυνατό κομμάτια καιγόμενης καύσιμης ύλης, που καταρρακούν στην πλαγιά να δημιουργήσουν νέες εστίες φωτιάς κοντά στη βάση της. Στη συνέχεια, οι νέες φωτιές εξαπλώνονται και πάλι προς τα επάνω στην πλαγιά με τη βοήθεια της κλίσης, έχοντας διαθέσιμη άφθονη άκαυτη ύλη.

Η έκθεση της πλαγιάς παίζει σπουδαίο ρόλο στη συμπεριφορά της φωτιάς γιατί διαμορφώνει τη θερμοκρασία και την υγρασία της καύσιμης ύλης. Οι νότιες πλαγιές έχουν μικρότερη σχετική υγρασία σε σύγκριση με τις βόρειες. Οι βόρειες πλαγιές, δέχονται τη λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα η καύσιμη ύλη να είναι θερμότερη και περισσότερο υγρή από ότι στις υπόλοιπες πλαγιές. Στις νότιες και νοτιοδυτικές πλαγιές επικρατούν οι θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της πλαγιάς τόσο εντονότερα γίνονται οι παραπάνω αρχές.

Επιπλέον, όταν θερμαίνεται μια πλαγιά δημιουργούνται τοπικοί άνεμοι προς τα επάνω της πλαγιάς που επίσης συνεισφέρουν στη γρηγορότερη εξάπλωση της φωτιάς.

Το υψόμετρο επηρεάζει άμεσα τόσο την δυνατότητα εμφάνισης όσο και την ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Το υψόμετρο επηρεάζει τη θερμοκρασία του αέρα που κατά μέσο όρο μειώνεται κατά 1 °C ανά 100 μ. υψομετρικής ανόδου. Το γεγονός αυτό, επιδρά άμεσα στη φωτιά, καθώς και στις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Όσο μεγαλύτερο είναι το υψόμετρο τόσο μεγαλύτερη η σχετική υγρασία του αέρα και κατά συνέπεια η υγρασία της καύσιμης δασικής ύλης.

Τα διάφορα τοπογραφικά στοιχεία επιδρούν σημαντικά στην ταχύτητα, την κατεύθυνση και τους στροβιλισμούς του ανέμου. Για παράδειγμα, η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται εντυπωσιακά όταν ο άνεμος διέρχεται από ένα βαθύ και στενό φαράγγι.

Οι παράγοντες της καύσιμης ύλης που επιδρούν στην εκδήλωση και στην εξάπλωση των πυρκαγιών είναι:

- Η περιεκτικότητα σε υγρασία της καύσιμης ύλης: Διαφέρει σε κάθε είδος καύσιμης ύλης.
- Ο ρυθμός αποβολής της περιεχόμενης υγρασίας: Εξαρτάται από το πάχος της καύσιμης ύλης.
- Το είδος της καύσιμης ύλης: Κάθε είδος βλάστησης έχει διαφορετική ευφλεκτότητα που επηρεάζει τη συμπεριφορά της φωτιάς.

### **2.3.5 Επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών**

Οι καταστροφές μετά την πυρκαγιά δεν είναι ο κανόνας, αλλά μπορεί να είναι σημαντικές εφόσον έχουν προηγηθεί ανθρώπινες διαταραχές» (Pausas et al., 2008).

Από τις πυρκαγιές καταστρέφονται κάθε χρόνο σημαντικές εκτάσεις δασών, με σοβαρότατες δυσμενείς επιπτώσεις, επηρεάζοντας τους πυλώνες της αιφορίας (Amraoui et al. 2013, Zumbrennen et al. 2011).. Οι κυριότερες επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών είναι:

- *Υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.* Οι πρώτες πυρκαγιές αρχικά οδηγούν στην μετατροπή των δασών σε θαμνοτόπους. Η ανεξέλεγκτη επανάληψη των πυρκαγιών οδηγεί σύντομα στην τέλεια υποβάθμιση της παραγωγικής ικανότητας του τόπου,

και τελικά καταλήγει στην ερημοποίηση, ολοκληρώνοντας τον κύκλο υποβάθμισης των δασών.

- *Καταστροφή της βλάστησης.* Στα χαμηλά υψόμετρα της χώρας μας συναντώνται κυρίως πεύκα αλλά και γενικότερα δασικά είδη που είναι προσαρμοστικά στην πυρκαγιά και είναι ικανά να επανέλθουν στην αρχική τους μορφή, μετά την πυρκαγιά, δεδομένου πάντα ότι δεν έχουν καεί από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, στο πρόσφατο παρελθόν. Υπάρχουν περιπτώσεις μάλιστα, που τα προσαρμοστικά αυτά είδη, μπορεί και ωφελούνται από την ανανέωση που ακολουθείται μετά από μία πυρκαγιά. Αντίθετα στα μεγάλα υψόμετρα, τα περισσότερα είδη, όπως τα έλατα, δεν έχουν την ικανότητα ανάκαμψης με φυσικό τρόπο, ύστερα από μία πυρκαγιά. Επιπλέον η συχνότητα, το μέγεθος και η ένταση των δασικών πυρκαγιών έχουν αυξηθεί δραματικά σε ορισμένες περιοχές, με αποτέλεσμα να επιδρούν στην ανθεκτικότητα ορισμένων οικοσυστημάτων (π.χ. δάση πεύκης) και να οδηγούν σε οπισθοδρόμηση.
- *Διάβρωση του εδάφους.* Η διάβρωση των εδαφών είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα, που προκαλούν σοβαρά προβλήματα στο ευρύτερο περιβάλλον (Beyers, 2004). Οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν σε μία πυρκαγιά, μεταξύ άλλων παραγόντων, μεταβάλλουν την εδαφική δομή, μειώνουν τη συνοχή του εδάφους και αυξάνουν τον κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους. Ταυτόχρονα, η απομάκρυνση της βλάστησης το αφήνει απόλυτα εκτεθειμένο στον αέρα και αυξάνει την επιφανειακή απορροή από τη βροχή. Από τη στιγμή που δεν υπάρχει η «ομπρέλα» των φυλλωσιών αλλά και το «πλέγμα» του ριζικού συστήματος, για να συγκρατήσει αυτή την ποσότητα, τα εδάφη γίνονται πιο ευπαθή, μπορεί να απομακρύνονται από τον άνεμο ή να παρασύρονται από το ορμητικό βρόχινο νερό. Ανάλογα με την κλίση του εδάφους, αυτή η φθορά μπορεί να οδηγήσει τόσο σε σταδιακή απώλεια της εδαφικής κάλυψης –με συνέπειες για τις δυνατότητες αναγέννησης της βλάστησης-, ενώ η μειωμένη δυνατότητα απορρόφησης νερού μπορεί να συμβάλει σε φαινόμενα πλημμυρών. Επίσης χωρίς τα δέντρα μεγάλη ποσότητα νερού φτάνει στο έδαφος και καταλήγει (Bennett, M. et al., 2010) στις κοίτες των ρεμάτων. Δυστυχώς τα ρέματα εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων επεμβάσεων που τα έχουν γεμίσει δεν αντέχουν τις μεγάλες ποσότητες νερού, με αποτέλεσμα να έχουμε πλημμύρες.
- *Επιπτώσεις στην πανίδα.* οι πυρκαγιές επηρεάζουν την πανίδα με έναν ιδιαίτερα σύνθετος τρόπο. Τα πουλιά όπως και τα περισσότερα μεγάλα θηλαστικά, έχουν την ικανότητα διαφυγής από την περιοχή της πυρκαγιάς. Διάφορα είδη ερπετών, έχουν

τη δυνατότητα προφύλαξη τους, μέσα στο έδαφος ή στα βράχια. Αντίθετα διάφορα είδη ζώων, όπως τα μικρότερα θηλαστικά, τα αρθρόποδα αλλά και πολλά είδη μικρών δασόβιων πουλιών, συνήθως δεν προλαβαίνουν να διαφύγουν. Εάν η εκδήλωση της πυρκαγιάς γίνει την εποχή της αναπαραγωγής ή εάν η πυρκαγιά εξαπλωθεί σε τόσο μεγάλη έκταση, που καλύπτει σε μεγάλο ποσοστό την εξάπλωση ενός είδους, τότε οι συνέπειες είναι ακόμη μεγαλύτερες.

- *Αλλαγή του κλίματος και αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.* Το δάσος έχει την ιδιότητα να απορροφά ρύπους όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και να μας δίνει οξυγόνο. Επίσης τα αναρίθμητα φύλλα συγκρατούν αιωρούμενα σωματίδια. Οι πυρκαγιές επιβαρύνουν προσωρινά τον ατμοσφαιρικό αέρα ενώ η καταστροφή της βλάστησης επηρεάζει το μικροκλίμα των συγκεκριμένων περιοχών, καθώς μειώνει τις ευεργετικές ψυκτικές επιδράσεις των δασικών δέντρων και αυξάνει την ηλιακή αντανάκλαση του εδάφους.
- *Επιπτώσεις στην πρωτογενή παραγωγή.* Παρότι η παραγωγή μιας περιοχής θίγεται συνολικά από την πυρκαγιά, οι επιπτώσεις στην πρωτογενή παραγωγή, δηλαδή στη γεωργία, την κτηνοτροφία και την υλοτομία, και γενικότερα στο εμπόριο ξυλείας, είναι οι πιο συχνές και εμφανείς αλλά και αυτές οι οποίες αλληλεπιδρούν άμεσα με τα οικολογικά χαρακτηριστικά.
- *Επιπτώσεις στην ανθρώπινη ψυχολογία.* Οι δασικές πυρκαγιές, προκαλούν τη δημιουργία καταστροφικών τοπίων, αρνητικές συνέπειες στις ανθρώπινες δραστηριότητες, και συμβάλουν σταδιακά στην ερημοποίηση των καμένων περιοχών.
- *Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.* Άλλη εξίσου μεγάλης σημασίας επίπτωση που προκαλείται από τις δασικές πυρκαγιές είναι η απειλή της ανθρώπινης υγείας. Άμεσες επιπτώσεις που σχετίζονται με την υγεία των ανθρώπων είναι τα εγκαύματα, οι δηλητηριάσεις από μονοξείδιο του άνθρακα και τα αναπνευστικά προβλήματα. Έμμεσες επιπτώσεις είναι τα περιστατικά άσθματος αλλά και τα αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα (Johnston 2014).
- *Απώλειες ανθρώπινων ζωών.* Είναι η πιο σοβαρή συνέπεια των μεγάλων δασικών πυρκαγιών. Τις περισσότερες φορές πρόκειται για άτομα που αντιμετωπίζουν άμεσα τη φωτιά όπως οι πυροσβέστες και οι εθελοντές δασοπυροσβέστες (Britton et al. 2013). Το καλοκαίρι του 2007 τα θύματα ξεπέρασαν τα 70 .
- *Υλικές ζημιές.* Χαρακτηριστικό παράδειγμα, το καλοκαίρι του 2003, όταν εκδηλώθηκαν πυρκαγιές στην Πορτογαλία, 192 άτομα έχασαν τις κατοικίες τους, συνολικής αξίας 12, 8 εκατομμυρίων ευρώ και προκλήθηκαν ζημιές σε άλλα κτίρια οι

οποίες εκτιμήθηκαν σε επιπλέον 15, 8 εκατομμύρια ευρώ. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι τεράστιες και καταστρεπτικές δασικές πυρκαγιές που συνέβησαν το 2007 στην Ελλάδα, όπου οι ζημιές ξεπέρασαν τα 5 δις €.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.7.:** Καπνός από φωτιά αιωρείται πάνω από τα βορειοανατολικά προάστια της Αθήνας (<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1208348/Greek-forest-rages-near-Athens-villages-cut-flames.html>).

Για την εξάλειψη των καταστροφικών συνεπειών από τις δασικές πυρκαγιές, στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, χρειάζεται να δοθεί προτεραιότητα στην πρόληψη, να αναδιαρθρωθεί η δασική διαχείριση, να συντονιστούν οι εμπλεκόμενοι φορείς σε όλα τα διοικητικά επίπεδα, να ενημερωθούν και να κινητοποιηθούν οι πολίτες και να δοθεί έμφαση στην έγκαιρη, στοχευμένη και επιστημονικά ορθή επέμβαση σαν επιχειρησιακή προτεραιότητα.

### **2.3.6 Κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών**

Για την κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών, χρησιμοποιούμε διάφορα μέσα για να απομακρύνουμε τουλάχιστον έναν απ' τους παράγοντες του «τριγώνου της φωτιάς».

Τα επίγεια μέσα που χρησιμοποιούμε για την κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών είναι τα εξής:

1. *Το Χώμα.* Ρίχνοντας χώμα πάνω σε μια φωτιά, προκαλείται έλλειψη οξυγόνου και η φωτιά σβήνει. Η κάλυψη με χώμα είναι απλή και αποτελεσματική μέθοδος και χρησιμοποιείται σε μικρές έρπουσες πυρκαγιές. Παρόλο που σε πολλές περιοχές υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα χώματος, δεν χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο

κατάσβεσης. Κατά την εφαρμογή αυτού του τρόπου κατάσβεσης απαιτείται, αυξημένη επιτήρηση της καύσιμης ύλης και μετά την κάλυψή της με χώμα.

2. *Χτυπήματα*. Αυτή η μέθοδος είναι απλή και χρησιμοποιείται για το σβήσιμο πυρκαγιών σε χόρτα ή χαμηλούς θάμνους. Χρησιμοποιούνται διάφορα σκαπτικά, όπως φτυάρια, σκαπάνες και τσουγκράνες καθώς και χλωρά κλαδιά.

3. *Το Νερό*. Το νερό είναι το καλύτερο μέσο κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς αρκεί να υπάρχει σε απαιτητή ποσότητα, να μπορεί να μεταφερθεί και να μπορεί να εκτοξευτεί. Σήμερα με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι δυσκολίες αυτές έχουν ξεπεραστεί με τους κατάλληλους μηχανολογικούς εξοπλισμούς.

Το νερό προκαλεί κατάσβεση μιας πυρκαγιάς με τρεις τρόπους:

α) *Με μείωση της θερμοκρασίας κάτω από την θερμοκρασία ανάφλεξης του υλικού*. Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική, όσο πιο λεπτός είναι ο καταμερισμός της ποσότητας του νερού που ρίχνεται στο καιγόμενο υλικό. Το νερό όταν πέφτει στο υλικό που καίγεται μετατρέπεται σε ατμό. Για την μετατροπή αυτή απαιτείται μια μεγάλη ποσότητα θερμότητας, που αφαιρείται από την καιγόμενη ύλη και προκαλεί την ψύξη της.

β) *Με ελάττωση του οξυγόνου*. Όταν το νερό πέφτει στην καιγόμενη ύλη, την περιβάλλει με ένα λεπτό στρώμα, σαν φίλτρο, και έτσι την απομονώνει από το οξυγόνο του αέρα, προκαλώντας το σβήσιμό της.

γ) *Με την ύγρανση της καύσιμης ύλης*. Εάν βρέξουμε την καύσιμη ύλη, πριν από το μέτωπο της φωτιάς, η φωτιά θα σβήσει, γιατί η υγρή καύσιμη ύλη είναι άκαυτη.

4. *Χημικές αφρώδεις επιβραδυντικές ουσίες*. Υπάρχουν διάφορες επιβραδυντικές ουσίες, που όταν ανακατευτούν με το νερό, τροποποιούν τις φυσικές ιδιότητές του και το καθιστούν πιο υδαρές και ιξώδες. Οι επιβραδυντικές ουσίες προκαλούν ψύξη στην καύσιμη ύλη, τροποποιούν την πορεία καύσης, επεμβαίνουν στην οξείδωση της καύσης και υποβοηθούν την πυράκτωση.

5. *Κοπτικά εργαλεία*. Με τη χρήση διαφόρων κοπτικών εργαλείων π.χ. αλυσοπρίονων, τσεκουριών κ.α, κόβονται και ρίχνονται τα δέντρα προς το μέρος της πυρκαγιάς.

6. *Μπουλντόζες*. Με τη χρήση αυτών των μηχανημάτων, γίνεται διάνοιξη νέων δρόμων και νέων αντιπυρικών ζωνών και γραμμών, πλάτυνση υπαρχόντων αντιπυρικών ζωνών, σκέπασμα με χώμα κ.α.

7. *Πυροσβεστικά οχήματα*. Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται στους δασικούς δρόμους είναι συνήθως μικρότερα και κατά συνέπεια πιο ευέλικτα από αυτά που χρησιμοποιούνται στις πόλεις.

8. *Αεροπλάνα και ελικόπτερα*. Τα ελικόπτερα, αν και το φορτίο που μεταφέρουν είναι μικρότερο από τα αεροπλάνα, ο ανεφοδιασμός τους είναι πιο εύκολος, έχουν πιο μεγάλη ακρίβεια σκόπευσης και είναι καταλληλότερα από ότι τα αεροπλάνα για κατασβέσεις



**ΕΙΚΟΝΑ 2.8.:** Τα πυροσβεστικά ελικόπτερα σήμερα επωφελούνται από μια ηρεμία στη δύναμη του ανέμου για να προσπαθήσουν να σβήσουν τις πυρκαγιές. (<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1208348/Greek-forest-rages-near-Athens-villages-cut-flames.html>)

σε δυσμενείς συνθήκες εδάφους π.χ. στενές χαράδρες, απότομες κλίσεις κ.α. Επιπλέον είναι προτιμότερα από πλευράς ασφάλειας σε σχέση με τα αεροπλάνα. Η χρησιμοποίηση των πυροσβεστικών αεροπλάνων είναι περιορισμένη. Τα αεροπλάνα δεν μπορούν να πετάξουν σε δύσκολες καιρικές συνθήκες και δεν είναι αποτελεσματικά σε ανώμαλες διαμορφώσεις εδάφους. Επιπλέον η ύπαρξη καπνού, η παρουσία υψηλών δέντρων ή άλλων εμποδίων δρουν περιοριστικά.

Τα ελικόπτερα και τα αεροπλάνα για να έχουν την αποτελεσματική κατάσβεση των πυρκαγιών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται:

1. αμέσως μετά την έναρξη της φωτιάς δηλ. στο αρχικό της στάδιο, για το σβήσιμο μικρών πυρκαγιών.
2. ως βοηθητικά υποστήριξης στις επίγειες δυνάμεις, όταν εξελίσσονται μεγάλες πυρκαγιές.

## **2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

### **2.4.1 Πρόληψη δασικών πυρκαγιών**

Σήμερα, ύστερα από παγκόσμιες επιστημονικές παρατηρήσεις, έχει αποδειχθεί, ότι η εκδήλωση δασικών πυρκαγιών σε περιοχές του πλανήτη με μεσογειακό τύπο κλίματος, αποτελούν μια οικολογική αναγκαιότητα και η αντιμετώπισή τους πρέπει να ακολουθεί κανόνες και λογικές, που εφαρμόζονται και στα υπόλοιπα φυσικά φαινόμενα (Di Castri et al. 1981). Επομένως η φωτιά μπορεί να αντιμετωπιστεί πραγματικά, μόνο όταν την αντιμετωπίσουμε ως ένα φυσικό φαινόμενο, και συνειδητοποιήσουμε τον ρόλο της στη λειτουργία και εξέλιξη των μεσογειακών οικοσυστημάτων και επιδιώξουμε τη μείωση των δυσμενών επιπτώσεων που προκαλεί. Ο σχεδιασμός πρόληψης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών, πρέπει να στηριχτεί στο γεγονός, ότι η συνύπαρξη μεσογειακού κλίματος, μεσογειακής βλάστησης και δασικών πυρκαγιών, προκαλεί έντονες και δυναμικές σχέσεις.

Κάθε φυσική καταστροφή διαχειρίζεται, με έναν προκατασταλτικό σχεδιασμό και λήψη προληπτικών μέτρων, για να μπορέσει να αντιμετωπιστεί, σύμφωνα με τα μέτρα και τις υποδομές του προκατασταλτικού σχεδιασμού και η εκδήλωση της πρέπει να είναι πάντα μέσα στα όρια του μηχανισμού καταστολής.

Οι αντικειμενικοί σκοποί της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Δασικών Πυρκαγιών είναι η αύξηση των θετικών επιπτώσεων από τη χρήση της φωτιάς στο μέγιστο και η μείωση των ζημιών της στο ελάχιστο, με την ανάπτυξη συστημάτων, που συνδυάζουν μεθόδους πρόληψης και καταστολής των πυρκαγιών, καθώς και στρατηγικές που περιλαμβάνουν τη χρήση του πυρός και συντονίζουν την παραδοσιακή χρήση της φωτιάς.

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί τη σημαντικότερη, αποτελεσματικότερη και τη λιγότερο δαπανηρή δραστηριότητα, για την αντιπυρική προστασία του δασικού και γενικότερα του φυσικού περιβάλλοντος.

Ο όρος *πρόληψη δασικών πυρκαγιών* περιλαμβάνει ένα σύνολο ενεργειών που πραγματοποιούνται πριν από την έναρξη μιας πυρκαγιάς, με στόχο:

- τη μείωση ή εξάλειψη της πιθανότητας εκδήλωσης πυρκαγιών,
- τη μείωση της πιθανότητας εξάπλωσης κάθε εκδηλούμενης πυρκαγιάς και
- την ύπαρξη ενός μηχανισμού να εντοπίσει γρήγορα κάθε νέα πυρκαγιά, για την άμεση καταστολή.

Τα μέτρα της πρόληψης αφορούν:

- Τη χρήση συστημάτων προσδιορισμού κινδύνου πυρκαγιάς, που καθορίζουν χρονικά την πιθανότητα εκδήλωσης της σε μια περιοχή, με σκοπό την άμεση επέμβαση των δυνάμεων καταστολής.
- Την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για τα αίτια πρόκλησης και τις επιπτώσεις των πυρκαγιών .
- Την εκτέλεση διαφόρων έργων υποδομής που βοηθούν στην εφαρμογή των σχεδίων καταστολής (διανοίξεις και βελτιώσεις δασικών δρόμων και αντιπυρικών ζωνών, κατασκευή και εγκατάσταση δεξαμενών νερού και παρατηρητήριων στα δάση, καθαρισμοί δασικής βλάστησης σε περιοχές υψηλού κινδύνου κ.λπ.)

Μέρος των ενεργειών πρόληψης είναι και οι προκατασταλτικές δραστηριότητες που γίνονται πριν την εκδήλωση των πυρκαγιών, με στόχο την μέγιστη αποτελεσματικότητα της καταστολής. Ο προκατασταλτικός σχεδιασμός περιλαμβάνει εργασίες και υποδομές, όπως η εγκατάσταση σημείων υδροληψίας, σήμανση δασικών δρόμων κ.α.

## **2.4.2 Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης ως μέσο πρόληψης πυρκαγιών**

Τα ΓΣΠ έχουν γίνει ένα αναπόσπαστο μέρος της περιβαλλοντικής μοντελοποιημένης τεχνολογίας να διαχειρίζονται και να αναλύουν όλο και πιο περίπλοκα και ποικίλα περιβαλλοντικά δεδομένα.

Τα ΓΣΠ περιλαμβάνουν εφαρμογές λογισμικού χαρτογράφησης, οι οποίες παρέχουν ανάλυση χωρικών δεδομένων συνδέοντας τοποθεσίες με πληροφορίες σχετικά με αυτές (Liu et al., 2011, Wright, 1997). Ο κύριος στόχος των ΓΣΠ σε διαχείριση κινδύνων, είναι η εξασφάλιση της υποστήριξη λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων σε τομείς που σχετίζονται με την κοινοτική ασφάλεια και βιωσιμότητα. Επιπλέον αντιπροσωπεύει τον αναλυτικό μηχανισμό που συντονίζει τη διαδικασία αξιολόγησης των φυσικών κινδύνων.

Έχουν εφαρμοστεί διάφορα συστήματα λήψης αποφάσεων, βασισμένα στις δυνατότητες των ΓΣΠ. Συγκεκριμένα πολλά συστήματα λήψης αποφάσεων έχουν εστιαστεί στην εκτίμηση της επικινδυνότητας για πρόκληση δασικών πυρκαγιών. Οι Barbarosa et al., (2010), περιγράφουν ένα σύστημα λήψης αποφάσεων με χωρικό εντοπισμό των ενεργών πυρκαγιών και διαμόρφωση χάρτη επικινδυνότητας. Οι Kalabokidis et al., (2011) διαμόρφωσαν ακόμα πιο σύνθετο δείκτη επικινδυνότητας που αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο που συνδράμει στην πρόληψη και στην καταστολή των δασικών περιοχών.

Ένα σημαντικό στοιχείο στην επιλογή των ΓΣΠ είναι ο προσδιορισμός ενός ελάχιστου απαιτούμενου συνόλου δυνατοτήτων (GIS, 2012). Τα πιο σημαντικά περιλαμβάνουν: ανάκτηση δεδομένων, σύλληψη, αποθήκευση, διαχείριση, ανάλυση και την απεικόνιση των σύνθετων περιβαλλοντικών στοιχείων, παραθέτοντας αυτά στο χώρο και στο χρόνο, για την αξιολόγηση του κινδύνου πυρκαγιών, δημιουργώντας, τελικά, γεωγραφικούς δείκτες κινδύνου πυρκαγιάς.

Τα ΓΣΠ και οι τεχνολογίες συστημάτων και τηλεπισκόπησης έχουν συχνά χρησιμοποιηθεί και στη μελέτη πυρκαγιών (e.g., Amiro et al., 2000, Clemente et al., 2009, Roder et al., 2008;). Ωστόσο, έχουν επικεντρωθεί κυρίως στον κίνδυνο πυρκαγιάς (e.g. Hernandez-Leal et al., 2006, Jaiswal et al., 2002, Maselli et al., 2000, Tábara et al., 2003, Vasilakos et al., 2007, Vadrevu et al., 2010) ή σχετικά με την αντίδραση μετά από την πυρκαγιά (e.g., Díaz-Delgado et al., 2002, Keramitsoglou et al., 2004, Ricotta et al., 1998, Vafeidis and Drake, 2005) μεταξύ άλλων. Τα ΓΣΠ μπορούν να παίξουν ένα σημαντικό

ρόλο ως εργαλείο σχεδιασμού για τα δάση και υποθέσεων για χρήση γης σε μια ευρύτερη έννοια.

Πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν διάφορες μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης μέσω των πλατφόρμων των ΓΣΠ, για να προσδιορίσουν την επικινδυνότητα πρόκλησης δασικών πυρκαγιών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση τους. (Chen et al., 2003, 2004; Iliadis et al., 2002, 2005; Kaloudis et al., 2005, Power 2006; Sakellariou et al., 2015; Zhen et al., 2011).

## **2.5 Διεθνής πραγματικότητα**

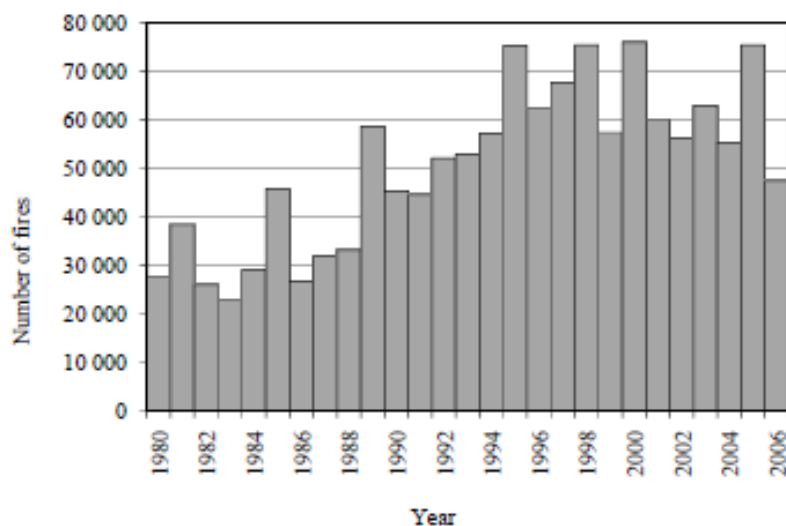
### **2.5.1 Γεγονότα, Αριθμοί και Τάσεις των δασικών πυρκαγιών στην ΕΕ**

Οι μεσογειακές χώρες, είναι περιοχές υψηλότερου κινδύνου για έναρξη δασικών πυρκαγιών (Sebastian-Lopez et al., 2008), ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι χαμηλές βροχοπτώσεις και οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες αποξηραίνουν την βλάστηση και κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργούν ιδανικές συνθήκες για την ανάφλεξη της φωτιάς και την εξάπλωση της. Αυτές οι επικίνδυνες περίοδοι είναι πιθανόν να επιδεινωθούν και να προκύπτουν πιο συχνά στο μέλλον, σύμφωνα με τα σενάρια κλιματικής αλλαγής.

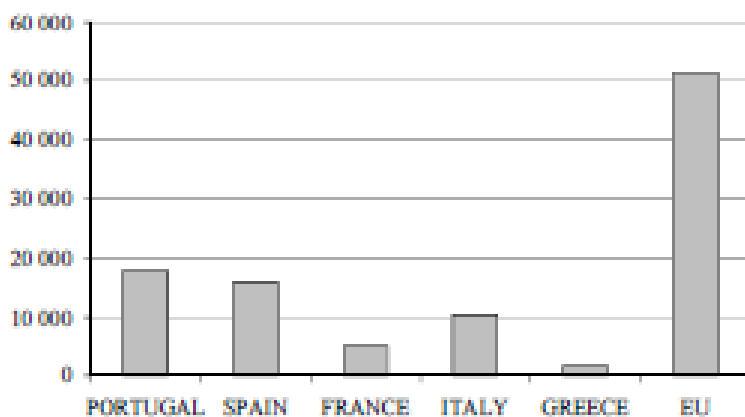
Ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών έχει παρουσιάσει αύξηση στην περιοχή της Μεσογείου της ΕΕ, το διάστημα των τελευταίων δεκαετιών, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2.4. Η συχνότητα των δασικών πυρκαγιών, δηλαδή ο ακριβής αριθμός των πυρκαγιών ανά διοικητική περιοχή (π.χ. χώρα) εμφανίζεται στο διάγραμμα 2.5 για την περίοδο 1980-2006. Ωστόσο, οι μεγαλύτερες χώρες μπορεί να έχουν υψηλότερο αριθμό πυρκαγιών. Επομένως, ο αριθμός των πυρκαγιών και οι επιπτώσεις αυτών συσχετίζονται με τη συνολική έκταση των δασών και δασικών εκτάσεων της χώρας.

Παρόλο που οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό φαινόμενο σε πολλά μέρη του κόσμου, στην περιοχή της ευρωπαϊκής Μεσογείου είναι αποτέλεσμα της εντατικής ανθρώπινης δραστηριότητας και της περιβαλλοντικής πίεσης (Oliveira et al, 2012). Οι δασικές πυρκαγιές στην Ευρώπη προκαλούνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, σε ποσοστό περίπου 95%. (Vázquez and Moreno 1998, San-Miguel-Ayanz and Camia, 2010, Catry et al., 2010). Ένας τυποποιημένος δείκτης της «πυκνότητας πυρκαγιάς», μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το λόγο αυτό. Η εικόνα 2.9 παρουσιάζει, τον χάρτη πυκνότητας πυρκαγιάς που είναι ο αριθμός των πυρκαγιών ανά 10 τετραγωνικά km δάσους ή δασικής έκτασης μιας χώρας ανά διοικητική μονάδα, για εκείνες τις Ευρωπαϊκές χώρες

για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία στο EFFIS. Σύμφωνα με αυτόν τον δείκτη, οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα φαινόμενο, που επαναλαμβάνεται συχνά στις Μεσογειακές χώρες της ΕΕ και εμφανίζονται επίσης με ένα σχετικό υψηλό ποσοστό και σε άλλες χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης.

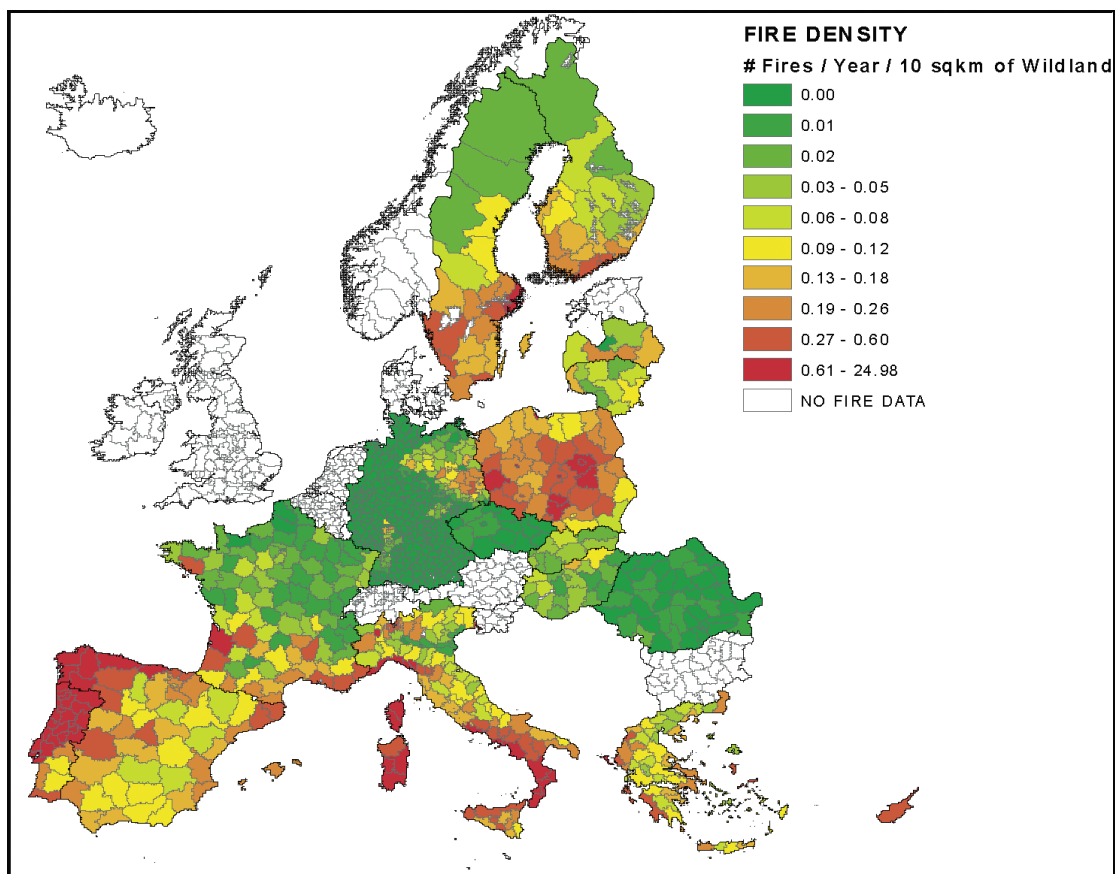


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4.:** Αριθμός πυρκαγιών στην περιοχή της Μεσογείου (EFI Discussion Paper 15, 2009).



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5.:** Μέσος αριθμός πυρκαγιών σε κάθε Μεσογειακή χώρα της ΕΕ κατά την περίοδο 2000–2006 (EFI Discussion Paper 15, 2009).

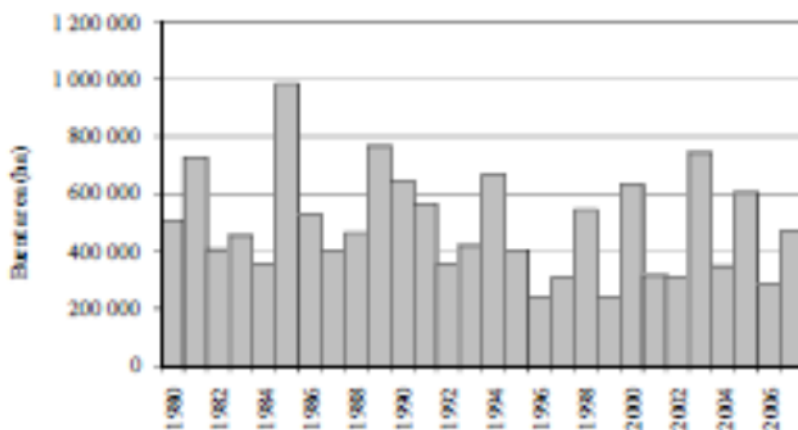
Η εικόνα 2.9 παρουσιάζει τη μέση ετήσια κατανομή του αριθμού των πυρκαγιών για την ΕΕ ανά διοικητική μονάδα, παρέχοντας μια καλή επισκόπηση της χωρικής κατανομής των πυρκαγιών στην Ευρώπη. Αυτό ο δείκτης επισημαίνει ότι οι δασικές πυρκαγιές κατανέμονται αναλογικά όχι μόνο με τις κλιματικές συνθήκες, αλλά και με τις κοινωνικοοικονομικές αιτίες που επιδρούν στην πρόκληση μίας πυρκαγιάς.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.9.:** Μέση ετήσια κατανομή αριθμού πυρκαγιών στην ΕΕ ανά διοικητική μονάδα (νομοί) (EFI Discussion Paper 15, 2009).

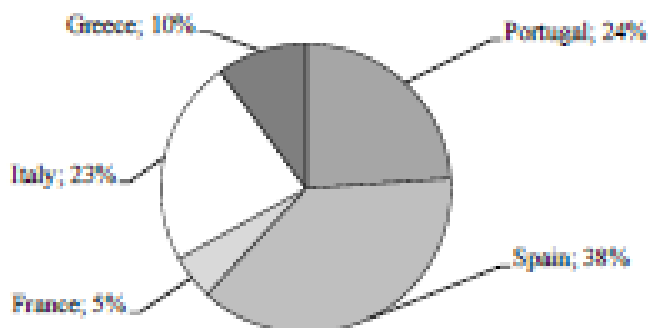
Οι δασικές πυρκαγιές στην περιοχή της Μεσογείου παρουσιάζουν τρεις μέγιστες τιμές δραστηριότητας. Η μεγαλύτερη δραστηριότητα εμφανίζεται το καλοκαίρι, από Ιούνιο μέχρι και Αύγουστο και μερικές φορές εκτείνεται μέχρι το Σεπτέμβριο. Η δεύτερη μέγιστη τιμή δραστηριότητας εμφανίζεται την άνοιξη, κατά ένα μέρος, λόγω των εποχιακών εργασιών, όπως το καθάρισμα των θάμνων κλπ. Τέλος, μία τρίτη μέγιστη τιμή εμφανίζεται το χειμώνα στις ορεινές περιοχές. Αυτό οφείλεται συχνά στις ξηρές περιόδους και στο πρόωρο λιώσιμο του χιονιού το Φεβρουάριο και Μάρτιο, που συνδέονται με το φαινόμενο Foehn, με συνέπεια ο ξηρός αέρας που κατεβαίνει από ένα βουνό, να θερμαίνεται επιπλέον καθώς κατεβαίνει.

Κατά μέσο όρο, μισό εκατομμύριο εκτάρια μεσογειακών δασών καίγονται κάθε έτος, όπως παρουσιάζεται στην διάγραμμα 2.6 και εντοπίζονται κυρίως στην Ισπανία, Πορτογαλία, Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα, αποτελούν το 75% της συνολικής καμένης έκτασης.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6.:** Καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου της ΕΕ (EFI Discussion Paper 15, 2009).

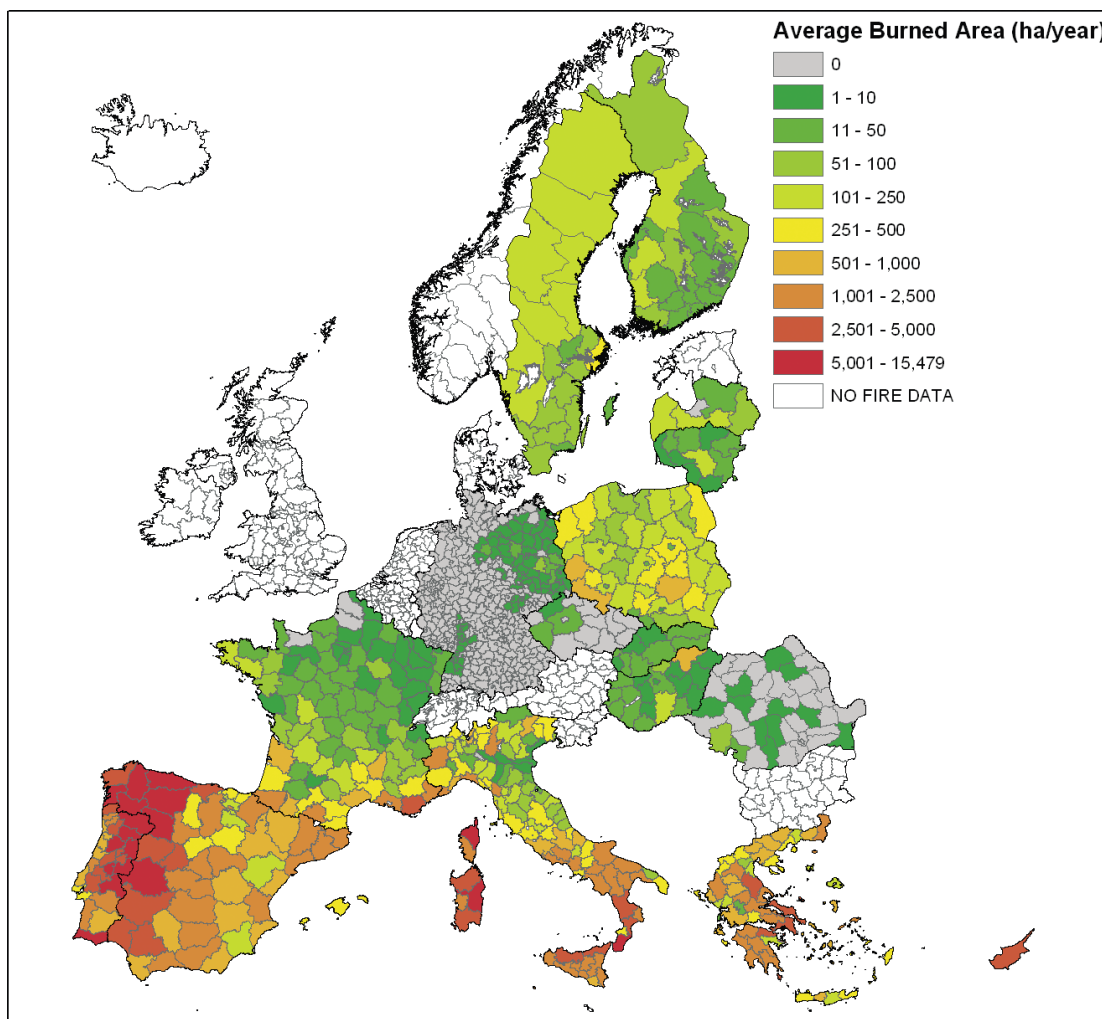
Οι καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου, κατανέμονται διαφορετικά κάθε έτος, δεδομένου ότι επηρεάζονται στενά από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Οι περισσότερες από τις καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου της ΕΕ εκτείνονται στην Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ιταλία, με τις μικρότερες εκτάσεις στην Ελλάδα και τη Γαλλία (διάγραμμα 2.7).



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7.:** Κατανομή καμένων εκτάσεων στις Μεσογειακές χώρες της ΕΕ (EFI Discussion Paper 15, 2009).

Η εικόνα 2.10 παρουσιάζει τη χωρική κατανομή των καμένων εκτάσεων στην Μεσόγειο και παρέχει μία βάση σύγκρισης με την υπόλοιπη Ευρώπη. Οι μεγάλες πυρκαγιές αυτές δηλαδή που είναι μεγαλύτερες 50 ha, προκαλούν τις περισσότερες από τις καμένες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου. Παρόλο που αντιπροσωπεύουν μόνο το 2, 6% του συνολικού αριθμού των πυρκαγιών, σε αυτές οφείλεται το 75% περίπου της συνολικής καμένης έκτασης ετησίως. Είναι αξιοσημείωτο να τονιστεί, ότι ο αριθμός των πολύ μεγάλων πυρκαγιών, εκείνων δηλαδή που ξεπερνάνε τα 500 εκτάρια, είναι αρκετά

σταθερός τις τελευταίες δεκαετίες (San-Miguel Ayanz και Camia, 2010), παρόλο που ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών στην περιοχή παρουσιάζει ανοδική τάση.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.10.:** Χάρτης καμένων εκτάσεων στην ΕΕ ανά διοικητική μονάδα (EFI Discussion Paper 15, 2009)

### 2.5.2 Η κατάσταση των δασών στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Το δασικό τοπίο της Ευρώπης είναι ένα μωσαϊκό που έχει διαμορφωθεί σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες ενέργειες. Τα δάση της ΕΕ αντιπροσωπεύουν το 4% των παγκόσμιων δασικών εκτάσεων, καταλαμβάνοντας έκταση 161 εκατομμυρίων εκταρίων. Μεταξύ 1990 και 2010, η επιφάνεια των δασών στην ΕΕ αυξήθηκε κατά 11 εκατομμύρια εκτάρια, κυρίως λόγω τόσο των αναδασώσεων όσο και της φυσικής εξάπλωσης των δασών.

Τα δάση της Ευρώπης, είναι πολύτιμα οικοσυστήματα διαφόρων μορφών και χρήσεων. Η ΕΕ λόγω της γεωγραφικής πολυμορφίας της έχει διάφορα είδη δασών (αρκτικά δάση, αλπικά δάση κωνοφόρων κ.λπ.). Η κατανομή τους εξαρτάται κυρίως από το κλίμα, το

έδαφος, το υψόμετρο και την τοπογραφία. Το ποσοστό των φυσικών δασών της αντιστοιχεί στο 4%, των φυτειών στο 8% και των «ημιφυσικών» δασών, δηλαδή των δασών που έχουν υποστεί αλλαγές από τον άνθρωπο, ανήκει στο υπόλοιπο. Στην πλειονότητα τους, τα δάση της Ευρώπης είναι ιδιωτικές ιδιοκτησίες, περίπου 60% των εκτάσεων

Από την περιβαλλοντική πλευρά, τα δάση προσφέρουν αναρίθμητες οικοσυστημικές υπηρεσίες: συμβάλλουν στην προστασία των εδαφών, συμμετέχουν στον κύκλο του ύδατος και ρυθμίζουν το τοπικό κλίμα καθώς και το παγκόσμιο κλίμα. Ως οικότοποι διαφόρων ειδών, προστατεύουν επίσης τη βιοποικιλότητα.

Η κύρια εκμετάλλευση των ευρωπαϊκών δασών είναι η ξυλεία. Από τα 161 εκατομμύρια εκτάρια δασικών εκτάσεων, τα 134 εκατομμύρια διατίθενται για την παραγωγή ξυλείας. Η κύρια χρήση τους είναι η παραγωγή ενέργειας σε ποσοστό 42%, έναντι 24% για τα πριονιστήρια, 17% για τη χαρτοβιομηχανία και 12% για τη βιομηχανία πινακίδων. Το ξύλο στην ΕΕ, χρησιμοποιείται κατά 50%, για την κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, τα δάση προμηθεύουν εκτός από ξύλο, τρόφιμα (σαρκώδεις καρποί και μανιτάρια), φελλό, ρητίνες και έλαια. Χρησιμεύουν επίσης ως βάση για ορισμένες δραστηριότητες (κυνήγι, τουρισμός, κλπ.). Τα δάση επίσης αποτελούν πηγή απασχόλησης, ιδίως στις αγροτικές περιοχές. Ο δασικός τομέας (δασοκαλλιέργεια, βιομηχανία ξύλου και χάρτου) αντιστοιχεί στο 1% περίπου του ΑΕΠ της ΕΕ και δίνει απασχόληση περίπου σε 2, 6 εκατομμύρια άτομα. Τέλος, τα δάση κατέχουν σπουδαία θέση και στον ευρωπαϊκό πολιτισμό.

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ήδη πρόκληση για τα ευρωπαϊκά δάση. Τα δάση, κάποια συγκεκριμένα παράσιτα καθώς και η συχνότητα και η ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων, θα επηρεαστούν με διαφορετικό τρόπο στην περιοχή κατανομής τους, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση των δασών και την ταχύτητα ανάπτυξης τους. Τα δάση έχουν να αντιμετωπίσουν, δύο σημαντικές προκλήσεις, την προσαρμογή τους στις εν λόγω εξελίξεις και την συμβολή τους στην καταπολέμηση αυτών.

Με την κλιματική αλλαγή έχουν προκληθεί αβιοτικές και βιοτικές απειλές. Στους αβιοτικούς παράγοντες που απειλούν τα ευρωπαϊκά δάση, μπορούμε να αναφέρουμε τις πυρκαγιές (ιδίως στη Μεσόγειο), τις ξηρασίες, τις θύελλες και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Επιπλέον, οι κατασκευές υποδομών, στον τομέα των μεταφορών, επηρεάζουν την κατάτμηση των δασών, συνιστώντας κίνδυνο για τη βιοποικιλότητα. Οι βιοτικοί

παράγοντες, τα ζώα (έντομα, ελαφοειδή) και οι ασθένειες έχουν επιδεινώσει την κατάσταση των δασών, συνολικά, περίπου στο 6% των εκτάσεων.

Αν και οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει φωτιές στην περιοχή της Μεσογείου για δεκάδες χιλιάδες χρόνια (Goren-Inbar et al., 2004), μόνο τα τελευταία 10.000 περίπου ο άνθρωπος έχει επηρεάσει σημαντικά το καθεστώς της φωτιάς (Daniau et al., 2010). Αν και η χρήση της φωτιάς ως εργαλείο διαχείρισης συνεχίζεται μέχρι και σήμερα, το δεύτερο μισό του περασμένου αιώνα φάνηκε μια σημαντική αλλαγή και μια μετατόπιση του καθεστώτος, λόγω της εγκατάλειψης πολλών αντιπαραγωγικών εκτάσεων (Moreno et al., 1998, Pausas and Fernández-Muñoz, 2012). Παρόλο που η φωτιά εξακολουθεί να είναι ένα παραδοσιακό εργαλείο διαχείρισης σε ορισμένες αγροτικές περιοχές,

για τον έλεγχο της βλάστησης και την ενίσχυση των βοσκοτόπων για ζωοτροφές, οι περισσότερες φωτιές αυτές τις μέρες δεν σχετίζονται πλέον με τη διαχείριση της γης (San-Miguel-Ayan et al., 2012a, b).

### **2.5.3 Δασικές πολιτικές και πρωτοβουλίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

Αν και οι ευρωπαϊκές χώρες έχουν συλλέξει πληροφορίες για τις δασικές πυρκαγιές από τη δεκαετία του 1970, η έλλειψη εναρμονισμένων πληροφοριών σε ευρωπαϊκό επίπεδο, παρεμπόδισε μια ολιστική προσέγγιση πρόληψης των δασικών πυρκαγιών στην περιοχή. Έχει αναπτυχθεί από κοινού από τις υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EC) (Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος και το Κοινό Κέντρο Ερευνών) και τις σχετικές υπηρεσίες πυρόσβεσης στις χώρες (δασικές πυρκαγιές και υπηρεσίες πολιτικής προστασίας), το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Πυρκαγιές (EFFIS), ανταποκρινόμενο στις ανάγκες των ευρωπαϊκών οργανισμών ως Κέντρο Παρακολούθησης και Πληροφόρησης της Πολιτικής Προστασίας, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Υπηρεσιών και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Το EFFIS είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα, που καλύπτει τον πλήρη κύκλο διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών από το 2005, την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και την ετοιμότητα για ανάλυση μετά από πυρκαγιά. Το σύστημα παρέχει πληροφορίες σε περισσότερες από 30 χώρες στις ευρωπαϊκές και μεσογειακές περιοχές και λαμβάνει λεπτομερείς πληροφορίες για πυρκαγιές από 22 ευρωπαϊκές χώρες. Υποστηρίζει την πρόληψη και την καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών στην Ευρώπη μέσω της παροχής έγκαιρης και αξιόπιστης πληροφόρησης σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές.

Επιπρόσθετα παράγει ημερήσιους μετεωρολογικούς χάρτες πρόγνωσης κινδύνου πυρκαγιάς και εναρμονίζοντας το συντονισμό μιας ευρωπαϊκής βάσης δεδομένων για τις πυρκαγιές, το EFFIS έχει παράξει έναν αριθμό χαρτών των καμένων περιοχών για την περίοδο 2000-2005 σε πέντε ευρωπαϊκές χώρες της Ένωσης (ΕΕ) στην Μεσόγειο: Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία, Και Ισπανία (European Commission, 2001; European Commission, 2002; European Commission, 2003; European Commission, 2004; European Commission, 2005; European Commission, 2006).

Η ΕΕ δεν διαθέτει κοινή δασική πολιτική και η δασική πολιτική είναι θέμα κυρίως εθνικής αρμοδιότητας. Παρολαυτά, αρκετές ευρωπαϊκές δράσεις έχουν αντίκτυπο στα δάση της ΕΕ και τρίτων χωρών.

Τον Σεπτέμβριο του 2013 ενεκρίθη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια νέα στρατηγική της ΕΕ για τα δάση και τον δασικό τομέα (COM(2013)659). Βασικές αρχές της στρατηγικής αυτής είναι η αειφορική διαχείριση των δασών και η προώθηση του πολυλειτουργικού τους ρόλου, η αποδοτική χρήση των πόρων και η ευθύνη της ΕΕ για τα δάση σε παγκόσμια κλίμακα. Προωθεί μια συνεκτική, σφαιρική θεώρηση της διαχείρισης των δασών, καλύπτοντας τα πολλαπλά οφέλη των δασών, ενσωματώνοντας εσωτερικά και εξωτερικά ζητήματα δασικής πολιτικής και λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρη την αλυσίδα αξίας των δασών. Βελτιώνει την ανταγωνιστικότητα και ενισχύει τη δημιουργία θέσεων εργασίας, ιδίως στις αγροτικές περιοχές, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη δυνατότητα των οικοσυστημάτων να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους.

Κύριος σκοπός είναι η διαχείριση των δασών με βιώσιμο τρόπο, διασφαλίζοντας παράλληλα τα οφέλη τους αλλά και την προστασία τους, ώστε να θέσει τα δάση στην πορεία προς μια πράσινη οικονομία. Για την επίτευξη αυτή, είναι αναγκαία η δέσμευση και η πολιτική στήριξη όλων των εμπλεκόμενων μερών.

Στηρίζεται στις θεμελιώδεις έννοιες της αειφόρου ανάπτυξης και δίνει έμφαση περισσότερο στην πρόληψη των αρνητικών επιπτώσεων στα δάση παρά στον περιορισμό και την αποκατάσταση των ζημιών

Το Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΓΤΑΑ), παρέχει κονδύλια για τα δάση της ΕΕ σε ποσοστό 90%. Σύμφωνα με τον νέο κανονισμό της ΕΕ αριθ. 1305/2013, για την περίοδο 2015-2020, ένα μόνο ειδικό μέτρο περιλαμβάνει όλους

τους τύπους ενισχύσεων υπέρ των επενδύσεων στα δάση. Με αυτό το μέτρο αυτό καλύπτονται οι επενδύσεις στην ανάπτυξη των δασικών ζωνών και η βελτίωση της βιωσιμότητας των δασών. Αυτά περιλαμβάνουν δάσωση και δημιουργία δασικών εκτάσεων, εφαρμογή αγροδοασοκομικών συστημάτων, μέτρα πρόληψης και αποκαταστάσεις ζημιών σε δάση εξαιτίας δασικών πυρκαγιών, φυσικών καταστροφών και καταστροφικών συμβάντων, επενδύσεις για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας και της περιβαλλοντικής αξίας των δασικών οικοσυστημάτων και επενδύσεις στις δασικές τεχνικές και στη μεταποίηση, τη διακίνηση και την εμπορία δασικών προϊόντων. Επιπλέον, με ένα άλλο μέτρο, αποσκοπείται η ανταμειβή των δασικών, περιβαλλοντικών και κλιματικών υπηρεσιών και η διατήρηση των δασών. Τέλος, προβλέπονται και άλλα μέτρα, χωρίς ειδική σχέση με τα δάση (πληρωμές βάσει του προγράμματος Natura 2000 για παράδειγμα). Τα δασικά μέτρα που θα εφαρμόζονται, μπορούν να επιλεγούν από κάθε κράτος μέλος. Το ίδιο ισχύει επίσης και για τα συναφή χρηματικά ποσά, στο πλαίσιο του προγράμματος αγροτικής ανάπτυξης. Κατά την περίοδο 2015-2020 προγραμματίστηκαν δημόσιες δαπάνες 27% για την αναδάσωση, 18% για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας των δασών και 18% για την πρόληψη των ζημιών, συνολικής αξίας 8, 2 δισεκατομμυρίων ευρώ .

Τα διάφορα δασικά έργα (πρόληψη των πυρκαγιών, παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και προετοιμασία για την κλιματική αλλαγή), μπορούν να συγχρηματοδοτηθούν, από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης στο πλαίσιο της πολιτικής για τη συνοχή. Επιπλέον, για την αντιμετώπιση μείζονων φυσικών καταστροφών, όπως οι θύελλες και οι δασικές πυρκαγιές, τα κράτη μέλη, μπορούν να ενισχυθούν από το Ταμείο Αλληλεγγύης (κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2012/2002 του Συμβουλίου). Σε περιπτώσεις κρίσεων που υπερβαίνουν την ικανότητα των κρατών μελών, όπως για ορισμένες δασικές πυρκαγιές (Ελλάδα, 2007 και 2012) και ορισμένες θύελλες, μπορεί να ενεργοποιηθεί, ο μηχανισμός πολιτικής προστασίας της ΕΕ (απόφαση αριθ. 1313/2013/ΕΕ).

Περίπου 37, 5 εκατομμύρια εκτάρια δάσους ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 για την προστασία της φύσης, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής πολιτικής της ΕΕ. Η ορθολογική χρήση των δασών αποτελεί μέρος των θεματικών προτεραιοτήτων του νέου προγράμματος της ΕΕ για το περιβάλλον και τη δράση για το κλίμα (LIFE 2014-2020, κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1293/2013). Επιπλέον, προβλέπεται ότι, μέχρι το 2020, η στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα (COM(2011)244) θα έχει

θέσει σε εφαρμογή τα σχέδια βιώσιμης διαχείρισης των δασών για τα δημόσια δάση. Επιπρόσθετα η ΕΕ συμμετέχει στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές, καθώς επίσης και σε διάφορες άλλες διεθνείς δράσεις για τα δάση.

## **2.6 Ελληνική πραγματικότητα**

### **2.6.1 Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα**

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

Τα ελληνικά δάση είναι ευαίσθητα στις πυρκαγιές για πολλούς λόγους: τα παρατεταμένα θερμά και ξηρά καλοκαίρια, οι ήπιοι χειμώνες (χαρακτηριστικοί του Μεσογειακού κλίματος), οι ισχυροί άνεμοι, το έντονο ανάγλυφο των δασικών εδαφών και η εύφλεκτη ξηροφυτική βλάστηση, δημιουργούν τις φυσικές προϋποθέσεις που επηρεάζουν καθοριστικά τη διάδοση των πυρκαγιών και τα ολέθρια αποτελέσματα τους. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, η έλλειψη διαχείρισης των ευαίσθητων δασών, η ταύτιση της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών με την δασοπυρόσβεση, προστίθενται στους παραπάνω παράγοντες και καθιστούν το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών ακόμα εντονότερο.

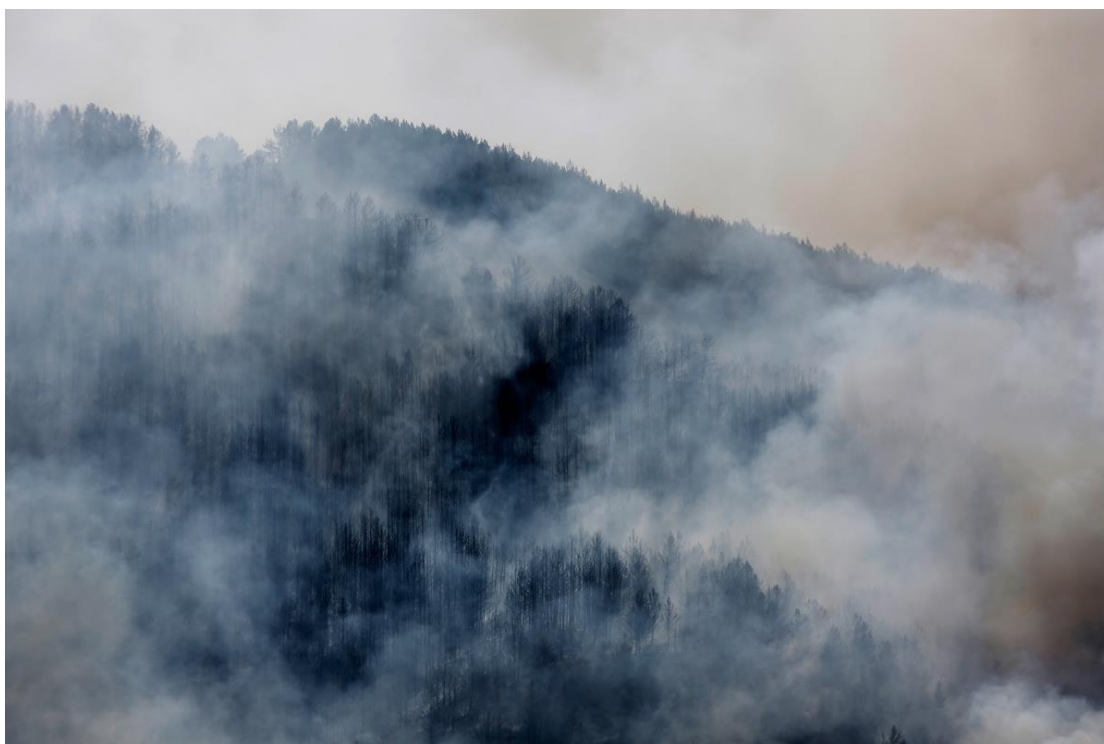
Δεδομένου ότι οι άγονες και βραχώδεις εκτάσεις της χώρας μας, καταλαμβάνουν περισσότερο από το 10% της έκτασης της, ο κύκλος των πυρκαγιών επαναλαμβάνεται και το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών αποκτάει ακόμη μεγαλύτερη σημασία.

Το 95% των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το υπόλοιπο 5% αποδίδεται σε κεραυνούς και αναφλέξεις ξερής οργανικής ύλης. Ο εμπρησμός είναι το πιο συχνό αίτιο των δασικών πυρκαγιών, με στόχο σήμερα κυρίως τη δημιουργία οικοπέδων, ενώ στο παρελθόν κυρίως βοσκοτόπων και γεωργικής γης. Η επέκταση του κινδύνου πρόκλησης πυρκαγιάς από ανθρώπινη αμέλεια, οφείλεται και στην εξάπλωση του οδικού δικτύου στις δασικές περιοχές.

Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα εκδηλώνονται κυρίως σε περιοχές με βλάστηση μεσογειακού τύπου, η οποία καλύπτει περίπου το 40% της έκτασης της χώρας. Η βλάστηση αυτή,

εκτός από φρυγανική και μακκία, περιλαμβάνει και τα χαμηλού υψομέτρου πευκοδάση με κυρίαρχα δασικά είδη τη Χαλέπιο και την Τραχεία πεύκη, τα οποία καταλαμβάνουν το 16,8% περίπου του συνόλου των ελληνικών δασών (570.000 εκτάρια). Τα δάση αυτά εκτείνονται κυρίως γύρω από αστικά κέντρα ή πλησίον τουριστικών περιοχών και αυτό τα καθιστά αντικείμενο ανθρωπογενών επιδράσεων, είτε με τη μορφή έντονης εκμετάλλευσης, είτε με τη μορφή εκχέρσωσης και συρρίκνωσης από την πίεση της έντονης οικιστικής δραστηριότητας και της τουριστικής ανάπτυξης.

Είναι δε χαρακτηριστικό ότι τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, παρά τον σημαντικό αριθμό των πυρκαγιών και την επέκταση των οικιστικών, παραθεριστικών και άλλων χρήσεων σε βάρος δασικών οικοσυστημάτων, η δασοκάλυψη αργά αλλά σταθερά χρόνο με τον χρόνο αυξάνεται. Αιτία είναι η εγκατάλειψη αγρών σε ορεινές και απομακρυσμένες κυρίως κοινότητες της χώρας, οι οποίες μαραζώνουν με συνέπεια τη μετατροπή των αγρών σε δασικά οικοσυστήματα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.11.:** Πυρκαγιά στη Θάσο, 2016 ([http://www.huffingtonpost.gr/2016/09/12/fotografies-pyrkagies-thaso-koinwnia\\_n\\_11975834.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/09/12/fotografies-pyrkagies-thaso-koinwnia_n_11975834.html))

## 2.6.2 Νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα

Ο κύριος φορέας για την προστασία και διαχείριση των κρατικών δασών της Ελλάδας καθώς και για την εποπτεία και τον έλεγχο των ιδιωτικών δασών, είναι η Δασική Υπηρεσία. Η υπηρεσία αυτή λειτουργεί υπό το όνομα Διεύθυνση Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος, η οποία ανήκει στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Οι Νόμοι 86/1969 και 1650/1986 αποτελούν το βασικό νομικό πλαίσιο της Ελλάδας για την προστασία και διαχείριση των δασών και άλλων δασικών εκτάσεων. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί, πως η πρώτη αναφορά για προστασία των δασών έγινε στα Άρθρα 24 και 117 του Συντάγματος 1975.

Άλλες συμμετέχουσες αρχές είναι :

- *Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας:* προστατεύει την ανθρώπινη ζωή, υγεία, την ιδιοκτησία, την πολιτιστική κληρονομιά, τα ιστορικά μνημεία και κτίρια, τους πόρους και τις υποδομές από φυσικούς, τεχνολογικούς και άλλους σημαντικούς κινδύνους.
- *Το Σώμα Πυροσβεστικής:* υπεύθυνο για τον επιχειρησιακό σχεδιασμό της καταστολής των δασικών πυρκαγιών, αλλά και για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές, την οργάνωση περιπολιών καθώς και την επίγεια και εναέρια φύλαξη περιοχών όπου ξέσπασε πυρκαγιά καθώς υπάρχει πιθανότητα αναζωπύρωσης.

Το κράτος για την ενίσχυση του ρόλου των αρμόδιων υπηρεσιών έναντι των κινδύνων που προέρχονται από δασικές πυρκαγιές προχώρησε στη σύσταση των ακόλουθων νόμων: *Νόμος 2612/1998:* αναθέτει την ευθύνη και τον επιχειρησιακό σχεδιασμό της καταστολής των πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις στο Ελληνικό Πυροσβεστικό Σώμα. *Νόμος 3511/2006:* αναθέτει την ευθύνη στο Ελληνικό Πυροσβεστικό Σώμα για προστασία από δασικές πυρκαγιές και φυσικές καταστροφές. *Διυπουργική Απόφαση 12030/1999:* καθορίζει τη διαλειτουργικότητα, τους ρόλους και τις ευθύνες όλων των εμπλεκόμενων κρατικών αρχών (τοπικές, δημοτικές, αρχές υγειονομικής περίθαλψης), σε συνεργασία με την Ελληνική Αστυνομία, το Πυροσβεστικό Σώμα και την Ελληνική Δασική Υπηρεσία.

Σύμφωνα με το Νόμο 3013/2002, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας είναι υπεύθυνη για την κινητοποίηση και το συντονισμό των εμπλεκόμενων δημόσιων

υπηρεσιών, όπως του Πυροσβεστικού Σώματος, της Ελληνικής Αστυνομίας, των Ένοπλων Δυνάμεων, των εθελοντών, των περιφερειακών και τοπικών αρχών, κ.α. Ο εσωτερικός κανονισμός 1521/2013 ορίζει τους ρόλους και τις ευθύνες όλων αυτών των αρχών, προκειμένου να διασφαλιστούν μέτρα ετοιμότητας για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών.

Οι δασικές πυρκαγιές εντάσσονται ως φαινόμενο στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών, σύμφωνα με το Γενικό Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας «Ξενοκράτης». Τα αίτια πρόκλησης μπορεί να είναι φυσικά ή ανθρωπογενή, και οι πλέον επικίνδυνες περιοχές για την εκδήλωση πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις απεικονίζονται σε χάρτες στην ιστοσελίδα (<http://www.civilprotection.gr>), της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας.

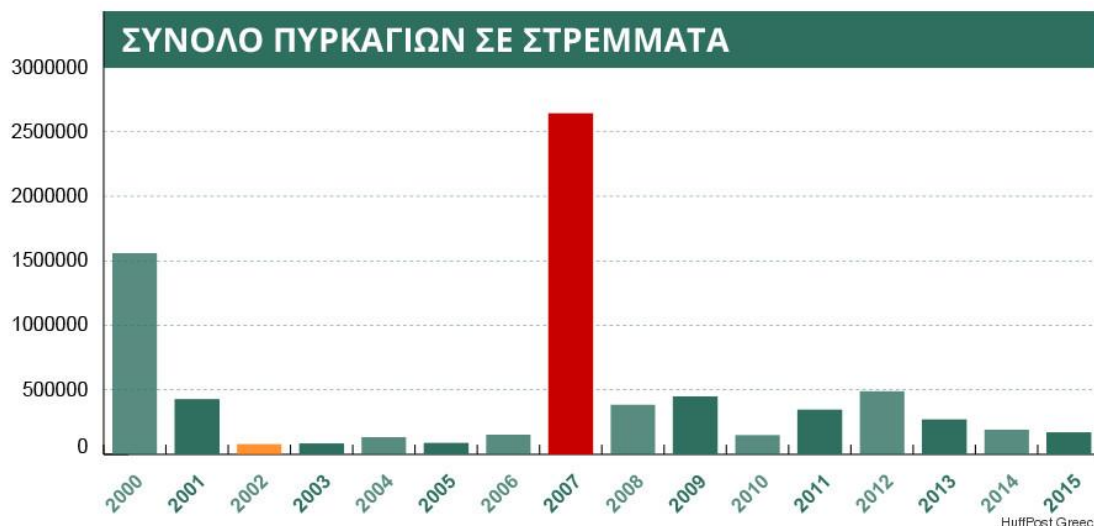
Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, ως αρμόδιο θεσμοθετημένο επιτελικό όργανο, έχοντας ως δεδομένο ότι η αντιμετώπιση του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών προϋποθέτει την κατ' ανάγκη εμπλοκή και συντονισμένη δράση πολλών υπηρεσιών και φορέων και ότι η προληπτική οργάνωση είναι το σημαντικότερο στοιχείο της όλης προσπάθειας, για την προστασία των πολιτών, των οικισμών και των δασών από τις πυρκαγιές, έχει επιλέξει για την αντιμετώπιση του προβλήματος στρατηγικές, που βασίζονται στο διεπιστημονικό σχεδιασμό, την προληπτική οργάνωση και τον κρατικό συντονισμό.

Με βάση τα άρθρα 23 & 25 του Ν. 998/79 προκύπτει η υποχρέωση (για τους Φορείς, που αναφέρονται για δράσεις που προσδιορίζονται στην ΚΥΑ 12030/Φ.109.1/1999 για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών) ανάπτυξης μηχανισμού και λήψης μέτρων, έτσι ώστε να υπάρχει άμεσος έλεγχος των δασικών πυρκαγιών που ενδέχεται να εκδηλωθούν κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου.

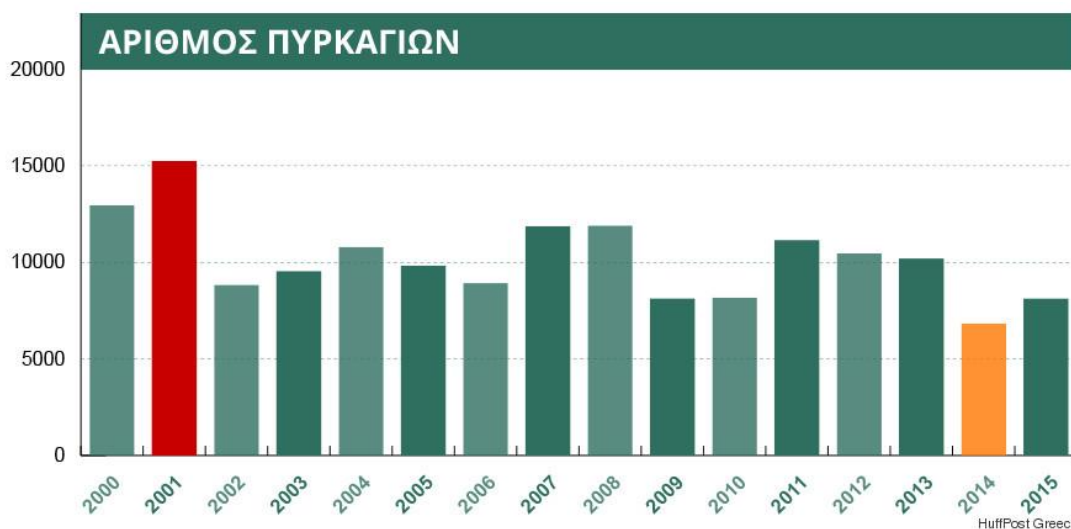
Τα δασικά οικοσυστήματα της Ελλάδος, που είναι ευαίσθητα στις πυρκαγιές, εντοπίζονται κυρίως στην παραλιακή, λοφώδη και υποορεινή περιοχή, όπου τείνουν να κυριαρχούν φρύγανα, αείφυλλα πλατύφυλλα και πευκοδάση., θεωρούνται ως ζώνες σημείων έναρξης των περισσότερων δασικών πυρκαγιών, θεωρούνται οι παραπάνω περιοχές, με υψόμετρο 0-600 μέτρων, χωρίς να αποκλείεται η εμφάνισή τους και σε μεγαλύτερα υψόμετρα (ορεινούς όγκοι). Ως αντιπυρική περίοδος στην Ελλάδα, ορίζεται από την 1η Μαΐου μέχρι τις 31 Οκτωβρίου.

### 2.6.3 Τα δεδομένα των πυρκαγιών 2000-2015

Σύμφωνα με τα δεδομένα των πυρκαγιών, διαφαίνεται ότι μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2007, μια μειωτική τάση όσον αφορά στον αριθμό των πυρκαγιών, με άνοδο το 2011, η οποία ακολουθήθηκε στη συνέχεια ξανά από μειωτική τάση .

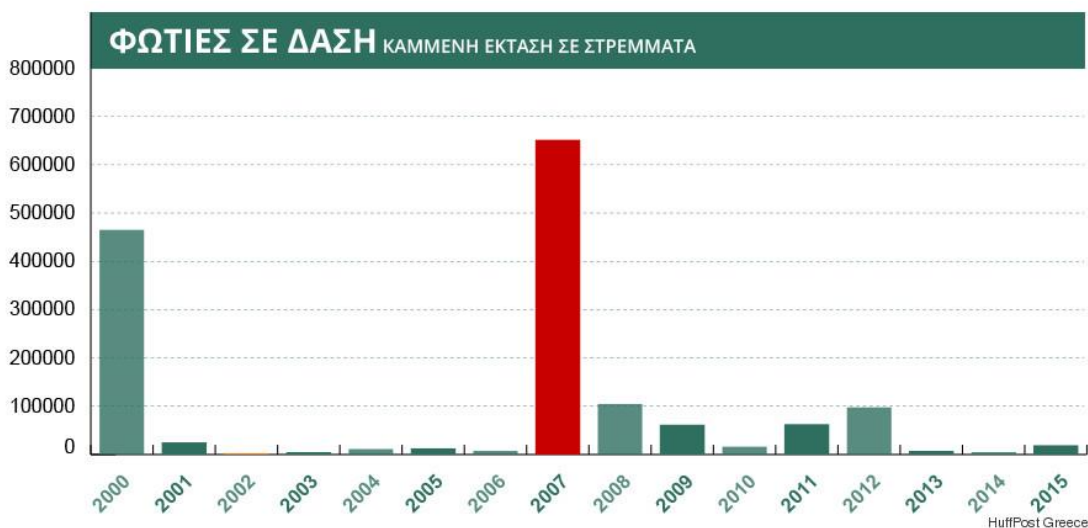


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8.:** Σύνολο πυρκαγιών σε στρέμματα από το 2000 -2015  
([http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.9.:** Αριθμός πυρκαγιών σε στρέμματα από το 2000 -2015  
([http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))

Το μοιραίο από άποψης πυρκαγιών 2007, όπως φαίνεται στα γραφήματα, κατακάηκαν 2.644.083, 1 στρέμματα συνολικά, τα 651.585, 7 εκ των οποίων ήταν από φωτιές σε δάση και τα 836.875 σε δασικές εκτάσεις, με τους νεκρούς να ανέρχονται σε δεκάδες.



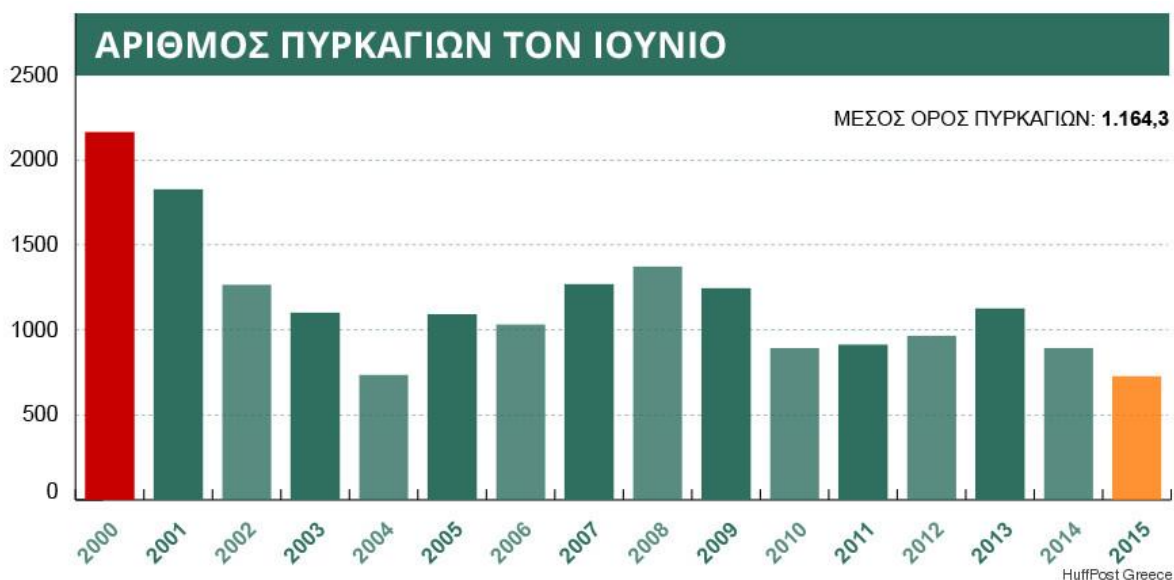
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.10.:** Καμένες εκτάσεις δασών σε στρέμματα από το 2000 -2015 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



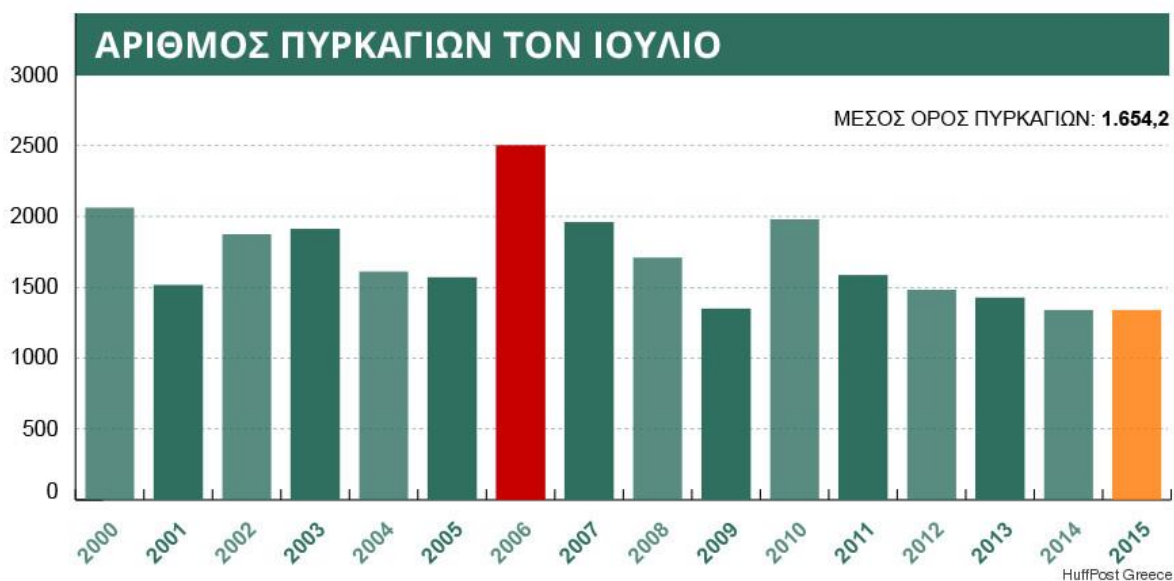
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.11.:** Καμένες εκτάσεις δασικών εκτάσεων σε στρέμματα από το 2000 -2015 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))

Οι πληγείσες περιοχές περιλάμβαναν τους νομούς Μεσσηνίας, Αρκαδίας, Ηλείας, Αχαΐας, Λακωνίας, Αργολίδας, Κορινθίας, Αττικής, Ευβοίας και Φθιώτιδας, με την Ηλεία να πλήττεται σκληρότερα .

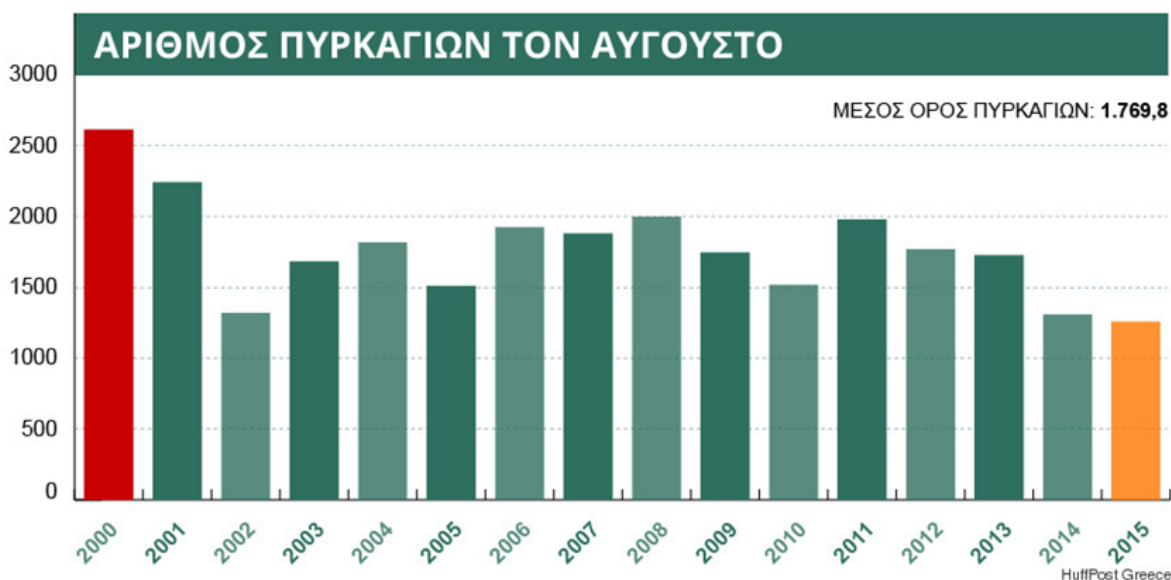
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης τα στοιχεία για τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, κατά τους οποίους εκδηλώνονται οι περισσότερες και πιο καταστροφικές πυρκαγιές.



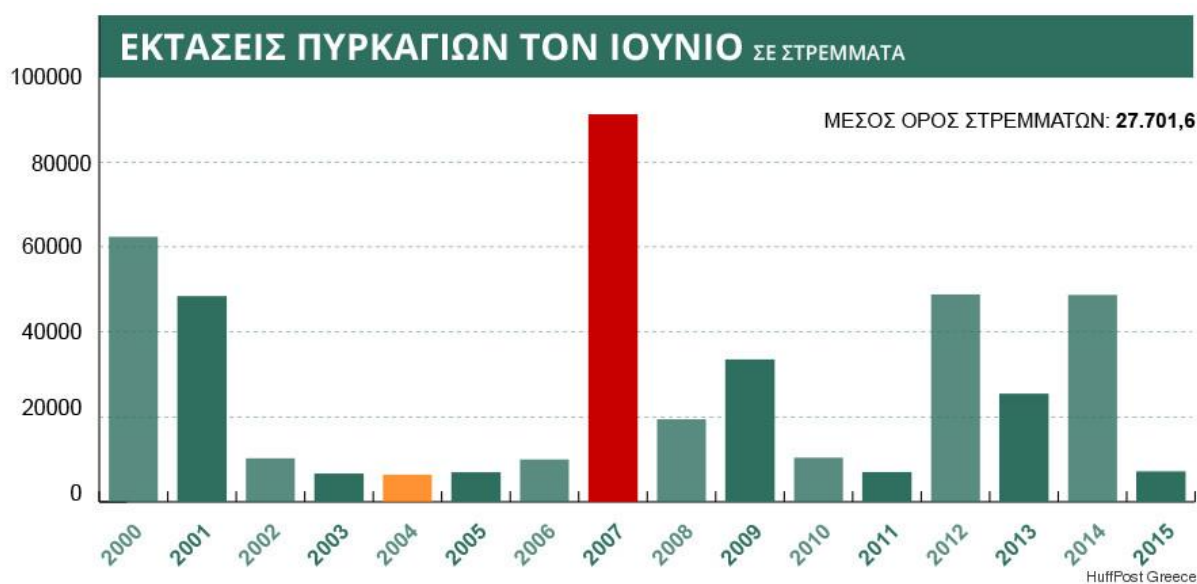
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.12.:** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουνίου  
 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



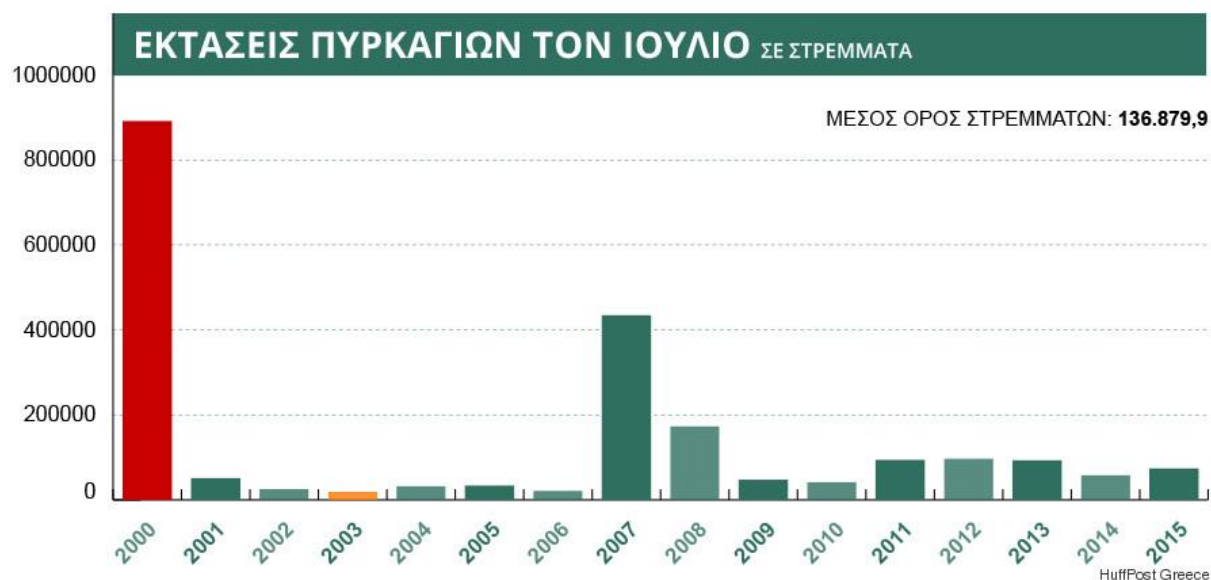
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.13.:** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουλίου  
 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



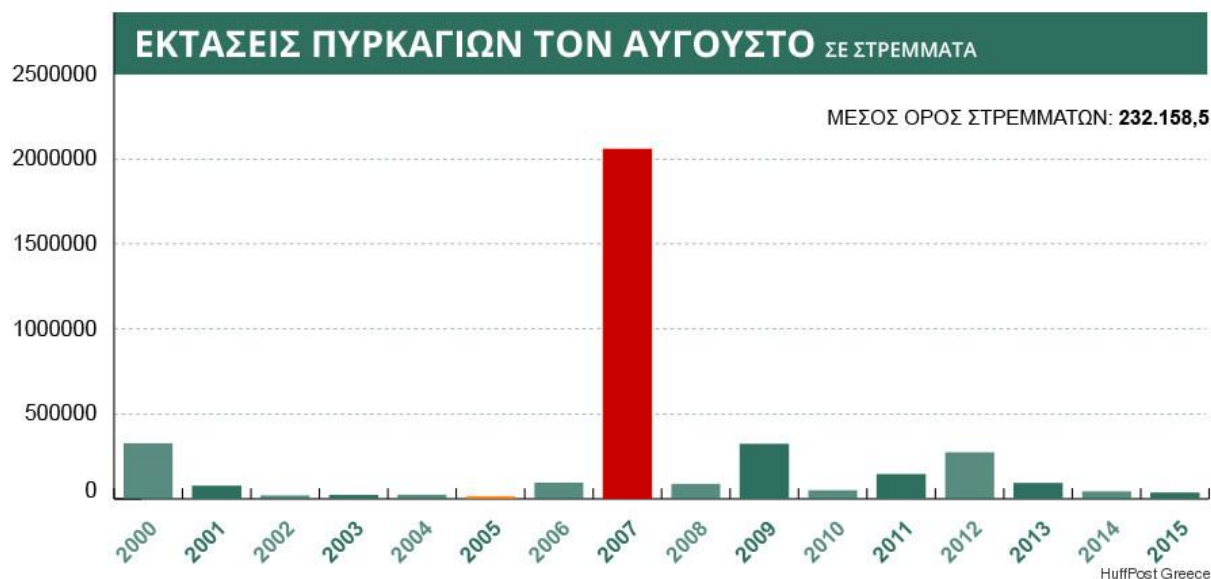
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.14.:** Αριθμός πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Αυγούστου  
 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.15.:** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουνίου  
 ([http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr /2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html))



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.16.:** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Ιουλίου ([http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html)).



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.17.:** Εκτάσεις πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του Αυγούστου ([http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html)).

Ο πιο επικίνδυνος από άποψης πυρκαγιών μήνας, προκύπτει ο Αύγουστος, με μέσο αριθμό 1.769, 8 πυρκαγιών από το 2000 ως και 2015, και μέσο όρο 232.158, 5 καμένων στρεμμάτων.

## 2.7 Συμπεράσματα

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της φυσικής διαταραχής της δυναμικής της βλάστησης της Μεσογείου. Παράλληλα, με το πέρασμα του χρόνου, η φυσική δυναμική των δασικών πυρκαγιών έχει διαφοροποιηθεί, από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στη Μεσογειακή βλάστηση, καθιστώντας περίπλοκη σήμερα την κατανόηση των φυσικών δασικών πυρκαγιών.

Παρόλο που οι μεγάλες πυρκαγιές μπορεί να είναι αποτέλεσμα ακραίων μετεωρολογικών συνθηκών, αυτά δεν είναι απαραίτητως τα μόνα που μπορούν να οδηγήσουν σε εκδήλωση μεγάλης κλίμακας πυρκαγιών.

Οι συνθήκες πυρκαγιάς διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο σε σχέση και με τον αριθμό των πυρκαγιών και την ταχεία εξάπλωση των πυρκαγιών.

Οι συνθήκες πυρκαγιών αναμένεται να αυξηθούν, ανεξάρτητα από το σενάριο εκπομπών και η εποχή της πυρκαγιάς είναι πολύ πιθανό να επεκταθεί και να αυξηθεί με σοβαρότητα (Moriondo et al., 2006, Moreno et al., 2010).

Σύμφωνα με τα παραπάνω παράγεται το συμπέρασμα, ότι για την εξάλειψη των δυσμενών συνεπειών των δασικών πυρκαγιών, πρέπει να δοθεί έμφαση στη λήψη προληπτικών μέτρων για την άρση των αιτίων που άμεσα ή έμμεσα τις προκαλούν, καθώς και για την αποτελεσματική καταστολή των δασικών πυρκαγιών δημιουργία όλων εκείνων των προϋποθέσεων που θα καθιστήσουν το έργο της καταστολής πιο αποτελεσματικό. Όσον αφορά την πρόληψη απαιτείται πλήρης βάση πληροφοριών, προκειμένου να γίνει ολοκληρωμένος σχεδιασμός.

# Κεφάλαιο 3

## Μεθοδολογία

### 3.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό παρέχει μια επισκόπηση των κύριων μεθοδολογικών και αναλυτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των ερευνητικών ερωτημάτων που περιγράφονται πιο κάτω. Περιγράφονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων, αναλύονται τα δεδομένα και επιλέγονται τα κριτήρια, προσαρμοσμένα στις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας για την επιλογή κατάλληλων θέσεων για την τοποθέτηση κρουνών στο νομό Λευκάδος. Στη συνέχεια, γίνεται η στάθμιση των θεματικών χαρτών και η βαθμονόμηση των κριτηρίων.

Για την επιλογή των κατάλληλων τοποθεσιών χωροθέτησης των μέσων δασοπυρόσβεσης στον νομό Λευκάδος, δημιουργείται ο τελικός χάρτης καταλληλότητας κάθε θέσης, χρησιμοποιώντας τις τεχνικές της ΠΚΑ μέσω των ΓΣΠ.

Τέλος, γίνεται ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που εξάγονται, από την υλοποίηση του χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων.

### 3.2 Σκοπός - Στόχοι -Ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι ο άμεσος εντοπισμός της βέλτιστης τοποθέτησης πυροσβεστικών κρουνών στον νομό της Λευκάδος, καθώς και οι πιθανές θέσεις σε όλο το νησί, όπου μπορεί να ξεσπάσει μια πυρκαγιά. Αυτό το μοντέλο, θα αποτελέσει ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, λόγω του ταχύτερου χρόνου ανταπόκρισης, ιδιαίτερα σε επείγουσες καταστάσεις, εμποδίζοντας την ανεξέλεγκτη πορεία μιας πυρκαγιάς και προστατεύοντας το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Στόχοι είναι:

- Η δημιουργία ενός ψηφιακού χάρτη καταλληλότητας, που αποτυπώνει όλες τις κατάλληλες περιοχές προς εγκατάσταση μέσων δασοπυρόσβεσης, με την

σύζευξη της ΠΚΑ και των ΓΣΠ, λαμβάνοντας υπόψη κατάλληλα κριτήρια, ανάλογα με τη βαρύτητα τους στη λήψη της τελικής απόφασης.

- Η ανάπτυξη των μεθοδολογικών εργαλείων που συνδυάζουν διαδικασίες χωρικής ανάλυσης με μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης και τελικά τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου Χωρικού Συστήματος λήψης Αποφάσεων.
- Ο προσδιορισμός της επικινδυνότητας πρόκλησης δασικών πυρκαγιών στο νομό Λευκάδος με βάση την χαρτογράφηση των επιλεγμένων κριτηρίων.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που διερευνάται είναι το ποιες είναι οι κατάλληλες θέσεις για την τοποθέτηση μέσων δασοπυρόσβεσης βάσει του βαθμού επικινδυνότητας για εκδήλωση πυρκαγιών, αξιοποιώντας χωρική πληροφορία και πολυκριτηριακή ανάλυσή της.

### **3.3 Σχεδιασμός και ανάλυση μεθοδολογικής προσέγγισης**

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία για την επιλογή των κατάλληλων θέσεων τοποθέτησης κρουνών και άλλων μέσων ανεφοδιασμού και πυροπροστασίας στο νησί της Λευκάδας εφαρμόζεται το σύστημα λήψης αποφάσεων με χρήση της μεθόδου Simple Additive Weighting (S.A.W.).

Η μέθοδος S.A.W., που είναι επίσης γνωστή και ως σταθμισμένος γραμμικός συνδυασμός ή μέθοδος βαθμολόγησης, είναι απλή και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική απόφασης πολλαπλών χαρακτηριστικών. Η μέθοδος βασίζεται στον σταθμισμένο μέσο όρο. Μία βαθμολογία αξιολόγησης υπολογίζεται για κάθε εναλλακτική, πολλαπλασιάζοντας την κλιμακωτή τιμή που δίνεται στην εναλλακτική λύση αυτού, αποδίδοντας άμεσα τα βάρη της σχετικής σημασίας, που έχουν ανατεθεί από τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων, και ακολουθείται από τον υπολογισμό του συνολικού αποτελέσματος των προϊόντων για όλα τα κριτήρια. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι ένας ανάλογος γραμμικός μετασχηματισμός των πρώτων δεδομένων, που σημαίνει ότι η σχετική τάξη μεγέθους των τυποποιημένων βαθμολογιών παραμένει ισοδύναμη. Η μέθοδος S.A.W., προσφέρει ένα σημείο αναφοράς για να ερμηνεύσει και να συγκρίνει αποτελέσματα, αν περισσότερες από μία μεθόδους έχουν επιλεγεί για να επιλύσουν το ίδιο πρόβλημα, και για να ταξινομήσει εναλλακτικές λύσεις. Ανήκει σήμερα στη λαογραφία των τομέων λήψης αποφάσεων και των

συστημάτων εμπειρογνομόνων και δύσκολα χρειάζεται ιδιαίτερη εξήγηση (Kaliszewski & Podkopaev 2016).

Η διαδικασία της μεθόδους (S.W.A) περιλαμβάνει τα εξής διακριτά επιμέρους στάδια:

*Στάδιο 1: Δημιουργία της ψηφιακής βάσης δεδομένων που περιλαμβάνει την απαραίτητη χωρική ή μη-χωρική πληροφορία.*

*Στάδιο 2: Καθορισμός των κριτηρίων του προβλήματος και περιγραφή των χαρακτηριστικών τους.*

Τα κριτήρια που επιλέγονται, θα πρέπει να καλύπτουν όλες τις πτυχές του εξεταζόμενου προβλήματος και να μπορούν να βαθμολογηθούν σε κατάλληλη κλίμακα. Στη συνέχεια, ακολουθεί η ταξινόμηση των κριτηρίων σε ομάδες.

*Στάδιο 3: Καθορισμός συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων και των διορθωμένων συντελεστών βαρύτητας για κάθε κριτήριο.*

Σε αυτήν την περίπτωση, χρησιμοποιούνται άμεσοι συντελεστές βαρύτητας γιατί ο αριθμός των κριτηρίων είναι μικρός και είναι δυνατή η επιλογή συντελεστών βαρύτητας. Καθεμιά από τις ομάδες κριτηρίων χαρακτηρίζεται από ένα συντελεστή βαρύτητας, που δηλώνει το “βάρος” της στο κάθε σενάριο, λαμβάνοντας υπόψη και δεδομένα ανάλογων περιπτώσεων. Η βαρύτητα των κριτηρίων ορίζεται εμπειρικά στην κλίμακα 0% – 100%.

Ο συντελεστής βαρύτητας, υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Συντελεστής βαρύτητας} = X / X_{\min}$$

Όπου:

X = Η τιμή της βαρύτητας που αντιστοιχεί στο κάθε κριτήριο

X<sub>min</sub> = Η ελάχιστη τιμή βαρύτητας της στήλης των τιμών βαρύτητας

Ο διορθωμένος συντελεστής βαρύτητας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Διορθωμένος συντελεστής βαρύτητας} = \text{Συντελεστής βαρύτητας} / \text{Άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας}$$

*Στάδιο 4: Στάθμιση των θεματικών χαρτών με την βαθμολόγηση των κριτηρίων αξιολόγησης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους χρησιμοποιώντας μεθόδους υποκειμενικής αξιολόγησης.*

Τα επιμέρους κριτήρια στη συνέχεια βαθμολογούνται βάσει κοινής κλίμακας 1-10, όπου οι μικρότερες τιμές αφορούν τις δυσμενέστερες αποδόσεις των χαρακτηριστικών του κριτηρίου και οι μεγαλύτερες τιμές τις ευνοϊκότερες (καλύπτοντας με τον τρόπο αυτό όλες τις πιθανές περιπτώσεις). Με βάση τον βαθμό του κάθε κριτηρίου, προκύπτει ο σταθμισμένος χάρτης από τον αντίστοιχο θεματικό χάρτη που δημιουργήθηκε για το κριτήριο αυτό.

*Στάδιο 5: Υπολογισμός του δείκτη καταλληλότητας στην περιοχή μελέτης.*

Στη συνέχεια, οι τιμές που προκύπτουν, πολλαπλασιάζονται με το σχετικό συντελεστή βαρύτητας που έχει καθένα από τα κριτήρια από κάθε ομάδα παραγόντων. Ακολούθως, προστίθενται τα αντίστοιχα γινόμενα για την κάθε ομάδα και με τον τρόπο αυτό ποσοτικοποιείται κάθε ομάδα κριτηρίων. Μετά, ο βαθμός κάθε ομάδας πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητάς της, κι έτσι προκύπτει μέσω της αθροιστικής συνάρτησης ένα μέτρο της συνολικής αποτελεσματικότητας κάθε επιλογής. Με βάση τη βαθμολογία αυτή γίνεται κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων, με ευνοϊκότερο, αυτό που έχει την υψηλότερη επίδοση.

*Στάδιο 6: Εφαρμογή διαδικασίας Χωρικής Ομαδοποίησης για την εύρεση των πλέον κατάλληλων περιοχών.*

Ο χάρτης καταλληλότητας προκύπτει από το άθροισμα όλων των χαρτών σταθμισμένης βαρύτητας, που έχουν προκύψει από τον πολλαπλασιασμό των σταθμισμένων χαρτών με τον αντίστοιχο διορθωμένο συντελεστή βαρύτητας.

Βάσει όλο των παραπάνω η αντίστοιχη μαθηματική έκφραση της μεθόδου, η οποία θα χρησιμοποιηθεί έχει τη μορφή:

$$S_i = \sum_{i=1}^N w_i r_i, \text{ για } i = 1, 2, \dots, N$$

Όπου:

$S_i$  = η συνολική βαθμολογία της  $i^{\text{th}}$  εναλλακτικής λύσης

$r_i$  = η διορθωμένη τιμή της  $i^{\text{th}}$  εναλλακτικής λύσης για το  $i^{\text{th}}$  κριτήριο, η οποία αντιπροσωπεύει ένα στοιχείο της διορθωμένης μήτρας αποφάσεων

$w_i$  = η βαρύτητα του  $i^{\text{th}}$  κριτηρίου

$N$  = ο αριθμός των αρχείων (κριτηρίων) που αξιοποιούνται

Ο συντελεστής βαρύτητας που αποδίδεται στα κριτήρια αυτά, προσδιορίζει τον βαθμό σπουδαιότητας των εφαρμοζόμενων κριτηρίων, για την αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων. Επομένως με τους συντελεστές βαρύτητας αντικατοπτρίζεται το σύστημα αξιών καθώς και οι προτιμήσεις του αποφασίζονται.

Η επιλογή επαρκούς αριθμού κατάλληλων και αντιπροσωπευτικών κριτηρίων είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εξαγωγή των βέλτιστων συμπερασμάτων. Τα κριτήρια μπορεί να είναι παράγοντες (factors) και περιορισμοί (restrictions) ανάλογα με το εξεταζόμενο πρόβλημα. Σε προβλήματα στα οποία δεν υπάρχουν περιορισμοί, υπάρχει μεγάλος ή ακόμη και άπειρος αριθμός εναλλακτικών επιλογών (π.χ. η εξέταση όλων των πιθανών θέσεων για χωροθέτηση ενός δασικού παρατηρητηρίου). Αυτή η δεύτερη κατηγορία προβλημάτων είναι πολύ συνηθισμένη στη Χωρική Πολυκριτηριακή Ανάλυση (π.χ. σε εφαρμογές μοντελοποίησης καταλληλότητας εδαφών).

Για την εξεύρεση των ευρέων διαθέσιμων πληροφοριών σχετικά με το θέμα της τρέχουσας μεταπτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκε σημαντικός αριθμός βιβλιογραφικών αναφορών, κυρίως από τη βάση δεδομένων «Google Scholar», καθώς και από τον ενδιάμεσο πάροχο βιβλιογραφίας «MyAthens». Αξιολογήθηκε η ποιότητα των πηγών, επιλέγοντας άρθρα από επιστημονικά περιοδικά που έχουν αξιολογηθεί ή έχουν χρησιμοποιηθεί και έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά με υψηλό αντίκτυπο όπως η Elsevier, η Springer και η Science Direct κ.α. Για να καταστεί δυνατή η διοχέτευση των ευρέως διαθέσιμων πληροφοριών σχετικά με το θέμα της τρέχουσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες λέξεις-κλειδιά: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), Χωροθέτηση πυροσβεστικών κρουνών, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, δασικές πυρκαγιές, Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων. Για την αναζήτηση των κατάλληλων αγγλικών βιβλιογραφικών πηγών χρησιμοποιήθηκαν οι παραπάνω λέξεις-κλειδιά στην αντίστοιχη αγγλική ορολογία: Geographic Information Systems (GIS), Fire Hydrants Siting, Multiple Criteria Analysis, Forest fires, Multi Criteria Decision Making.

## **3.4 Περιγραφή της περιοχής μελέτης**

### **3.4.1 Γεωγραφική ανάλυση της περιοχής μελέτης**

Η Λευκάδα ή Λευκάς, ανήκει στην περιφέρεια Ιόνιων νησιών μαζί με τα νησιά Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Ιθάκη, Ζάκυνθος και Παξοί. Είναι το τέταρτο σε έκταση νησί του Ιονίου πελάγους με έκταση 320 τ.χλμ. και το τέταρτο σε πληθυσμό με περίπου 23.000 κατοίκους κατά την απογραφή του 2011. Σύμφωνα με το σχέδιο Καποδίστριας, η

Λευκάδα μαζί με τα Πριγκιποννήσια (τα νησιά Κάλαμος, Καστός και Μεγανήσι), αποτελούσε το νομό Λευκάδος, το μικρότερο νομό της χώρας. Από το 2011 με τη διοικητική μεταρρύθμιση του προγράμματος Καλλικράτης, ο νομός Λευκάδας μετονομάστηκε σε Περιφερειακή Ενότητα Λευκάδας και, η Λευκάδα, μαζί με τα προαναφερθέντα νησιά, εκτός από το Μεγανήσι, αποτελεί πλέον δήμο με έδρα και πάλι την πόλη της Λευκάδος.

Βρίσκεται ανάμεσα στην Κέρκυρα και την Κεφαλονιά, πολύ κοντά στη δυτική ηπειρωτική Ελλάδα και συνδέεται με το Νομό Αιτωλοακαρνανίας μέσω του πορθμού του Δρεπάνου, μέσω μια πλωτής κινητής γέφυρας μήκους περίπου 50 μέτρων. Αποκαλείται «στεριανό νησί», διότι είναι από τα μοναδικά νησιά στην Ελλάδα, μαζί με την Εύβοια, που έχει οδική πρόσβαση.



**ΕΙΚΟΝΑ 3.1.:** Η Λευκάδα σε φωτογραφία δορυφόρου από τη NASA World Wind. (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B1>)

### **3.4.2 Κλίμα**

Το κλίμα του νησιού είναι υγρό μεσογειακό με κύρια χαρακτηριστικά τη μεγάλη ηλιοφάνεια, τα ζεστά καλοκαίρια με τους δροσερούς ανέμους και τους ήπιους αλλά βροχερούς χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία αέρος είναι 18° C και η μέση υγρασία είναι 75%.

### **3.4.3 Μορφολογία**

Το έδαφος της Λευκάδας είναι κατά το 70% ορεινό, με μέσο υψόμετρο τα 500μ. Έχει ψηλά βουνά με ψηλότερη κορυφή στο κέντρο τα Σταυρωτά με απότομες πλαγιές και ψηλότερη κορυφή στα 1.182μ. Ακολουθούν η Ελάτη με ύψος 1.126 μ., ο Αϊ Λιας στα 1.014 μ. και το Μέγα Όρος στα 1.012 μ.. Στη δυτική πλευρά, τα όρη της Λευκάδας απολήγουν σε απότομες άγριες ακτές, που διαθέτουν μερικές από τις πιο θεαματικές παραλίες της Ελλάδας, όπως είναι το Λαινάκι, η Αχράδα, το Σικερό, οι Σκάροι, η Μεγάλη Ράχη και η χερσόνησος Λευκάτα. Σημαντικούς βιότοπους αποτελούν και τα βουνά του νησιού, όπου ζουν και αναπτύσσονται πολλά σπάνια είδη φυτών, πτηνών και θηλαστικών, ενώ εκεί συναντώνται δεκάδες σπήλαια, καταρράκτες και πηγές. Τα πανύψηλα βουνά σχηματίζουν βαθιά φαράγγια, εύφορες κοιλάδες, χείμαρρους, ακόμη και καταρράκτες. Στην Λευκάδα συναντώνται και αρκετές πεδινές περιοχές, η πεδιάδα της πόλεως ή «κάμπος της χώρας» ή «Φλέβα», η κοιλάδα του Νυδριού και η κοιλάδα της Βασιλικής, όπου λαμβάνουν χώρα οι περισσότερες καλλιέργειες του νησιού καθώς και μικρά οροπέδια.

Το νησί έχει αρκετές πηγές που συμβάλλουν στην πλούσια βλάστηση του νησιού, όπως οι ονομαστές πηγές της Κερασιάς στο Σύβρο, χείμαρρους που κάποιοι είναι ορμητικοί και σχηματίζουν μικρούς καταρράκτες, όπως ο Δημοσάρης στην περιοχή του Νυδριού και θεαματικά φαράγγια σαν αυτά της Μέλισσας στους Σφακιώτες και των Χαραδιάτικων.

### **3.4.4 Ακτογραφία**

Στη δυτική πλευρά της που είναι απόκρημνη και έχει ιδιαίτερα άγρια όψη, βρίσκονται πολλές γραφικές εκτεταμένες παραλίες χαλικώδεις ή αμμώδεις ξεχωριστής ομορφιάς, που διακρίνονται για τα γαλαζοπράσινα νερά τους, με αποτέλεσμα να κατατάσσουν τη Λευκάδα, σε μια από τις ομορφότερες περιοχές της χώρας αλλά και ολόκληρης της Μεσογείου. Η διάσημη παραλία Πόρτο Κατσίκι, έχει αρκετές φορές ψηφιστεί, ως η

ομορφότερη παραλία της Μεσογείου, από διάφορα διεθνή τουριστικά περιοδικά, και βρίσκεται στις δυτικές ακτές του νησιού.

Εντυπωσιακός είναι και ο διαμελισμός της Λευκάδας στο ανατολικό τμήμα. Το τοπίο δεν είναι τόσο έντονο και διακρίνεται για την πυκνή του βλάστηση. Εκεί υπάρχουν, δύο λιμνοθάλασσες που αποτελούν σημαντικούς υδροβιότοπους για πολλά είδη πτηνών, χερσόνησοι, ακρωτήρια – με ξεχωριστό το ακρωτήριο Λευκάτα – πολλοί όρμοι, που αποτελούν εξαιρετικά φυσικά λιμάνια και πολλά νησιά, που ανήκουν διοικητικά στην Λευκάδα και συγκροτούν αναπόσπαστο κομμάτι του εξαιρετικού της περιβάλλοντος. Η Λευκάδα αποτελεί, μαζί με τις ακτές της, το Μεγανήσι, τον Κάλαμο, τον Καστό, τον διάσημο Σκορπίο, το Σκορπίδι, την Μαδουρή, την Σπάρτη και πολλά μικρότερα νησιά, ένα πανέμορφο νησιωτικό σύμπλεγμα, και σε συνδυασμό με την πλούσια βλάστηση της, δημιουργείται η εντύπωση ενός εξωτικού προορισμού εκτός Ελλάδας.

### **3.4.5 Γεωλογία**

Η Λευκάδα, όπως και τα υπόλοιπα Επτάνησα, βρίσκεται σε μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από τεκτονικά ρήγματα. Δυτικά του νησιού βρίσκεται το μεγάλο ρήγμα του Ιονίου, στο οποίο οφείλονται τα μεγάλα βάθη και οι απότομες δυτικές ακτές όλης της Επτανήσου. Η Λευκάδα είναι μια κατεξοχήν σεισμική περιοχή καθώς βρίσκεται στο σεισμικό τόξο του Ιονίου και κατατάσσεται στις πιο σεισμογενείς περιοχές της Ελλάδας. Έχει έντονη σεισμική δραστηριότητα, με καταστρεπτικούς σεισμούς στο ιστορικό της, όπως οι σεισμοί του 1825 και του 1948 και πιο πρόσφατος του 2015.

## **3.5 Μέθοδος συλλογής δεδομένων**

### **3.5.1 Δεδομένα – μέθοδος έρευνας**

Για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων στην ερευνητική εργασία χρησιμοποιείται ως βασικό εργαλείο το QGIS.

Το QGIS (παλαιότερα γνωστό ως Quantum GIS) είναι μια δωρεάν διασταυρωμένη πλατφόρμα και ανοιχτού κώδικα επιφάνεια εργασίας, με σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) που παρέχει προβολή δεδομένων, επεξεργασία και ανάλυση. ("QGIS Official Website". <https://en.wikipedia.org/wiki/QGIS>).

Το QGIS μπορεί να διαχειρίζεται διανυσματικά (vector) και πλεγματικά (raster) δεδομένα, να υποστηρίζει τις βασικότερες γεωχωρικές βάσεις δεδομένων και να

παρέχει στον χρήστη, ένα μεγάλο πλήθος λειτουργιών ανάλυσης και χαρτογραφικής απεικόνισης. Τα διανυσματικά δεδομένα αποθηκεύονται είτε ως χαρακτηριστικά σημείου ή γραμμής ή πολυγώνου. Υποστηρίζονται πολλαπλές μορφές πλεγματοεικών εικόνων, και το λογισμικό μπορεί να γεωαναφέρει εικόνες.

Το πρόγραμμα αποτελεί ελεύθερο λογισμικό. Με το QGIS παρέχεται στον χρήστη ένας συνεχώς αυξανόμενος αριθμός νέων δυνατοτήτων, μέσω της μορφής επεκτάσεων (plugins). Το QGIS απεικονίζει, διαχειρίζεται, επεξεργάζεται, αναλύσει δεδομένα, και συνθέτει προς εκτύπωση χάρτες.

Το QGIS λειτουργεί σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων του Mac OS X, Linux, UNIX και όλες τις εκδόσεις των Microsoft Windows. Σε σύγκριση με τα εμπορικά GIS, σαν μέγεθος αρχείου είναι μικρό και η μνήμη RAM και επεξεργαστική ισχύ που απαιτείται, είναι επίσης μικρότερη. Ως εκ τούτου, έχει δυνατότητα χρήσης και σε παλαιότερες εκδόσεις καθώς και ταυτόχρονης εκτέλεσης με άλλες εφαρμογές.

Το QGIS δημιουργήθηκε στις αρχές του 2002. Η πρώτη έκδοση 1.0 κυκλοφόρησε τον Ιανουάριο του 2009 και αναβαθμίζεται συνεχώς. Το παρόν βασίζεται στην έκδοση 2.18 QGIS Las Palmas. Το πρόγραμμα ανατροφοδοτείται, τακτικά με ενημερώσεις και διορθώσεις σφαλμάτων, από δραστήριους εθελοντές προγραμματιστές.

Από το 2012 είναι μεταφρασμένο σε πολλές γλώσσες, μεταξύ των οποίων και στα Ελληνικά, και ως πρόγραμμα χρησιμοποιείται διεθνώς τόσο σε ακαδημαϊκά όσο και σε επαγγελματικά περιβάλλοντα. Επίσης με το QGIS παρέχεται, ένα ευχάριστο, εύχρηστο και λειτουργικό γραφικό περιβάλλον στο χρήστη, καθώς έχει τη δυνατότητα παροχής, όλων των κοινών λειτουργιών και χαρακτηριστικών γνωρισμάτων με αντίστοιχα συστήματα.

Το λογισμικό QGIS υποστηρίζει πολλαπλά χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Κάποια από αυτά είναι τα εξής:

- ❖ Υποστήριξη διαφόρων τύπων δεδομένων: χωρικές βάσεις δεδομένων PostgreSQL με χρήση PostGIS και SpatiaLite, διανυσματικούς (vector) τύπους δεδομένων που υποστηρίζονται από την βιβλιοθήκη OGR, συμπεριλαμβάνοντας ESRI shapefiles, MapInfo, SDTS και GML, πλεγματοειδούς (raster) τύπους δεδομένων που υποστηρίζονται από την βιβλιοθήκη GDAL, όπως δορυφορικές εικόνες και

αεροφωτογραφίες, ψηφιακά μοντέλα εδάφους, τοποθεσίες και χάρτες GRASS, σύνδεση με εξυπηρετητές χωρικών δεδομένων όπως WMS και WFS.

- ❖ Δημιουργία χαρτών και πλοήγηση. Πολλά βοηθητικά εργαλεία όπως: προβολή συντεταγμένων, σύνθεση εκτύπωσης χάρτη, παράθυρο επισκόπησης, σελιδοδείκτες, αναγνώριση αντικειμένων, επεξεργασία, θέαση, αναζήτηση, τιτλοφόρηση, υπέρθεση διανυσματικών διαγραμμάτων, επιλογή συμβολισμών, διακόσμηση χάρτη με σύμβολο βορρά, κλίμακα και πνευματική ιδιοκτησία ετικετών, αποθήκευση και ανάκτηση.
- ❖ Υλοποίηση χωρικών αναλύσεων: πράξεις χαρτών, ανάλυση διαφόρων δικτύων, ανάλυση εδαφών, υδρολογικά μοντέλα και διάφορα άλλα.
- ❖ Δημοσίευση δεδομένων και χαρτών στο διαδίκτυο.
- ❖ Ικανότητα εναρμόνισης, μέσω της χρήσης επεκτάσεων, για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών του χρήστη.

### **3.5.2 Πηγές δεδομένων**

Για τις πηγές του συνόλου των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι επίσημοι φορείς. Η πρόσληψη των γεωγραφικών δεδομένων έγινε απ' το διαδίκτυο και αυτά περιλαμβάνουν διανυσματικά και δεδομένα σε ψηφιδωτή μορφή δηλ. πλεγματικά δεδομένα.

Τα διανυσματικά δεδομένα αφορούν τα γεωγραφικά διαμερίσματα, τις οικιστικές συγκεντρώσεις, τις περιοχές Natura και το οδικό δίκτυο. Τα πλεγματικά δεδομένα αφορούν το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (dem), το slope και το corine.

Όσα δεδομένα δεν ήταν διαθέσιμα σε διανυσματική μορφή, προέκυψαν από την ψηφιοποίηση γεωαναφερόμενων υποβάθρων σε μορφή shapefile.

### **3.5.3 Διανυσματικά δεδομένα**

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και επεξεργάστηκαν σε διανυσματική μορφή είναι:

#### **α. Διοικητικές διαιρέσεις**

Τα όρια διοικητικών διαιρέσεων είναι διαθέσιμα από την ιστοσελίδα <http://geodata.gov.gr/en/> όπως φαίνεται στο χάρτη 3.1.:



ΧΑΡΤΗΣ 3.1.: Τα όρια των διοικητικών διαρρέσεων του νομού Λευκάδας.

## **β. Οικιστικές συγκεντρώσεις**

Οι θέσεις-σημεία των οικιστικών συγκεντρώσεων είναι διαθέσιμες από την ιστοσελίδα <http://geodata.gov.gr/en/> και φαίνονται στο χάρτη 3.2. Το geodata.gov.gr προσφέρει ανοικτά γεωχωρικά δεδομένα και υπηρεσίες για την Ελλάδα, αποτελώντας έναν εθνικό κατάλογο ανοικτών δεδομένων, μία INSPIRE-συμβατή Υποδομή Γεωχωρικών Πληροφοριών, καθώς και μία ισχυρή υποδομή για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας από ανοικτά δεδομένα.

## **γ. Προστατευόμενες περιοχές (Natura)**

Τα πολύγωνα των περιοχών Natura είναι διαθέσιμα επίσης απ' την ιστοσελίδα <http://geodata.gov.gr/en/> και φαίνονται στο χάρτη 3.3.

## **δ. Οδικό δίκτυο**

Για την ακριβή αποτύπωση του οδικού δικτύου του νησιού έγινε ψηφιοποίηση των χωρικών δεδομένων με τη μορφή γραμμών και φαίνεται στο χάρτη 3.4.

### **3.5.4 Πλεγματικά δεδομένα**

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και επεξεργάστηκαν σε διανυσματική μορφή είναι:

#### **α. Υψόμετρο**

Για τα δεδομένα του υψομέτρου χρησιμοποιήθηκαν η ακόλουθη ιστοσελίδα: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> και φαίνονται στο χάρτη 3.5. Το Υπουργείο Οικονομίας, Εμπορίου και Βιομηχανίας (METI) της Ιαπωνίας και η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος των Ηνωμένων Πολιτειών (NASA) ανακοίνωσαν από κοινού την έκδοση του μοντέλου Global Digital Elevation Model Advanced Version 2 (GDEM) V2 στις 17/10/2011, για την διάθεση δωρεάν δεδομένων ASTER GDEM V2 σε όλους τους χρήστες παγκοσμίως. Η κάλυψη γίνεται από το όργανο ASTER GDEM, που εκτείνεται από 83 βαθμούς βόρειου γεωγραφικού πλάτους έως 83 μοίρες νότια, καλύπτοντας το 99 τοις εκατό της γης. Παρέχει βελτιωμένη χωρική ανάλυση, αυξημένη οριζόντια και κάθετη ακρίβεια και ανώτερη κάλυψη και ανίχνευση υδάτινου σώματος και διατηρεί τη μορφή GeoTIFF.

#### **β. Κλίση**

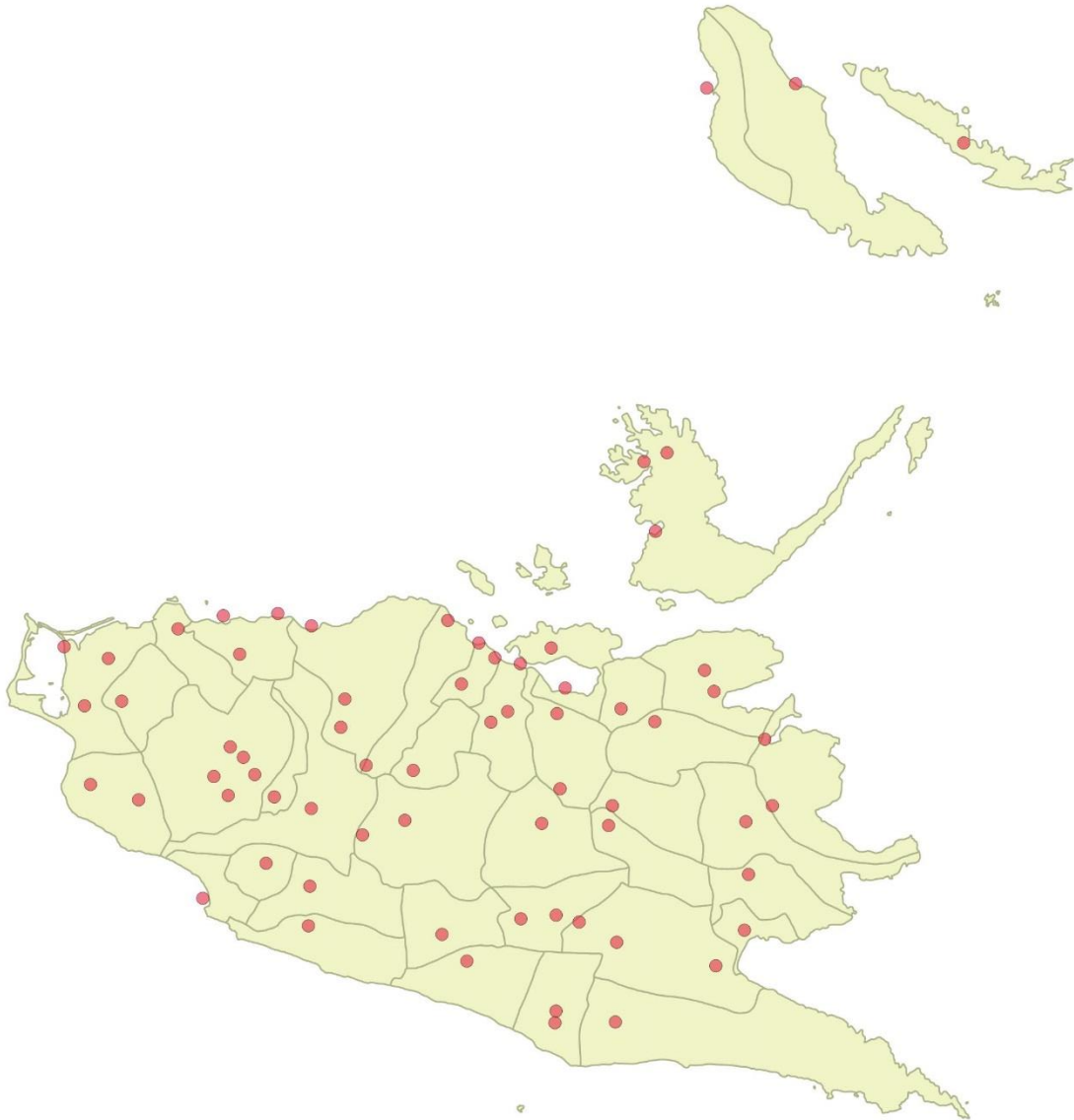
Από το χάρτη του υψομέτρου προέκυψε ο χάρτης κλίσεων και φαίνεται στο χάρτη 3.6.

**ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

● Οικισμός

2.5 0 2.5 5 Χλμ

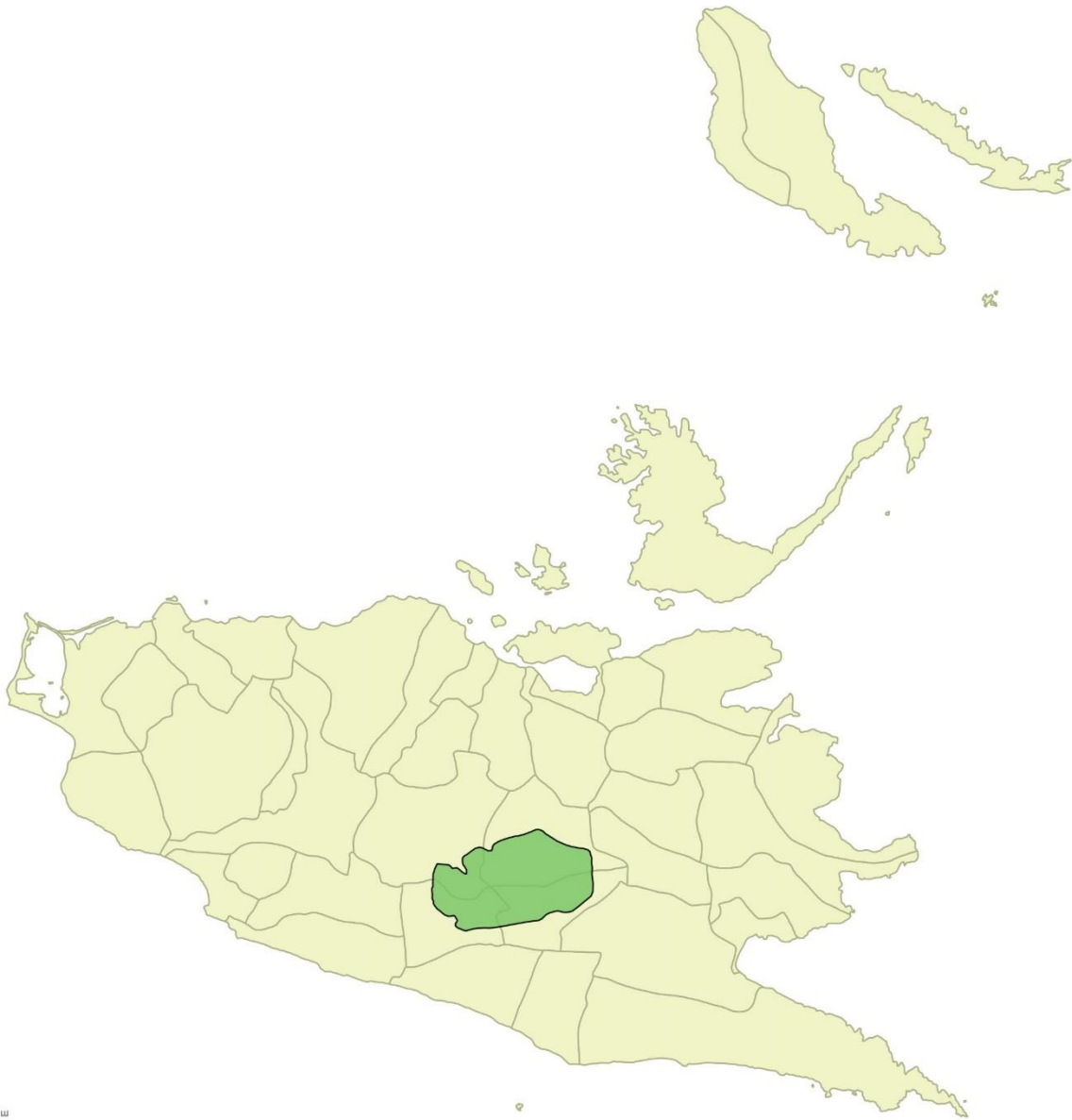


**ΧΑΡΤΗΣ 3.2.:** Οικιστικές συγκεντρώσεις του νομού Λευκάδας

**ΠΕΡΙΟΧΗ NATURA  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Περιοχή NATURA



2.5 0 2.5 5 Χλμ



**ΧΑΡΤΗΣ 3.3.: Περιοχή Natura στο νομό Λευκάδας**



**ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

— Οδικό Δίκτυο

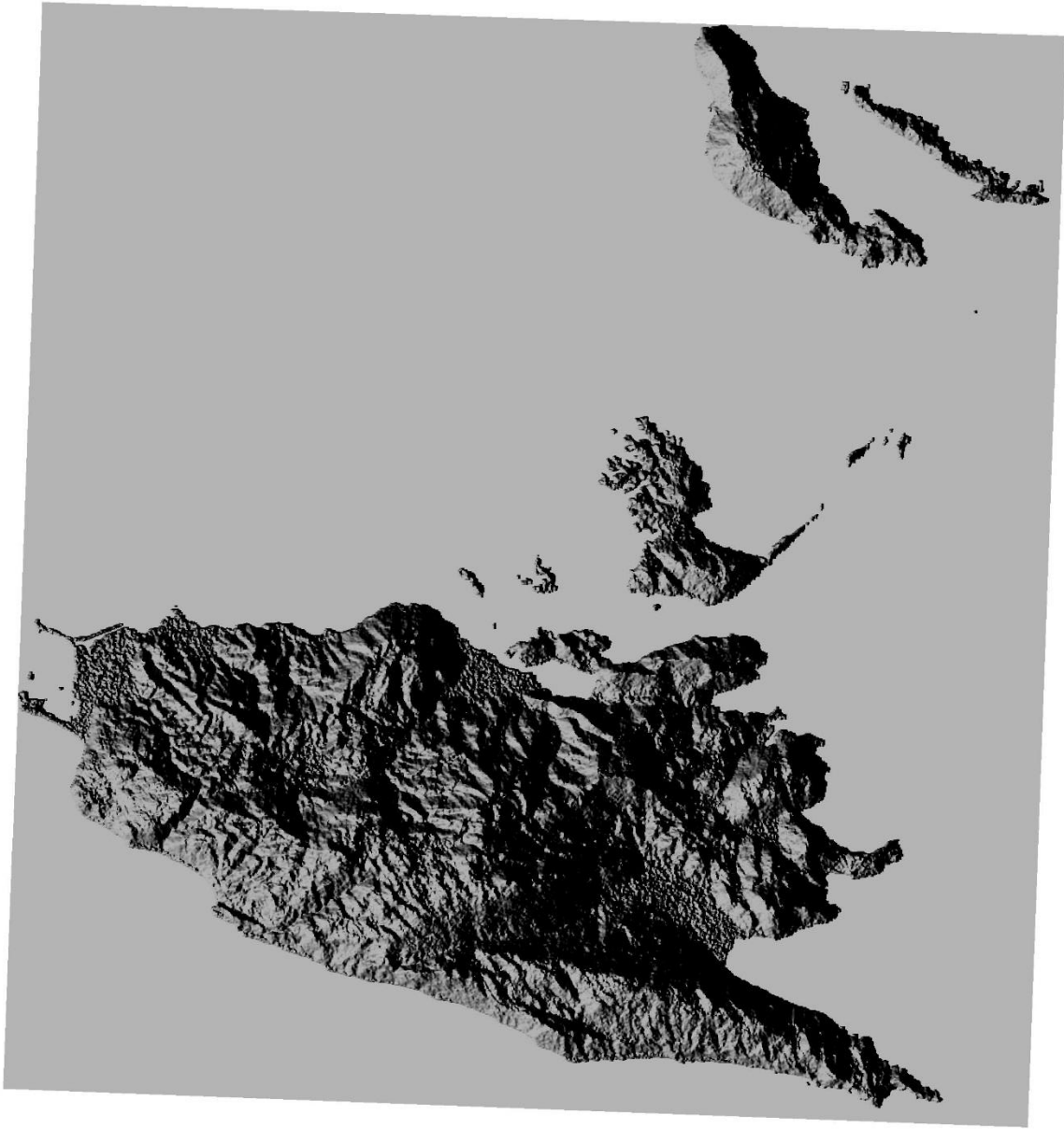


2.5 0 2.5 5 Χλμ



**ΧΑΡΤΗΣ 3.4.:** Οδικό δίκτυο του νομού Λευκάδας

ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ



2.5 0 2.5 5 Χλμ

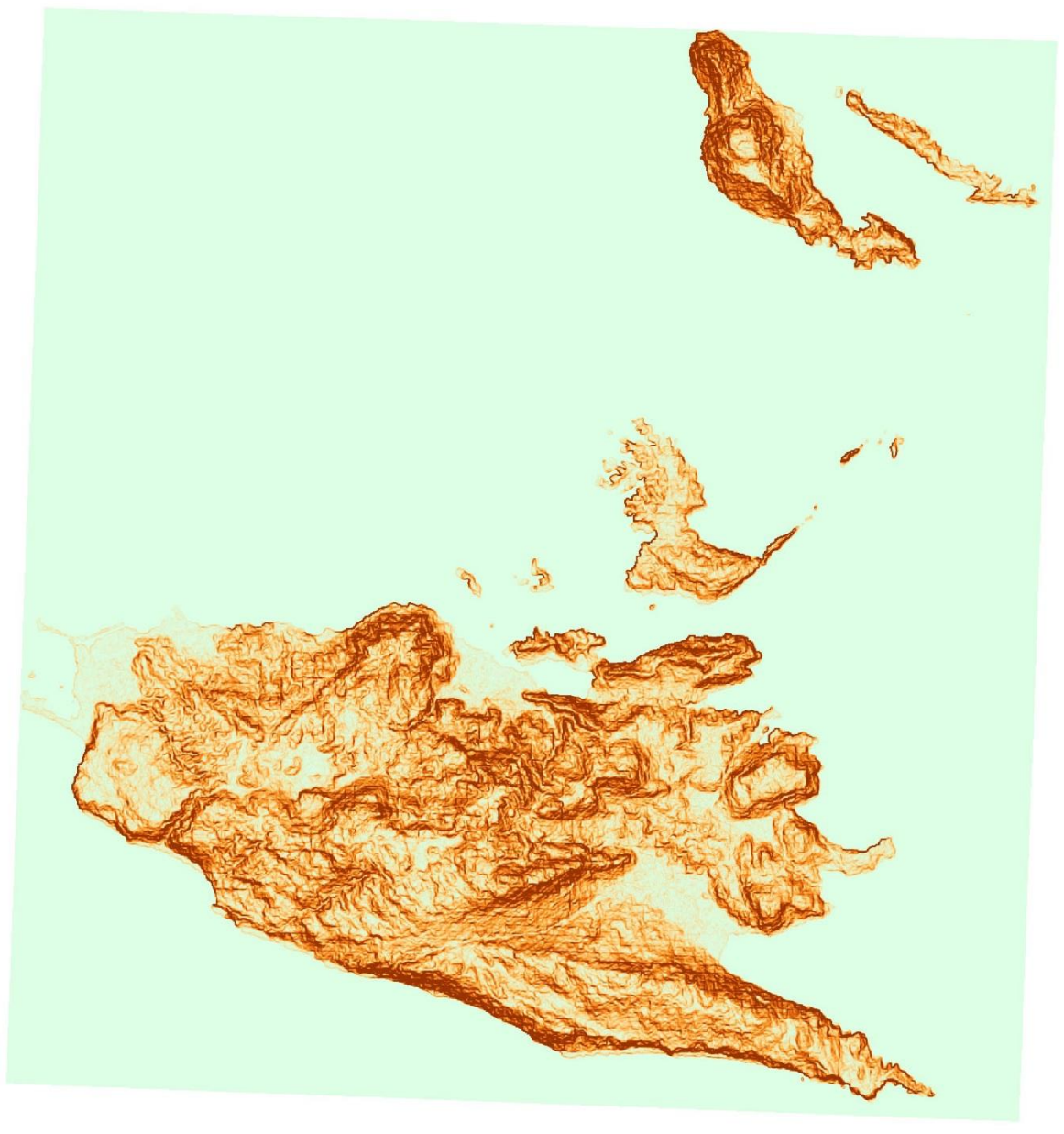
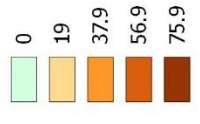


ΧΑΡΤΗΣ 3.5.: Το υψόμετρο του νομού Λευκάδας

**ΧΑΡΤΗΣ ΚΛΙΣΕΩΝ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Τιμές κλίσης εδάφους



**ΧΑΡΤΗΣ 3.6.:** Χάρτης κλίσεων του νομού Λευκάδας

### **γ. Χάρτης Καλύψεων/Χρήσεων Γης Corine**

Η κάλυψη γης αναφέρεται στα διάφορα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται πάνω στην γήινη επιφάνεια (Lillesand and Kiefer, 1994) ενώ η χρήση γης αναφέρεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η κάλυψη γης είναι μια θεμελιώδης μεταβλητή που επηρεάζει και συνδέει πολλά μέρη του ανθρώπινου και φυσικού περιβάλλοντος. Η αλλαγή της έκτασης της γης θεωρείται, για παράδειγμα, ως η πιο σημαντική μεταβλητή της παγκόσμιας αλλαγής που επηρεάζει τα οικολογικά συστήματα (Vitousek, 1994), με αντίκτυπο στο περιβάλλον που είναι τουλάχιστον τόσο μεγάλο όσο αυτό που συνδέεται με την αλλαγή του κλίματος (Skole, 1994).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των Χρήσεων Γης και οι περιβαλλοντικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται για τη χωροθέτηση χρήσεων και υπηρεσιών και αξιοποιούνται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τη διαχείριση του περιβάλλοντος σε ένα στρατηγικό επίπεδο.

Για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), αποφάσισε, από το 1985, την εκπόνηση του θεματικού χάρτη καλύψεων γης Corine (COoRdination of Information on the Environment). Το πρόγραμμα αυτό αφορά την συλλογή, την καταγραφή και την χαρτογραφική απεικόνιση της εδαφικής κάλυψης της γης. Παρέχει πληροφορίες για τις χρήσεις γης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με σκοπό την ορθότερη διαχείριση του περιβάλλοντος. Το πρόγραμμα βασίζεται σε δεδομένα τηλεπισκόπησης.

Ο θεματικός χάρτης καλύψεων γης Corine, είναι διαθέσιμος ελεύθερα προς επεξεργασία απ' την ιστοσελίδα: <http://demo.copernicus.eea.europa.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view>.

Το CORINE Land Cover (CLC) ξεκίνησε το 1985 (έτος αναφοράς 1990). Οι ενημερώσεις έχουν δημιουργηθεί το 2000 και το 2006 και η τελευταία ενημέρωση για το 2012 βρίσκεται υπό κατασκευή. Αποτελείται από απογραφή της κάλυψης της γης σε 44 τάξεις. Το CLC χρησιμοποιεί μια ελάχιστη μονάδα χαρτογράφησης (MMU) 25 εκταρίων (ha) για φαινόμενα εδάφους και ελάχιστο πλάτος 100 μέτρων για γραμμικά φαινόμενα. Οι χρονολογικές σειρές συμπληρώνονται από στρώματα αλλαγής, τα οποία υπογραμμίζουν τις μεταβολές στην κάλυψη γης με MMU 5 εκταρίων. Οι διαφορετικές

μονάδες MMU σημαίνουν ότι το στρώμα αλλαγής έχει υψηλότερη ανάλυση από το επίπεδο κατάστασης.

Η κάλυψη της γης περιλαμβάνει 44 τάξεις και παρουσιάζεται ως χαρτογραφικό προϊόν, σε κλίμακα 1:100 000.

Εδώ εξετάζονται τα διάφορα είδη βλάστησης, μαζί με τις γενικότερες χρήσεις γης, που συναντώνται στην περιοχή μελέτης.

Ο χάρτης καλύψεων γης Corine για το νομό Λευκάδας φαίνεται στο χάρτη 3.7.

Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο της έκτασης του νησιού καταλαμβάνεται από μεταβατικές δασώσεις και θαμνώδεις εκτάσεις. Ακολουθούν στο ίδιο ποσοστό και οι φυσικοί βοσκότοποι. Στη συνέχεια ακολουθούν τα δάση πλατύφυλλων και οι ελαιώνες με το ίδιο περίπου ποσοστό.

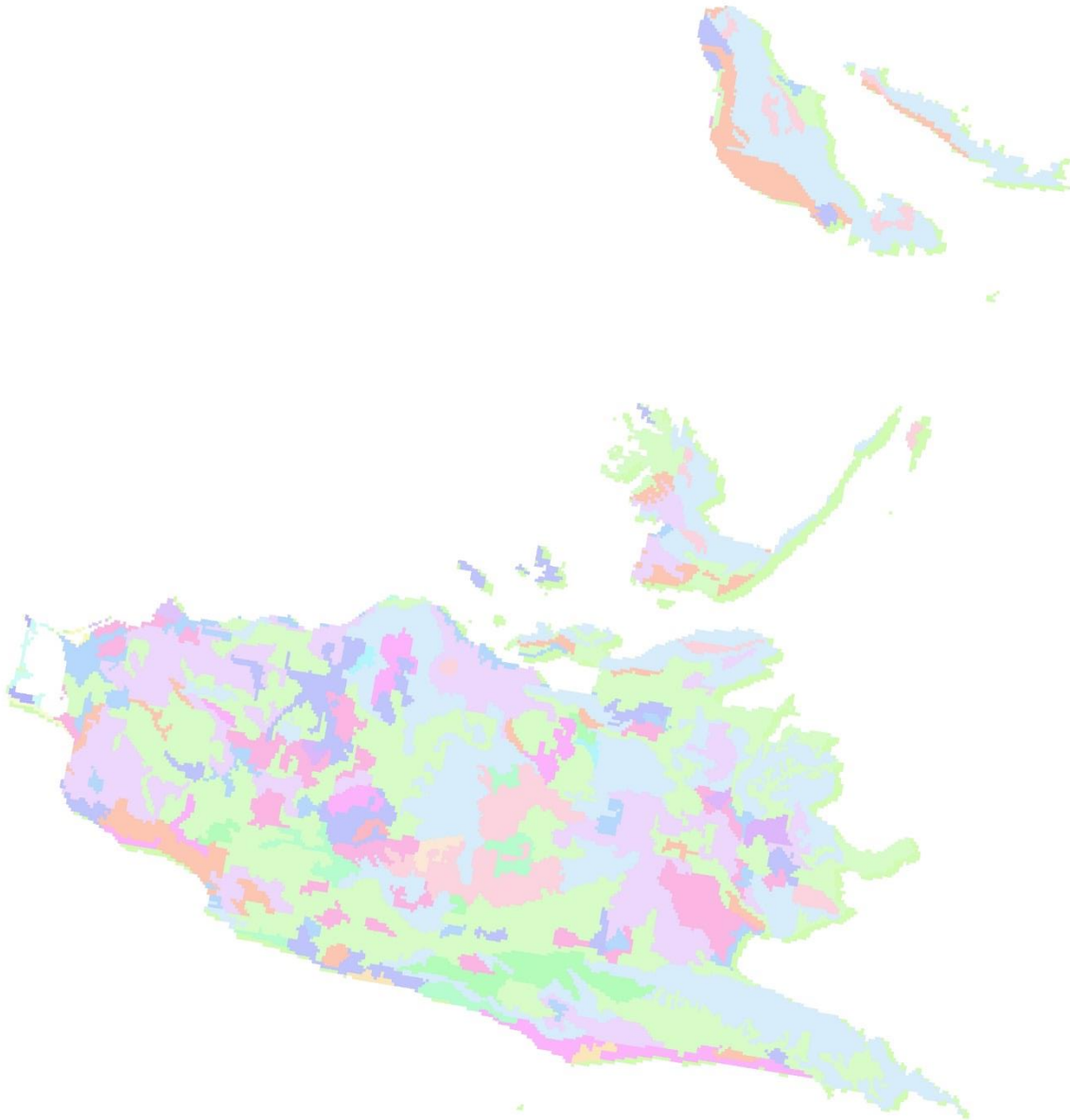
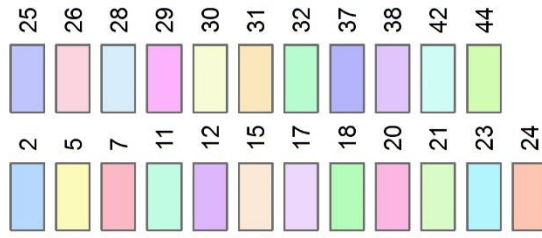
Τα υπόλοιπα είδη δασικής βλάστησης, τα δάση δηλ. κωνοφόρων αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό κάλυψης. Οι υπόλοιπες καλύψεις γης είναι σε πολύ μικρό ποσοστό και δεν εξετάζονται στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή.

**ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Χρήσεις Γης



**ΧΑΡΤΗΣ 3.7.:** Ο χάρτης χρήσεων γης για το νομό Λευκάδας

Στον παρακάτω πίνακα 3.1. περιλαμβάνονται όλες οι χρήσεις – καλύψεις γης και η αντιστοιχία χρωματικών διαβαθμίσεων και καλύψεων χρήσεων γης .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.:** Οι κατηγοριοποιήσεις του συστήματος γεωταξινόμησης καλύψεων γης CORINE

ID	LABEL 1	LABEL 2	LABEL 3	
1	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	
2			Discontinuous urban fabric	
3		Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	
4			Road and rail networks and associated land	
5			Port areas	
6			Airports	
7			Mineral extraction sites	
8		Mine, dump and construction sites	Dump sites	
9			Construction sites	
10			Green urban areas	
11			Sport and leisure facilities	
12	Agricultural areas	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Non-irrigated arable land	
13			Permanently irrigated land	
14		Arable land	Rice fields	
15			Vineyards	
16			Fruit trees and berry plantations	
17			Olive groves	
18			Pastures	
19			Permanent crops	Pastures
20				Annual crops associated with permanent crops
21		Complex cultivation patterns		
22		Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation		
23		Forest and semi natural areas	Forests	Agro-forestry areas
24				Broad-leaved forest
25	Coniferous forest			
26	Mixed forest			
27	Scrub and/or herbaceous vegetation associations		Natural grasslands	
28			Moors and heathland	
29			Sclerophyllous vegetation	
30			Transitional woodland-shrub	
31			Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands
32	Bare rocks			
33	Sparsely vegetated areas			
34	Burnt areas			
35	Wetlands	Inland wetlands	Glaciers and perpetual snow	
36			Inland marshes	
37			Peat bogs	
38		Maritime wetlands	Salt marshes	
39			Salines	
40	Water bodies	Inland waters	Intertidal flats	
41			Water courses	
42		Marine waters	Water bodies	
43			Coastal lagoons	
44			Estuaries	
45			Sea and ocean	
48	NODATA	NODATA	NODATA	
49	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	
50		UNCLASSIFIED WATER BODIES	UNCLASSIFIED WATER BODIES	
255		UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.:** Κατηγορίες χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης (ιδία επεξεργασία)

ID	LABEL 1	LABEL 2	CLC	LABEL3
2	Artificial surfaces	Urban fabric	112	Discontinuous urban fabric
5		Industrial,commercial and transport units	123	Port areas
7		Mine,dump and construction sites	131	Mineral extraction sites
11		Artificial, non-agricultural vegetated areas	142	Sport and leisure facilities
12	Agricultural areas	Arable land	211	Non-irrigated arable land
15		Permanent crops	221	Vineyards
17			223	Olive groves
18		Pastures	231	Pastures
20		Heterogeneous agricultural areas	242	Complex cultivation patterns
21			243	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation
23	Forest and semi natural areas	Forests	311	Broad-leaved forest
24			312	Coniferous forest
25			313	Mixed forest
26		Scrub and / or herbaceous vegetation associations	321	Natural grasslands
28			323	Sclerophyllous vegetation
29			324	Transitional woodland-shrub
30			Open spaces with little or no vegetation	331
31		332		Bare rocks
32		333		Sparsely vegetated areas
37		Wetlands	Maritime wetlands	421
38	422			Salines
42	Water bodies	Marine waters	521	Coastal lagoons
44			523	Sea and ocean

## 3.6 Διαδικασία επιλογής τοποθεσίας κρουνών στο νομό της Λευκάδας

### 3.6.1 Επιλέγοντας τα κατάλληλα κριτήρια

Τα τοπία μπορούν να θεωρηθούν ως πυκνά, σύνθετα δίκτυα αλληλεπιδράσεων μεταξύ περιβαλλοντικών παραγόντων, που συμπεριλαμβάνουν τις ιδιότητες των περιβαλλοντικών (Kolassa και Pickett 1991; Philips 1997) και των βιολογικών κοινοτήτων που υποστηρίζονται από αυτούς τους παράγοντες. Για την αξιολόγηση αυτών των πολύπλοκων συστημάτων θα πρέπει να σχηματίζονται επίπεδα αφαίρεσης πληροφοριών που μπορούν να επεξεργαστούν με υπολογιστή.

Ένας τρόπος αξιολόγησης ενός τοπίου είναι η επιλογή κατάλληλων δεικτών (Farina, 2000) ώστε να δημιουργήσουν τα αντίστοιχα επίπεδα ΓΣΠ. Αυτά μπορεί να είναι:

- i. δείκτες διεργασιών (ακεραιότητα, ευπάθεια, κατακερματισμός, διαταραχές)
- ii. γεω-δείκτες (δομή τοπίου)
- iii. βιο-δείκτες (βασικά είδη, βιοποικιλότητα, ζώα, συμπεριφορά κλπ)

Σε αυτή τη μελέτη, οι επιλεγμένες παράμετροι είναι και δείκτες διεργασιών (οικισμοί, οδικό δίκτυο), και βιο-δείκτες (βασικά είδη βλάστησης, περιοχές Natura) και γεω-δείκτες (υψόμετρο, κλίση).

Στην περιοχή έρευνας επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα κριτήρια καθώς βάση της σχετικής βιβλιογραφίας αυτά έχουν καθοριστική σημασία στην δυνατότητα χωροθέτησης.

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη εμπειρία από άλλες εφαρμογές, την διαθέσιμη έρευνα, την επίτευξη όλων των παραμέτρων που υπεισέρχονται στο εξεταζόμενο πρόβλημα, επιλέχθηκαν συνολικά τα παρακάτω 6 κριτήρια αξιολόγησης:

- Είδη βλάστησης
- Περιοχές Natura
- Κλίσεις του εδάφους
- Υψόμετρο της περιοχής
- Οδικό δίκτυο
- Οικισμοί

Για κάθε κριτήριο καθορίστηκαν κλάσεις, με βάση τα χαρακτηριστικά κάθε κριτηρίου και παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.:** Πίνακας κλάσεων ανά κριτήριο

<b>ΚΡΙΤΗΡΙΑ</b>						
<b>ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ</b>	<b>ΕΙΔΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ</b>	<b>NATURA</b>	<b>ΚΛΙΣΗ</b>	<b>ΥΨΟΜΕΤΡΟ</b>	<b>ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ</b>	<b>ΟΙΚΙΣΜΟΙ</b>
<b>ΚΛΑΣΗ 1</b>	ΔΑΣΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	Εντός περιοχής Natura	0-5%	0-100μ	0-50μ	0-500μ περιμετρικά
<b>ΚΛΑΣΗ 2</b>	ΔΑΣΗ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ	Όρια περιοχής Natura-550μ περιμετρικά	5-10%	100-300μ	50-100μ	500-1000μ περιμετρικά
<b>ΚΛΑΣΗ 3</b>	ΜΕΙΚΤΑ ΔΑΣΗ		10-20%	300-600μ	100-200μ	
<b>ΚΛΑΣΗ 4</b>	ΕΛΑΙΩΝΕΣ		20-30%	600-1163	200-300μ	
<b>ΚΛΑΣΗ 5</b>	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		>30			
<b>ΚΛΑΣΗ 6</b>	ΣΚΛΗΡΟΦΥΛΛΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ					
<b>ΚΛΑΣΗ 7</b>	ΔΑΣΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΘΑΜΝΟΙ)					

Με βάση τα στάδια συγκριτικής αξιολόγησης των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης, απαιτείται η βαθμολόγηση κάθε μεμονωμένου κριτηρίου, με βάση τα χαρακτηριστικά που αυτό μπορεί να παρουσιάσει.

Κάθε κριτήριο επιλογής έχει την ανάλογη σημασία και επηρεάζει τη λήψη της τελικής απόφασης. Στα κριτήρια που επιλέχθηκαν γίνεται βαθμονόμηση με κλίμακα απ' το 1-10 (ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους). Μεγαλύτερη τιμή στην κλίμακα υποδηλώνει μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας για εκδήλωση πυρκαγιάς καθώς και μεγαλύτερη δυσκολία κατάσβεσης μια πυρκαγιάς. Αντίστοιχα η μικρότερη τιμή στην κλίμακα υποδηλώνει μικρό βαθμό επικινδυνότητας για εκδήλωση πυρκαγιάς καθώς και μικρότερη δυσκολία κατάσβεσης μια πυρκαγιάς.

Οι βαθμολογήσεις των κλάσεων τιμών κάθε κριτηρίου στην κλίμακα 1-10, εισήχθησαν στο λογισμικό QGIS και έγινε αναταξινόμηση των τιμών κάθε αρχείου-κριτηρίου, με σκοπό την παραγωγή σταθμισμένων χαρτών κάθε κριτηρίου.

Ακολούθως, δίνεται συνολικά η βαθμονόμηση των κριτηρίων ανά βαθμό επικινδυνότητας και κατάσβεσης για την αξιολόγηση των κατάλληλων θέσεων στον πίνακα 3.4. και πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή των 6 κριτηρίων καθώς και οι παράμετροι που εξετάζει το καθένα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.:** Αξιολόγηση και βαθμονόμηση κριτηρίων ανά βαθμό επικινδυνότητας

ΚΡΙΤΗΡΙΑ						
ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΕΙΔΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	NATURA	ΚΛΙΣΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΟΙΚΙΣΜΟΙ
ΚΛΑΣΗ 1	10	10	1	2	2	6
ΚΛΑΣΗ 2	6	9	3	5	3	8
ΚΛΑΣΗ 3	8		6	7	6	
ΚΛΑΣΗ 4	8		8	8	8	
ΚΛΑΣΗ 5	2		10			
ΚΛΑΣΗ 6	7					
ΚΛΑΣΗ 7	8					

#### **α. Είδη βλάστησης**

Οι χρήσεις γης αποτελούν έναν εξαιρετικά σημαντικό παράγοντα για την κατάλληλη χωροθέτηση ενός έργου.

Η καύσιμη ύλη αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα στην έναρξη κάθε πυρκαγιάς. Ουσιαστικό ρόλο διαδραματίζει και η χωροταξική διάρθρωση των φυτικών ειδών. Με βάση τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης, που προσδιορίζουν τις διαστάσεις της πυρκαγιάς που μπορεί να εξελιχθεί, καθορίζεται ο βαθμός επικινδυνότητας της εκάστοτε περιοχής.

Ανάλογα με τη φύση του κάθε φυτικού είδους, προσδιορίστηκε η πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς, καθώς και η δυσκολία κατάσβεσης της. Με βάση την κατηγοριοποίηση του πίνακα 3.3. των χρήσεων γης και σε συνδυασμό με τα παραπάνω, επιλέχθηκαν οι κλάσεις με τα παρακάτω είδη βλάστησης στον πίνακα 3.7. ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους. Επομένως η επικινδυνότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς ταξινομείται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης.

Επίσης η έναρξη και η εξάπλωση μιας πυρκαγιάς, καθορίζονται από το είδος, το σχήμα, τη συνέχεια και τη χημική σύσταση της καύσιμης ύλης. Γενικά, η ανάφλεξη, η ταχύτητα εξάπλωσης και η ένταση μιας πυρκαγιάς επηρεάζεται από την κατανομή της καύσιμης ύλης.

Επιπρόσθετα, η περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης δηλ. η ποσότητα νερού της καύσιμης ύλης, είναι σημαντικός παράγοντας για την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Μια πυρκαγιά μπορεί να ξεκινήσει πιο εύκολα και να εξαπλωθεί πιο γρήγορα, όταν η περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης είναι χαμηλή. Η περιεχόμενη υγρασία της ζωντανής καύσιμης ύλης εξαρτάται από την εποχή και τις βροχοπτώσεις ενώ της νεκρής καύσιμης ύλης εξαρτάται από την έκθεση της στην ηλιακή ακτινοβολία, την θερμοκρασία του αέρα, τον άνεμο και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

Συνεκτιμώντας όλα τα παραπάνω, στον πίνακα 3.5. γίνεται η βαθμονόμηση των κλάσεων των τύπων καύσιμης ύλης. Με βάση την ταξινόμηση αυτή δημιουργήθηκε ο σταθμισμένος χάρτης των χρήσεων γης της εικόνας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.:** Συσχέτιση δασικής βλάστησης και επικινδυνότητας

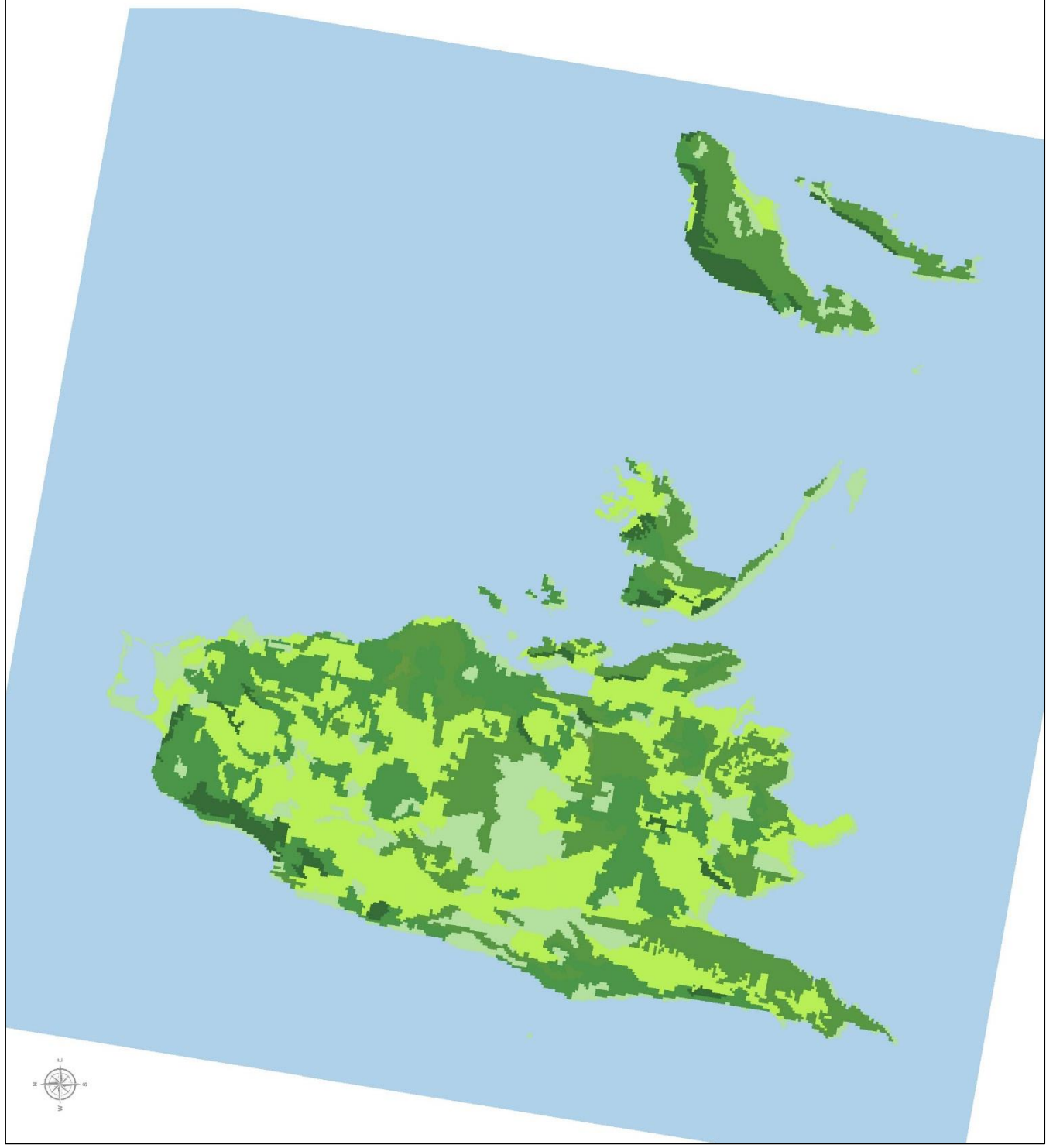
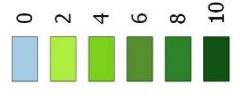
<b>ΕΙΔΗ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ</b>	<b>ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>
ΔΑΣΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	10 -ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ
ΔΑΣΗ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ	6-ΜΕΤΡΙΟΣ
ΜΕΙΚΤΑ ΔΑΣΗ	8- ΥΨΗΛΟΣ
ΕΛΑΙΩΝΕΣ	8- ΥΨΗΛΟΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2-ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ
ΣΚΛΗΡΟΦΥΛΛΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	7-ΜΕΤΡΙΟΣ
ΔΑΣΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ(ΘΑΜΝΟΙ)	8- ΥΨΗΛΟΣ

Ο σταθμισμένος χάρτης (Χάρτης 3.8.) προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των κλίσεων (reclassify), σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

**ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Βαθμολόγηση



**ΧΑΡΤΗΣ 3.8.:** Σταθμισμένος χάρτης χρήσεων στο νομό Λευκάδας

## β. Κλίση του εδάφους

Λαμβάνοντας υπόψη τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και πιο συγκεκριμένα τις τιμές κλίσης του εδάφους, όσο πιο μεγάλη η κλίση τόσο πιο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς, καθώς η πυρκαγιά διαδίδεται ταχύτερα (BC Wildfire Service 2015, Butler et al., 2007, Flannigan et al., 2000, Sivrikaya et al., 2013, Suryabhagavan, 2016). Οι φλόγες που βρίσκονται πιο κοντά στην καύσιμη ύλη, που υπάρχει πριν τη φωτιά, προθερμαίνουν την καύσιμη ύλη, μειώνονται τα επίπεδα υγρασίας με αποτέλεσμα, η ανάφλεξη των πυρκαγιών να διευκολύνεται σε εδάφη με μεγάλες κλίσεις, σε σύγκριση με μικρές κλίσεις ή επίπεδα εδάφη (GeoSTAC, 2014).

Οπότε οι διαδικασίες καταστολής είναι αρκετά δύσκολες τόσο για τη δυσβατότητα και την προσβασιμότητα των επίγειων μεταφορικών μέσων όσο και για την ταχύτατη διάδοση της πυρκαγιάς.

Επομένως το επίπεδο των κλίσεων αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας καθώς και για την λήψη των κατάλληλων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών.

Οι κλίσεις του εδάφους κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την επικινδυνότητα τους ως προς την εξάπλωση των πυρκαγιών και με την δυσκολία κατάσβεση τους. Έτσι στον πίνακα παρουσιάζονται οι κλάσεις επικινδυνότητας ανά επίπεδο κλίσεων.

Με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.6. γίνεται η βαθμονόμηση των κλάσεων της κλίσης και έτσι δημιουργήθηκε ο σταθμισμένος χάρτης της εικόνας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6.:** Συσχέτιση κλίσης και επικινδυνότητας

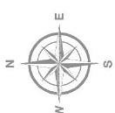
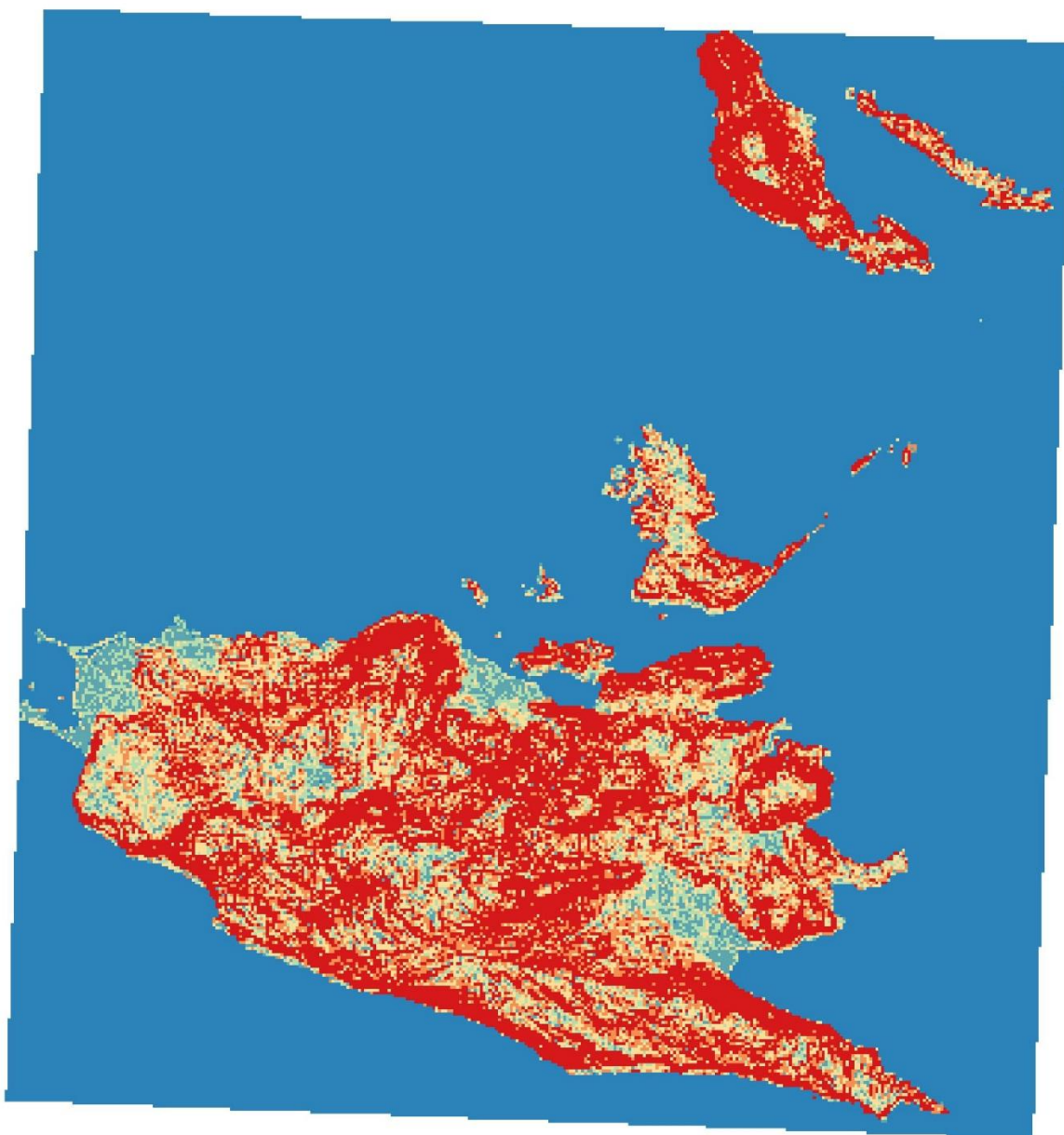
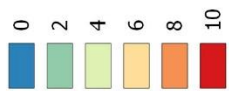
ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΛΙΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ
0-5%	1-ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ
5-10%	3-ΧΑΜΗΛΟΣ
10-20%	6-ΜΕΤΡΙΟΣ
20-30%	8-ΥΨΗΛΟΣ
>30%	10-ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ

Ο σταθμισμένος χάρτης (Χάρτης 3.9.) προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των κλίσεων, σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΚΛΙΣΕΩΝ Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Βαθμολόγηση



2.5 0 2.5 5 Χλμ



ΧΑΡΤΗΣ 3.9.: Σταθμισμένος χάρτης κλίσεων στο νομό Λευκάδας

### γ. Περιοχές Natura

Ιδιαίτερη βαρύτητα, δόθηκε και στην περιοχή Natura του νησιού, λόγω της πλούσιας ποικιλίας της σε χλωρίδα και πανίδα. Παρόλο που η συγκεκριμένη περιοχή σχεδόν καλύπτεται από τα προηγούμενα κριτήρια, θεωρείται περαιτέρω προστασίας, και για αυτό το λόγο αποτέλεσε ανεξάρτητο κριτήριο. Η ίδια η περιοχή καθώς και η έκταση που την περικλείει, αποτελούν υψίστης σημασίας και προστασίας.

Για τους παραπάνω λόγους ,για την μεγαλύτερη προστασία της περιοχής Natura, δημιουργήθηκε μία ζώνη (buffer), έως στα 550 μέτρα περιμετρικά της περιοχής (Χάρτης 3.10.).

Στη συνέχεια έγινε μετατροπή του διανυσματικού αρχείου σε πλεγματική μορφή (raster). Η μετατροπή σε raster, είναι αναγκαία για όλα τα διανυσματικά κριτήρια, για να δημιουργηθεί στο τελικό στάδιο, ο χάρτης καταλληλότητας για την τοποθέτηση των πυροσβεστικών κρουνών και των άλλων επίγειων μέσων δασοπυρόσβεσης.

Η βαθμολόγηση των διαφόρων κλάσεων των τιμών των περιοχών Natura, διαμορφώθηκε με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.7.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7.:** Συσχέτιση απόστασης από περιοχές NATURA και επικινδυνότητας

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA (ΣΕ ΜΕΤΡΑ)</b>	<b>ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>
Εντός περιοχής Natura-500μ περιμετρικά	10- ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ
Όρια περιοχής Natura-550μ περιμετρικά	9- ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ

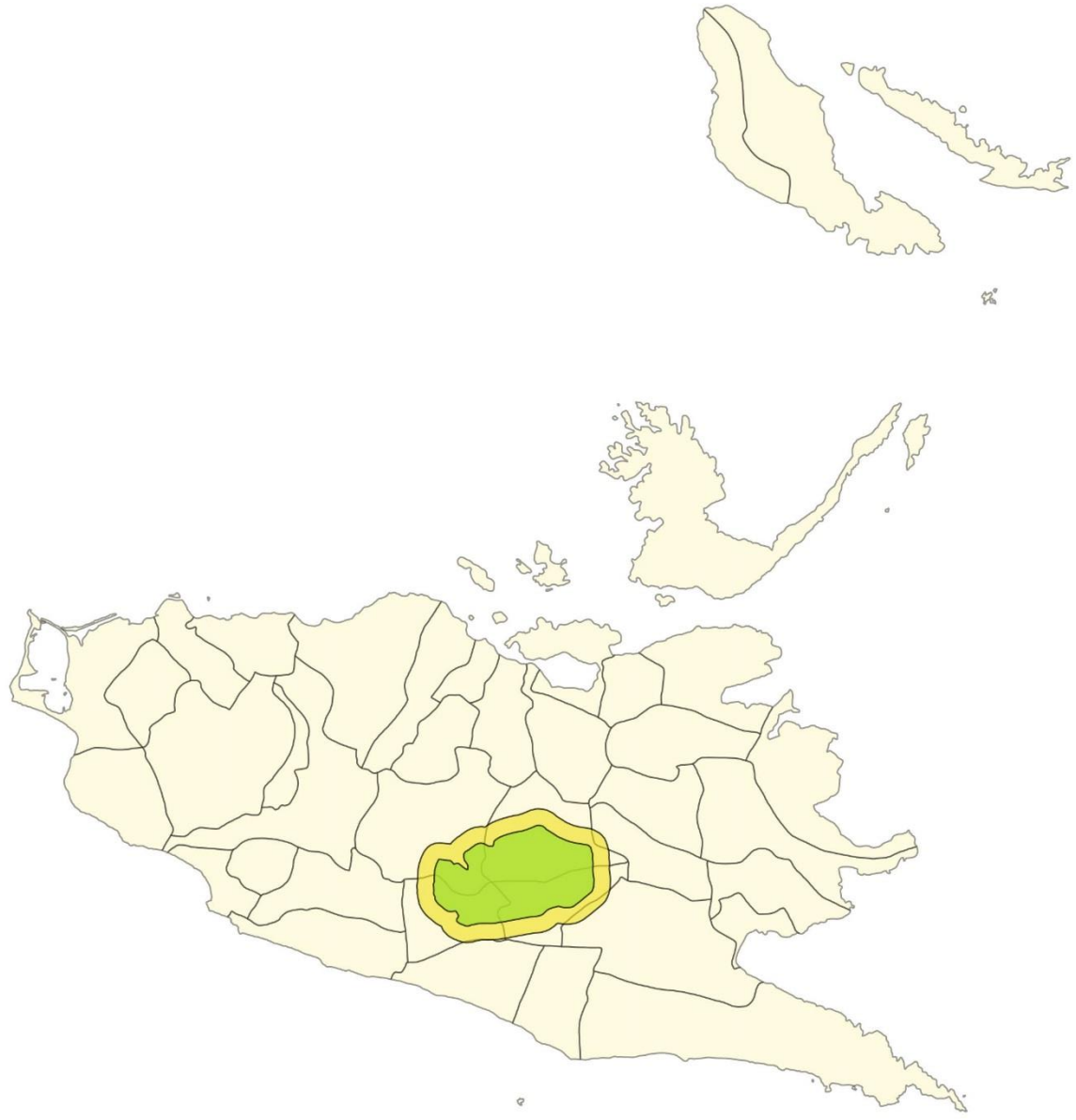
Η βαθμολόγηση των διαφόρων κλάσεων των τιμών των περιοχών Natura, διαμορφώθηκε με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.7.

Ο σταθμισμένος χάρτης (Χάρτης 3.11) προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των περιοχών Natura (reclassify), σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

**ΧΑΡΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ NATURA  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Περιοχή Natura
- Ζώνη 550μ.



2.5 0 2.5 5 Χλμ

**ΧΑΡΤΗΣ 3.10.: Ζώνη περιοχής Natura στο νομό Λευκάδας**

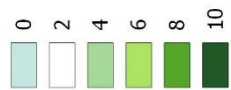


**ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΠΕΡΙΟΧΗΣ NATURA Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Βαθμολόγηση



0

2

4

6

8

10

2.5 0 2.5 5 Χλμ



**ΧΑΡΤΗΣ 3.1.1.: Σταθμισμένος χάρτης περιοχής Natura στο νομό Λευκάδας**

#### δ. Υψόμετρο

Το υψόμετρο παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των συνθηκών και στην ποσότητα της καύσιμης ύλης. Λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών, η καύσιμη ύλη, σε χαμηλότερα υψόμετρα χάνει την υγρασία της, νωρίτερα στο έτος, από ότι σε υψηλότερα υψόμετρα. Σε εξαιρετικά υψηλά υψόμετρα μπορεί να μην υπάρχει καθόλου καύσιμη ύλη. Το υψόμετρο, επηρεάζει τη συμπεριφορά της φωτιάς και με διάφορους άλλους τρόπους, όπως στο ποσό των ληφθέντων βροχοπτώσεων, στην έκθεση του ανέμου και την σχέση της με το ευρύτερο έδαφος.

Επομένως όσο μεγαλύτερο είναι το υψόμετρο μιας περιοχής, τόσο μεγαλύτερη είναι η σχετική υγρασία του αέρα και κατά συνέπεια η υγρασία της καύσιμης δασικής ύλης.

Η θερμοκρασία του αέρα, επηρεάζεται από το υψόμετρο, καθώς μειώνεται κατά 1°C ανά 100μ. υψομετρικής ανόδου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση επίδραση του υψομέτρου σε μια πυρκαγιά, διότι επηρεάζει τα πυριτικά χαρακτηριστικά των φυτών. Επιπλέον το υψόμετρο καθορίζει την ανάπτυξη των διαφόρων ειδών βλάστησης, ασκώντας σημαντική επίδραση στην σύνθεση των φυτοκοινωνιών.

Η βαθμολόγηση των διαφόρων κλάσεων των τιμών του υψομέτρου, διαμορφώθηκε με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.8. Με βάση τον πίνακα, προέκυψε και ο σταθμισμένος χάρτης του υψομέτρου της εικόνας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8.:** Συσχέτιση υψομέτρου και επικινδυνότητας

<b>ΥΨΟΜΕΤΡΟ (ΣΕ ΜΕΤΡΑ)</b>	<b>ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>
0-100μ	2-ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ
100-300μ	5-ΜΕΤΡΙΟΣ
300-600μ	7-ΜΕΤΡΙΟΣ
600 – 1163μ	8- ΥΨΗΛΟΣ

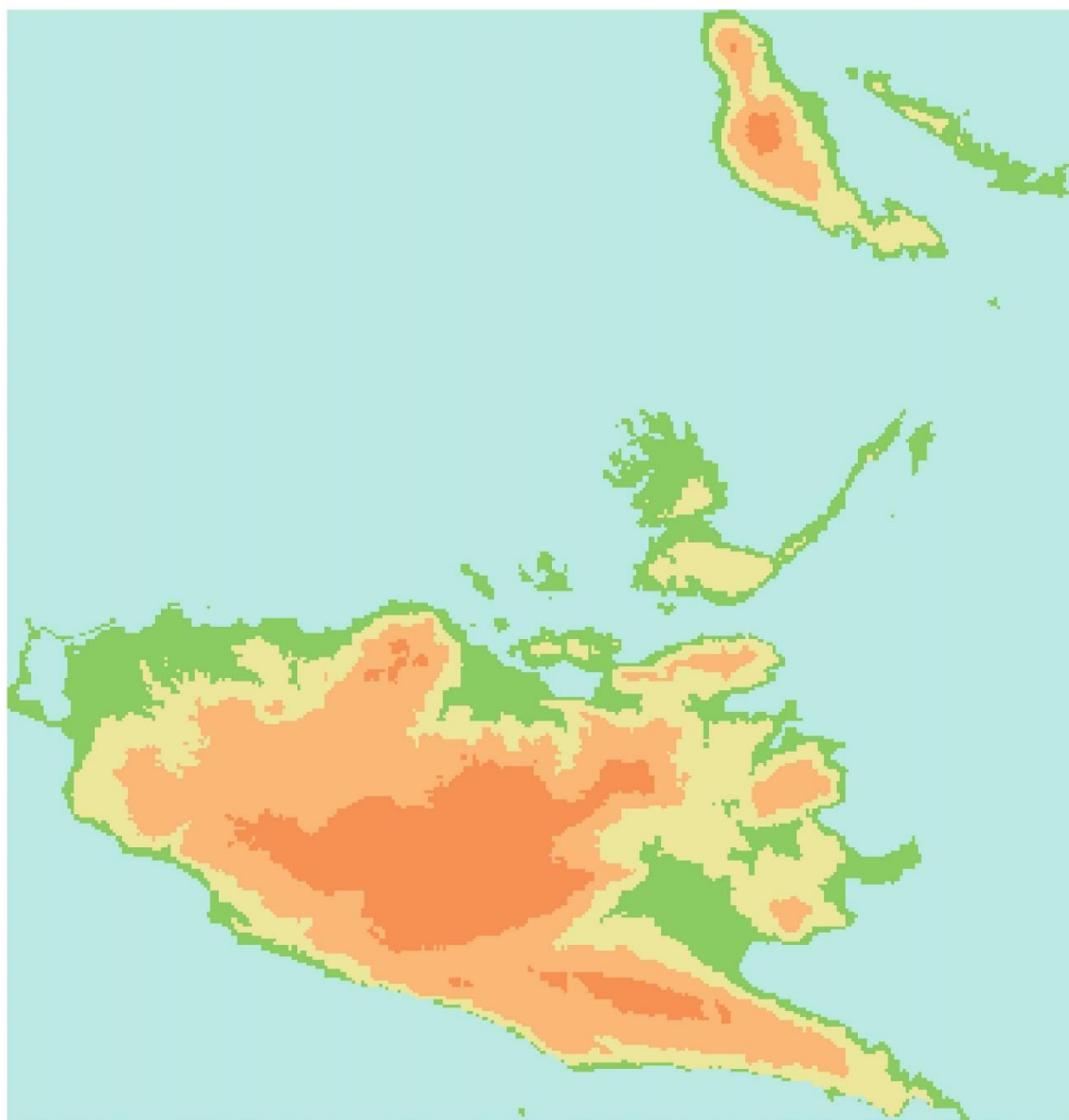
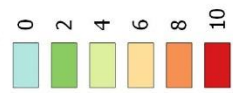
Ο σταθμισμένος χάρτης (Χάρτης 3.12.) προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των κλίσεων, σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Βαθμολόγηση



ΧΑΡΤΗΣ 3.12.: Σταθμισμένος χάρτης υψομέτρου στο νομό Λευκάδας

### **ε. Οδικό δίκτυο**

Η απόσταση από το οδικό δίκτυο επηρεάζει πάρα πολύ τον βαθμό κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς. Όσο απομακρυνόμαστε από το οδικό δίκτυο, τόσο αυξάνεται και ο βαθμός δυσκολίας κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς. Αυτό οφείλεται στην δυσκολία πρόσβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, καθώς και στην εξασφάλιση της τροφοδοσίας των πυροσβεστικών δυνάμεων, με την αναγκαία ποσότητα νερού.

Επιπρόσθετα το οδικό δίκτυο, μπορεί να λειτουργήσει και ως αντιπυρική ζώνη, καθυστερώντας με αυτόν τον τρόπο, και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς, στην ευρύτερη περιοχή. Στην αντίθετη περίπτωση, σε μακρινή δηλαδή απόσταση από το οδικό δίκτυο, εξαλείφεται το πλεονέκτημα της αντιπυρικής ζώνης.

Πρέπει να αναφερθεί, ότι σε μέρη πλησίον του οδικού δικτύου, ο βαθμός επικινδυνότητας εκδήλωσης πυρκαγιάς, λόγω ανθρωπίνων παραγόντων, είναι αρκετά υψηλός. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις, η κατάσβεση μιας πυρκαγιάς κοντά σε οδικό δίκτυο, είναι άμεση.

Για τους παραπάνω λόγους, η μεθοδολογία περιλαμβάνει τη δημιουργία ζωνών, δηλαδή τη «ζωνοποίηση» του οδικού δικτύου σε πολλαπλές ζώνες (buffers), έως τα 300 μέτρα από το οδικό δίκτυο (Χάρτης 3.13).

Οι ζώνες που δημιουργήθηκαν είναι τέσσερις: 50, 100, 200 και 300 μέτρων. Η δυσκολία κατάσβεσης βαίνει αυξανόμενη από τους οικισμούς μέχρι τη ζώνη των 300 μέτρων, όπου η προσβασιμότητα για την κατάσβεση γίνεται πιο δυσχερή. Επομένως η πιο επικίνδυνη ζώνη για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς, είναι η τελευταία ζώνη των 300 μέτρων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στο κριτήριο αυτό, δόθηκε βαρύτητα στον βαθμό κατάσβεσης. Αυτό σημαίνει ότι οι ζώνες, που βρίσκονται σε περιοχές που είναι απομακρυσμένες από το οδικό δίκτυο, αξιολογήθηκαν με υψηλότερη βαθμολογία.

Στη συνέχεια έγινε μετατροπή του διανυσματικού αρχείου σε πλεγματική μορφή (raster). Η μετατροπή σε raster, είναι αναγκαία για όλα τα διανυσματικά κριτήρια, για να δημιουργηθεί στο τελικό στάδιο, ο χάρτης καταλληλότητας για την τοποθέτηση των πυροσβεστικών κρουνών και των άλλων επίγειων μέσων δασοπυρόσβεσης.

Με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.9. γίνεται η βαθμονόμηση των κλάσεων οδικού δικτύου και έτσι δημιουργήθηκε ο σταθμισμένος χάρτης της εικόνας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9.** Συσχέτιση απόστασης από το οδικό δίκτυο και επικινδυνότητας

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (ΣΕ ΜΕΤΡΑ)</b>	<b>ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>
<50μ	2-ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ
50-100μ	3-ΧΑΜΗΛΟΣ
100-200μ	6-ΜΕΤΡΙΟΣ
200-300μ	8-ΥΨΗΛΟΣ

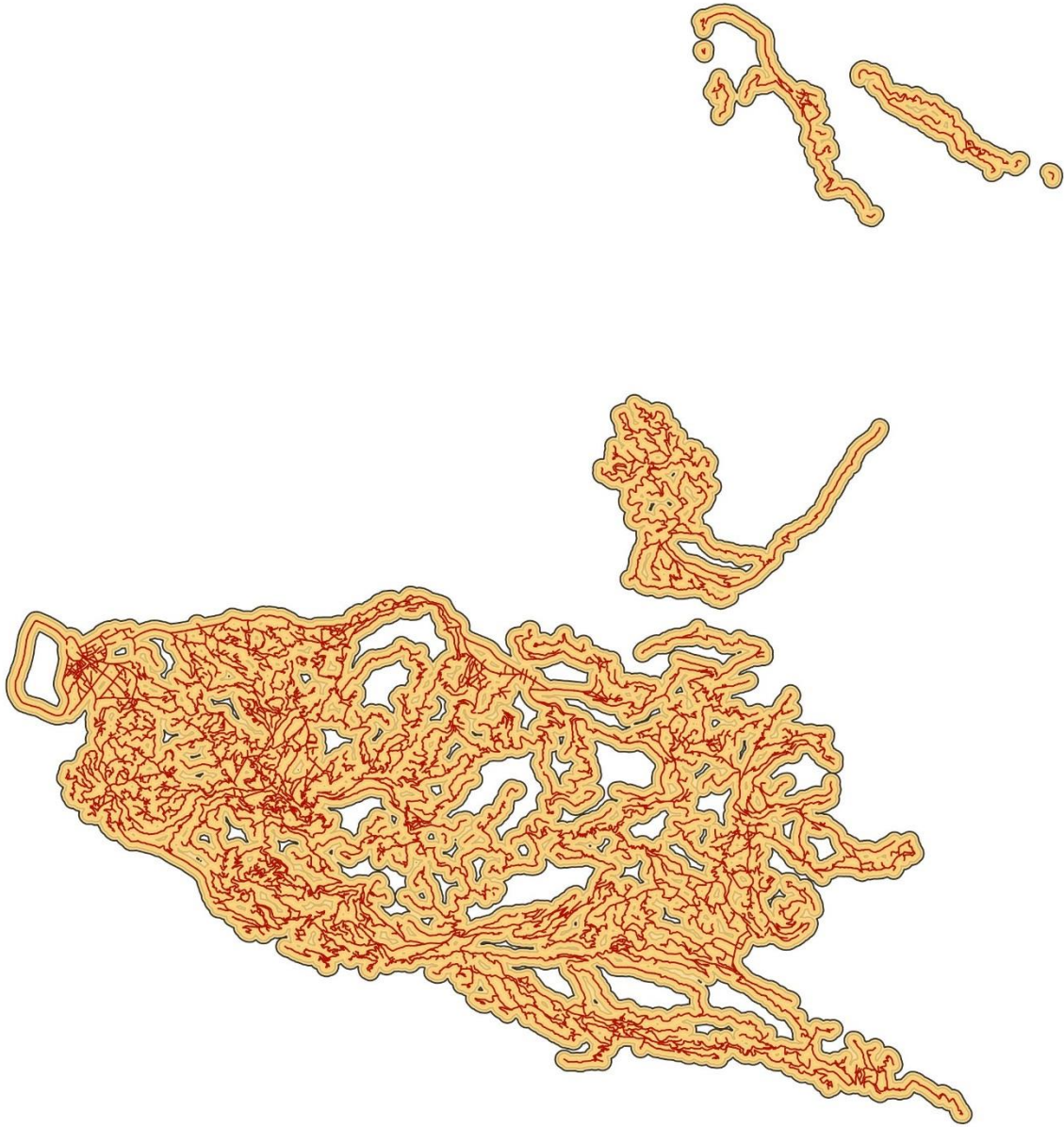
Ο σταθμισμένος χάρτης (Χάρτης 3.14) προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των κλίσεων (reclassify), σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

**ΧΑΡΤΗΣ ΖΩΝΩΝ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Οδικό δίκτυο
- Ζώνες οδικού δικτύου



2.5 0 2.5 5 χλμ



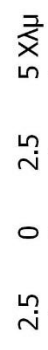
**ΧΑΡΤΗΣ 3.13.:** Ζώνες οδικού δικτύου στο νομό Λευκάδας

ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Βαθμολόγηση



ΧΑΡΤΗΣ 3.14.: Σταθμισμένος χάρτης οδικού δικτύου στο νομό Λευκάδας

## **στ. Οικισμοί**

Η απόσταση από τους αστικούς σχηματισμούς και τους μικρούς οικισμούς είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς πάρα πολλές πυρκαγιές ξεσπούν σε δασικές περιοχές και εκτάσεις γύρω από οικισμούς (Cohen, 2010; Narayanaraj and Wimberly, 2012; Syphard et al, 2008).

Οι οικισμοί συμπεριλήφθηκαν και αυτοί ως βασικό κριτήριο χωροθέτησης, κυρίως για την προστασία των ανθρώπινων ζώων και περιουσιών και λιγότερο για την προστασία των δασών, δεδομένου ότι εκεί ζουν άνθρωποι και επομένως θα έχουμε μεγάλη πιθανότητα για ανθρώπινες απώλειες. Ιδιαίτερα, οι μικροί οικισμοί που βρίσκονται μέσα σε δάση στην περιοχή μελέτης, έχουν τον μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας για πυρκαγιά.

Η βαθμολόγηση των διαφόρων κλάσεων διαμορφώθηκε σε ακτίνες 500μ. και 1000 μ. από το κέντρο των οικισμών, καλύπτοντας έτσι το μέγεθος των περισσότερων οικισμών του νησιού. Για το λόγο αυτό, δόθηκε μεγαλύτερη τιμή στην βαθμονόμηση, για τις περιοχές που είναι εκτός της ζώνης των 500μ. δηλ. στα σύνορα των οικισμών και των εκτάσεων που τις περιβάλλουν.

Ένα ακόμη κριτήριο, που επηρέασε την βαθμονόμηση είναι και η αποτελεσματικότητα κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς εντός οικισμών, σε αντίθεση με την κατάσβεση πυρκαγιάς εκτός οικισμών. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η καταστολή της ενδεχόμενης εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς, πριν τη διάδοση της στον οικισμό που εσωκλείει.

Μεθοδολογικά ακολουθείται η ίδια πορεία, όπως και στην περίπτωση του οδικού δικτύου. Σε αυτήν την περίπτωση δημιουργούνται 2 ζώνες σε διαφορετικές αποστάσεις και συγκεκριμένα μεγαλύτερες, στα 500 (χάρτης 3.15.) και 1000 μέτρα αντίστοιχα.

Η προσβασιμότητα για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς κοντά στους οικισμούς θεωρείται πιο εύκολη. Για αυτό το λόγο ,ως μέγιστη απόσταση γύρω από τους οικισμούς θεωρήθηκαν τα 1000μέτρα , καθώς μέσα στο όριο των 500 -1000 μέτρων τα, η κατάσβεση μιας πυρκαγιάς είναι πιο αναγκαία για την καταστολή της φωτιάς, ώστε να αποφευχθεί η διάδοση της μέσα στους οικισμούς.

Στη συνέχεια έγινε μετατροπή του διανυσματικού αρχείου σε πλεγματική μορφή (raster). Η μετατροπή σε raster ,είναι αναγκαία για όλα τα διανυσματικά κριτήρια, για

να δημιουργηθεί στο τελικό στάδιο, ο χάρτης καταλληλότητας για την τοποθέτηση των πυροσβεστικών κρουνών και των άλλων επίγειων μέσων δασοπυρόσβεσης.

Η βαθμολόγηση των διαφόρων κλάσεων των τιμών των οικισμών, διαμορφώθηκε με βάση τα παραπάνω στον πίνακα 3.10. Με βάση τον πίνακα, προέκυψε και ο σταθμισμένος χάρτης του υψομέτρου της εικόνας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10.:** Συσχέτιση απόστασης από αστικούς σχηματισμούς και επικινδυνότητας

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ (ΣΕ ΜΕΤΡΑ)</b>	<b>ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>
<500μ περιμετρικά	6-ΜΕΤΡΙΟΣ
>500μ περιμετρικά	8- ΥΨΗΛΟΣ

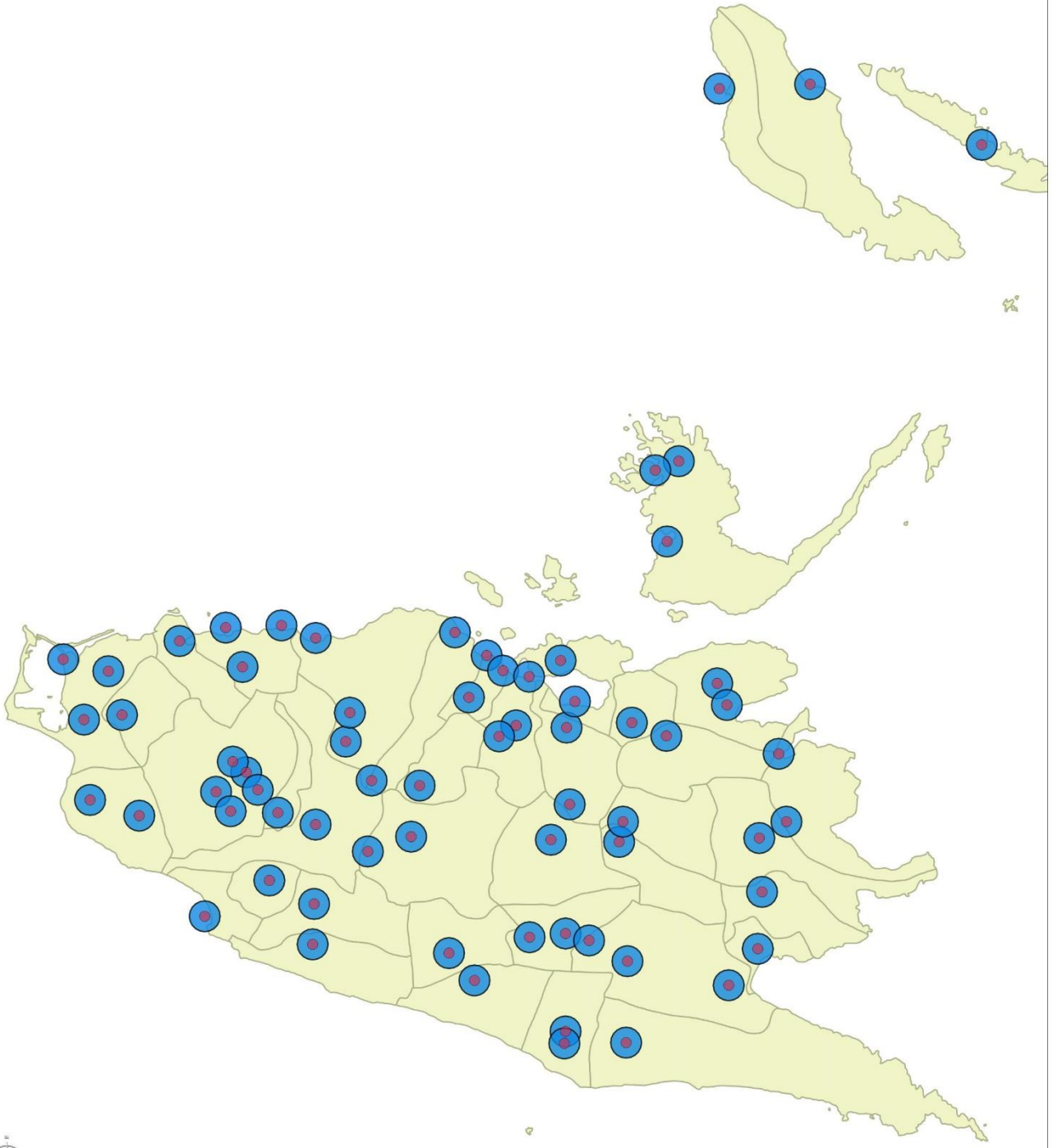
Ο σταθμισμένος χάρτης 3.16. προέκυψε με την επαναταξινόμηση των τιμών των κλίσεων (reclassify), σύμφωνα με τις παραπάνω κλάσεις επικινδυνότητας.

**ΧΑΡΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Οικισμός
- Ζώνη 500μ.

2.5 0 2.5 5 Χλμ

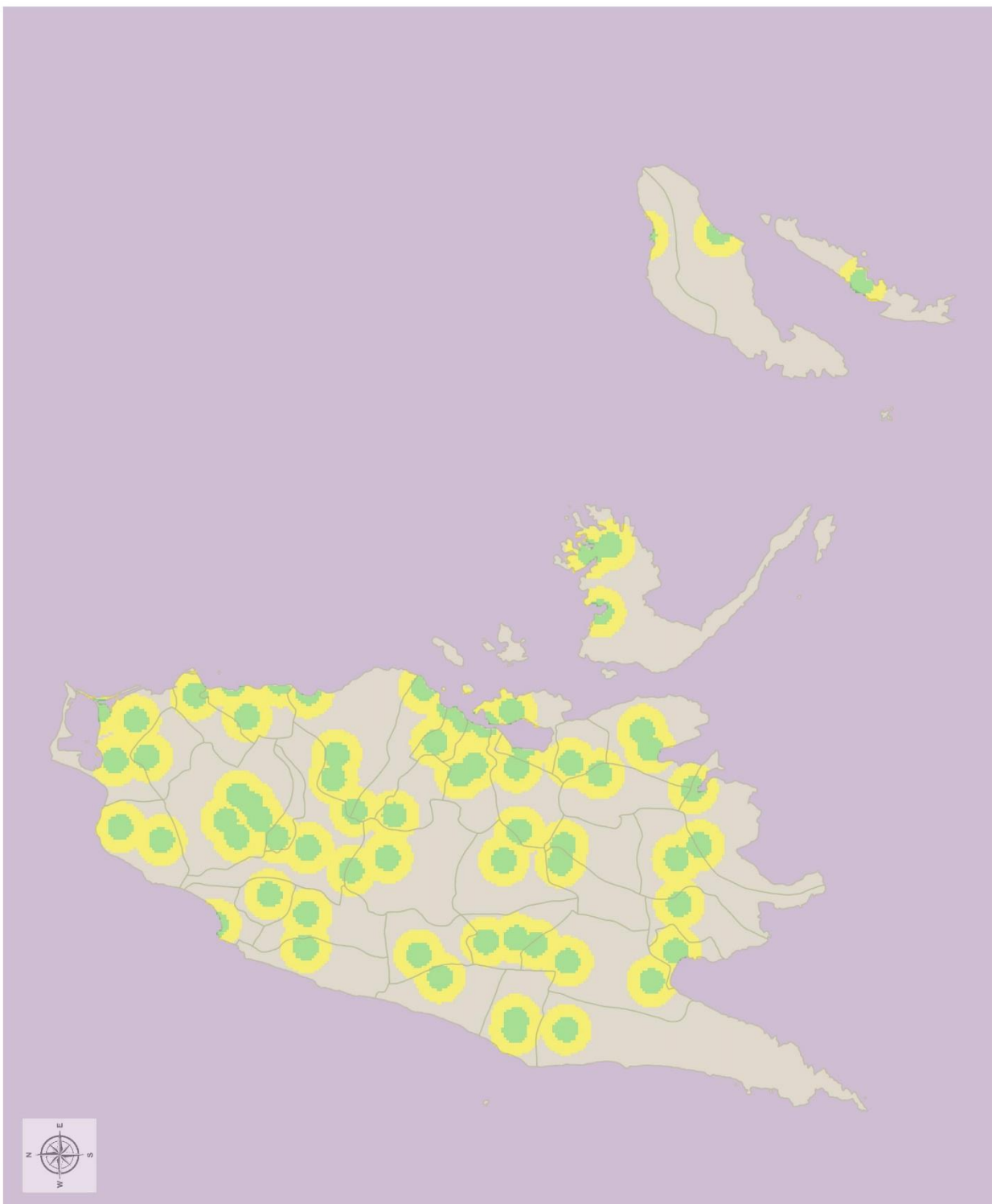
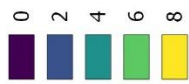


**ΧΑΡΤΗΣ 3.15.: Ζώνες οικισμών στο νομό Λευκάδας**

**ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΟΙΚΙΣΜΩΝ Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Βαθμολόγηση



**ΧΑΡΤΗΣ 3.16.:** Σταθμισμένος χάρτης οικισμών στο νομό Λευκάδας

### 3.6.2 Βαθμονόμηση κριτηρίων

Στη συνέχεια γίνεται και ο προσδιορισμός της βαρύτητας των κριτηρίων, που επηρεάζει σημαντικά τη διαδικασία της χωροθέτησης. Η βαρύτητα ενός κριτηρίου εκφράζει τον βαθμό συμμετοχής κάθε κριτηρίου στη συνολική επίδοση μιας εναλλακτικής επιλογής (Catalina et al., 2011). Δεδομένου ότι όλα τα κριτήρια δεν έχουν την ίδια σημαντικότητα, διαμορφώθηκε και η κλίμακα βαρύτητας των κριτηρίων εμπειρικά στην κλίμακα 0% – 100%, που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.11.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11.** Αξιολόγηση βαρύτητας κριτηρίων

<b>ΚΛΙΜΑΚΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ (%)</b>	
<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗ</b>	<b>0</b>
<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ</b>	<b>10</b>
<b>ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ</b>	<b>20</b>
<b>ΜΙΚΡΗ</b>	<b>30</b>
<b>ΛΙΓΟ ΜΕΤΡΙΑ</b>	<b>40</b>
<b>ΜΕΤΡΙΑ</b>	<b>50</b>
<b>ΠΟΛΥ ΜΕΤΡΙΑ</b>	<b>60</b>
<b>ΜΕΓΑΛΗ</b>	<b>70</b>
<b>ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ</b>	<b>80</b>
<b>ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ</b>	<b>90</b>
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ</b>	<b>100</b>

Πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση με βάση την παραπάνω κλίμακα, ανάλογα με τη βαρύτητα που θεωρήθηκε πως παρουσιάζει κάθε κριτήριο στο εξεταζόμενο πρόβλημα. Δεδομένου ότι κάθε κριτήριο έχει διαφορετικό βαθμό επιρροής στην δημιουργία του χάρτη καταλληλότητας το κρισιμότερο κριτήριο είναι η καύσιμη ύλη. Για αυτό από όλα τα κριτήρια, ο τύπος της βλάστησης βαθμολογήθηκε με τη μεγαλύτερη βαρύτητα 100%, γιατί η φωτιά χωρίς την καύσιμη ύλη, δεν μπορεί να ξεκινήσει. Τη δεύτερη μεγαλύτερη βαρύτητα, έλαβαν οι περιοχές Natura, λόγω της σημαντικότητας της προστασίας αυτών των περιοχών. Σχετικά με τους τοπογραφικούς παράγοντες της περιοχής, υιοθετήθηκε 80% για το επίπεδο των κλίσεων, 60% για το επίπεδο του υψομέτρου. Τέλος για τους ανθρωπογενείς παράγοντες, στις ζώνες επιρροής του οδικού δικτύου και στις ζώνες επιρροής των οικισμών, υιοθετήθηκε η ίδια εξίσου βαρύτητα σε ποσοστό 60%.

Ακολούθως, υπολογίστηκαν οι συντελεστές βαρύτητας και οι διορθωμένοι συντελεστές βαρύτητας για κάθε κριτήριο σύμφωνα με τον πίνακα. Σύμφωνα με τους προαναφερόμενους τύπους, ο κάθε συντελεστής βαρύτητας προκύπτει από την τιμή του βάρους κάθε κριτηρίου προς την ελάχιστη τιμή βαρύτητας. Αντίστοιχα ο διορθωμένος συντελεστής βαρύτητας προκύπτει από την κάθε τιμή του συντελεστή βαρύτητας κάθε κριτηρίου προς το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας. Η υψηλότερη βαθμολογία δείχνει ότι ο συντελεστής-κριτήριο έχει υψηλό βαθμό επιρροής σχετικά με τον κίνδυνο πυρκαγιάς σε μια περιοχή, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.12.

**Πίνακας 3.12.:** Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων

A/A	Κριτήριο	Βαρύτητα (%)	Συντελεστής βαρύτητας	Διορθωμένος συντελεστής βαρύτητας
1	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	100	1,66	0,22
	ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA	90	1,50	0,20
2	ΚΛΙΣΗ	80	1,33	0,18
3	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	60	1	0,13
4	ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	60	1	0,13
5	ΟΙΚΙΣΜΟΙ	60	1	0,13
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		7,49	

Η κλίμακα ορίστηκε από το 0 έως το 10 γιατί υπάρχουν δεδομένα στους χάρτες που δεν ανήκουν σε καμία κατηγορία επικινδυνότητας στην περιοχή.

### 3.6.3 Δημιουργία χάρτη καταλληλότητας

Ο τελικός χάρτης καταλληλότητας προκύπτει με το συνδυασμό των επιμέρους χαρτών των βαθμολογημένων κριτηρίων, εφαρμόζοντας την μαθηματική σχέση της μεθόδου S.A.W.. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο «raster calculator» του QGIS, δημιουργήθηκε ο τελικός χάρτης, πολλαπλασιάζοντας τους διορθωμένους συντελεστές βαρύτητας κάθε κριτηρίου με το αντίστοιχο reclassified αρχείο του αντίστοιχου κριτηρίου. Στην συνέχεια προστέθηκαν μεταξύ τους για να προκύψει ο χάρτης καταλληλότητας που παρουσιάζεται στο χάρτη 3.17.

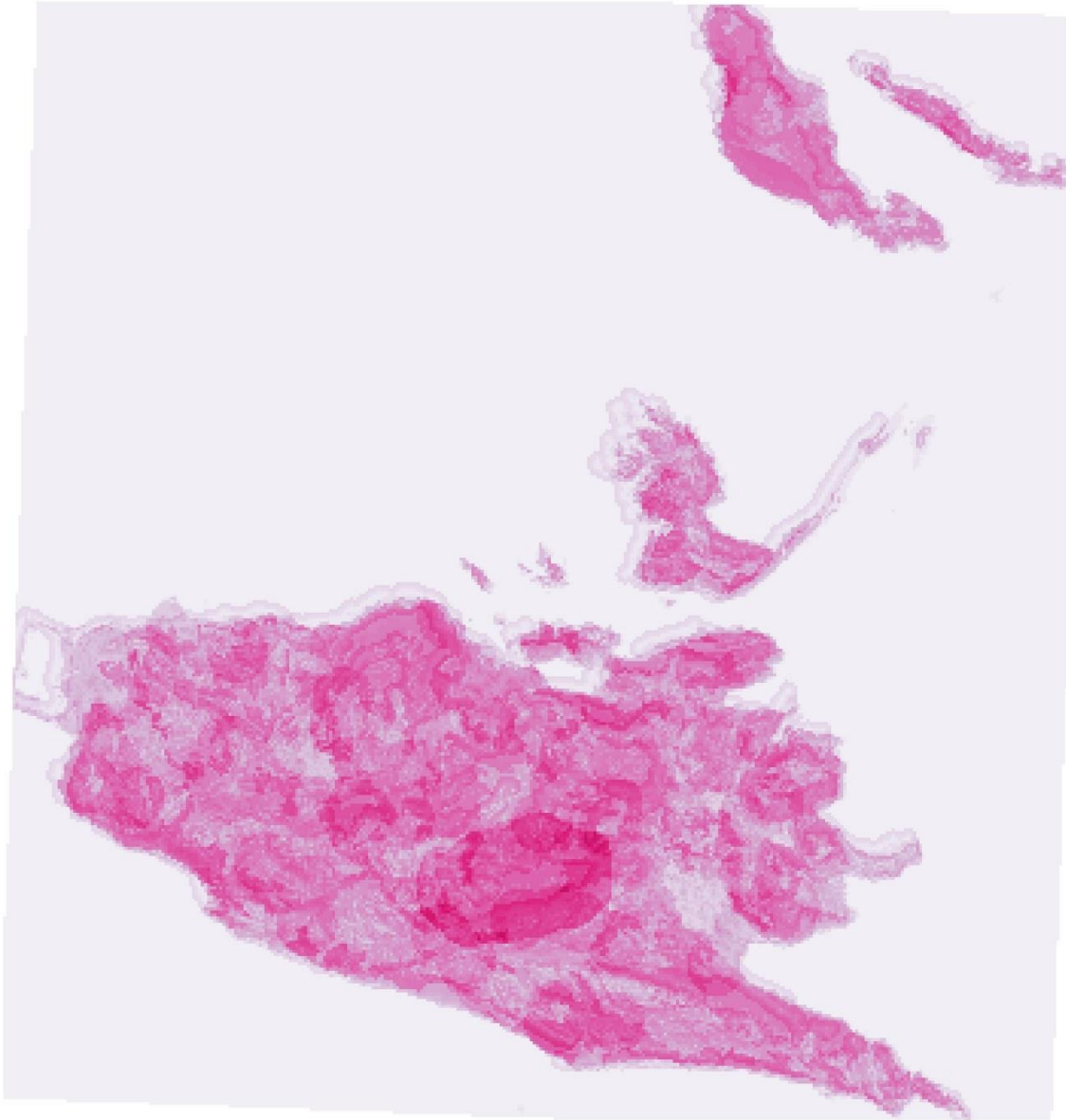


**ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ  
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

Βαθμολόγηση Καταλληλότητας

- 0-2 Ακατάλληλη
- 2-4 Χαμηλή
- 4-6 Μέτρια
- 6-8 Υψηλή
- 8-10 Βέλτιστη



2.5 0 2.5 5 Χλμ



**ΧΑΡΤΗΣ 3.17::** Σταθμισμένος χάρτης καταλληλότητας στο νομό Λευκάδας

### 3.7 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Σκοπός της συγκεκριμένης ερευνητικής διατριβής είναι ο άμεσος εντοπισμός της βέλτιστης τοποθέτησης πυροσβεστικών κρουνών στον νομό της Λευκάδας, καθώς και οι πιθανές θέσεις σε όλο το νησί, όπου μπορεί να ξεσπάσει μια πυρκαγιά.

Με τον χάρτη καταλληλότητας 3.17 που δημιουργήθηκε ,ο σκοπός επιτεύχθηκε καθώς εντοπίστηκαν με μεγάλη ακρίβεια οι πιθανές θέσεις εγκατάστασης των πυροσβεστικών κρουνών.

Με σκοπό την καλύτερη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ,οι βέλτιστες θέσεις ταξινομήθηκαν σε κλάσεις με βάση τη χρωματική διαβάθμιση του χάρτη 3.17. Με δεδομένο την κατανομή των τιμών καταλληλότητας στην περιοχή μελέτης, η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στις ακατάλληλες θέσεις, ενώ η μέγιστη τιμή αντιστοιχεί στις περιοχές με την βέλτιστη καταλληλότητα.

Με βάση τα παραπάνω ,η ταξινόμηση των τιμών με βάση την καταλληλότητα φαίνεται στον πίνακα 3.13. Επιλέγηκαν πέντε ποιοτικές κατηγορίες ταξινόμησης της καταλληλότητας με τους χαρακτηρισμούς ακατάλληλη, χαμηλή, μέτρια, υψηλή και βέλτιστη, και η ταξινόμηση έγινε με βάση το εύρος τιμών του πίνακα 3.13.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13** :Ποιοτική ταξινόμηση τιμών καταλληλότητας

Τιμές	Βαθμός καταλληλότητας
0-2	ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΗ
2-4	ΧΑΜΗΛΗ
4-6	ΜΕΤΡΙΑ
6-8	ΥΨΗΛΗ
8-10	ΒΕΛΤΙΣΤΗ

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα για την περιοχή μελέτης:

Στον νομό Λευκάδας, με την πλούσια ποικιλία βλάστησης ,το έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο και τους ανθρωπογενείς σχηματισμούς (οδικό και οικιστικό δίκτυο) που εντοπίζονται, δεν είναι εφικτό οι θέσεις των πυροσβεστικών κρουνών, να οριοθετηθούν, σε ένα άξονα ή σε λίγες τοποθεσίες του νησιού. Για αυτούς τους λόγους οι κατάλληλες θέσεις πρέπει να είναι στοχευμένες και ρεαλιστικές. Αυτό ακριβώς επιτεύχθηκε με τον χάρτη καταλληλότητας 3.17.

Όπως φαίνεται από τον χάρτη 3.17, οι κατάλληλες θέσεις κατανέμονται διάσπαρτα στη συνολική έκταση του νομού Λευκάδας με συγκεκριμένα όμως χαρακτηριστικά, συνδυασμένα μεταξύ τους, όπως πλούσια βλάστηση, μεγάλες κλίσεις, απομακρυσμένα από δρόμους και οικισμούς και φυσικά η περιοχή Natura, που καλύπτει έτσι και αλλιώς όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του χάρτη 3.17, ενδεικτικές περιοχές που είναι κατάλληλες για την τοποθέτηση πυροσβεστικών κρουνών είναι οι εξής :

- νοτιοδυτικά του χωριού Τσουκαλάδες
- βορειανατολικά και βορειοδυτικά του χωριού Κάβαλος
- στην ευρύτερη περιοχή ,νοτιοανατολικά του χωριού Βαυκερή
- μεταξύ των χωριών Μανασή και Νικολή
- βόρεια του χωριού Δράγανο
- ανατολικά του χωριού Βούρνικας
- μεταξύ των χωριών Κατωχώρι και Δεσίμι
- βορειοανατολικά του χωριού Βασιλική
- βορειανατολικά του χωριού Κολυβατά
- τμήμα της βόρειας πλευράς του νησιού Κάλαμος.

Πρέπει να επισημανθεί ότι ο βαθμός επικινδυνότητας για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς εξαρτάται και από τους μετεωρολογικούς παράγοντες αλλά στην παρούσα εργασία δεν έχουν εξεταστεί.

# Κεφάλαιο 4

## Συζήτηση – Συμπεράσματα – Εισηγήσεις

### 4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε ως προς τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Στη συνέχεια παρατίθενται διάφορα θέματα για περαιτέρω έρευνα.

### 4.2 Συζήτηση

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μια φυσική διεργασία που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία και την εξέλιξη των δασικών οικοσυστημάτων. Αποτελούν δηλαδή μια οικολογική αναγκαιότητα και ειδικά σε περιοχές με μεσογειακό τύπο κλίματος. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο μέρος των δασικών πυρκαγιών δεν οφείλεται σε φυσικά αίτια αλλά σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι πυρκαγιές είτε έχουν προκληθεί από ανθρώπινους παράγοντες είτε από την αλλαγή του κλίματος, μπορεί να έχουν επιζήμιες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Γενικότερα το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών επηρεάζει όλες τις παραμέτρους της βιωσιμότητας μιας περιοχής.

Μελέτες αποδεικνύουν την άνοδο εκδηλώσεων δασικής πυρκαγιάς καθώς και την αύξηση καμένων εκτάσεων. Η ορθή διαχείριση των δασικών πυρκαγιών θεωρείται απαραίτητη για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Ένα απ' τα βασικότερα στάδια της διαχείρισης είναι και η πρόληψη.

Μια αποτελεσματική δασική πολιτική πρέπει να περιλαμβάνει ένα ισχυρό πρόγραμμα προληπτικής δασοκομίας. Γενικότερα τα εργαλεία πρόληψης αποτελούν τον κύριο παράγοντα για την αποτελεσματική καταστολή των πυρκαγιών και συμβάλλουν στην γενικότερη προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με σημαντικά οφέλη και στους τρεις πυλώνες αειφορίας.

Η πρόληψη περιλαμβάνει όλες εκείνες τις ενέργειες που απαιτούνται για την μείωση του κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιών. Μία απ' αυτές τις ενέργειες είναι η κατάλληλη τοποθέτηση πυροσβεστικών μέσων σε επικίνδυνες περιοχές. Έχει ιδιαίτερη σημασία οι πυροσβεστικοί κρουνοί να τοποθετηθούν σωστά για την παροχή της μεγαλύτερης πυροσβεστικής κάλυψης με σκοπό την άμεση καταστολή της δασικής πυρκαγιάς.

Οι πυρκαγιές αποτελούν την ανάπτυξη βιώσιμων και μακροπρόθεσμων πολιτικών διαχείρισης. Σε πάρα πολλές περιπτώσεις πραγματοποιούνται μεγάλες επενδύσεις στον εξοπλισμό πυρόσβεσης και όχι στην πρόληψη μέσω της βελτίωσης αυτοπροστασίας των δασών. Οι τρέχουσες πολιτικές διαχείρισης στην Ευρώπη, επικεντρώνονται κυρίως στην καταστολή των πυρκαγιών και έχουν οδηγήσει στην αύξηση των καμένων εκτάσεων.

Το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών είναι πρόβλημα με χωρική υπόσταση που απαιτεί έναν μελετημένο χωροταξικό σχεδιασμό. Τα απαραίτητα χωρικά δεδομένα παρέχονται μέσω των ΓΣΠ. Τα ΓΣΠ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα της χαρτογράφησης των περιοχών υψηλού κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιών.

Διαπιστώνεται ότι οι μεσογειακές χώρες παρουσιάζουν υψηλό βαθμό επικινδυνότητας λόγω των κλιματολογικών συνθηκών. Συγκεκριμένα η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις χώρες που είναι περισσότερο επιρρεπείς. Το μεγάλο πλήθος των πυρκαγιών στη χώρα μας σε συνδυασμό με το ιδιόμορφο ανάγλυφο της αποτέλεσε την πρόκληση για την ανάπτυξη του θέματος της συγκεκριμένης διατριβής.

Ο νομός Λευκάδας είναι μια περιοχή που έχει υποστεί μεγάλο αριθμό δασικών πυρκαγιών με καταστροφικές συνέπειες. Για αυτό τον λόγο, το θέμα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής προέκυψε με αφορμή την ανάγκη εφαρμογής μέτρων πρόληψης για την αντιμετώπιση του φαινομένου των πυρκαγιών και οδήγησε στο σχεδιασμό ενός χωρικού συστήματος λήψης αποφάσεων που θα συμβάλει στην ενεργό διαχείριση των πυρκαγιών.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η εφαρμογή της ΠΚΑ μέσω των ΓΣΠ, για τον εντοπισμό των κατάλληλων σημείων για την βέλτιστη τοποθέτηση επίγειων μέσων δασοπυρόσβεσης στο νησί της Λευκάδας. Ο βασικός στόχος είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού χάρτη βαθμονόμησης κάθε θέσης για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών από τις συγκεκριμένες θέσεις. Άλλος ένας στόχος είναι και η παροχή χρήσιμων πληροφοριακών εργαλείων για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και επομένως για την άμεση και βέλτιστη πυροπροστασία στο νησί της Λευκάδας.

Η πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς στην περιοχή μελέτης αλλά και ο βαθμός επικινδυνότητας για την κατάσβεση τους αποτέλεσε το εργαλείο για την χωροθέτηση των βέλτιστων θέσεων επίγειων μέσων δασοπυρόσβεσης.

Για την διεκπεραίωση της έρευνας αξιοποιήθηκαν τα εργαλεία τόσο της πολυκριτηριακής ανάλυσης όσο και των ΓΣΠ. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία Δικτύου Natura 2000, δεδομένα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Εδαφικής Κάλυψης CORINE, τοπογραφικά στοιχεία και ανθρωπογενείς σχηματισμοί. Τόσο οι φυσικοί όσο και οι ανθρωπογενείς παράγοντες επηρεάζουν την έναρξη και την εξέλιξη του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών.

Ο χάρτης καταλληλότητας έγινε με την σύζευξη διαφόρων παραγόντων μέσω των ΓΣΠ. Έγινε επιλογή φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων, όπως η τοπογραφία της περιοχής, ο τύπος της καύσιμης ύλης και οι ζώνες επιρροής του οικιστικού και οδικού δικτύου και των περιοχών Natura. Κάθε κριτήριο σταθμίστηκε ανάλογα με τη σημασία του και στη συνέχεια ενσωματώθηκε σε έναν πολυκριτηριακό κανόνα για την χαρτογράφηση του βαθμού επικινδυνότητας. Ακολουθήθηκε ανάλυση των παραπάνω χαρακτηριστικών με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας για την κατάσβεση των πυρκαγιών που προσδιορίζουν τις πιο ευάλωτες περιοχές.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ο σκοπός της διατριβής επιτεύχθηκε. Σε ολόκληρο το νομό Λευκάδας εντοπίστηκαν οι περιοχές υψηλού κινδύνου και αναδείχθηκαν τα προβληματικά σημεία για ανεφοδιασμό σε περιστατικά κρίσης.

### **4.3 Συμπεράσματα**

Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναδεικνύεται ο συνδυασμός δεδομένων από διάφορες πηγές με την απεικόνιση αποτελεσμάτων για να εξαχθούν συμπεράσματα για την επιλογή των κατάλληλων θέσεων.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναδεικνύει και τις δυνατότητες των ΓΣΠ. Η χρήση κατάλληλων κριτηρίων-δεικτών με χωρικά σαφή μοντέλα σε ένα περιβάλλον ΓΣΠ μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο έγκαιρης προειδοποίησης για τους επιστήμονες και τους διαχειριστές.

Το μοντέλο αυτό αποκτά περισσότερη αξία, από την ευκολία χρήσης του αλλά και από το μεγάλο βαθμό προσαρμοστικότητας του και σε άλλες περιοχές. Επομένως το συγκεκριμένο χωρικό σύστημα λήψης αποφάσεων, αποτελεί ένα χρήσιμο προληπτικό εργαλείο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αρμόδιους φορείς και υπηρεσίες για την πρόληψη διαχείρισης των πυρκαγιών και την ουσιαστική αντιμετώπιση του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών.

Η εξοικονόμηση πόρων για δράσεις πρόληψης μπορεί να αποτελέσει μια βιώσιμη λύση για την περιβαλλοντική κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής. Επιπρόσθετα δημιουργούνται οι συνθήκες για μια ολοκληρωμένη προσπάθεια προστασίας του ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος.

Συνοψίζοντας, η λήψη προληπτικών μέτρων ενισχύει τη μείωση της έξαρσης των πυρκαγιών, συμβάλλοντας στην αύξηση και των τριών πυλώνων της αειφορίας.

### **4.4 Εισηγήσεις**

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα αποτελούν μια σημαντική βάση για διάφορα θέματα που χρήζουν περαιτέρω έρευνα:

- Εμπλουτισμός με πρόσθετα κριτήρια για μεγαλύτερη ανάλυση του προβλήματος.
- Περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση της βάσης δεδομένων των χαρτών που προέκυψαν .
- Δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης δασικών πυρκαγιών με την χρήση ΓΣΠ.

- Ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος στήριξης αποφάσεων το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αρμόδιους φορείς στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα για την αποτελεσματική χωροθέτηση και άλλων συστημάτων πρόληψης και καταστολής.

Συγκεκριμένα το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών ,με βάση τις θέσεις βέλτιστης καταλληλότητας, θα μπορούσε να περιλαμβάνει τα εξής μέτρα:

- Δημιουργία αντιπυρικών ζωνών
- Περιορισμό πρόσβασης
- Δημιουργία πυροφυλακίων
- Ενημέρωση των θέσεων, στο προσωπικό των υπηρεσιών που ενέχονται στη διαχείριση των πυρκαγιών, ώστε να είναι προετοιμασμένο να δράσει άμεσα.
- Κατάλληλη αξιοποίηση κονδυλίων, με προτεραιότητα στις περιοχές αυτές και στη συνέχεια στο υπόλοιπο του νησιού.
- Καταλλήλους δασοκομικούς χειρισμούς
- Εγκατάσταση συστημάτων πυρανίχνευσης

Γενικότερα η έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση των πυρκαγιών πρέπει να έχει ως στόχο την αειφορική διαχείριση του οικοσυστήματος, εξασφαλίζοντας κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

# Παράρτημα Α

## Νομοθεσία

### Α.1. ΦΕΚ Δασικών πυρκαγιών νομού Λευκάδας

Πίνακας Α.1.: Αριθμός και περιοχές καμένων εκτάσεων από τις δασικές πυρκαγιές στην Λευκάδα, την χρονική περίοδο 2005-2014 (ιδία επεξεργασία από Εθνικό τυπογραφείο)

Έτος	Θέση	Δ.Δ.	Έκταση (ha)	ΦΕΚ ΤΕΥΧΟΣ Δ
2005	Αγριλού	Αθάνι	1, 656	272/15-3-05
2005	Εγκρεμοί	Αθάνι	2, 176	272/15-3-05
2005	Λάκοι	Απόλπαινα	2, 041	389/11-4-05
2005	Αλωνάκι	Κατωχώρι	1, 663	388/11-4-05
2005	Σπαθαριές	Τσουκαλάδες	1, 522	651/15-6-05
2005	Καλαθάκι	Αθάνι	2, 024	654/16-6-05
2005	Φέλικας	Αθάνι	2, 767	743/13-7-05
2005	Βαρκό	Αθάνι	10, 8	998/14-9-05
2005	Δομού Σκάλα	Τσουκαλάδες	0, 524	1133/19-10-05
2005	Διμάγουλα	Εύγηρος	3, 355	1332/6-12-05
2006	Σπαθαριές	Λευκάδα	1, 002	586/12-7-06
2006	Άρμενο	Εύγηρος	6, 01	629/24-7-06
2006	Ριγάνι	Νεοχώρι	2, 86	641/28-7-06
2006	Ασφελαχτολιμίονι	Πόρος	1, 699	794/18-9-06
2006	Πρίνος	Βλυχός	5, 39	874/29-9-06
2006	Πλακιδιάδες	Αθάνι	5, 102	868/27-9-06
2006	Γιαλού Σκάλα	Τσουκαλάδες	0, 594	937/24-10-06
2006	Γαϊδροχώραφα	Κατούνα	2, 795	961/8-11-06
2006	Μουτουλού	Αθάνι	2, 694	1035/11-12-06
2006	Μουτουλού	Αθάνι	5, 241	1081/29-12-06
2007	Μαρινάτα	Αθάνι	2, 104	595/22-11-07
2007	Εγκρεμοί	Αθάνι	0, 83	290/29-6-07
2007	Ασφερδουκλιάς	Αθάνι	14, 689	658/13-12-07
2007	Παλιόμυλος	Κάλαμος	14, 643	658/13-12-07
2007	Σπασμένο Λάκωμα	Αθάνι	1, 786	595/22-11-07
2007	Μουτουλού	Αθάνι	16, 311	489/10-10-07
2007	Πιθάρια	Αθάνι	5, 242	155/9-4-07
2007	Πλάκες	Αθάνι	1, 598	155/19-4-07
2007	Μουτουλού	Αθάνι	2, 142	161/20-4-07
2007	Βλασταρά	Μαραντοχώρι	2, 852	290/29-6-07
2007	Λίμπα	Κάβαλος	12, 859	86/6-3-07

<b>Έτος</b>	<b>Θέση</b>	<b>Δ.Δ.</b>	<b>Έκταση (ha)</b>	<b>ΦΕΚ ΤΕΥΧΟΣ Δ</b>
2007	Καστρί - Χαράλαμπος	Απόλπαινα	6, 473	658/13-12-07
2007	Πόρτο Κατσίκι	Αθάνι	1, 118	595/22-11-07
2007	Μουτουλού	Αθάνι	5, 899	658/13-12-07
2008	Δεσπότη Ελιά	Κάβαλος	8, 027	32/2-2-09
2008	Αρμενο	Μαραντοχώρι	2, 36	471/3-10-08
2008	Βουνί	Καρυά	6, 95	512/30-10-08
2008	Λαγκάδια	Κατούνα	0, 935	261/5-6-08
2008	Ρεματιά	Βλυχός	6, 826	283/17-6-08
2008	Μώλος	Κατωχώρι	1, 631	283/17-6-08
2008	Μύλος	Μαραντοχώρι	2, 5	308/3-7-08
2008	Χιοτάτα	Φτερνό	1, 525	308/3-7-08
2008	Βαρκό	Αθάνι	0, 855	353/28-7-08
2008	Βουνό	Τσουκαλάδες	2, 732	36/4-2-09
2008	Ταλιάνης	Μαραντοχώρι	3, 771	32/2-2-09
2008	Διμάολα	Εύγηρος	8, 405	32/2-2-09
2008	Γριά Λαγκάδα	Βλυχός	8, 206	32/2-2-09
2009	Ευλώματα	Μαραντοχώρι	5, 508	211/29-5-09
2009	Βατιάς	Αθάνι	17, 705	167/4-5-09
2009	Πλάκα	Λευκάδα	11, 63	183/13-5-09
2009	Λίμπες	Κοντάραινα	14, 379	211/29-5-09
2009	Ανδρειωμένου	Αλέξανδρος	2, 435	211/29-5-09
2009	Καραστάθαινα	Σπαρτοχώρι	5, 06	233/12-6-09
2009	Νταλιάνη	Μαραντοχώρι	2, 769	238/17-6-09
2009	Τρίβας	Βασιλική	5, 798	223/12-6-09
2009	Παλιάλωνα	Σπαρτοχώρι	9, 604	258/26-6-09
2009	Φτέρη	Πόρος	1, 495	258/26-6-09
2009	Φάρος	Κατωμέρι	7, 883	326/6-8-09
2009	Λίμνη	Σπαρτοχώρι	3, 401	327/06-08-09
2009	Μουτουλού	Αθάνι	4, 251	280/10-07-09
2009	Πρασούρια	Αθάνι	1, 868	280/10-07-09
2009	Καραμπά	Βλυχός	2, 988	284/13-7-09
2009	Πόρος	Καλαμίτσι	1, 441	280/10-07-09
2009	Φραξάς	Βλυχός	2, 67	301/22-7-09
2009	Αλωνάκι	Κάβαλος	5, 377	326/6-8-09
2009	Κοκκινόπουλος	Αθάνι	6, 795	326/6-8-09
2009	Φραξάς	Βλυχός	2, 018	326/6-8-09
2010	Αγραπιδιά	Εύγηρος	9, 236	129/15-3-10
2010	Λίμνη	Σπαρτοχώρι	4, 945	127/12-3-10
2010	Ανέμου Αλώνι	Αθάνι	2, 112	64/11-2-10
2010	Αετοφωλιές	Καλαμίτσι	2, 24	181/9-4-10
2010	Αρμενο - Βλασταρά	Εύγηρος	8, 342	129/15-3-10
2010	Καραστάθαινα	Σπαρτοχώρι	8, 334	118/9-3-10
2010	Φέλικας	Αθάνι	0, 646	230/3-5-10
2010	Καμπιά	Αγ. Νικήτα	1, 882	276/28-5-10
2010	Αγ. Βασίλειος	Βαυκερή	1, 067	278/31-5-10
2010	Γένι	Βλυχός	1, 558	348/7-7-10
2010	Παλιοστάνη	Κάβαλος	7, 219	488/20-9-10
2010	Αγ. Πατέρες	Αλέξανδρος	3, 747	348/7-7-10

<b>Έτος</b>	<b>Θέση</b>	<b>Δ.Δ.</b>	<b>Έκταση (ha)</b>	<b>ΦΕΚ ΤΕΥΧΟΣ Δ</b>
2010	Μακρύ χωράφι	Κάβαλος	0, 791	488/20-9-10
2010	Κλημάτι	Κομηλιό	30, 933	528/6-10-10
2010	Διάφορα (πυρκαγιά)	Καρυά, Εγκλουβή	1750, 455	585/2-11-10
2010	Κρεμαστές	Κοντάραινα	1, 742	668/13-12-10
2010	Κορβούλι	Καρυά	3, 505	694/31-12-10
2011	Κόκκινος	Βλυχός	41, 532	67/19-4-2011
2011	Πολιτεία	Καλαμίτσι	1, 858	100/20-5-11
2011	Βολεμάτο	Εύγηρος	1, 775	165/14-6-11
2011	Σύβοτα	Εύγηρος	1, 03	358/26-9-11
2011	Αγ. Βλάσης	Νεοχώρι	0, 252	471/17-11-11
2011	Παλιοσκαλιά	Τσουκαλάδες	3, 732	444/8-11-11
2012	Μαρινάτα	Αθανίου	13, 056	210/17-4-12
2012	Φέλικας	Αθανίου	1, 187	210/17-4-12
2012	Καλιγώνι	Τσουκαλάδες	2, 936	210/17-4-12
2012	Κάστρο	Κάλαμος	1, 221	323/28-5-12
2012	Καραμπά	Κατωχώρι	0, 728	409/28-6-12
2012	Μώλος	Κατωχώρι	1, 253	682/3-12-12
2012	Λίμνη	Κατούνα	4, 495	682/3-12-12
2012	Καλαβρός	Τσουκαλάδες	3, 533	628/26-10-12
2012	Λαϊνάκι	Φτερνό	39, 49	679/26-11-12
2012	Πλάκα Καψάλη	Φρύνι	10, 913	732/27-12-12
2013	Αμούσω	Μαραντοχώρι	1, 964	184/10-4-13
2013	Σέλα	Αθάνι	2, 059	209/25-4-13
2013	Μελιός	Αλέξανδρος	1, 859	297/17-6-13
2013	Φέλικας	Αθανίου	4, 351	297/17-6-13
2013	Γουβιέλοι	Κάλαμος	1, 258	298/17-6-13
2013	Βαθύλακος	Βουρνικά	6, 773	558/1-11-13
2013	Λακωμάτια	Φτερνό	2, 447	583/21-11-13
2013	Στούβενα Ράχη	Φτερνό	1, 695	624/6-12-13
2014	Βούλγαρη - Μελιά	Αθάνι	0, 946	395/29-8-14
2014	Αγ. Παρασκευή	Αγ. Ηλίας	6, 773	8/23-1-15

## A.2 Νομοθετικές πηγές

- COM (2011) 244 final, Brussels, 3.5.2011, Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020
- COM (2013) 659 final, Brussels, 20.9.2013, A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector
- Απόφαση αριθ. 1313/2013/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, «περί μηχανισμού πολιτικής προστασίας της Ένωσης».
- Εγκύκλιος αρ. 1521/21-03-2013, «για το σχεδιασμό και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων λόγω δασικών πυρκαγιών».
- Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1293/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11ης Δεκεμβρίου 2013, σχετικά με τη θέσπιση Προγράμματος για το Περιβάλλον και τη Δράση για το Κλίμα (LIFE) και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 614/2007».
- Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1305/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, «για τη στήριξη της αγροτικής ανάπτυξης από το Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΓΤΑΑ) και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1698/2005 του Συμβουλίου».
- ΚΥΑ 12030 Φ.109.1/10-5-1999 (ΦΕΚ 713 Β/19.5.1999) «Ρύθμιση θεμάτων συνεργασίας του Πυροσβεστικού Σώματος με τις Ένοπλες Δυνάμεις, την ΕΛ.ΑΣ., τη Δασική Υπηρεσία, τους ΟΤΑ, τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και άλλους φορείς και πρόσωπα που παρέχουν τις υπηρεσίες τους για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών».
- Ν. 1650/86 (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86) «Για την προστασία του περιβάλλοντος».
- Ν. 2612/1998 ΦΕΚ 112 Α / 25.05.1998 «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις».
- Ν. 2742/1999 (ΦΕΚ. 207Α'/07.10.1999) «Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις».
- Ν. 3013/2002 (ΦΕΚ 102/Α'/1-5-02): «Αναβάθμιση της πολιτικής προστασίας και λοιπές διατάξεις».
- Ν. 3511/2006 (ΦΕΚ 258 Α / 27.11.2006) «Αναδιοργάνωση του Πυροσβεστικού Σώματος, αναβάθμιση της αποστολής του και άλλες διατάξεις».
- Ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289/Α') (άρθρα 23 & 25) «για τη δημιουργία χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς».
- Ν.Δ. 86/1969 (ΦΕΚ Α-7/18-1-1969) «Δασικός Κώδικας».
- Οδηγία 79/409/ΕΟΚ του Συμβουλίου «Περί της διατήρησης των αγρίων πτηνών» (ΕΕ Αριθ. L 103, 25.4.1979, σ. 1 ).
- Οδηγία 92/43 ΕΟΚ 21.05.1992 «Για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» (ΕΕ L 206 της 22.7.1992, σ.7).
- Π.Δ. 67/1981(ΦΕΚ 23/30.01.1981) «Προστατευόμενων Περιοχών».
- Σύνταγμα 1975 (άρθρα 24 και 117).

# Βιβλιογραφία

Ahamed, T.R.N., Rao, K.G., Murthy, J.S.R. (2000) GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. *Agricultural Systems* 63, 75-95.

Ahn, Y., Ryu, S., Lim, J., Lee, C., Shin, J., Choi, W., Lee, B., Jeong, J., An, K. & Seo, J. (2014) "Effects of forest fires on forest ecosystems in eastern coastal areas of Korea and an overview of restoration projects", *Landscape & Ecological Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 229-237.

Ahrens, (2013) *Lightning fires and lightning strikes*, USA: National Fire Protection Association

Amiro, B., MacPherson J., Desjardins, R., Chen, J., Liu, J. (2003) Post-fire carbon dioxide fluxes in the western Canadian boreal forest: evidence from towers, aircraft and remote sensing. *Agricultural and Forest Meteorology* 115:91-107.

Amraoui, M., Liberato, M.L.R., Calado, T.J., DaCamara, C.C., Coelho, L.P., Trigo, R.M. & Gouveia, C.M. (2013) "Fire activity over Mediterranean Europe based on information from Meteosat-8", *Forest Ecology and Management*, vol. 294, no. 0, pp. 62-75.

Barbosa, M.R., Sicoli Seoane, J.C., Guimaraes Buratto M., Sautana de Oliveira Dias, L., Carvalho Raivel, J.P. and Lobos Martins F. (2010) Forest Fire Alert System: a GeoWeb GIS prioritization model considering land susceptibility and hotspots - a case study in the Caraja's National Forest, Brazilian Amazon. *International Journal of Geographical Information Science* 24(6): 873-901.

Barredo, Cano JI. (2005) *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid. RA-MA Editorial.

BC Wildfire Service (2015) Fire Behavior. <http://bcwildfire.ca/fightingwildfire/behavior.htm> (Πρόσβαση: 11.1.2017).

Bennett, M. et. Al., (2010) *Reducing fire risk on your forest property*. Oregon State University, Issue 618, p. 41.

Beyers, J.L. (2004) Postfire Seeding for Erosion Control: Effectiveness and Impacts on Native Plant Communities. *Conservation Biology*, 18(4), 947-956.

Birot, Y., (2009) *Living with wildfires: what science can tell us-a contribution to the science-policy dialogue*. No. 15. European Forest Institute.

Bogetoft, P., Pruzan, PM. (1997) *Planning with multiple criteria: investigation, communication and choice*. København: Handelshøjskolens forlag.

Bosque Sendra, J. (2004) *Sistemas de Información Geográfica y Localización de Instalaciones y Equipamientos*: Madrid RA-MA Editorial 2004.

- British Columbia, (2010) *Wildland fire management strategy*, Canada: British Columbia.
- Britton, C., Lynch, C.F., Torner, J. & Peek-Asa, C. (2013) "Fire characteristics associated with firefighter injury on large federal wildland fires", *Annals of Epidemiology*, vol. 23, no. 2, pp. 37-42.
- Butler, B.W., Anderson, W.R., and Catchpole, E.A. (2007) Influence of slope on fire spread rate. *USDA Forest Service Proceedings* RMRS-P-46CD.
- Camia, A., Amatulli, G. (2009) Weather factors and fire danger in the Mediterranean. In Chuvieco E (Ed.) *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. Springer-Verlag: Berlin. pp. 71-82.
- Carvalho, A., Flannigan, M., Logan, K., Gowman, L., Miranda, A., Borrego, C. (2010) The impact of spatial resolution on area burned and fire occurrence projections in Portugal under climate change. *Climatic Change* 98:177–197
- Catalina, T., Virgone, J., Blanco, E. (2011) Multi-source energy systems analysis using a multi-criteria decision and methodology, *Renewable Energy*, vol.36, pp. 2245-2247.
- Catry, F., Rego, F., Silva, J., Moreira, F., Camia, A., Ricotta, C., Conedera, M. (2010) Fire starts and human activities. In: Sande Silva, J., Rego, F., Fernandes, P., Rigolot, E.(Eds.), *Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox*. Joensuu (Finland): European Forest Institute, pp. 9–22.
- Ceballos-Lascuráin, H. (1996): *Tourism, ecotourism and protected areas: The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development*. – IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Pp. xiv+301.
- Ceballos-Silva, A., López-Blanco, J. (2003) Evaluating biophysical variables to identify suitable areas for oat in Central Mexico: a multi-criteria and GIS approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95, 371-377.
- Certini, G. (2005) Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143, 1–10.
- Chakhar, S. and Martel, J-M. (2003) Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, 7, pp. 47–71.
- Chalkias, C. and Lasaridi K. (2011) *Benefits from GIS based modelling for municipal solid waste management*. INTECH Open Access Publisher.
- Chen, K., Blong, R. and Jacobson, C. (2003) Towards an Integrated Approach to Natural Hazards Risk Assessment Using GIS: With Reference to Bushfires. *Environmental Management* 31(4): 546-560.
- Chen, K., Jacobson, C. and Bloug, R. (2004) Artificial neural networks for risk decision support in natural hazards: A case study of assessing the probability of house survival from bushfires. *Environmental Modelling and Assessment* 9: 189-199.

- Chen, Y., Khan, S., Paydar, Z. (2007) Irrigation intensification or extensification assessment using spatial modelling in GIS. In: Oxley, L., Kulasiri, D. (Eds.), MODSIM (2007) *International Congress on Modelling and Simulation, December 2007*. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, pp.1321-1327.
- Clemente, R., Cerrillo, R., Gitas, I. (2009) Monitoring post-fire regeneration in Mediterranean ecosystems by employing multitemporal satellite imagery. *International Journal of Wildland Fire*, 18:648–658.
- Cohen, J. (2010) The wildland-urban interface fire problem. *Fremontia* 38 (2-3): 16-22.
- Cowen, D. (1988) GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, pp. 1551–1555.
- Dai, F.C., Lee, C.F., Zhang, XH. (2001) GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering geology* 61:257–71.
- Daniau, A.L., d' Errico, F., Goni, M.F.S. (2010) Testing the hypothesis of fire use for ecosystem management by neanderthal and upper palaeolithic modern human populations. *Plos One* 5.
- Davidson, D.A., Theocharopoulos, S.P., Bloksma, R.J. (1994) A land evaluation project in Greece using GIS and based on Boolean and fuzzy set methodologies. *International Journal of Geographical Information Systems* 8, 369-384.
- DeBano, L.F., Neary, D.G., & Ffolliott, P.F. (1998) *Fire effects on ecosystems*. Canada: John Wiley & Sons.
- Delitti, W., Ferran, A., Trabaud, L., Vallejo, V.R. (2005) Effects of fire recurrence in *Quercus coccifera* L. shrublands of the Valencia Region (Spain). I. Plant composition and productivity. *Plant Ecology* 177, 57–70.
- Di Castri, F., D. Goodall & R. Specht. (1981) *Exosystems of the world. Vol.11. Mediterranean-Type shrublands*. Elsevier Scien. Publ. Comp. Amsterdam.
- Díaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, X., Terradas, J. (2002) Satellite evidence of decreasing resilience in mediterranean plant communities after recurrent wildfires. *Ecology* 83:2293–2303.
- European Commission (2001) San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Schmuck, G. and Schulte, E. eds. *Report No. 1: Forest fires in southern Europe*. Official Publication of the European Communities, SPI.01.95.EN.
- European Commission (2002) San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Libertà, G., Schmuck, G., and Schulte, E. eds. *Forest fires in Europe–2001 fire campaign*. Official Publication of the European Communities, SPI.02.72.EN.
- European Commission (2003) San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Libertà, G., Schmuck, G., and Schulte, E. eds. *Forest fires in Europe–2002 fire campaign*. Official Publication of the European Communities, SPI.03.83.EN.

European Commission (2004) San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Camia, A., Kucera, J., Libertà, G., Schmuck, G., Schulte, E., Bucella, P., Colletti, L., and Flies, R., eds. *Forest fires in Europe-2003 fire campaign*. Official Publication of the European Communities, SPI.04.124 EN.

European Commission (2005) Schmuck, G., San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Camia, A., Kucera, J., Libertà, G., Schulte, E., and Colletti, L., eds. *Forest fires in Europe 2004*. Official Publication of the European Communities, EUR 22 312 EN.

European Commission (2006) Schmuck, G., San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Camia, A., Kucera, J., Libertà, G., Schulte, E., Colletti, L., Martin, H., and Toussaint, M. eds. *Forest fires in Europe-2005*. Official Publication of the European Communities, EUR 22 312 EN.

European Commission (2008) *Forest Fires in Europe 2007*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, EUR 23492 EN, p. 77.

European Commission (2010) *Forest Fires in Europe 2009* - EUR 24502 EN. Official Publication of the European Communities.

European Commission. (2004) San-Miguel-Ayanz, J., Barbosa, P., Camia, A., Kucera, J., Libertà, G., Schmuck, G., Schulte, E., Bucella, P., Colletti, L., and Flies, R., eds. *Forest fires in Europe - 2003 fire campaign*. Official Publication of the European Communities, SPI.04.124 EN.

Farina, A (2000) *Landscape ecology in action*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 317.

Flannigan MD, Harrington JB (1988) A study of the relation of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada 1953-80. *Journal of Applied Meteorology* 27:441-452.

Flannigan MD, Stocks B.J., Wotton B.M. (2000) Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment* 262: 221-229.

Flannigan, M.D., Stocks, B.J., Wotton, B.M. (2000) Climate change and forest fires. *Science of the Total Environment* 262, 221-229.

Food and Agriculture Organization (FAO) (2006) Fire Management: Voluntary Guidelines. Principles and Strategic Actions. *Fire Management Working Paper* 17. Rome.

Fuhrer, J., Beniston, M., Fischlin, A., Frei, C., Goyette, S., Jasper, K., Pfister, C. (2006) Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland. *Climatic Change* 79, 79-102.

GeoSTAC (2014) Geospatial Training and Analysis Cooperative – Wildland Fires: Topography. <http://geology.isu.edu/geostac/Field-Exercise/wildfire/topography.htm> (Πρόσβαση: 15.1.2017)

Gill, A.M., Groves, R.H. & Noble, I.R. (1981) *Fire and the Australian biota*. Australian Academy of Science, Canberra, AU.

- GIS, (2012) Geographical Information System, Online at: <http://www.gis.g4s.com/>.
- Gomez Delgado, M. (2004) Aplicación de análisis de incertidumbre como método de validación y control del riesgo en la toma de decisiones. *GeoFocus* 4:179–208.
- Goren-Inbar, N., Alpers, N., Kislev, M.E., Simchoni, O., Melamed, Y., Ben-Nun, A., Werker, E. (2004) Evidence of hominin control of fire at Gesher Benot Ya'akov, Israel. *Science* 304, 725–727.
- Hernandez-Leal, P.A., Arbelo, M., Gonzalez-Calvo, A. (2006) Fire risk assessment using satellite data. *Advances in Space Research* 37:741–746.
- Hobbs, BF, Horn, GTF. (1997) Building public confidence in energy planning: a multimethod MCDM approach to demand-side planning at BC gas. *Energ Policy* 25(3):357–75.
- Hobbs, BF, Meier, PM. (1994) Multicriteria methods for resource planning: an experimental comparison. *IEEE Trans Power Syst* 9(4):1811–7.
- Hofmann, U. (1968) *Untersuchungen an flora und vegetation der Ionischen Insel Levkas. Vierteljahrsschrift. – Naturf. Ges. Zürich* 113: 209-256.
- Iliadis, L.S, Papastavrou, A.K., Lefakis, P.D. (2002) A Computer-system that classifies the prefectures of Greece in forest fire risk zones using fuzzy sets. *Forest Policy and Economics* 4: 43-54.
- Iliadis, L.S. (2005) A decision support system applying an integrated fuzzy model for longterm forest fire risk estimation. *Environmental Modelling & Software* 20: 613-621.
- IPCC, (2001) *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Eds: Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp
- Jackson, RB, Jobbágy EG, Avissar, R., Baidya, RS, Barrett D, et al. (2005) Trading water for carbon with biological carbon sequestration. *Science* 310:1944–47.
- Jaiswal, R.K., Saumitra, M., Kumaran, D.R., Rajesh, S. (2002) Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4:1–10.
- Jensenius, (2015) *A detailed analysis of lightning deaths in the United States from 2006 through 2014*, USA: National Weather Service, NOAA
- Joerin, F., Theriault, M., Musy, A. (2001) Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science* 15 (2), 153-174.

- Johann, G., Goldammer, C. d. R. (2004) *Wildland Fire Handbook of Sub-Saharan Africa*. Freiburg: Global Fire Management Center.
- Johnson, E.A. (1992) *Fire and Vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal Forest*, Cambridge University Press, Cambridge, 125 pp.
- Johnston, F.H., Purdie, S., Jalaludin, B., Martin, K.L., Henderson, S.B. & Morgan, G.G. (2014) "Air pollution events from forest fires and emergency department attendances in Sydney, Australia 1996-2007: a case-crossover analysis", *Environmental Health: A Global Access Science Source*, vol. 13, no. 1, pp. 69-87.
- Joint Research Centre (2013) *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2012*, European Commission, European Union.
- Kalabokidis, K., Xanthopoulos, G., Moore, P., Caballero, D., Kallos, G., Llorens J., Roussou, O., Vasilakos, C. (2011) Decision support system for forest fire protection in the Euro-Mediterranean region. *European Journal of Forest Research* 131 (3): 597-608.
- Kaliszewski, I. & Podkopaev, D. (2016) Simple additive weighting - A metamodel for multiple criteria decision analysis methods. *Expert Systems with Applications*, 54, pp.155-161.
- Kaloudis, S., Tocatlidou, A., Lorentzos, N.A., Sideridis, A.B., Karteris, M. (2005) Assessing Wildfire Destruction Danger: a Decision Support System Incorporating Uncertainty. *Ecological Modelling* 181: 25-38.
- Kandya, A.K., Kimothi, M.M., Jadhav, R.N., Agarwal, J.P. (1998) Application of GIS in identification of fire prone areas—a feasibility study in parts of Junagarh (Gujrat, India). *Indian For.* 124 (7), 531-535.
- Keramitsoglou, I., Kiranoudis, C.T., Sarimveis, H., Sifakis, N. (2004) A multidisciplinary decision support system for forest fire crisis management. *Environmental Management* 33(2):212-225.
- Kolassa, J., Pickett, STA (1991) *Ecological heterogeneity*. Springer, New York.
- Laaribi, A., Chevallier, J.J. and Martel, J.M. (1996) A spatial decision aid: a multicriterion evaluation approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 20, pp. 351-366.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (1994) *Remote Sensing and image interpretation*, third edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J., Marchetti, M. (2010) Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259:698-709.
- Lindroth, A., Lagergren, F., Grelle, A., Klemedtsson, L., Langvall, O., Weslien, P., Tuulik, J. (2009) Storms can cause Europe-wide reduction in forest carbon sink. *Global Change Biology* 15, 346-355.

- Liu G., Wu W., Ge Q., Dai E., Wan Z., Zhou Y. (2011) GIS method for assessing roof-mounted solar energy potential: case study in Jiangsu, China, *Environmental Engineering and Management Journal*, 10, 843-848.
- Malczewski, J. (1999) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, New York: Wiley.
- Malczewski, J. (2002) Fuzzy screening for land suitability analysis. *Geographical and Environmental Modelling*, 6, 27–39.
- Malczewski, J., Pazner, M. and Zaliwska, M. (1997) 'Visualization of Multicriteria Location Analysis Using Raster GIS: A Case Study', *Cartography and Geographic Information Science*, 24(2), pp. 80–90.
- Maselli, F., Rodolfi, A., Bottai, L., Romanelli, S., Conese, C. (2000) Classification of Mediterranean vegetation by TM and ancillary data for the evaluation of fire risk. *International Journal of Remote Sensing* 21:3303–3313.
- Matisziw, T., Grubestic, T. (2013) Geographic perspectives on vulnerability analysis. *GeoJournal* 78, 205e207
- McKinley, D.C., Ryan, M.G., Birdsey, R.A., Giardina, C.P., Harmon, M.E., et al. (2011) A synthesis of current knowledge on forests and carbon storage in the United States. *Ecol. Appl.* 21:1902–24.
- Miranda, A.I., Marchi, E., Ferretti, M., Millán, M.M. (2009) Forest fires and air quality issues in Southern Europe. In Bytnerowicz A, Arbaugh M, Riebau A, Andersen, C. (Eds.). *Wildland Fires and Air Pollution, Developments in Environmental Science 8*. Amsterdam, Elsevier. Pp. 209-232.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, F., Barbati, A., Corona, P., Vaz, P., Xanthopoulos, G., Mouillot, F., Bilgili, E. (2011) Landscape-wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *Journal of Environmental Management* 92, 2389–2402.
- Moreno, J.M., Vázquez, A., Vélez, R. (1998) Recent history of forest fires in Spain. In: Moreno, J.M. (Ed.), *Large Forest Fires*. Backhuys, Leiden.
- Moreno, J.M., Zavala, G., Martín, M., Millán, A. (2010) Forest fire risk in Spain under future climate change. In: Settele, L.P., Georgiev, T., Grabaum, R., Grobelnik, V., Hammen, V., Klotz, S., Kotarac M., Kuhn, I. (Eds.), *Atlas of Biodiversity Risk*. 280p.
- Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J. (2006) Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research* 31, 85–95.
- Narayanaraj, G. and Wimberly, M.C. (2012) Influences of forest roads on the spatial patterns of human-and lightning-caused wildfire ignitions. *Applied Geography* 32: 878-888.

- Naveh, Z. (1975) The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio* 29: 199-208.
- NCGIA. (1990) National Center for Geographic Information and Analysis. University of California. *Introduction to GIS*; 1:1–3.
- Ogaya, R., Penuelas, J., Martinez-Vilalta, J., Mangiron, M. (2003) Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. *Forest Ecology and Management* 180, 175–184.
- Oliveira, S., Oehler, F., San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A., Pereira, J.M.C. (2012) Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using multiple regression and random forest. *Forest Ecology and Management* 275, 117–129.
- Pausas, J. (2004) Changes in fire and climate in the Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin). *Climatic Change* 63:337-350.
- Pausas, J., Llovet, J., Rodrigo, A., Vallejo, R. (2008) Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? A review. *International Journal of Wildland Fire* 17:713–723.
- Pausas, J.G., Fernández-Muñoz, S. (2012) Fire regime changes in the Western Mediterranean basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime. *Climatic Change* 110, 215–222.
- Philips, A. (1997) Landscape approaches to national parks and protected areas. In: Nelson, G.J., Serafín, R. (eds) *National parks and protected areas, NATO ASI Series G. ecological sciences*, vol 40. Springer, Berlin, pp 31–42
- Pinol, J., Terradas, J., Lloret, F. (1998) Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal Eastern Spain. *Climatic Change* 38:345-357.
- Power C.J. (2006) A spatial decision support system for mapping bushfire hazard potential using remotely sensed data. In *Proceedings of Bushfire Conference 2006 – Life in a Fire-Prone Environment: Translating Science Into Practice*. Brisbane, 6-9 June 2006.
- Rabade J.M. and Aragoneses C. (2008) Social Impact of Large-Scale Forest Fires. In *Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning, and policy: a global view*. Conzález-Cabán, Armando, tech. coord. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, US Department of Agriculture, 720p.
- Rambal, S., Ourcival, J.M., Joffre, R., Mouillot, F., Nouvellon, Y., Reichstein, M., Rocheteau, A. (2003) Drought controls over conductance and assimilation of a Mediterranean evergreen ecosystem: scaling from leaf to canopy. *Global Change Biology* 9, 1813–1824.
- Ricotta, C., Avena, G.C., Olsen, E.R., Ramsey, R.D., Winn, D.S. (1998) Monitoring the landscape stability of Mediterranean vegetation relation to fire with a fractal algorithm. *International Journal of Remote Sensing* 19:871–881.

- Roder, A., Hill, J., Duguy, B., Alloza, J.A., Vallejo, R. (2008) Using long time series of landsat data to monitor fire events and post-fire dynamics and identify driving factors. A case study in the Ayora region (eastern Spain). *Remote Sensing of Environment* 112:259–273.
- Saaty, T. L. (1994) Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 74, 426–447.
- Sakellariou S., Samara F., Tampekis S., Sfougaris A., and Christopoulou O. (2015) (a). Targeting to an efficient prevention strategy of forest fires, estimating the fire hazard on islands. The case study of Thasos island, Greece. *International Journal of Advanced Engineering and Nanotechnology* 2(11): 27-32, 49
- San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A. (2010) *Forest Fires, in Mapping the Impacts of Natural Hazards and Technological Accidents in Europe: An Overview of the Last Decade*. EEA Technical Report N13/2010, pp. 47–53.
- San-Miguel-Ayanz, J., Pereira, J.M.C., Boca, R., Strobl, P., Kucera, J., Pekkarinen, A. (2009) Forest Fires in the European Mediterranean Region: Mapping and Analysis of Burned Areas, in Chuvieco E. (Ed.), *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*, Springer, pp. 189-204.
- San-Miguel-Ayanz, J., Rodrigues, M., Santos de Oliveira, S., Kemper Pacheco, C., Moreira, F., Duguy, B., Camia, A. (2012a) Land cover change and fire regime in the European Mediterranean region. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., de las Heras, J. (Eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests – Managing Forest Ecosystems*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 21–43.
- San-Miguel-Ayanz, J., Schulte, E., Schmuck, G., Camia, A. (2012b). The European Forest Fire Information System in the context of environmental policies of the European Union, Forest Policy and Economics.
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Schuck, A., (2003) Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9, 1620–1633.
- Sebastian-Lopez, A., Salvador-Civil, R., Gonzalo-Jimenez, J., San-Miguel-Ayanz, J. (2008) Integration of socio-economic and environmental variables for modelling long-term fire danger in southern Europe. *European Journal of Forest Research* 127 (2), 149–163.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD) (2010) *Global Biodiversity Outlook 3*. Montreal: SCBD. 94 pp.
- Sharma, S. and Rikhari, H.C. (1997) Forest fire in the central Himalaya: climate and recovery of trees. *Int J Biometeorol.* 40:63-70.
- Sicat, S.R., Carranza, E.J.M., Nidumolu, U.B. (2005) Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification. *Agricultural Systems* 83, 49-75.
- Sirvikaya F., Saglam B., Akay A.E. Bozali N. (2013) *Evaluation of Forest Fire Risk with GIS Polish Journal of Environmental Studies* 23(1): 187-194.

Skole, D. L. (1994) Data on global land-cover change: acquisition, assessment and analysis. In: W. B. Meyer, B. L. Turner II (Eds.), *Changes in land use and land cover: a global perspective* (pp. 437-471). Cambridge: Cambridge University Press.

Strasser, W. (2001): *Zur Flora der griechischen Insel Lefkas (Lefkada)*. – Steffisburg.

Suryabhadgavan K.V., Alemu M. and Balakrishnan M. (2016) GIS-based multi-criteria decision analysis for forest fire susceptibility mapping: a case study in Harenna forest, southwestern Ethiopia. *Tropical Ecology* 57 (1): 33-43.

Swetnam, T.W.: (1993) 'Fire history and climate change in giant sequoia groves', *Science* 262, 885–889.

Syphard A.D., Radeloff V.C., Keuler N.S., Taylor R.S., Hawbaker T.J., Stewart S.I. and Clayton M.K. (2008) Predicting spatial patterns of fire on a southern California landscape. *International Journal of Wildland Fire* 17: 602-613.

Tàbara, D., Saurí, D., Cerdan, R. (2003) Forest fire risk management and public participation in changing socioenvironmental conditions: a case study in a Mediterranean region. *Risk Analysis* 23:241–260.

Trabaud, L. (1987) Dynamics after fire of sclerophyllous plant communities in the Mediterranean basin. *Ecol. Medit.* 13: 25-37.

Vadrevu, K.P., Eaturu, A., Badarinath, K.V.S. (2010) Fire risk evaluation using multicriteria analysis - a case study. *Environmental Monitoring and Assessment* 166:223–239.

Vafeidis, A.T., Drake, N.A. (2005) A two-step method for estimating the extent of burnt areas with the use of coarse-resolution data. *International Journal of Remote Sensing* 26:2441–2459.

Vasilakos, C., Kalabokidis, K., Hatzopoulos, J., Kallos, G., Matsinos, Y. (2007) Integrating new methods and tools in fire danger rating. *International Journal of Wildland Fire* 16:306–316.

Vázquez, A., Moreno, J.M. (1998) Patterns of lightning and people-caused fires in peninsular Spain. *International Journal of Wildland Fire* 8, 103–115.

Vitousek, P. M. (1994) Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75, 1861 – 1876.

Wehnu L. (2004) Degradation and restoration of forest ecosystems in China. *Forest Ecology and Management* 201(1): 33-41.

Whelan, R.J. (1995) *The ecology of fire*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Wright T., (1997) Geographic Information Systems,  
<http://www.ontla.on.ca/library/repository/mon/10000/197595.pdf>.

Zhen S., Li C., Su X., Qiu O. and Shao G. (2011) Risk assessment for effective prevention and management of forest fires in Lijiang City. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 18(6): 509-514.

Zumbrunnen, T., Pezzatti, G.B., Menéndez, P., Bugmann, H., Bürgi, M. & Conedera, M. (2011) "Weather and human impacts on forest fires: 100 years of fire history in two climatic regions of Switzerland", *Forest Ecology and Management*, vol. 261, no. 12, pp. 2188-2199.

Αθανασίου, Μ., Ξανθόπουλος, Γ. (2011) "Η συμπεριφορά των μεγάλων δασικών πυρκαγιών του 2007 στην Ελλάδα", *Οικολογική και Κοινωνικοοικονομική Αποκατάσταση Πυρόπληκτων Περιοχών*, ed. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Direction Εκδοτικός Οργανισμός Α. Ε., 1/11/2009 -4/11/2009, pp. 591.

Βορίσης, Π. Δ. (2012) "Δασικές Πυρκαγιές". [http://www.ethelontismos.gr/attachments/070\\_%CE%94%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82.pdf](http://www.ethelontismos.gr/attachments/070_%CE%94%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82.pdf). (Πρόσβαση: 10.12.2016)

Γκόφας Α. (2008) *Εγχειρίδιο δασοπροστασίας*. 3<sup>η</sup> έκδ. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη-Γιαπούλη.

Καϊλίδης (1990) *Δασικές Πυρκαγιές*. 3<sup>η</sup> έκδ. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη-Γιαπούλη.

Ντάφης Σ. (1973) Ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδος. – *Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ.* ΙΕ/2: 75-91.

Ξανθόπουλος, Γ. (1998), "Δασικές Πυρκαγιές στην Ελλάδα Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον", [http://www.fria.gr/PublicGr/ForestFires/Xanthopoulos/Ksanthopoulos\\_ParelthonParwnMellon\\_Epikentra\\_1998.pdf](http://www.fria.gr/PublicGr/ForestFires/Xanthopoulos/Ksanthopoulos_ParelthonParwnMellon_Epikentra_1998.pdf). (Πρόσβαση: 3.12.2016).

Ροντογιάννης Π. (1974) *Η Ιστορία της Λευκάδας*. Αθήνα: Εταιρεία Λευκαδικών Μελετών.

## Ηλεκτρονικές Πηγές

[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm)

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=t8hJLV1AVS8%3D&tabid=707&language=el-GR>

<https://protectservices.wordpress.com/>

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

<http://www.fireservice.gr/pyr/site/home.csp>

[http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=432> (16/2/17)

[https://el.wikipedia.org/wiki/Natura\\_2000](https://el.wikipedia.org/wiki/Natura_2000) (16/2/17)

<http://geodata.gov.gr/dataset/to-diktuo-natura-2000-kai-prostateuomenes-periokhes>(16/2/17)

<https://nikiana.wordpress.com/2009/04/26/το-όρος-σκάρος-ένας-από-τους-σημαντικό/>

<http://news.in.gr/greece/article/?aid=826163>

<https://protectservices.wordpress.com/>

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1208348/Greek-forest-rages-near-Athens-villages-cut-flames.html>)

[http://www.huffingtonpost.gr/2016/09/12/fotografies-pyrkagies-thaso-koinwnia\\_n\\_11975834.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/09/12/fotografies-pyrkagies-thaso-koinwnia_n_11975834.html)

<http://www.civilprotection.gr>

[http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](http://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html)

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B1>

<https://en.wikipedia.org/wiki/QGIS> (Retrieved 16 October 2016)

<http://geodata.gov.gr/en/>

<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

<http://demo.copernicus.eea.europa.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view>