

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Χωρική διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ κλίματος, βλάστησης και
δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα**

ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΥ ΑΘΗΝΑ

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Δημήτριος Σαρρής**

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Χωρική διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ κλίματος, βλάστησης και
δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα**

ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΥ ΑΘΗΝΑ

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Δημήτριος Σαρρής**

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

Μάιος 2018

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει αν οι σχέσεις κλίματος πυρκαγιών επιτρέπουν να βελτιωθεί η μακροπρόθεσμη πρόγνωση του κινδύνου εκδήλωσής τους στην περιοχή της Ελλάδας. Για την πραγματοποίηση της μελέτης η έκταση της καμένη γης για 35 νομούς της Ελλάδας συσχετίστηκε με τη βροχόπτωση 48 μετεωρολογικών σταθμών ανά έτος από το 1985 έως το 2010. Οι συσχετίσεις πραγματοποιήθηκαν σε χωρική κλίμακα, δηλαδή για κάθε έτος ξεχωριστά έγινε συσχέτιση όλων των διαθέσιμων δεδομένων βροχόπτωσης και καμένης έκτασης. Οι βροχοπτώσεις χωρίστηκαν σε 19 διαφορετικές κατηγορίες που κάλυπταν τους μήνες και τις εποχές εντός του υδρολογικού έτους.

Βρέθηκε από την ανάλυση ότι τα έτη 1989, 1990, 1992, 1993, 1997, 2000, 2001, 2007 ήταν ξηρά ενώ τα έτη 1991, 1995, 1999, 2003, 2006, 2009, 2010, 2014 και 2015 ήταν υγρά. Τα υπόλοιπα έτη ταξινομήθηκαν σε μια ενδιάμεση κατάσταση. Υπήρχαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις για την πλειονότητα των ετών. Οι συσχετίσεις αυτές ήταν είτε αρνητικές ή θετικές γεγονός του κατέδειξε ότι η ερμηνεία της εξάπλωσης των πυρκαγιών με τη συμπερίληψη και βορειότερων περιοχών της Ελλάδα είναι σύνθετη.

Θετική συσχέτιση σημαίνει ότι κατά ορισμένα έτη περιοχές της Ελλάδας με περισσότερη βροχόπτωση το χειμώνα εμφάνισαν αύξηση της καμένης έκτασης. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί αν η βροχόπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε από τα θερόφυτα για την αύξηση της βιομάζας τους. Το γεγονός φαίνεται να συμβαίνει όταν η χρονιά είναι ξηρή. Αντίθετα, όταν η βροχόπτωση ήταν στο μέσο όρο ή αυξημένη, συνέπεσε με αρνητική συσχέτιση που δείχνει καταστολή των πυρκαγιών από τη φθινοπωρινή-χειμερινή βροχόπτωση. Το γεγονός ερμηνεύεται μέσω της αυξημένης αντίστασης των φρεατοφύτων στην πυρκαγιά λόγω αυξημένου υδατικού περιεχομένου στους ιστούς τους το καλοκαίρι. Επιπλέον, όλα σχεδόν τα έτη όπου η ανοιξιάτικη βροχόπτωση ερμηνεύει την καμένη έκταση ήταν επίσης υγρά. Η βροχερή άνοιξη οδήγησε σε αρνητική συσχέτιση και αυτό ενδεχομένως να υποδεικνύει ότι τα φρεατόφυτα διατήρησαν αρκετή υγρασία στο εσωτερικό τους με αποτέλεσμα την καταστολή των πυρκαγιών τους καλοκαιρινούς μήνες.

Το ύψος της βροχόπτωσης τους μήνες κυρίως πριν την καλοκαιρινή περίοδο μπορεί να δώσει μια εκτίμηση για το αν η έκταση της καμένης γης θα είναι αυξημένη ή όχι κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει το αν η χρονιά είναι υγρή ή ξηρή. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμβάλουν στην πρόληψη του κινδύνου τέτοιων πυρκαγιών με στόχο την

αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του κινδύνου εκδήλωσής τους από τους αρμόδιους φορείς σε συνθήκες που η επικινδυνότητά αναμένεται να αυξηθεί λόγω της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.

Λέξεις Κλειδιά: κλίμα, βλάστηση, πυρκαγιές της Ελλάδος, πρόγραμμα SPSS

Summary

The purpose of this research was to investigate whether the climate climate relationships allow for a better long-term prognosis of their risk of occurrence in the region of Greece. For the realization of the study, the extent of the burnt land for 35 prefectures in Greece was associated with the rainfall of 48 meteorological stations per year from 1985 to 2010. The correlations were carried out on a spatial scale, that is, for each year, a correlation of all the available rainfall data and burned. Rainfall was divided into 19 different categories covering the months and seasons of the hydrological year.

It was found that the years 1989, 1990, 1992, 1993, 1997, 2000, 2001, 2007 were dry while the years 1991, 1995, 1999, 2003, 2006, 2009, 2010, 2014 and 2015 were liquid. The remaining years were classified into an intermediate state. There have been statistically significant correlations for most of the years. These correlations were either negative or positive fact he demonstrated that the interpretation of the spreading of fires with the inclusion of northern parts of Greece is complex.

Positive correlation means that in some years regions of Greece with more rainfall in winter experienced an increase in the burned area. This can be explained if this rainfall has been used by the trophophytes to increase their biomass. This seems to be the case when the year is dry. On the contrary, when the rainfall was on average or increased, it coincided with a negative correlation that shows the suppression of fires from the autumn-winter rainfall. This is explained by the increased resistance of the shafts to the fire due to increased water content in their tissues in the summer. In addition, almost all years where spring rainfall accounts for the burnt area were also wet. Rainy spring has led to a negative correlation, and this may indicate that the shafts have retained enough moisture inside them, resulting in the suppression of fires in the summer months.

The amount of rainfall in the months prior to the summer period can provide an estimate of whether or not the extent of the burnt land will be increased or not during the summer season. An important role is played by whether the year is wet or dry. The results of this research help prevent the risk of such fires in

order to more effectively address the risk of their occurrence by competent bodies in conditions where the risk is expected to increase due to global climate change.

Keywords: climate, vegetation, fires of Greece, program SPSS

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Δημήτριο Σαρρή τόσο για τις ακαδημαϊκές γνώσεις που παρείχε, την άρτια καθοδήγηση, τις συμβουλές καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας και συγγραφής της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής όσο και για την κατανόηση και συμπαράσταση που επιδείκνυε μέχρι και την εκπόνηση της διατριβής αυτής.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα Δασών και την Μετεωρολογική υπηρεσία για την παροχή των δεδομένων αναφορικά με τις πυρκαγιές και τις βροχοπτώσεις αντίστοιχα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και να αφιερώσω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στην οικογένεια μου και τους φίλους μου που συνέβαλλαν στην εργασία αυτή ο καθένας με την ξεχωριστή του ιδιότητα και τον δικό του τρόπο για την υλοποίηση της έρευνας και συγγραφής αυτού του κειμένου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
SUMMARY	IV
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	VI
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	1
1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ, ΑΙΤΙΑ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	3
1.1.1. Κατηγορίες	3
1.1.2 Αιτίες	3
1.1.3 Δασικές Πυρκαγιές και Κλιματική Αλλαγή	5
1.1.4 Συνέπειες των πυρκαγιών.....	6
1.1.5 Πλαίσιο πολιτικής για την προστασία κατά της πυρκαγιάς	19
1.1.5.1 Προτεινόμενο πλαίσιο πολιτικής για την προστασία της πυρκαγιάς στην Ελλάδα	22
1.1.6 Προσαρμογή της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή	23
1.1.6.1 Η προσαρμοστική ικανότητα των Ελληνικών δασών στην Κλιματική Αλλαγή και τον αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιών.....	25
1.1.6.2 Αξιολόγηση ευαισθησίας.....	28
1.1.6.3 Σκοπός και Στόχοι.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	32
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	32
2.1 Δασικές Πυρκαγιές και Κλίμα.....	32
2.2 Τα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά της βιομάζας ως καύσιμη ύλη.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	37
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	37
3 ΣΚΟΠΟΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.....	37
3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	37
3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ	38
3.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	39
3.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	41
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	41
4.1 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΞΗΡΟΤΕΡΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΟΤΕΡΩΝ ΕΤΩΝ.....	41
4.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	50
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	50
5.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΟΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΡΕΑΤΟΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ.....	50
5.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ	53
5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
5.4 ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

Κεφάλαιο 1-

Εισαγωγή

Εισαγωγή-Καταγραφή του Προβλήματος

Οι πιο πρόσφατες αναφορές του Κοινοτικού Μηχανισμού της ΕΕ για την πολιτική προστασία δείχνουν μεγάλη αύξηση του αριθμού, της σοβαρότητας και της έντασης των φυσικών φαινομένων και των ανθρωπογενών καταστροφών που έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια ανθρώπινων ζώων και περιουσιών και έχουν καταστροφικές συνέπειες στην κοινωνική και οικονομική υποδομή, την πολιτιστική κληρονομιά και το περιβάλλον (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2007).

Μία από τις κύριες αιτίες είναι οι δασικές πυρκαγιές, που ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για περιβαλλοντικές καταστροφές, τόσο σε περιφερειακό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Το χειρότερο αποτέλεσμα των δασικών πυρκαγιών είναι η μείωση της δασοκάλυψης και η απελευθέρωση CO₂, που σημαίνει ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα την αλλαγή του κλίματος (Va'zquez και Moreno 2001). Η μείωση της βλάστησης οδηγεί σε μείωση της επαναδέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και σε περαιτέρω αύξηση της διάβρωσης του εδάφους με απώλεια βιοποικιλότητας.

Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 6.500 είδη φυτών. Από αυτά τα 780 περίπου (κατ' άλλους περίπου 1.100) είναι ενδημικά, δηλαδή δεν υπάρχουν πουθενά αλλού στη γη. Απ' αυτά τα 263 θεωρούνται σπάνια και απειλούμενα. Είναι μοναδική στην Ευρώπη για τον πλούτο της, αλλά και για την μεγάλη αναλογία ενδημικών σε σχέση με την έκτασή της. Ο τεράστιος αυτός αριθμός σε σχέση με

την έκτασή της που είναι μόνο 132.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα, την κατατάσσει στην πρώτη θέση σε χλωριδική πυκνότητα στην Ευρώπη. Περίπου το 15% αυτών των ειδών είναι ενδημικά και βρίσκουν συνήθως καταφύγιο στην ασφάλεια των φαραγγιών και των βουνών, εκεί που η παρουσία του ανθρώπου είναι μειωμένη στο ελάχιστο. Ιδιαίτερα τα βουνά, από τη Ροδόπη μέχρι την Πίνδο, τον Όλυμπο, τον Παρνασσό και τον Ταΰγετο καθώς και οι τρεις μεγάλες οροσειρές της Κρήτης, φιλοξενούν πλήθος σπάνιων και μοναδικών ειδών, που σε συνδυασμό με τις καταπληκτικές διαδρομές που προσφέρουν ορίζουν την Ελλάδα σαν τον βοτανικό παράδεισο της Ευρώπης. Εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης και της συνύπαρξης χλωριδικών περιοχών όπως είναι η μεσογειακή, η ευρωπαϊκή και η ιρανοκασπική, η χλωρίδα της Ελλάδας είναι από τις πλουσιότερες της Ευρώπης. Η μεγάλη ποικιλία φυτικών ειδών στην πατρίδα μας οφείλεται: στο πολύπλοκο ανάγλυφό της, στο μεγάλο αριθμό νησιών, στο μεγάλο μήκος ακτών και στη μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων. (Παπιομύτογλου, 2006)

Στην περίπτωση μεγάλων δασικών πυρκαγιών όπου αναπτύσσονται θερμοκρασίες 1000 - 1200 ° C (Va'zquez και Moreno 2001), τα προβλήματα δεν αφορούν μόνο την βιοποικιλότητα. Εκτός από τον οικολογικό αντίκτυπο, οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν άμεσες ζημιές σε κατοικίες και δίκτυα υποδομών (ηλεκτρισμό και τηλεπικοινωνίες), απώλεια ζωής και καταστροφή γεωργικών εκτάσεων με δέντρα (Ξανθόπουλος, 1988). Αυτό συνεπάγεται επίσης σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία της γεωργίας που προκαλούν απώλεια εισοδήματος λόγω της καταστροφής οπωροφόρων δέντρων, ελιών, σιτηρών και άλλων καλλιεργειών, καθώς και απώλειας ζώων και εκτάσεων για βόσκηση. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι η απότομη αύξηση του κινδύνου πλημμύρας σε μεγάλες δασικές περιοχές που έχουν καεί. Επιπλέον, οι μεγάλες πυρκαγιές έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε περιοχές που στηρίζονται στον τουρισμό.

1.1 Κατηγορίες δασικών πυρκαγιών, Αίτια, Συνέπειες και Πρόληψη Πυρκαγιών

1.1.1. Κατηγορίες

Ανάλογα με την κατηγορία της καύσιμης ύλης και την σχέση της πυρκαγιάς με την επιφάνεια του εδάφους διακρίνονται συνοπτικά τα εξής είδη δασικών πυρκαγιών (Καιλίδης, 1990, Κωνσταντινίδης, 2003, Βορίσης, 2004):

- **Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες πυρκαγιές**
- **Πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες.**
- **Μεικτές ή σαρωτικές πυρκαγιές**
- **Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες**

1.1.2 Αιτίες

Οι κύριες αιτίες των δασικών πυρκαγιών είναι τα φυσικά φαινόμενα καθώς και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι κύριες φυσικές αιτίες είναι ο κεραυνός, τα κύματα καύσωνα, οι ξηρασίες και οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Οι κύριες ανθρώπινες αιτίες είναι η αμέλεια, το ατύχημα και οι εμπρηστικές ενέργειες. Η αμέλεια περιλαμβάνει πυρκαγιές από αναμμένα τσιγάρα, πυροβολισμούς του στρατού, ενέργειες ψυχικά ασθενών, βραχυκύκλωμα στην υποδομή καλωδίων ηλεκτρικής ενέργειας, σπινθήρες από τρένα και άλλα. Τα ατυχήματα περιλαμβάνουν καταστροφές αποθήκευσης αερίου ή βενζινάδικα, καταστροφή γραμμών μεταφοράς ή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, χώρους υγειονομικής ταφής (βιοαέριο), οδικά ή σιδηροδρομικά ατυχήματα και αεροπορικά ατυχήματα σε δασικές περιοχές.

Ο εμπρησμός έχει ποικίλους λόγους. Ο συνηθέστερος είναι η καταστροφή των δασικών περιοχών προκειμένου να αποκτηθεί άδεια οικοδόμησης για κατοικημένες περιοχές. Άλλοι λόγοι περιλαμβάνουν έλλειψη πληροφόρησης σχετικά με τους κατοίκους μιας συγκεκριμένης περιοχής και ανεπαρκή

αστυνομική εποπτεία κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (Dimitrakopoulos et al., 2011).

Πίνακας 1. Αιτίες πυρκαγιών στην Ελλάδα (%) (MRDF, 2000).

Αιτίες	Έτη										
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
δασικών πυρκαγιών	%										
Εμπρησμός	29,15	21,44	26,17	25,49	26,03	17,38	12,09	17,30	16,06	12,19	16,41
Ριψοκίνδυνη συμπεριφορά	17,14	20,39	17,06	18,76	20,56	20,96	20,53	19,06	15,86	16,43	21,65
Αστραπή	4,98	2,58	3,74	3,33	1,73	2,99	2,54	4,76	5,15	4,63	2,38
Πυροβόλο όπλο	0,87	0,63	0,47	0,53	0,19	0,59	0,50	1,42	0,76	0,78	0,66
Μηχανήματα	0,79	1,21	0,08	0,61	0,67	0,69	0,54	0,91	0,42	1,24	0,92
Εκρηκτικά	0,47	0,68	0,47	0,15	0,19	0,24	0,25	0,23	0,42	0,00	0,00
Βραχυκύκλωμα	1,42	0,74	0,70	1,74	1,54	0,78	0,54	1,02	0,97	1,69	1,32
Επισκέπτες	2,21	2,21	1,71	1,36	2,59	1,86	1,29	2,16	0,83	0,00	0,53
Άγνωστη αιτία	42,97	50,11	49,61	48,03	46,49	54,51	61,72	53,15	59,53	63,04	56,14
Συνολικός αριθμός πυρκαγιών	1266	1898	1284	1322	1041	2042	2406	1763	1438	1534	2273

Ο **Πίνακας 1** παρουσιάζει τις κύριες αιτίες πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1987-1997. Όπως παρατηρείται το "Άγνωστο αίτιο" εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό και αυτό ακολουθείται από αμέλεια και εμπρησμό.

1.1.3 Δασικές Πυρκαγιές και Κλιματική Αλλαγή

Τα τελευταία χρόνια η παρατηρούμενη κλιματική μεταβλητότητα μπορεί να προκαλείται λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Flannigan et al., 2006). Η Ελλάδα, που αποτελεί μέρος της λεκάνης της ανατολικής Μεσογείου, είναι μια περιοχή ιδιαίτερα ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή όσον αφορά την αύξηση της θερμοκρασίας και τον αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς (Giannakopoulos et al., 2011). Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 οι περισσότερες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζουν θετικές τάσεις θερμοκρασίας που είναι πιο έντονες το καλοκαίρι (Feidas et al., 2004, Founda et al., 2004, Philandras et al., 2008). Οι προσομοιώσεις των περιφερειακών κλιματικών μοντέλων για την Ελλάδα υποδεικνύουν μια περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα το καλοκαίρι συνοδευόμενη από μια εκτεταμένη ξηρή περίοδο (Giannakopoulos et al., 2011). Το καλοκαίρι του 2007, η Ελλάδα γνώρισε δύο ακραίες και πρωτοφανείς εκδηλώσεις: η πρώτη ήταν η εμφάνιση τριών ακραίων κυμάτων που έπληξαν τη χώρα από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου. Έχει αναφερθεί (Giannakopoulos et al., 2011) ότι το καλοκαίρι του 2007 ήταν το θερμότερο καλοκαίρι που καταγράφηκε στο σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (NOA) σε σχέση με την ημερήσια μέση τιμή, μέση μέγιστη και απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία αέρα.

Οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με μια παρατεταμένη ξηρή περίοδο προκάλεσαν το δεύτερο ακραίο γεγονός, το οποίο ήταν η ανάφλεξη των πιο εκτεταμένων και καταστροφικών δασικών πυρκαγιών στη σύγχρονη ελληνική ιστορία (Founda et al., 2008). Οι Koutsias et al. (2012) παρατήρησαν ότι μέρος αυτών των πυρκαγιών καίει μη επιρρεπή σε πυρκαγιά οικοσυστήματα, υποδεικνύοντας έτσι μια απόκλιση από τα μοντέλα της πρόσφατης ιστορίας. Οι Arisanoutsou et al. (2010) ανέφεραν επίσης παρόμοιες παρατηρήσεις.

Η κατανόηση και η ποσοτικοποίηση των συνιστωσών που έχουν διαμορφώσει παλαιότερα καθεστώτα πυρκαγιάς είναι κρίσιμη στο πλαίσιο της παγκόσμιας αλλαγής ως βάση για την πρόβλεψη μελλοντικών αλλαγών (Zumbunnen et al., 2011). Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην εμφάνιση πυρκαγιάς πρέπει να αντιμετωπιστούν σε ένα περιβάλλον που εξαρτάται από το χώρο (Flannigan et al., 2006). Η συγκέντρωση και μελέτη των στατιστικών στοιχείων της πυρκαγιάς για πολλούς διαφορετικούς τύπους καυσίμων και κλίματα μπορεί να οδηγήσει σε συγκάλυψη των σχέσεων μεταξύ κλίματος, τύπου καυσίμου και πυρκαγιάς (Westerling et al., 2003). Μέχρι στιγμής, λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει αλλαγές στα καθεστώτα πυρόσβεσης, η πλειοψηφία των οποίων πραγματοποιήθηκε στη Βόρεια Αμερική (Hessl 2011).

Στη Μεσογειακή λεκάνη, οι μελέτες για τις τάσεις και τα καθεστώτα των δασικών πυρκαγιών καθώς και οι σχέσεις τους με τις κλιματικές και μετεωρολογικές παραμέτρους υπάρχουν αλλά οι περισσότερες είναι από τη δυτική Μεσογείο (Pinfoul et al., 1998, Pausas 2004, Carvalho et al, 2008, Pausas and Ferna'ndez- Munnozoz 2012). Στην ανατολή οι Dimitrakopoulos et al. (2011) διερεύνησαν τις αλλαγές στο καθεστώς πυρκαγιάς και τον συσχετισμό τους με τον Τυποποιημένο Δείκτη Κατακρημνίσεων (SPI) για περίοδο 36 ετών, ενώ οι Sarris and Koutsias (2014) εξέτασαν πιθανή συσχέτιση της βροχόπτωσης και της μέγιστης θερμοκρασίας με τον αριθμό και την έκταση των πυρκαγιών για την περίοδο 1985–2008 σε περιοχές της Ελλάδας με θερμομεσογειακή και μέσο μεσογειακή ζώνη βλάστησης.

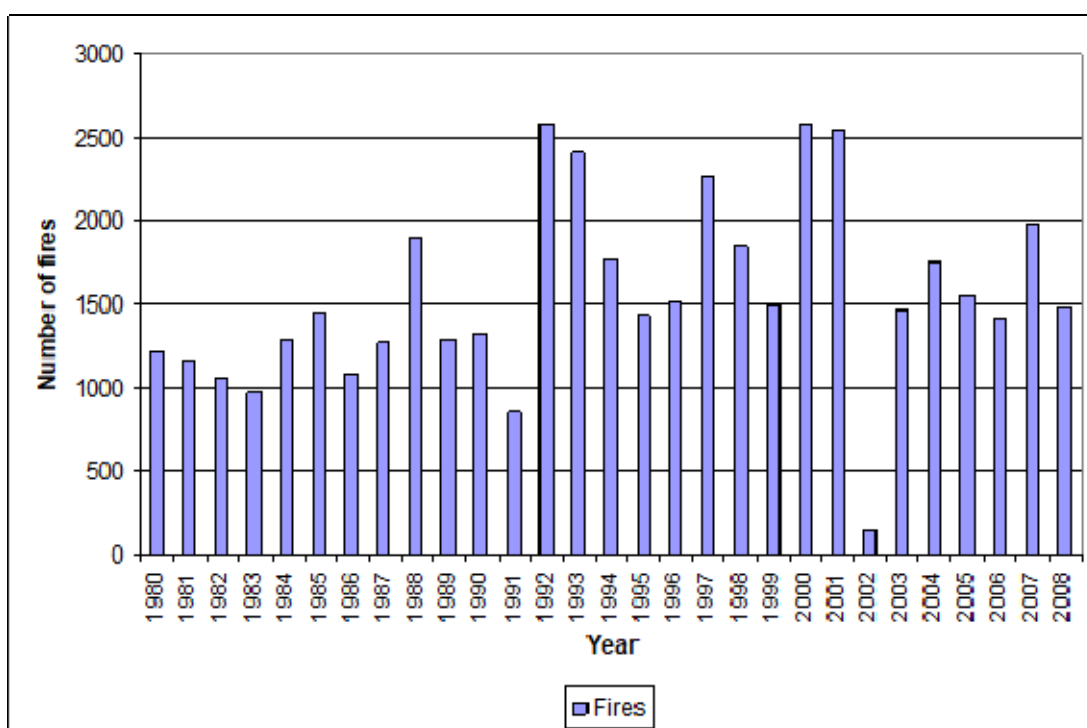
1.1.4 Συνέπειες των πυρκαγιών

Οι πυρκαγιές θέτουν σε κίνδυνο τη ζωή, την υγεία και τον πλούτο των κατοίκων, καθώς και τα προϊόντα, τα υλικά και τα πολιτιστικά αγαθά της χώρας (OJHR, 2003). Οι μεγάλης κλίμακας δασικές πυρκαγιές είναι οι χειρότερες, διότι θέτουν σε κίνδυνο όχι μόνο την περιοχή όπου συμβαίνει η πυρκαγιά, αλλά αυξάνουν περαιτέρω την οικολογική ανισορροπία. Οι κυριότερες συνέπειες είναι η σταδιακή απερίμωση της καμένης περιοχής, η μείωση της βιοποικιλότητας των δασικών οικοσυστημάτων, οι υλικές ζημιές (όπως τα κατεστραμμένα κτίρια και οι κατασκευές δικτύων), η απώλεια ανθρώπινων ζώων και οι τραυματισμοί

των κατοίκων, καθώς και οι αρνητικές επιπτώσεις στους επισκέπτες κατοίκους της πληγείσας περιοχής.

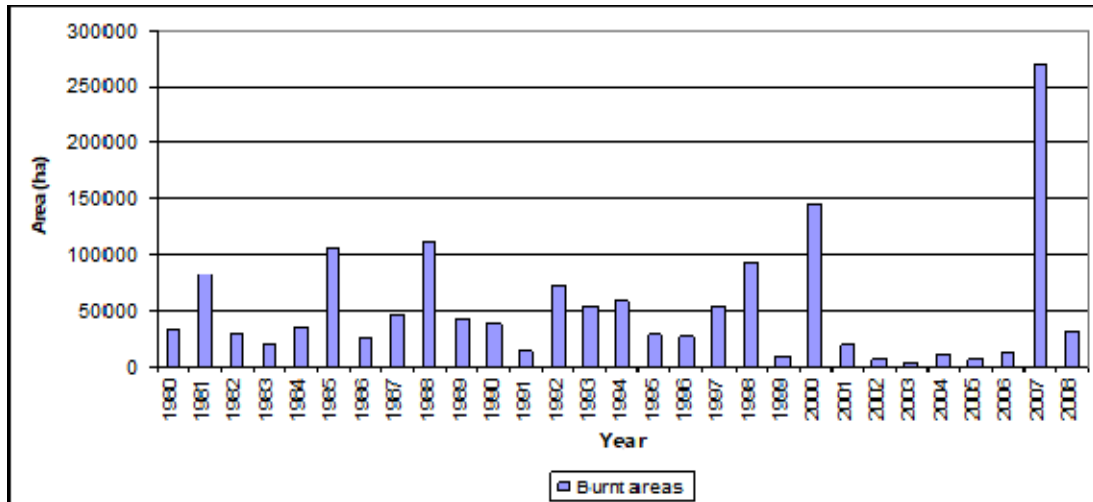
Η Ελλάδα, μια χώρα με πλούσια χλωρίδα και πανίδα, αντιμετωπίζει συχνά τα φαινόμενα πυρκαγιάς και δασικών πυρκαγιών, τα οποία είναι τα πιο επικίνδυνα επειδή όχι μόνο απειλούν τις ανθρώπινες ζωές και την περιουσία αλλά και την φύση και την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε.

Η συχνότητα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα παρουσιάζεται στην **Εικόνα 1**. Τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν μεγάλο αριθμό πυρκαγιών κάθε χρόνο, με εξαίρεση το έτος 2002.



Εικόνα 1. Συχνότητα δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980 - 2008, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009α)

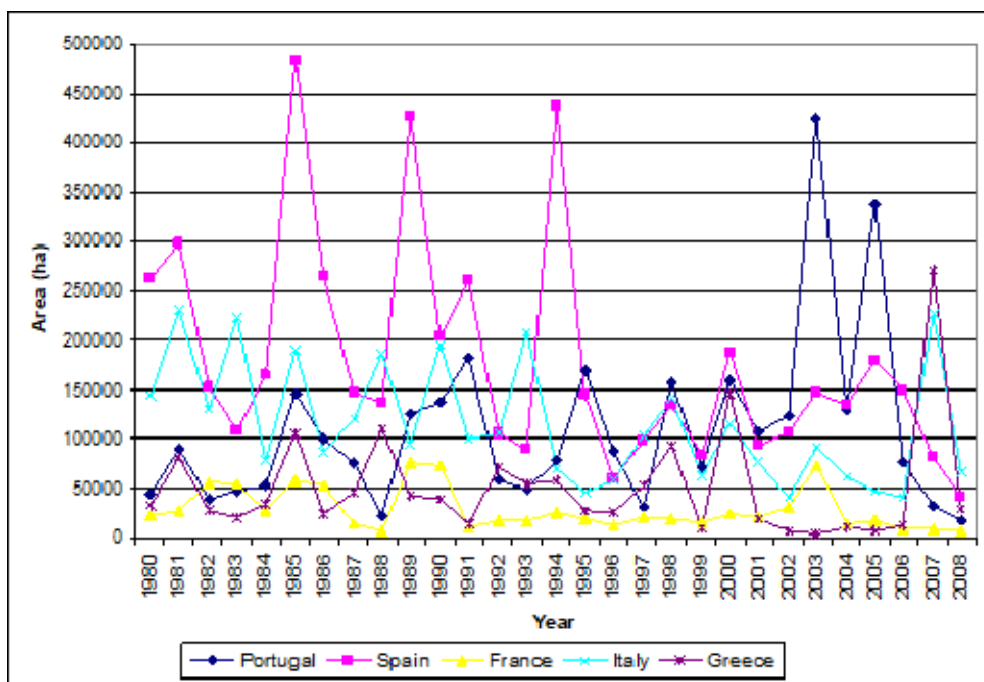
Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των Δασικών Υπηρεσιών, οι πυρκαγιές στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-2008 κατέστρεψαν 1.468.064,79 εκτάρια δασικών και μη δασικών εκτάσεων. Οι καμένες περιοχές ανά έτος, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, παρουσιάζονται στην Εικόνα 2



Εικόνα 2. Καμένες περιοχές κατά την περίοδο 1980 - 2008, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009α)

Η **Εικόνα 2** δείχνει τις μεγάλες εκτάσεις που καίγονται από τις πυρκαγιές στα δάση και τις αγροτικές περιοχές και τις επακόλουθες αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον. Τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν επίσης χαμηλά ποσοστά καμένων εκτάσεων κατά την περίοδο 2002-2006 σε σύγκριση με τα υψηλότερα ποσοστά για το 2000 και το 2007.

Παρόμοιες καταστροφικές πυρκαγιές έχουν πλήξει και άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσίευσε το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Δασικές Πυρκαγιές (EFFIS), μέχρι τις αρχές Αυγούστου 2009 περίπου 2.000.000 στρέμματα γης στην Ευρωπαϊκή Ένωση είχαν καεί, σε σύγκριση με 1.800.000 στρέμματα το 2008. Οι περισσότερο πληγείσες χώρες, εκτός από την Ελλάδα, ήταν η Ισπανία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Πορτογαλία (εικόνα 3) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009).



Εικόνα 3- Καμένη περιοχή κατά την περίοδο 1980 - 2008 στη Νότια Ευρώπη.

Τυπικά παραδείγματα μεγάλων πυρκαγιών στην Ελλάδα ήταν αυτά που κατέστρεψαν την Πελοπόννησο και το νησί της Εύβοιας τον Αύγουστο του 2007, με αποτέλεσμα να πεθάνουν 70 άτομα και να καούν 1,5 εκατομμύρια στρέμματα γης. Επιπλέον, οι πυρκαγιές επέφεραν ζημιές σε σπίτια, υποδομές δικτύου (ηλεκτρική ενέργεια, τηλεπικοινωνίες), καλλιέργειες (σπόροι, οπωροφόρα δένδρα, απώλεια ζώων και καταστροφή χλωρίδας και πανίδας).

Τα στοιχεία που δημοσίευσε η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας για το έτος 2009 δείχνουν ότι οι πυρκαγιές των δασών παρουσιάζουν έντονη αύξηση τον Αύγουστο, με αποτέλεσμα την απώλεια περίπου 130.000 ελαιοδέντρων, 700 στρεμμάτων αμπελώνων, 800 αιγών, 750 σμήνους μελισσών, 40 βοοειδών και 10 χοίρους, καθώς και ζημιές σε 132 πρόβατα και 100 σταθερά υπόστεγα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2018). Οι μεγαλύτερες πυρκαγιές ξέσπασαν στην περιοχή της Αττικής και προκάλεσαν την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος σε έκταση 133.336 στρεμμάτων (δάση, συνδυασμένες δασικές και αγροτικές περιοχές) (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Άμυνας, 2018).

Σε αυτό το σημείο θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί ότι η καταστροφή πυρκαγιών μπορεί να έχει και θετικά αποτελέσματα, όπως η φυσική αναγέννηση του εδάφους στις πληγείσες περιοχές. Τα μεσογειακά

οικοσυστήματα εξάλλου είναι προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές, όχι όμως και όταν έχουν μεγάλη ένταση και συχνότητα (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Άμυνας, 2018).

Παρά τα μέτρα πυροπροστασίας και καταστολής, οι μεγάλες πυρκαγιές του 2007 στην Πελοπόννησο καθώς και οι πιο πυρκαγιές του Αυγούστου 2009 στην Αττική καθιστούν περισσότερο ξεκάθαρο ότι απαιτούνται νέες μέθοδοι, καθώς και βελτίωση των υφιστάμενων μέτρων. Ο **Πίνακας 2** παρουσιάζει τη γεωγραφική κατανομή των καμένων περιοχών στην Ελλάδα.

Πίνακας 2.

Περιοχές καμένων (δασικές και δασικές περιοχές) στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2000-2009, (Πυροσβεστική Υπηρεσία, 2018).

Περιφέρειες	Περιοχή καύσης (Δασική και δασική έκταση) (ha)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Αττική	2.531,15	271,12	173,21	240,98	557,47	780,76	161,64	2.623,81	603,37	10.097,00
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	5.197,29	2.203,25	54,37	158,47	146,12	94,88	102,07	967,36	930,93	1.602,95
Κεντρική Μακεδονία	1.218,33	570,33	39,26	37,09	159,73	62,00	30,58	809,13	870,09	62,89
Δυτική Μακεδονία	2.300,45	1.525,82	49,62	19,59	173,57	115,85	32,60	3.911,50	186,60	11,20
Ήπειρος	9.238,53	232,10	240,59	232,44	148,36	523,37	125,08	1.200,72	724,09	91,69
Θεσσαλία	15.457,50	690,52	106,82	28,30	204,52	116,48	193,72	3.326,44	593,38	340,23
Δυτική Ελλάδα	1.378,51	416,86	150,88	357,68	397,68	306,64	405,24	77.972,46	691,73	221,82
Πελοπόννησος	18.658,27	1.699,57	397,90	537,12	780,49	711,87	2.742,28	40.492,80	3.338,13	691,17
Κεντρική Ελλάδα	14.757,22	2.358,97	225,40	541,78	728,62	601,59	813,48	13.262,68	1.847,79	6.247,55
Νότιο Αιγαίο	397,88	7,90	208,87	34,70	583,05	58,70	46,47	75,53	10.842,63	42,01
Βόρειο Αιγαίο	15.753,13	306,23	76,74	78,37	49,22	47,84	357,11	370,37	104,15	86,05
Κρήτη	129,08	105,39	166,37	216,52	179,48	180,18	72,93	528,88	971,63	257,40
Ιόνια Νησιά	726,42	438,12	81,79	218,17	331,03	327,09	608,14	2.875,98	971,63	1.338,47
Σύνολο	87.743,76	10.826,18	1.971,82	2.701,21	4.439,34	3.927,25	5.691,34	148.417,66	22.676,15	21.090,43

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία (Πίνακας 2), μεγάλες εκτάσεις δασών καίγονται κατά τα έτη 2000, 2007, 2008 και 2009. Οι πληγείσες περιοχές ήταν περιοχές της Δυτικής Ελλάδας, της Πελοποννήσου και της κεντρικής Ελλάδας το 2007. Ακολουθούν οι περιοχές στο Βόρειο Αιγαίο, τη Θεσσαλία και την Κεντρική Ελλάδα το 2000, το Νότιο Αιγαίο το 2008 και την περιοχή της Αθήνας το 2009.

Οι δασικές πυρκαγιές συχνά καταλήγουν με ένα μεγάλο μέρος της βλάστησης κατεστραμμένο. Τα ξυλώδη είδη φυτών που έχουν ενδώσει στην πυρκαγιά πολλές φορές δεν είναι εύκολο να αντικατασταθούν από ίδια ή άλλου πρωτοποριακού χαρακτήρα είδη.

Έτσι εκεί που κάποτε ήταν ένα πυκνό δάσος, εκείνη η περιοχή μετατρέπεται σε ένα λιβάδι ξερά χόρτα, εξαιρετικά εύφλεκτο, φτωχό σε θρεπτικά συστατικά και ευάλωτο σε διάφορα είδη ζιζανίων.

Όταν η συχνότητα των δασικών πυρκαγιών σε μια συγκεκριμένη περιοχή είναι υψηλή, οι επιπτώσεις μπορεί να είναι μη αναστρέψιμες. Οι φυσικοί κύκλοι διαταράσσονται, στα δάση εξαφανίζονται τα αυτόχθονα είδη, ενώ τα χωροκατακτητικά φυτά πολλαπλασιάζονται (Τοκάκης, 2012).

Η άγρια πανίδα υποφέρει έντονα από τις συνέπειες της πυρκαγιάς. Παράλληλα, τα ζώα εκείνα που κινούνται πολύ αργά πλήττονται περισσότερο, ενώ άλλα ζώα πιθανώς να κατορθώσουν να διαφύγουν από την πυρκαγιά και να βρουν καταφύγιο σε κοντινές περιοχές όπου η παρουσία τους αναπόφευκτα προκαλεί μεταβολές στην οικολογική ισορροπία.

Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι πυρκαγιές μπορεί να οδηγήσουν σε ρύπανση διαφόρων μορφών, με σημαντικότερη και πιο εμφανή την εκπομπή - στο μεγαλύτερο ποσοστό της ατμόσφαιρας- αερίων θερμοκηπίων, όπως το CO₂ από τα αιωρούμενα σωματίδια που προέρχονται από την καύση των δασών. Τα προκύπτοντα προϊόντα της καύσης μπορούν επίσης να μεταφερθούν και να ρυπάνουν το νερό (Στότη, 2012).

Οι συνέπειες στο κλίμα μπορούν να γίνουν πιο έντονες επειδή οι εκπομπές των πραγματικά μεγάλων ποσών του CO₂ στην ατμόσφαιρα (εξαιτίας των καμένων δασών) έχουν επιπλέον μια σημαντική συμβολή στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου του πλανήτη

(Μυλόπουλος, 2007).

1.1.5 Πλαίσιο πολιτικής για την προστασία κατά της πυρκαγιάς

Ευρώπη

Σε περιπτώσεις μεγάλων φυσικών καταστροφών που προκαλούνται από πυρκαγιές, τα κράτη μέλη μπορούν να υποβάλουν αίτηση για κινητοποίηση του Ταμείου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών που προκαλούνται από τις πυρκαγιές, η ΕΕ έχει λάβει απόφαση για τη βελτίωση της αμοιβαίας συνδρομής μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1991) σύμφωνα με την οποία όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ βοηθούν τα κράτη μέλη που έχουν δηλώσει κράτος έκτακτης ανάγκης λόγω μεγάλων πυρκαγιών.

Τα κράτη μέλη χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο το κριτήριο της ακραίας περιφερειακής καταστροφής. Στις αιτήσεις που υποβλήθηκαν από τη Γαλλία και την Ισπανία λόγω δασικών πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μόνο η πυρκαγιά στην Ισπανία πληρούσε το κριτήριο της "γειτονικής χώρας", επειδή θεωρήθηκε ότι προκλήθηκε από σημαντική καταστροφή στην Πορτογαλία, γειτονική χώρα. Για το λόγο αυτό, δόθηκε στην Ισπανία ποσό ύψους 1,331 εκατομμυρίων ευρώ για τις απώλειες που προκλήθηκαν από δασικές πυρκαγιές (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε τη χρηματοδότηση νέων έργων για το πρόγραμμα LIFE + (2007-2013) για τη φύση και τη βιοποικιλότητα, την περιβαλλοντική πολιτική και τη διακυβέρνηση, την πληροφόρηση και την επικοινωνία, η οποία ανέρχεται συνολικά σε 431 εκατομμύρια ευρώ. Τα προγράμματα αυτά περιλαμβάνουν έργα διαχείρισης δασών και αποκατάσταση ζημιών που προκαλούνται από πυρκαγιές σε φυσικά οικοσυστήματα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009β).

Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Δασικές Πυρκαγιές παρέχει χάρτες πρόγνωσης κινδύνου πυρκαγιάς. Έτσι, οι υπηρεσίες πολιτικής άμυνας και πυρόσβεσης των κρατών μελών μπορούν να λάβουν προληπτικά μέτρα χάρη

σε έγκαιρες προειδοποιήσεις σχετικά με την περίπτωση δασικής πυρκαγιάς. Επιπλέον, το Ευρωπαϊκό Σύστημα Αξιολόγησης Ζημιών από Δασικές Πυρκαγιές (EFFDA) παρέχει πληροφορίες για τον εντοπισμό των αναγκών υποστήριξης βοήθειας.

Σύμφωνα με την οδηγία E 6464 (2007) της ΕΟΚΕ, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένα να ορίζουν μονάδες πολιτικής προστασίας. Όσον αφορά την εναέρια αντιπαράθεση των δασικών πυρκαγιών, τα κράτη μέλη έχουν την υποχρέωση να δημιουργούν εναέρια μονάδες και να έχουν στη διάθεσή τους τρία ελικόπτερα χωρητικότητας χιλίων λίτρων και δύο αεροπλάνα χωρητικότητας 3.000 λίτρων το καθένα. Απαιτείται επίσης η δημιουργία ιατρικής μονάδας αέρος για την απομάκρυνση / εκκένωση θυμάτων καταστροφής με χωρητικότητα 50 ασθενών ανά 24 ώρες (MI, 2008).

Ελλάδα

Μια πολιτική για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών στην Ελλάδα περιλαμβάνεται στο Εθνικό Πρόγραμμα Πολιτικής Προστασίας που δίνει έμφαση στην προστασία της ζωής, της υγείας και της περιουσίας των πολιτών και του περιβάλλοντος (Πολιτική Προστασία, 2018). Με αυτό τον τρόπο το κράτος λαμβάνει μέτρα για την ελαχιστοποίηση των συνεπειών των καταστροφών. Για το λόγο αυτό, τα προγράμματα πρόληψης σχεδιάζονται ανάλογα με την κατηγορία κινδύνου όπως και τα μέτρα και τα σχέδια δράσης που λαμβάνονται σε περίπτωση πυρκαγιάς. Επιπλέον, οι δημόσιες υπηρεσίες υλοποιούνται σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο (OJHR, 2002).

Ένας σημαντικός παράγοντας για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών είναι το σύστημα πυροπροστασίας κάθε περιοχής και η ύπαρξη ενός στρατηγικού πυροσβεστικού σχεδίου που καθορίζει ποια μέσα θα χρησιμοποιηθούν για την καταστολή της πυρκαγιάς και πού. Τα μέτρα άμεσης καταστολής της πυρκαγιάς περιλαμβάνουν κυρίως τη χρήση χερσαίων και εναέριων πόρων, τη χρήση επιβραδυντικών πυρκαγιάς που μειώνουν την ευφλεκτότητα του καυσίμου και την εργασία ως πυροσβέστες. Σήμερα χρησιμοποιούνται επίσης εναέρια πυροσβεστικές πηγές, όπως το ρωσικό ελικόπτερο MI-26TP, το οποίο μπορεί να μεταφέρει 15 τόνους νερού και το καναδικό αεροσκάφος Canadair CL-415 χωρητικότητας 6 τόνων νερού.

Οι εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης είναι επίσης σημαντικές για να βοηθήσουν το κοινό να λάβει μέτρα αυτοπροστασίας και να βοηθήσει στην καταστολή των πυρκαγιών

Φυσικά, πολλοί παράγοντες μπορούν να περιπλέξουν την εργασία των πυροσβεστών, όπως οι κλιματολογικές συνθήκες (υψηλοί άνεμοι, κύματα καύσωνα και ξηρασίες), το γεγονός ότι πολλές πυρκαγιές ξεσπούν σε περιοχές που είναι μακρινές και δεν είναι εύκολα προσβάσιμες (ειδικά στην περίπτωση εμπρησμών), το μέγεθος και η ένταση της πυρκαγιάς, ο τύπος της βλάστησης και ούτω καθεξής.

Πολλές υπηρεσίες εμπλέκονται στη διοργάνωση πυροσβεστικών υπηρεσιών. Τα κυριότερα υπουργεία που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών είναι το Υπουργείο Άμυνας, το Υπουργείο Γεωργίας και το Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας καθώς και οι Τοπικές και Περιφερειακές Αρχές (MRDF, 2006). Την κύρια ευθύνη φέρει το Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας μέσω των Υπηρεσιών Πυροσβεστικού Σώματος, δηλαδή το αρχηγείο του Τμήματος Πυροσβεστικής, το οποίο είναι ένας από τους φορείς που υπάγεται στο Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας. Επιπλέον, οι υπηρεσίες του Τμήματος Πυροσβεστικών Υπηρεσιών είναι υπεύθυνες για την εκπόνηση και εφαρμογή μέτρων για την καταπολέμηση των πυρκαγιών, ενώ οι Υπηρεσίες Δασών είναι υπεύθυνες για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων πρόληψης δασικών πυρκαγιών (OJHR, 1999).

Τα μέτρα που λαμβάνονται μετά από δασική πυρκαγιά περιλαμβάνουν:

- Οικονομική ανακούφιση στον πληγέντα πληθυσμό (αποζημίωση). Για παράδειγμα, τον Αύγουστο του 2006, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε ένα μέτρο έκτακτης ανάγκης για αποζημιώσεις πυρκαγιάς κατά την περίοδο Μαρτίου 2003 έως Δεκεμβρίου 2005. Το ποσό αυτό ανήλθε συνολικά σε 22 εκατομμύρια ευρώ (MI, 2006).

- Κατασκευή έργων προστασίας από τις πλημμύρες. Τον Μάρτιο του 2009 υπογράφηκε υπουργική απόφαση της ΕΕ για έργα πλημμύρας, διάβρωσης και αναδάσωσης συνολικού ύψους 135 εκατομμυρίων ευρώ, δίνοντας προτεραιότητα στην αποκατάσταση των περιοχών που επλήγησαν από τις

πυρκαγιές του καλοκαιριού το 2007 (MI, 2009).

- Κατάλογος των καμένων περιοχών ως περιοχές αναδάσωσης.
- Αεροφωτογράφιση των καμένων περιοχών προκειμένου να προστατευθούν από τους παραβάτες (οικοδόμηση, βόσκηση).
- Διάφορες ενέργειες για την αφύπνιση της ευαισθητοποίησης του κοινού για την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος και για την αντιμετώπιση καταστάσεων πυρκαγιάς.

1.1.5.1 Προτεινόμενο πλαίσιο πολιτικής για την προστασία της πυρκαγιάς στην Ελλάδα

Οι μεγάλες πυρκαγιές στην Ελλάδα κατέστησαν το κοινό ενήμερο για τον κίνδυνο και οι αρμόδιες κυβερνητικές υπηρεσίες κλήθηκαν να λάβουν δραστικά μέτρα για την πρόληψη και την καταστολή των πυρκαγιών.

Είναι γνωστό ότι η πρόληψη είναι ουσιώδους σημασίας για τις δασικές πυρκαγιές και για το λόγο αυτό απαιτείται μελέτη και συνεχής βελτίωση περαιτέρω δράσεων. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να διατεθεί άμεση βοήθεια από την ΕΕ με τη χρήση γης και εναέριων πόρων για όλα τα κράτη μέλη που αντιμετωπίζουν τέτοια προβλήματα μεγάλης πυρκαγιάς.

Επιπλέον, απαιτείται συμφωνία με χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για άμεση δράση και χρήση, κυρίως, εναέριων πυρόσβεσης. Με αυτόν τον τρόπο, μια χώρα που δεν έχει πραγματικά προβλήματα πυρκαγιάς σε μια χρονική περίοδο, θα μπορούσε να θέσει τους πυροσβεστικούς πόρους της στη διάθεση άλλων χωρών.

Πρέπει να τονιστεί ότι το καλύτερο μέτρο πρόληψης είναι η άμεση εφαρμογή πυροπροστασίας σε ολόκληρη τη χώρα. Για παράδειγμα, η δημιουργία ζωνών βλάστησης που καίγονται δύσκολα μπορεί να διαδραματίσει ηγετικό ρόλο διασφαλίζοντας αφενός τη συνέχεια στη βλάστηση και αφετέρου βοηθώντας στην προστασία της περιοχής από την επέκταση της πυρκαγιάς σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς.

Η επιτήρηση των δασών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού θα πρέπει να

ενταθεί κατά τη διάρκεια περιόδων ισχυρών ανέμων. Ο συντονισμός όλων των υπηρεσιών του Υπουργείου Πολιτικής Προστασίας με δορυφορικά συστήματα και με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την άμεση ανίχνευση πυρκαγιών μπορεί να ωφελήσει την έγκαιρη παρέμβαση από τις πυροσβεστικές ταξιαρχίες.

Η άμεση καταγραφή της πληγείσας δασικής γης και η κήρυξη τους ως αναδασωτέες είναι απαραίτητες ενέργειες. Οι περιοχές που έχουν πληγεί από μεγάλες πυρκαγιές χρειάζονται άμεσα μέτρα για την προστασία τους και την αναζωογόνησή τους και την περαιτέρω ανάπτυξή τους. Η δημιουργία φυτωρίου για δασική βλάστηση σε κάθε δημοτική περιφέρεια θα συμβάλει στην έγκαιρη αποκατάσταση των καμένων περιοχών.

Η απομάκρυνση ξηρού γρασιδιού από δασικές εκτάσεις και γεωργικές καλλιέργειες είναι ένα άλλο μέτρο που πρέπει να εφαρμοστεί.

Συνοψίζοντας, συμπεραίνουμε ότι οι μεγάλες πυρκαγιές τα τελευταία χρόνια έχουν δείξει ότι απαιτείται αναδιάρθρωση της πολιτικής πυροπροστασίας και ανάγκη για πιο δραστικά μέτρα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα δάση συμβάλλουν στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όχι μόνο το κράτος αλλά κάθε πολίτης θα πρέπει να συμμετέχει ενεργά στη διατήρηση και την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων.

1.1.6 Προσαρμογή της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή

Η Ελλάδα, ως μέρος της λεκάνης της ανατολικής Μεσογείου, είναι μια περιοχή ιδιαίτερα ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή όσον αφορά την αύξηση της θερμοκρασίας και τον αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς (Giannakopoulos et al., 2011). Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 οι περισσότερες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζουν θετικές τάσεις θερμοκρασίας που είναι πιο έντονες το καλοκαίρι (Founda et al., 2004), ενώ παράλληλα η Ελλάδα εισήλθε σε παρατεταμένη περίοδο ξηρασίας που οδήγησε σε σημαντικά αυξημένο αριθμό πυρκαγιών και καμένων χώρων (Dimitrakopoulos et al., 2011). Οι προβολές της RCM για την Ελλάδα δείχνουν μακρύτερες και πιο έντονες καλοκαιρινές ξηρασίες, οι οποίες εμφανίζονται και εκτός εποχής.

Η λέξη «ευπάθεια» συνδέεται συνήθως με φυσικούς κινδύνους όπως πλημμύρες, ξηρασίες, δασικές πυρκαγιές και κοινωνικούς κινδύνους όπως η φτώχεια κλπ. Πρόσφατα χρησιμοποιείται ευρέως στη βιβλιογραφία για την κλιματική αλλαγή για να υποδηλώσει την έκταση των ζημιών που μια περιοχή αναμένεται να υποστεί από διάφορους παράγοντες που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής υπάρχουν πολλές μελέτες για την ευπάθεια και οι ορισμοί της ποικίλλουν ανάλογα με την αντίληψη των ερευνητών.

Στην Τρίτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC (2001), η *ευπάθεια* ορίζεται ως "ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα είναι επιρρεπές ή ανίκανο να αντιμετωπίσει τις δυσμενείς επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος, περιλαμβανομένης της μεταβλητότητας του κλίματος και των ακραίων φαινομένων. Το *ευάλωτο* ενός συστήματος είναι συνάρτηση του χαρακτήρα, του μεγέθους και του ρυθμού της κλιματικής μεταβολής στην οποία εκτίθεται ένα σύστημα, της ευαισθησίας του και της προσαρμοστικής ικανότητάς του (McCarthy, 2001). Η *ευπάθεια* έχει τρία στοιχεία: την *έκθεση*, την *ευαισθησία* και την *προσαρμοστική ικανότητα*. Αυτά τα τρία συστατικά περιγράφονται ως εξής (IPCC, 2001):

Η *έκθεση* μπορεί να ερμηνευτεί ως ο άμεσος κίνδυνος (δηλαδή ο στρεσογόνος παράγοντας) και η φύση και η έκταση των μεταβολών στις κλιματικές μεταβλητές μιας περιοχής (π.χ. θερμοκρασία, βροχόπτωση, ακραία καιρικά φαινόμενα).

Η *ευαισθησία* περιγράφει τις συνθήκες του ανθρώπου-περιβάλλοντος που μπορούν να επιδεινώσουν τον κίνδυνο, να βελτιώσουν τον κίνδυνο ή να προκαλέσουν κρούσεις.

Η *προσαρμοστική ικανότητα* αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα εφαρμογής μέτρων προσαρμογής που συμβάλλουν στην αποφυγή πιθανών επιπτώσεων.

Τα δύο πρώτα στοιχεία αντιπροσωπεύουν από κοινού την πιθανή επίπτωση και η προσαρμοστική ικανότητα είναι ο βαθμός στον οποίο μπορούν να αποφευχθούν αυτές οι επιπτώσεις. Έτσι, η ευπάθεια είναι δυνητική επίπτωση μείον της προσαρμοστικής ικανότητας. Στο πλαίσιο αυτό, ένα ιδιαίτερα ευάλωτο σύστημα θα ήταν ένα σύστημα που είναι πολύ ευαίσθητο

στις μετριοπαθείς μεταβολές του κλίματος, όπου η ευαισθησία περιλαμβάνει τη δυνατότητα σημαντικών επιβλαβών συνεπειών και για την οποία η ικανότητα προσαρμογής είναι σοβαρά περιορισμένη.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα ATEAM (Ανάλυση και Μοντελοποίηση προηγμένων επίγειων οικοσυστημάτων), ο υψηλός δυναμικός αντίκτυπος και η χαμηλή προσαρμοστική ικανότητα συνιστούν υψηλό βαθμό ευπάθειας για το σύστημα (ATEAM, 2004). Η προσαρμοστική ικανότητα σύμφωνα με τον Brooks (2003) δεν έχει άμεσες επιπτώσεις στην τρέχουσα ευπάθεια και μπορεί να μειώσει μόνο τη μελλοντική ευπάθεια. Η IPCC (2001) ορίζει την προσαρμοστική ικανότητα ως την ικανότητα ενός συστήματος ανθρώπινου-περιβάλλοντος να προσαρμόζεται στις κλιματικές αλλαγές (συμπεριλαμβανομένης της μεταβλητότητας του κλίματος και των ακραίων συνθηκών), να μετριάξει πιθανές ζημιές, να εκμεταλλεύεται τις ευκαιρίες και να αντιμετωπίζει τις συνέπειες.

1.1.6.1 Η προσαρμοστική ικανότητα των Ελληνικών δασών στην Κλιματική Αλλαγή και τον αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιών

Η προσαρμοστική ικανότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον χαρακτηρισμό της ευπάθειας. Στη βιβλιογραφία για την αλλαγή του κλίματος, η προσαρμοστική ικανότητα είναι παρόμοια ή στενά συνδεδεμένη με άλλες κοινώς χρησιμοποιούμενες έννοιες όπως η προσαρμοστικότητα, η ικανότητα αντιμετώπισης, η ικανότητα διαχείρισης, η σταθερότητα, η ευρωστία, η ευελιξία και η ανθεκτικότητα (Smit & Wandel, 2006). Σύμφωνα με τον Brooks (2003), η προσαρμοστική ικανότητα ενός συστήματος αντικατοπτρίζει την ικανότητά του να τροποποιεί τα χαρακτηριστικά ή τη συμπεριφορά του, προκειμένου να αντιμετωπίσει καλύτερα τις υπάρχουσες ή αναμενόμενες εξωτερικές καταπονήσεις και αλλαγές στις εξωτερικές συνθήκες. Η IPCC (2001) περιγράφει την ικανότητα προσαρμογής ως το δυναμικό ή την ικανότητα ενός συστήματος, μιας περιοχής ή μιας κοινότητας να προσαρμόζεται στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (συμπεριλαμβανομένης της μεταβλητότητας του κλίματος και των ακραίων συνθηκών). Η ικανότητα προσαρμογής είναι συγκεκριμένη και ποικίλλει από χώρα σε χώρα, από κοινότητα σε κοινότητα, μεταξύ κοινωνικών ομάδων και ατόμων και με την πάροδο του χρόνου (IPCC, 2011; Smit & Wandel,

2006). Η προσαρμοστική ικανότητα θεωρείται "συνάρτηση του πλούτου, της τεχνολογίας, της εκπαίδευσης, της πληροφόρησης, των δεξιοτήτων, των υποδομών, της πρόσβασης σε πόρους και των ικανοτήτων σταθερότητας και διαχείρισης (McCarthy, 2001).

Προκειμένου να εκτιμηθεί η προσαρμοστική ικανότητα των ελληνικών δασών και να επιλεγούν οι καταλληλότερες επιλογές προσαρμογής για την Ελλάδα, χρησιμοποιήθηκε προσέγγιση πολλαπλών κριτηρίων (MCA) όπως το πρόγραμμα (CYPADAPT, 2018). Η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων προτείνεται ως η καταλληλότερη μέθοδος για τη λήψη αποφάσεων στον τομέα της προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος. Το MCA μπορεί να επιτύχει το χειρισμό όλων των διαθέσιμων τεχνικών πληροφοριών και την ενσωμάτωση διαφορετικών απόψεων των ενδιαφερομένων.

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση επιλογών με βάση ένα σύνολο κριτηρίων. Η ανάλυση των ενδιαφερομένων μερών και η κρίση των εμπειρογνομόνων παρέχουν τον προσδιορισμό όλων των πιθανών αποφάσεων / επιλογών. Στη συνέχεια, επιλέγονται σχετικά κριτήρια προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα στις εναλλακτικές επιλογές προσαρμογής. Μέσω βαρών και βαθμολογιών, η απόδοση κάθε επιλογής προσαρμογής μετράται με βάση τα κριτήρια. Αυτό το βήμα ειδικότερα αντανακλά τις προτιμήσεις των υπευθύνων λήψης αποφάσεων. Τέλος, το σταθμισμένο άθροισμα των διαφορετικών κριτηρίων χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των διαφόρων επιλογών (UNFCCC, 2000).

Τα κριτήρια αξιολόγησης που επιλέγονται και χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο του έργου CLIM-RUN για την περίπτωση της Ελλάδας είναι τα εξής:

- Αποδοτικότητα του Μέτρου
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον
- Υποστήριξη της πρόληψης των κλιματικών επιπτώσεων
- Επείγουσα ανάγκη για εφαρμογή του μέτρου
- Χρησιμότητα υλοποίησης ανεξάρτητα από την αλλαγή του κλίματος
- Τεχνική βιωσιμότητα

- Οικονομική βιωσιμότητα
- Κοινωνική αποδοχή

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, κάθε απόδοση μέτρησης προσαρμογής βαθμολογήθηκε με βάση κάθε ένα από αυτά τα κριτήρια. Κάθε μέτρο βαθμολογήθηκε με βάση κάθε κριτήριο σε κλίμακα από 0 έως 100. Σε αυτή την κλίμακα το 1 αντιπροσωπεύει τη λιγότερο προτιμώμενη επιλογή και το 100 σχετίζεται με την πλέον προτιμώμενη επιλογή. Μετά την εφαρμογή της μεθόδου MCA, τα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής για τα ελληνικά δάση κατά φθίνουσα τάξη προτεραιότητας είναι τα ακόλουθα:

- Μέτρα πρόληψης πυρκαγιάς
- Συμπερίληψη των ιδιωτικών δασικών εκτάσεων στα πυροσβεστικά σχήματα του Τμήματος Δασών
- Ταξινόμηση των δασών ανάλογα με τον κίνδυνο πυρκαγιάς, χαρακτηρισμό περιοχών υψηλού κινδύνου
- Πόροι ζωτικής σημασίας και εφαρμογή σχεδίου προστασίας για εθνική πυρκαγιά
- Αναδάσωση των καμένων περιοχών
- Άμεση αναδάσωση / αποκατάσταση των περιοχών που καταστράφηκαν από πυρκαγιά και εφαρμογή κατάλληλων δασοκομικών μέτρων
- Μέτρα καταστολής πυρκαγιάς
- Υποδομές για τη βελτίωση της αντοχής των δασών στις πυρκαγιές
- Εγκατάσταση υποδομών στις ιδιωτικές δασικές περιοχές για προστασία από τις πυρκαγιές
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη δασικών οικοσυστημάτων που θα καθιστούσαν δυσκολότερη την εκκίνηση και την ταχύτητα επέκτασης των πυρκαγιών

Τέλος, η ομάδα εμπειρογνομόνων, λαμβάνοντας υπόψη τη γνώμη των τοπικών φορέων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, όταν συνδυάζονται οι πληροφορίες σχετικά με τη βλάστηση και οι μεταβολές των μετεωρολογικών

συνθηκών λόγω της αλλαγής του κλίματος, τα δάση της βόρειας και δυτικής Ελλάδας αναμένεται να είναι πιο προσαρμοστικά από τα ανατολικά. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι οι προαναφερθείσες περιοχές λαμβάνουν μεγαλύτερες ποσότητες βροχοπτώσεων και λιγότερες ανθρώπινες δραστηριότητες λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας πληθυσμού σε σύγκριση με τις νότιες και ανατολικές περιοχές της Ελλάδας (π.χ. Αττική ή Κρήτη).

Τα ήδη κυρίαρχα είδη βλάστησης δεν είναι βέβαιο ότι θα επιβιώσουν από την προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή, ωστόσο οι προβλεπόμενες συνθήκες είναι πιθανό να είναι σε θέση να υποστηρίξουν ένα ψηλό δασικό οικοσύστημα, υποθέτοντας ότι δεν θα υπάρξει σημαντική περιβαλλοντική καταστροφή.

1.1.6.2 Αξιολόγηση ευαισθησίας

Ο συντελεστής ευαισθησίας περιγράφει τις συνθήκες ανθρώπινου-περιβάλλοντος που μπορούν να επιδεινώσουν ή να βελτιώσουν τον κίνδυνο. Στην μελέτη των Karali και συν. (2014) χρησιμοποιήθηκαν στατικές πληροφορίες σχετικά με παράγοντες που επηρεάζουν την πυρκαγιά, δηλαδή τοπογραφία και βλάστηση, δημιουργία ενός χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς προκειμένου να εκτιμηθεί αυτός ο παράγοντας. Ξεκινώντας από τις στατικές πληροφορίες, ο Hardy (2005) σημειώνει ότι ο κίνδυνος πυρκαγιάς εκφράζει τη δυνητική συμπεριφορά πυρκαγιάς για έναν τύπο καυσίμου, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα σε υγρασία του καυσίμου που επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι με βάση μόνο τις πληροφορίες για τη βλάστηση μπορεί να δημιουργηθεί ένας χάρτης ευαισθησίας μιας περιοχής. Προκειμένου να δημιουργηθεί ένας τέτοιος χάρτης, η βλάστηση κατηγοριοποιήθηκε σε κατηγορίες καυσίμων, υποδεικνύοντας πόση εύφλεκτη ύλη θα μπορούσε να παράσχει η βλάστηση σε πιθανή πυρκαγιά.

Για αυτό το στρώμα πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν ακατέργαστα δεδομένα σχετικά με τους τύπους κάλυψης γης στην Ελλάδα για το έτος 2007, τα οποία προέκυψαν από την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων Landsat μέσω της εφαρμογής αυτοματοποιημένου μοντέλου ταξινόμησης. Τα αρχικά δεδομένα ελήφθησαν από το WWF Greece και αναπτύχθηκαν από το Εργαστήριο Δασικής Διαχείρισης και Τηλεπισκόπησης της Δασοπονίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στην

Ελλάδα. Οι θάμνοι και η σκληροφυλλική βλάστηση είχαν λάβει την υψηλότερη βαρύτητα σε αντίθεση με τις καμένες περιοχές και τις αγροτικές καλλιέργειες που έλαβαν πολύ χαμηλότερη βαρύτητα. Οι πόλεις, οι τεχνητές κατασκευές και τα υδάτινα σώματα είχαν λάβει μηδενική βαρύτητα.

Είναι επίσης γνωστό ότι η τοπογραφία επηρεάζει τις δασικές πυρκαγιές, όσον αφορά την όψη, την κλίση και το υψόμετρο. Η κλίση γενικά αναφέρεται στην οριζόντια κατεύθυνση στην οποία βρίσκεται μια πλαγιά βουνών. Καθώς οι νότιες και δυτικές πτυχές είναι γενικά θερμότερες και ξηρότερες από ό, τι οι γειτονικές βόρειες σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή της Ελλάδας, αυτό επηρεάζει και τη βλάστηση. Αυτό σημαίνει ότι η βλάστηση με νότιο προσανατολισμό είναι συνήθως ξηρότερη και πιο επιρρεπής στην πυρκαγιά από τις βόρειες πλαγιές. Το υψόμετρο αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για τις πυρκαγιές των δασών, δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το υψόμετρο, τόσο πιο δύσκολο είναι να ξεσπάσουν ή να διαδοθούν οι πυρκαγιές. Επιπλέον, η κλίση επηρεάζει κυρίως τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς και όχι την ανάφλεξη με τρόπο όπου η απότομη κλίση έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη εξάπλωση της πυρκαγιάς. Ωστόσο, πρέπει να θεωρήσουμε ότι οι πιο απότομες κλίσεις (ειδικά πάνω από 67%) είναι λιγότερο πιθανό να έχουν περισσότερη βλάστηση από τις πιο ήπιες (Karali et al, 2014).

Τοπογραφικές πληροφορίες που προέρχονται από ψηφιακό μοντέλο ανύψωσης (DEM) που αναπτύχθηκε στο Εθνικό Κέντρο Γεωφυσικών Δεδομένων της Εθνικής Ωκεανίας και Ατμοσφαιρικής Διοίκησης (National Center for Environment Information, 2018), συμπέραναν ότι οι χαμηλές έως μεσαίες νότιες ή δύσκολες ηπειρωτικές περιοχές μπορούν να χαρακτηριστούν ως «υψηλές» περιοχές κινδύνου πυρκαγιάς, ενώ οι καλλιεργημένες πεδιάδες μπορούν να χαρακτηριστούν ως «χαμηλές» και «μεσαίες» περιοχές κινδύνου πυρκαγιάς.

Στη μελέτη των Karali et al. (2014) πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της ευπάθειας των ελληνικών δασών στην εμφάνιση κινδύνου πυρκαγιάς στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής. Η ευπάθεια των ελληνικών δασών αξιολογήθηκε από την άποψη της ευαισθησίας, της έκθεσης και της προσαρμοστικής τους ικανότητας με βάση τα διαθέσιμα ποσοτικά και ποιοτικά

στοιχεία για την Ελλάδα σύμφωνα με τους ορισμούς της IPCC. Συγκεκριμένα, η έκθεση ερμηνεύθηκε ως ο άμεσος κίνδυνος και η φύση και η έκταση των μεταβολών στις κλιματικές μεταβλητές μιας περιοχής. Για την εκτίμηση της έκθεσης σε δασικές πυρκαγιές, εξετάστηκαν χάρτες που απεικονίζουν τις ημέρες με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς (Fire Weather Index, FWI > 30) τόσο για τον έλεγχο όσο και για την πρώτη μελλοντική περίοδο, δηλαδή την περίοδο 2021-2050. Διαπιστώθηκε ότι τα ανατολικά πεδινά είναι περισσότερο εκτεθειμένα σε κίνδυνο πυρκαγιάς που ακολουθείται από ανατολικές περιοχές υψηλού υψομέτρου, τόσο για την περίοδο ελέγχου όσο και για τη μελλοντική περίοδο.

Επιπλέον, ο όρος ευαισθησία περιγράφει τις συνθήκες ανθρώπου-περιβάλλοντος που μπορούν να επιδεινώσουν ή να βελτιώσουν τον κίνδυνο. Στην μελέτη των Karali και συν. (2014) χρησιμοποιήθηκαν στατικές πληροφορίες σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την πυρκαγιά, δηλαδή την τοπογραφία και τη βλάστηση, για τη δημιουργία ενός χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς προκειμένου να εκτιμηθεί ο συντελεστής ευαισθησίας. Οι τύποι κάλυψης γης για το έτος 2007, που ελήφθησαν από το WWF Hellas, συνδυάστηκαν με τοπογραφικές πληροφορίες που προέρχονται από ψηφιακό μοντέλο ανύψωσης (DEM) για την παραγωγή αυτών των χαρτών. Οι χαμηλές περιοχές βρέθηκαν ότι είναι οι πιο ευαίσθητες περιοχές που ακολουθούνται από τις μεσαίες έως τις υψηλές ανυψωτικές περιοχές τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική Ελλάδα.

Η ικανότητα προσαρμογής καθορίζεται από την ικανότητα των δασών να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, η οποία ενισχύεται επίσης από τα μέτρα που εφαρμόζονται στη χώρα, προκειμένου να μετριαστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τομέα αυτό. Προκειμένου να εκτιμηθεί η προσαρμοστική ικανότητα των ελληνικών δασών και να επιλεγούν οι καταλληλότερες δυνατότητες προσαρμογής για την Ελλάδα, εφαρμόστηκε ένα εργαλείο ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων (MCA). Τα μείζονα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής για τα ελληνικά δάση περιλαμβάνουν μέτρα πρόληψης πυρκαγιών, συμπερίληψη των ιδιωτικών δασικών περιοχών στα πυροσβεστικά σχήματα του Τμήματος Δασών, την ταξινόμηση των δασών ανάλογα με τον κίνδυνο πυρκαγιάς καθώς και τον χαρακτηρισμό των περιοχών

υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς. Τέλος, όσον αφορά τη συνολική ευπάθεια των ελληνικών δασών, όταν συνδυάστηκαν όλοι οι προαναφερθέντες παράγοντες, τα ανατολικά πεδινά βρέθηκαν πιο ευάλωτα στην αλλαγή του κλίματος ακολουθούμενα από τις δυτικές πεδιάδες και τις ανατολικές περιοχές.

1.1.6.3 Σκοπός και Στόχοι

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να συμβάλει στη αποκάλυψη της σχέσης κλίματος τύπου βλάστησης και πυρκαγιών με απώτερο στόχο να εξετάσει αν οι σχέσεις κλίματος πυρκαγιών επιτρέπουν να βελτιωθεί η μακροπρόθεσμη πρόγνωση του κινδύνου εκδήλωσής τους στην περιοχή της Ελλάδας.

Στόχος είναι να εξεταστεί σε χωρική κλίμακα ανά έτος ποιες κατηγορίες βροχόπτωσης από τους μήνες και τις εποχές εντός του υδρολογικού έτους μπορούν να ερμηνεύσουν στατιστικώς σημαντικά την καμένη έκταση στον Ελλαδικό χώρο.

Κεφάλαιο 2- Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Εισαγωγή

2.1 Δασικές Πυρκαγιές και Κλίμα

Η πυρκαγιά αποτελεί αναπόσπαστο μέρος πολλών χερσαίων βιομορφών, συμπεριλαμβανομένου του μεσογειακού, αλλά αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα διαταραχής στα οικοσυστήματα που κυμαίνονται από τη βόρεια ζώνη έως τις τροπικές σαβάνες και λιβάδια (Stocks et al., 2001, Mouillot and Field 2005, Pausas et al. 2008, Flannigan et al., 2009). Η πυρκαγιά, ως παράγοντας διαταραχής στα μεσογειακά οικοσυστήματα, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις παρατηρούμενες μορφές βιοποικιλότητας (Cowling et al., 1996) και στην λειτουργία του οικοσυστήματος (Rundel 1981) και παίζει ρόλο στη διαμόρφωση των μεσογειακών οικοσυστημάτων (Bond et al., 2005, Pausas et al., 2008). Οι Viedma (2008) και Moreira et al. (2011) ανέφεραν ότι οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στα οικοσυστήματα και τα τοπία μπορεί να διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή ως αποτέλεσμα της τοπικής πυρκαγιάς, των μοντέλων αναγέννησης και των τοπογραφικών περιορισμών. Οι παρατηρούμενες αυξήσεις της συχνότητας πυρκαγιάς, της καμένης περιοχής και της σοβαρότητας της πυρκαγιάς, καθώς και μια πρόσφατα αναφερθείσα επέκταση της διάρκειας της αντιπυρικής περιόδου (Flannigan et al., 2009, Dimitrakopoulos et al., 2011, Pausas and Ferna'ndez-Muncooz 2012, Zumbunnen et al. 2012) έχουν αυξήσει την περιβαλλοντική ανησυχία και την ευαισθητοποίηση τόσο στην κοινωνία όσο και στην επιστημονική κοινότητα.

Οι συνθήκες ξεσπάσματος και επέκτασης της πυρκαγιάς οφείλονται κυρίως στην αλληλεπίδραση του κλίματος, της τοπογραφίας και του μικροπεριβάλλοντος με τις μικρότερες κλίμακες του χώρου και του χρόνου και με το πώς αυτές μεταβάλλονται. Η ανθρώπινη παρέμβαση μπορεί επίσης να επηρεάσει αυτά τα καθεστώτα. Υπάρχει εκτενής συζήτηση σχετικά με τους κύριους παράγοντες που οδηγούν τις αλλαγές στο καθεστώς πυρκαγιάς με επίκεντρο την αλλαγή και το κλίμα. Μια απλή απάντηση σε αυτό γίνεται πιο δύσκολη καθώς οι περιφερειακές συνθήκες πυρκαγιάς παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στην κατεύθυνση και το πλάτος των αλλαγών τους (Flannigan et al., 2009). Ωστόσο, οι Westerling et al. (2006), αναφέρουν πως οι μεταβολές στις χρήσεις γης (χρήση γης- κάλυψη εδάφους-LULC) κατά το παρελθόν μπορεί να έχουν αυξήσει την ευαισθησία των καυσίμων στην κλιματική μεταβλητότητα. Όμως το κλίμα σε κλίμακες δεκαετιών καθορίζει τα χαρακτηριστικά της βλάστησης, ενώ το κλίμα σε ετήσιες κλίμακες επηρεάζει την ευφλεκτότητα της ζωντανής και νεκράς βλάστησης.

Έχει αναφερθεί ότι οι κύριες κινητήριες δυνάμεις πίσω από τις παρατηρούμενες αλλαγές στη λεκάνη της Μεσογείου περιλαμβάνουν την εγκατάλειψη της γης και την αναδάσωση των πρώην γεωργικών εκτάσεων που οδηγούν σε αυξημένη συσσώρευση καυσίμων (Moreira et al., 2001, Pe'rez et al., 2003, Moreira κ.ά. (2009), αν και η επίδραση των κλιματικών μεταβολών δεν μπορεί να αγνοηθεί (Pinfool et al., 1998, Pausas 2004, Pausas et al., 2008). Επιπρόσθετα, σημαντικές υποκείμενες αιτίες πυρκαγιάς είναι οι μεταβλητές που προσδιορίζουν τη σύνθεση του τοπίου ή τη γειτνίαση με την ανθρώπινη επιρροή (Moreno et al., 2011), μαζί με τη δομή του τοπίου (Viedma et al., 2009) και ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η γεωργία και οι κατασκευές που σχετίζονται με αναπτυξιακά έργα (Martinez et al., 2009) καθώς και οι χωρικές σχέσεις τους που μπορεί να ποικίλουν (Koutsias et al., 2010). Επιπλέον, η πυρκαγιά εξαρτάται όχι μόνο από διαρθρωτικούς παράγοντες αλλά και από χωρικούς παράγοντες που αποτελούν αιτιώδεις διαδικασίες και αντανακλούν τον βαθμό επιρροής που έχει στη πυρκαγιά η γειτνίαση διαφόρων περιοχών (Chou 1990, Va'zquez και Moreno 2001), ορίζοντας το ρόλο του χώρου ως σημαντικού παράγοντα.

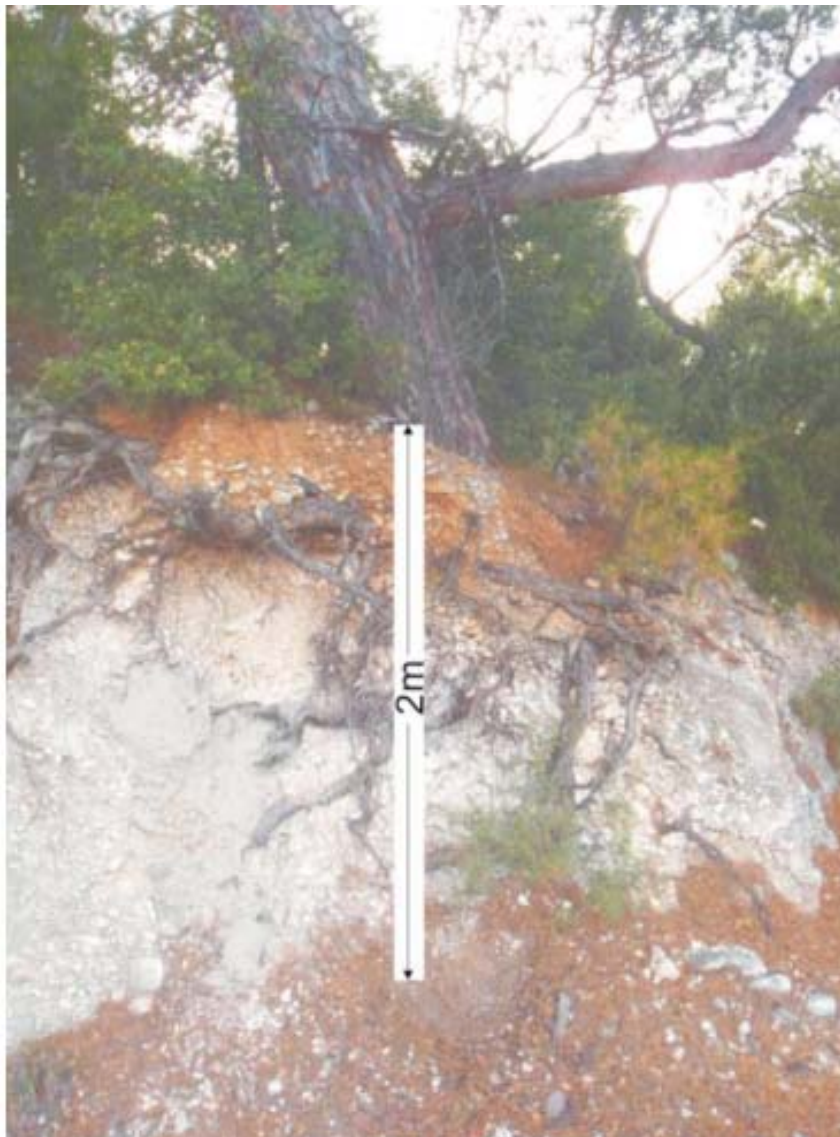
2.2 Τα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά της βιομάζας ως καύσιμη ύλη

Τα ιδιαίτερα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά της βλάστησης για αντιμετώπιση των παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας σε συνέργεια με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της βλάστησης στην καιόμενη περιοχή μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά στην εξάπλωση των πυρκαγιών (Pausas, and Paula, 2012, Alvarez, Retana, 2014, Sarris, & Koutsias, 2014) όπως στην περίπτωση των φρεατοφύτων και των θεροφύτων.

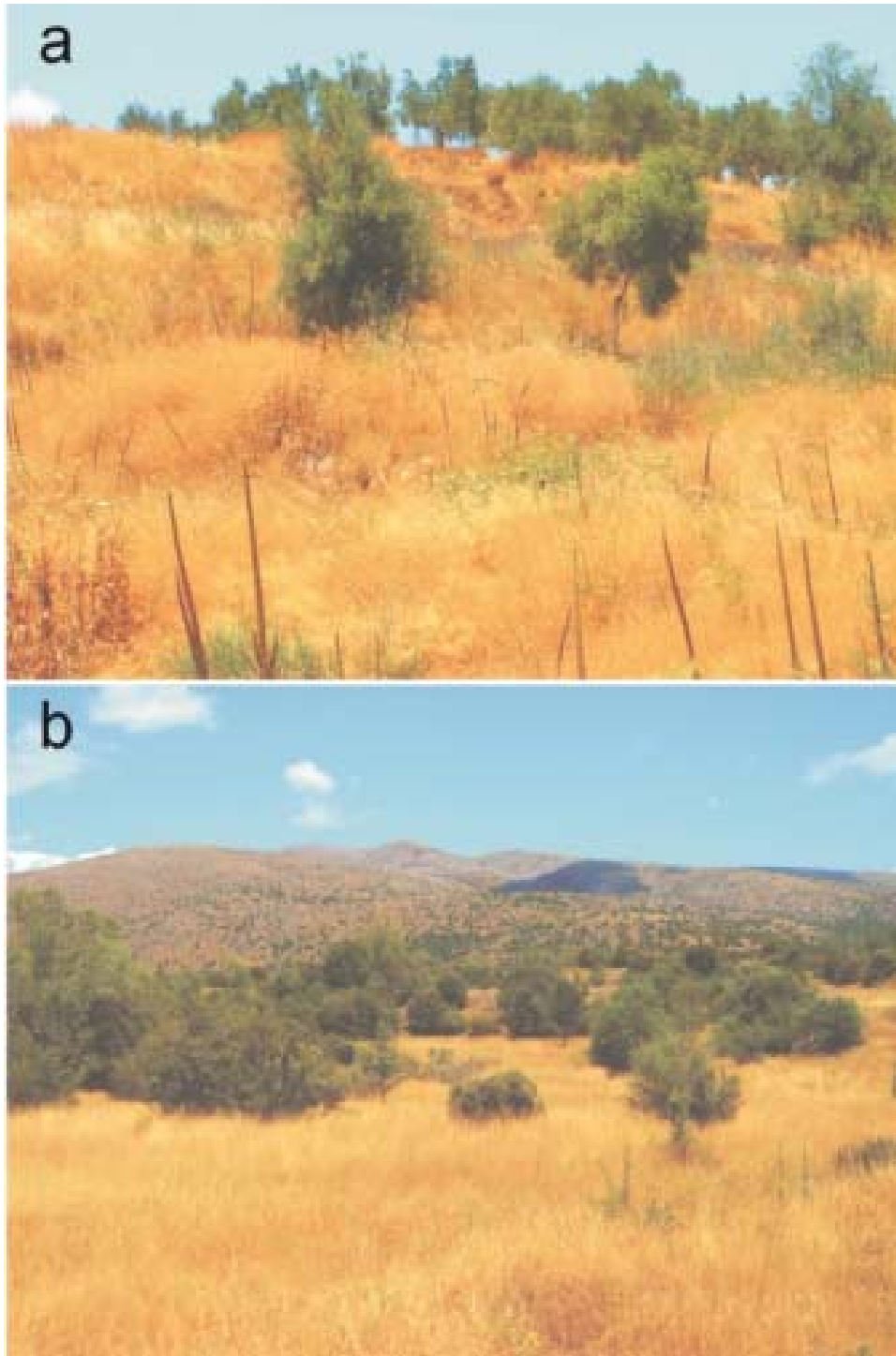
Ως φρεατόφυτα χαρακτηρίζονται τα φυτά με βαθύ ριζικό σύστημα (Εικόνα 1) με κεντρικές ρίζες, που μπορεί να φτάνουν τα 50 m σε βάθος (Phillips, 1963) τα οποία απορροφούν σημαντική ποσότητα νερού από την φρεατική ζώνη (Meinzer 1927, Dawson, Pate, 1996, Jackson, Sperry, Dawson, 2000, Otieno, et. al 2006), δηλαδή από υπόγειες κοιλότητες που γεμίζουν με νερό και επομένως οι υδατικές τους ανάγκες δεν εξαρτώνται άμεσα από τα επιφανειακά εδαφικά ύδατα (Robinson, 1958). Το γεγονός αυτό καθιστά τα φρεατόφυτα ικανά να βρίσκονται σε συνεχή επαφή με νερό δίνοντας τους ιδιαίτερη ανθεκτικότητα στις παρατεταμένες ξηρές περιόδους (Smith, Monson, Anderson, 1997, Brooks, et. al, 2010, Sarris, Siegwolf, and Körner, 2013). Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, το νερό που εμπλουτίζει τις κοιλότητες αυτές και παρέχει την απαιτούμενη υγρασία για τα φυτά κατά την θερινή περίοδο προέρχεται από διείσδυση νερού στο έδαφος κατά την διάρκεια της προηγούμενης περιόδου βροχοπτώσεων, δηλαδή κατά την περίοδο φθινοπώρου – χειμώνα (Sarris, Christodoulakis, Körner, 2007, Brooks, et. al, 2010, Sarris, Siegwolf, and Körner, 2013). Επομένως, αν για μια χρονιά έχει παρατηρηθεί αυξημένη βροχόπτωση κατά την κύρια περίοδο βροχοπτώσεων, αναμένεται αύξηση στην περιεχόμενη υγρασία των φρεατοφύτων με αποτέλεσμα την αυξημένη αντίσταση τους στην διάδοση της πυρκαγιάς σε ενδεχόμενο πυρκαγιάς ενώ σε περίπτωση μειωμένων βροχοπτώσεων αναμένεται το αντίστροφο (Thomas, Simms, Wraight, 1964, Pausas, and Paula, 2012, Sarris, & Koutsias, 2014). Τα φρεατόφυτα συνήθως συναντώνται σε ξηρές και άνυδρες περιοχές και συμπεριλαμβάνουν δενδρώδη δομές όπως τα κωνοφόρα και οι δρύες αλλά και θαμνώδη δομές όπως η ελιά, η σχινιά κλπ.

Ως θερόφυτα χαρακτηρίζονται τα μονοετή ποώδη φυτά, τα οποία επιβιώνουν με τη μορφή σπερμάτων τη δυσμενή γι' αυτά περίοδο του έτους (Εικόνα 2) . Είναι φυτά προσαρμοσμένα σε ακραία περιβάλλοντα όπου επικρατούν ξηρές, θερμές ή ψυχρές συνθήκες. Είναι φυτά τα οποία χαρακτηρίζονται από αβαθές ριζικό σύστημα (Melendo, et al, 2003).

Η αυξημένη συγκέντρωση των φυτών αυτών με αυξημένη βιομάζα επηρεάζει σημαντικά την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς (Pausas, and Paula, 2012) αφού με τις ξηρές και θερμές συνθήκες του καλοκαιριού αποξηραίνονται ταχύτατα αποτελώντας κρίσιμη καύσιμη ύλη (Meyn, et al., 2007, Sarris, & Koutsias, 2014).



Εικόνα 1 Η δομή του ριζικού συστήματος στα Φρεατόφυτα με το παράδειγμα της Τραχείας Πεύκης (*Pinus brutia*) (Sarris and Koutsias 2014)



Εικόνα 2: Τα Θερόφυτα (κίτρινο χρώμα) αποτελούν φυτά με επιφανειακές ρίζες και το σώμα τους αποξηραίνεται τελείως κατά την θερινή περίοδο καθιστώντας τα ιδιαίτερα εύφλεκτα στον (a) Θερμο-μεσογειακό και (b) Μεσο-μεσογειακό όροφο βλάστησης (Sarris and Koutsias 2014).

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3 Σκοπός, Στόχοι και Ερευνητικά Ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να συμβάλει στη αποκάλυψη της σχέσης κλίματος τύπου βλάστησης και πυρκαγιών με απώτερο στόχο να εξετάσει αν οι σχέσεις κλίματος πυρκαγιών επιτρέπουν να βελτιωθεί η μακροπρόθεσμη πρόγνωση του κινδύνου εκδήλωσής τους στην περιοχή της Ελλάδας.

Στόχος είναι να εξεταστεί σε χωρική κλίμακα ανά έτος ποιες κατηγορίες βροχόπτωσης από τους μήνες και τις εποχές εντός του υδρολογικού έτους μπορούν να ερμηνεύσουν στατιστικώς σημαντικά την καμένη έκταση στον Ελλαδικό χώρο.

Ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

- 1) Υπάρχουν κατηγορίες βροχόπτωσης που καταστέλλουν και άλλες που υποβοηθούν την εξάπλωση των πυρκαγιών;
- 2) Πως μεταβάλλονται οι παραπάνω σχέσεις κατά τα ξηρότερα και πως κατά τα υγρότερα έτη;
- 3) Ποιος ο ρόλος των φυτών με τα οικολογικά λειτουργικά χαρακτηριστικά των φρεατοφύτων και των θεροφύτων στην ερμηνεία της σχέσης κλίματος-πυρκαγιών ανά έτος;
- 4) Κατά πόσο μπορεί να γίνει πρόγνωση των πυρκαγιών από μήνες πριν την αντιπυρική περίοδο;

3.1 Δεδομένα Πυρκαγιών

Για την μελέτη της επίδρασης των βροχοπτώσεων στην έκταση της καμένη γης χρειάστηκε να συλλεχθεί η έκταση της καμένης γης στους

νομούς της Ελλάδας ανά έτος από το 1985 έως το 2015 από την Ελληνική Πυροσβεστική και τη Δασική Υπηρεσία. Τα δεδομένα της καμένης γης αφορούσαν την έκταση της καμένης γης ανά νομό για 35 νομούς της Ελλάδας (Παράρτημα Α, Πίνακας 2).

3.2 Δεδομένα Βροχοπτώσεων

Σχετικά με την συλλογή των δεδομένων για τις βροχοπτώσεις αυτά συλλέχθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ) για την περίοδο 1985-2015 ανά μήνα. Οι 19 κατηγορίες βροχόπτωσης που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα (η ποσότητα της βροχής για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα) ήταν οι εξής: Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος, Οκτώβρης, Νοέμβρης, Δεκέμβρης, Ιούνιο-Σεπτέμβριος, Νοέμβριος-Αύγουστος, Απρίλιος-Μάιος, Μάρτιος-Μάιος, Δεκέμβριος-Φεβρουάριος, Οκτώβρης-Σεπτέμβρης και Νοέμβρης-Μάρτιος.

Τα δεδομένα βροχόπτωσης προήλθαν από εξής 35 νομούς και 48 σταθμούς: Δράμας (Δράμας), Φωκίδος (Δέσφινια), Έβρου (Αλεξανδρούπολη), Κερκύρας (Κέρκυρα), Κοζάνης (Κοζάνη), Πέλλας (Έδεσσα), Ημαθίας (Τρίκαλα Ημαθίας), Καβάλας (Καβάλα), Θεσσαλονίκης (Μίκρα, Μακεδονίας αεροδρόμιο), Σάμου (Σάμος), Φλώρινας (Φλώρινα), Σερρών (Σέρρες), Καστοριάς (Καστοριά), Χίου (Χίος), Ιωαννίνων (Ιωάννινα), Λάρισας (Λάρισα), Μαγνησίας (Αγχίαλος), Κορινθίας (Τρίκαλα Κορινθίας), Αιτωλοκαρνανίας (Άκτιο), Λέσβου (Μυτιλήνη), Κεφαλονιάς (Αργοστόλι), Φθιώτιδας (Λαμία), Εύβοιας (Σκύρος), Αττικής (Ελευσίνα, Τατόι, Τανάγρα, Σπάτα, Κύθηρα), Κυκλάδων (Θήρα, Μήλος, Νάξος, Μύκονος), Αχαΐας (Άραξος), Ηλείας (Ανδραβίδα, Πύργος), Αρκαδίας (Τρίπολη), Ζακύνθου (Ζάκυνθος), Δωδεκανήσου (Κάρπαθος, Κως, Ρόδος), Μεσσηνίας (Καλαμάτας), Λασιθίου (Ιεράπετρα, Σητεία), Ρεθύμνου (Ρέθυμνο), Ηρακλείου (Ηρακλείου, Τυμπάκι), Χανίων (Σούδα).

3.3 Σύνθεση Δεδομένων

Για την εκπλήρωση του σκοπού της μεταπτυχιακής διατριβής και με την βοήθεια του προγράμματος Excel δημιουργήθηκαν πίνακες που περιλαμβάνουν την έκταση των πυρκαγιών ανά έτος και το ύψος της βροχόπτωσης ανά μήνα. Κατόπιν έγινε αντιστοιχία της έκτασης της καμένης γης με το ύψος της βροχόπτωσης ανά έτος. Αυτό πραγματοποιήθηκε στους 35 από τους 51 νομούς της Ελλάδος και για τα έτη 1985-2010 οπότε και υπήρχαν δεδομένα για την εν λόγω περίοδο.

Στην συνέχεια χωρίσαμε τους νομούς ανά έτος σε ξεχωριστά φύλλα εργασίας με τη βοήθεια του προγράμματος Excel και υπολογίσαμε τις 19 κατηγορίες των βροχοπτώσεων για τα έτη 1985-2010 από τις διαθέσιμες μηνιαίες τιμές.

Με την χρήση του προγράμματος Excel για το διάστημα Οκτώβριο-Σεπτέμβριο βρέθηκαν οι μέσοι όροι των σταθμών Αγχίαλος, Άκτιο, Αλεξανδρούπολη, Ανδραβίδα, Άραξος, Αργοστόλι, Δέσφινια, Δράμας, Έδεσσα, Ελευσίνα, Ζάκυνθος, Ηρακλείου, Θήρα, Ιεράπετρα, Ιωαννίνων, Καβάλα, Καλαμάτας, Κάρπαθος, Καστοριά, Κέρκυρα, Κοζάνη, Κύθηρα, Κως, Λαμία, Λάρισα, Μακεδονίας αεροδρόμιο, Μήλος, Μίκρα, Μύκονος, Μυτιλήνη, Νάξος, Πύργος, Ρέθυμνο, Ρόδος, Σάμος, Σέρρες, Σητεία, Σκύρος, Σούδα, Σπάτα, Τανάγρα, Τατόι, Τρίκαλα Ημαθίας, Τρίκαλα Κορινθίας, Τρίπολη, Τυμπάκι, Φλώρινα, Χίος (Πίνακας 1, Παράρτημα Α). Με βάση τους παραπάνω σταθμούς υπολογίστηκε η μέση βροχόπτωση Οκτωβρίου-Σεπτεμβρίου για τον Ελλαδικό χώρο και βρήκαμε πότε είχαμε πιο ξηρές συνθήκες και πότε είχαμε αυξημένη βροχόπτωση για τα έτη 1985- 2015 με κριτήριο το 10% απόκλιση από τη μέση τιμή (Πίνακας 4.2)

Στην συνέχεια έγιναν οι συσχετίσεις στο SPSS με εισαγωγή των πινάκων που δημιουργήθηκαν στο πρόγραμμα Excel για τη συσχέτιση των κλιματικών δεδομένων και των δεδομένων έκτασης πυρκαγιών για τα έτη 1985-2010 (Πίνακας 4.3). Οι συσχετίσεις πραγματοποιήθηκαν σε χωρική κλίμακα, δηλαδή για κάθε έτος ξεχωριστά έγινε συσχέτιση όλων των επιλεγμένων κατηγοριών βροχόπτωσης και καμένης έκτασης.

3.4 Στατιστική Ανάλυση

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με δύο προγράμματα, το Excel 2013 και το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0. Χρησιμοποιήσαμε τον συντελεστή συσχέτισης Spearman's rho (καθώς τα δεδομένα των πυρκαγιών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή) για να ερευνήσουμε τη συσχέτιση της έκτασης της καμένης γης με το ύψος της βροχόπτωσης. Ο συντελεστής αυτός λαμβάνει τιμές από -1 έως 1. Τιμές κοντά στα άκρα δείχνουν ισχυρή συσχέτιση είτε θετική ή αρνητική, ενώ για τιμή συντελεστή συσχέτισης $r = 1$ η συσχέτιση θεωρείται τέλεια. Στην συσχέτιση των δεδομένων, όσο μικρότερη είναι η τιμή της στατιστικής σημαντικότητας (P) τόσο μεγαλύτερη παρουσιάζεται η συσχέτιση των δεδομένων με το $P \leq 0.05$ να χαρακτηρίζει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση, το $P \leq 0.01$ ψηλή συσχέτιση και το $P \leq 0.001$ ή ≤ 0.0001 πολύ ψηλή συσχέτιση.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της βροχόπτωσης για εντοπισμό ξηρότερων και υγρότερων ετών, καθώς και της συσχέτισης με χρήση του συντελεστή Spearman's, μεταξύ της μετεωρολογικής βροχόπτωσης (19 κατηγοριών) και της καμένης έκτασης. Παρουσιάζονται τα έτη τα οποία παρουσίασαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση $P < 0,05$.

4.1 Εντοπισμός ξηρότερων και υγρότερων ετών

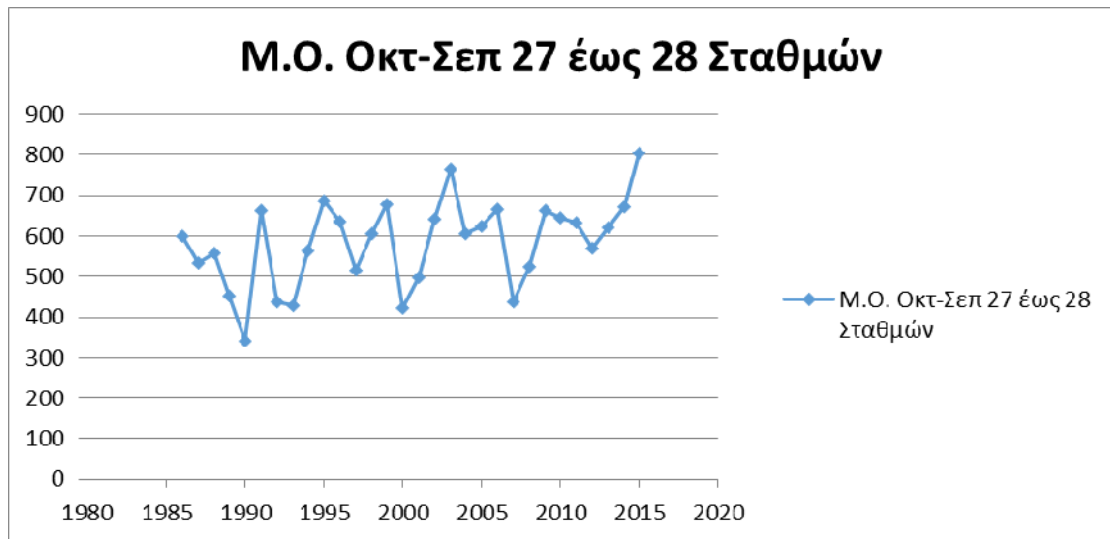
Για τον εντοπισμό των ξηρότερων και υγρότερων ετών χρησιμοποιήθηκε η περίοδος Οκτωβρίου-Σεπτεμβρίου από 27-28 σταθμούς και συγκρίθηκε με αυτή των 48 σταθμών μελέτης (Πίνακας 4.1). Αυτό έγινε διότι στους 48 σταθμούς έλλειπαν από ορισμένους τιμές μετά το 2009.

Πίνακας 4.1

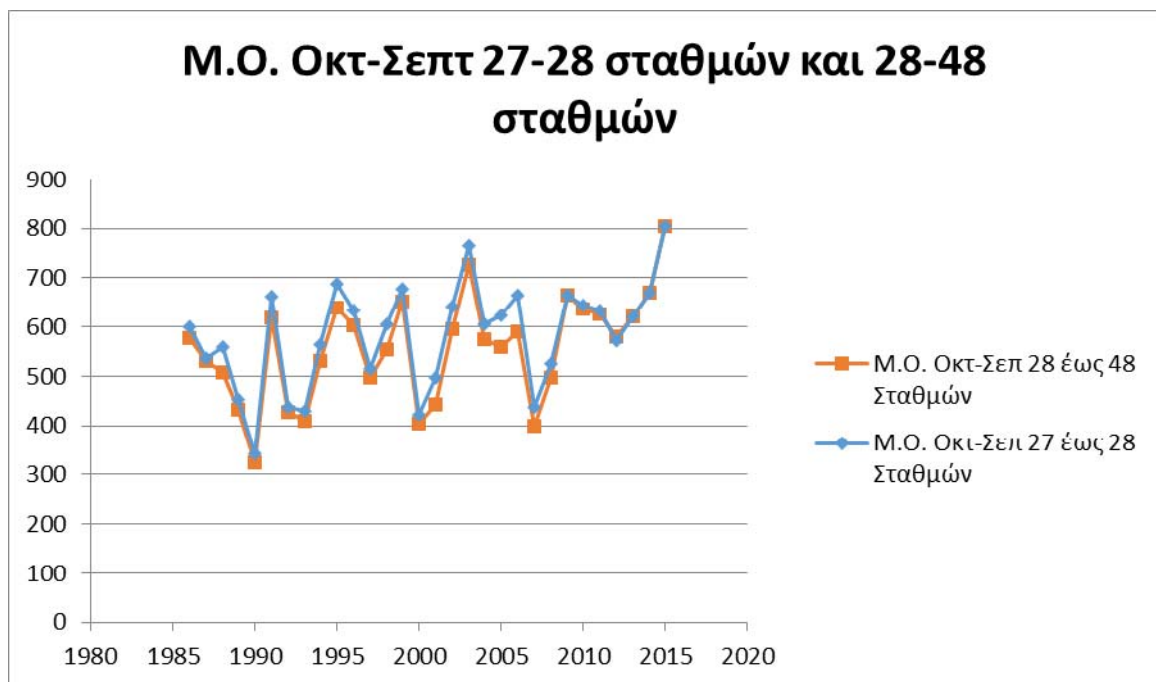
Μέσο ύψος βροχόπτωσης Οκτωβρίου-Σεπτεμβρίου από 27-28 σταθμούς και 28-48 σταθμούς. Ο μέσος όρος 27-28 σταθμών για την περίοδο 1986-2015 ήταν 583 από όλα τα έτη

Έτος	Μ.Ο. Οκτ-Σεπ 28 έως 48 Σταθμών	Μ.Ο. Οκτ-Σεπ 27 έως 28 Σταθμών
1986	577	600
1987	532	535
1988	507	559
1989	432	453
1990	326	342
1991	618	662
1992	427	437
1993	410	429
1994	530	563
1995	638	688
1996	604	635
1997	496	515
1998	555	606
1999	652	677
2000	405	424
2001	442	498
2002	595	642
2003	727	765
2004	575	605
2005	558	623
2006	591	666
2007	400	437
2008	496	526
2009	666	664
2010	637	646
2011	627	634
2012	581	571
2013	622	622
2014	671	671
2015	805	805

Στον **πίνακα 4.1** παρατηρούμε το μέσο ύψος της βροχόπτωσης ανά έτος για το σύνολο του έτους και για την περίοδο Οκτωβρίου - Σεπτεμβρίου



Διάγραμμα 1: Αποτύπωση σε διάγραμμα του μέσου ύψους βροχόπτωσης από Οκτώβριο-Σεπτέμβριο 27-28 σταθμούς.



Διάγραμμα 2: Αποτύπωση σε διάγραμμα του μέσου ύψους βροχόπτωσης από Οκτώβριο-Σεπτέμβριο 27-28 και 28-48 σταθμούς.

Από τα διαγράμματα 1 και 2 προκύπτει ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη βροχόπτωση μεταξύ των 48 και της υποομάδας των 28 σταθμών. Άρα οι 28 σταθμοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την

εκτίμηση των ξηρότερων και των υγρότερων ετών στον περιοχή μελέτης του Ελλαδικού χώρου.

Στον **Πίνακα 4.2** παρατηρούμε ότι τα έτη 1989, 1990, 1992, 1993, 1997, 2000, 2001, 2007 ταξινομούνται ως ξηρά έτη και τα έτη 1991, 1995, 1999, 2003, 2006, 2009, 2010, 2014 και 2015 ως υγρά. Τα υπόλοιπα έτη ταξινομούνται σε μια ενδιάμεση κατάσταση.

Πίνακας 4.2 Ταξινόμηση των ετών 1986-2015 σε υγρά ή ξηρά με εκτίμηση σε ποσοστό επί τις 100% με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 4.1.

Έτος	Εκτίμηση υγρών (>110%) και ξηρών (<90%) ετών	
1986	103%	
1987	92%	
1988	96%	
1989	78%	Ξ
1990	59%	Ξ
1991	114%	Υ
1992	75%	Ξ
1993	74%	Ξ
1994	97%	
1995	118%	Υ
1996	109%	
1997	88%	Ξ
1998	104%	
1999	116%	Υ
2000	73%	Ξ
2001	85%	Ξ
2002	110%	
2003	131%	Υ
2004	104%	
2005	107%	
2006	114%	Υ
2007	75%	Ξ
2008	90%	
2009	114%	Υ
2010	111%	Υ
2011	109%	
2012	98%	
2013	107%	
2014	115%	Υ
2015	138%	Υ

4.2 Συσχέτιση της μετεωρολογικής βροχόπτωσης με την καμένη έκταση.

Στο Πίνακα 4.3 παρατίθενται τα αποτελέσματα συσχέτισης με το συντελεστή Spearman's μεταξύ των 19 κατηγοριών βροχόπτωσης και της έκτασης των πυρκαγιών για τις στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις $P < 0,05$ (ή $P < 0,1$) και για τα έτη 1986-2010.

Πίνακας 4.3 Συσχέτισης μεταξύ των 19 κατηγοριών βροχόπτωσης και της έκτασης των πυρκαγιών για τις στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις $P < 0,05$ (ή $P < 0,1$) και για τα έτη 1986-2010.

ΕΤΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	P-VALUE	r-Spearman's
1986	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,001	0,475
	JunSeptP	0,024	-0,331
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,042	0,318
1987	JunSeptP	0,030	-0,321
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,041	0,312
	MayP	0,078	-0,262
1988	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,074	0,279
1989	DecFebP	0,003	0,417
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,014	0,416
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,019	0,344
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,047	0,291
	NovMarP	0,050	0,287
	ΜΑΙΟΣ	0,051	-0,302
1990	JunSeptP	0,000	-0,547
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,001	-0,501
	MarMayP	0,008	-0,378
	ΜΑΙΟΣ	0,016	-0,414
	ΜΑΡΤΙΟΣ	0,018	-0,413
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,019	0,338
	AprMayP	0,023	-0,327
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,057	-0,279
1992	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,009	0,554
1993	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,029	0,319
1994	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,009	-0,379

	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,028	-0,318
	NovMarP	0,053	-0,281
1995	AprMayP	0,003	-0,41
	ΙΟΥΛΙΟΣ	0,007	-0,469
	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,018	-0,338
	MarMayP	0,024	-0,324
	JunSeptP	0,025	-0,321
	ΜΑΙΟΣ	0,029	-0,34
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,045	-0,291
1996	ΙΟΥΝΙΟΣ	0,016	-0,476
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,047	-0,291
1997	ΙΟΥΝΙΟΣ	0,046	0,305
2000	JunSeptP	0,0006	0,476
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,001	-0,453
	DecFebP	0,005	-0,392
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,042	-0,301
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,044	-0,301
2001	JunSeptP	0,001	0,476
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,002	-0,473
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,008	-0,401
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,010	-0,385
	ΜΑΙΟΣ	0,034	0,319
	DecFebP	0,047	-0,291
2002	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,000	-0,519
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,019	-0,35
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,050	-0,324
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,055	-0,288
2003	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,007	-0,419
	ΜΑΙΟΣ	0,058	-0,281
2004	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,026	-0,33
	OctSepP	0,054	-0,282
2005	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,033	-0,314
	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,040	-0,318
2006	MarMayP	0,008	-0,378
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,021	-0,342
	ΙΟΥΝΙΟΣ	0,025	-0,363
	ΜΑΙΟΣ	0,025	-0,377
	ΜΑΡΤΙΟΣ	0,027	-0,325
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,035	-0,321
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,040	-0,311
2007	ΜΑΡΤΙΟΣ	0,013	0,364
	MayP	0,025	-0,327
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,031	-0,482
2008	ΜΑΙΟΣ	0,003	-0,423
	MarMayP	0,010	-0,373
	AprMayP	0,013	-0,363

	OctSepP	0,038	-0,307
2009	AprMayP	0,013	-0,661
	OctSepP	0,000	-0,579
	NovAugP	0,000	-0,577
	MarMayP	0,001	-0,561
	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,001	-0,54
	ΙΟΥΝΙΟΣ	0,007	-0,539
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,015	-0,653
	DecFebP	0,019	-0,416
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,026	-0,413
	NovMarP	0,027	-0,396
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,038	-0,373
	2010	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,000	-0,616
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		0,001	-0,55
MarMayP		0,002	-0,538
NovAugP		0,003	-0,518
ΙΟΥΝΙΟΣ		0,003	-0,535
AprMayP		0,004	-0,502
DecFebP		0,028	-0,400
OctSepP		0,031	-0,393
ΜΑΡΤΙΟΣ	0,050	-0,360	

Πίνακας 4.4 Οι καλύτερες συσχετίσεις μεταξύ των 19 κατηγοριών βροχόπτωσης και της έκτασης των πυρκαγιών με τον συντελεστή συσχέτισης Spearman's. Τα έτη που εμφανίζουν την ίδια ή παρόμοια κατηγορία βροχόπτωσης να ερμηνεύει την καμένη έκταση έχουν ομαδοποιηθεί σε 3 ομάδες με βάση την εποχή προέλευσής τους (Άνοιξη, Καλοκαίρι, Χειμώνας-Φθινόπωρο). Για κάθε έτος συσχέτισης δίνεται η εκτίμηση της ξηρότητάς του.

Έτος	Κατηγορία βροχόπτωσης που εξηγεί καμένη έκταση	r-Spearman's	P	Εκτίμηση υγρών (>110%) και ξηρών (<90%) ετών
1995	ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΜΑΙΟΣ	-0,410	0,004	118%
2009	ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΜΑΙΟΣ	-0,661	0,000	114%
2006	ΜΑΡΤΙΟΣ -ΜΑΙΟΣ	-0,378	0,009	114%
1988	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,279	0,074	96%
2010	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	-0,616	0,000	111%
2008	ΜΑΙΟΣ	-0,423	0,004	90%
1991	ΜΑΡΤΙΟΣ	0,236	0,106	114%
2007	ΜΑΡΤΙΟΣ	0,364	0,014	75%
1987	ΙΟΥΝΙΟΣ -ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0,321	0,030	92%
1990	ΙΟΥΝΙΟΣ -ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0,547	0,000	59%
2000	ΙΟΥΝΙΟΣ -ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,476	0,000	73%
2001	ΙΟΥΝΙΟΣ -ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,476	0,000	85%
1996	ΙΟΥΝΙΟΣ	-0,476	0,016	109%
1997	ΙΟΥΝΙΟΣ	0,305	0,046	88%
1989	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,417	0,004	78%
1993	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,319	0,029	74%
1994	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-0,379	0,009	97%
2002	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-0,519	0,000	110%
2004	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	-0,330	0,027	104%
1986	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,475	0,001	103%
2005	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	-0,314	0,034	107%
1992	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,554	0,009	75%
2003	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-0,419	0,008	131%

Στο **Πίνακα 4.4** παρουσιάζονται μόνο οι καλύτερες συσχετίσεις μεταξύ της έκτασης της καμένης γης και του ύψους της βροχόπτωσης ανά κατηγορία βροχόπτωσης και έτος. Πιο συγκεκριμένα για τα έτη 1995, 2009, 2006, 2010, 2008 και 2007 παρατηρούμε ότι η καμένη έκταση

ερμηνεύεται από τις ανοιξιάτικες βροχές. Τα έτη 1987, 1990, 2000, 2001, 1996 και 1997 η καμένη έκταση ερμηνεύεται από τις θερινές βροχές. Επιπλέον βρέθηκε ότι για τα έτη 1989, 1993, 1994, 2002, 2004, 1986, 2005, 1992 και 2003 η καμένη γη ερμηνεύεται από τα κατακρημνίσματα του φθινοπώρου και του χειμώνα. Οι συσχετίσεις εμφανίζονται είτε θετικές είτε αρνητικές.

Κεφάλαιο 5

Συζήτηση

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια επεξήγησης των αποτελεσμάτων των συσχετίσεων της έκτασης των πυρκαγιών με την βροχόπτωση με βάση τα κύρια αποτελέσματα του Πίνακα 4.4.

5.1 Η επίδραση των θεροφύτων και των φρεατοφύτων στην εξάπλωση των πυρκαγιών βάσει των επιπέδων βροχόπτωσης

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η μελέτη της σχέσης σε χωρική κλίμακα και σε βάθος χρόνου της επίδρασης των βροχοπτώσεων στην εξάπλωση των θερινών πυρκαγιών. Με βάση τους Sarris D., & Koutsias N. (2014) η ερμηνεία μπορεί να γίνει με βάση τα χαρακτηριστικά της θεροφυτικής και της φρεατοφυτικής βλάστησης που παρουσιάζουν ιδιαίτερα προσαρμοστικά χαρακτηριστικά έναντι της ξηρασίας. Με τον τρόπο αυτό μελετάται έμμεσα το κατά πόσο η βροχόπτωση κατά την αυξητική περίοδο των θεροφύτων συμβάλει στην αύξηση της βιομάζας τους καθιστώντας τα κατάλληλα εύφλεκτα υλικά ώστε να συμβάλλουν θετικά και καταλυτικά στην έκταση των πυρκαγιών (Pausas J.G., Paula S., 2012, Sarris D., & Koutsias N., 2014).

Η συσχέτιση μεταξύ βροχόπτωσης του υδρολογικού έτους ή της υγρής περιόδου του χειμώνα και της καμένης έκτασης παρουσιάζει τόσο θετική (1993, 1989)

όσο και αρνητική συσχέτιση (1994, 2002, 2004) και όχι μόνο αρνητική όπως είχε βρεθεί από τους Sarris και Koutsias (2014) όμως για την νότια Ελλάδα. Το γεγονός υποδηλώνει ότι η ερμηνεία της εξάπλωσης των πυρκαγιών με τη συμπερίληψη και βορειότερων περιοχών της Ελλάδας είναι πιο σύνθετη. Θετική συσχέτιση σημαίνει κατά ορισμένα έτη περιοχές της Ελλάδας με περισσότερη βροχόπτωση το χειμώνα εμφάνισαν αύξηση της καμένης έκτασης (1989, 1993). Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί αν η βροχόπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε από τα θερόφυτα για την αύξηση της βιομάζας τους. Το γεγονός φαίνεται να συμβαίνει όταν η χρονιά είναι ξηρή (78%, και 74% αντίστοιχα).

Αντίθετα, όταν η βροχόπτωση για τα έτη 1994 (97%), 2002 (110%), 2004 (104%), 2005 (107%) ήταν στο μέσο όρο ή αυξημένη, συνέπεσε με αρνητική συσχέτιση που δείχνει καταστολή των πυρκαγιών από τη φθινοπωρινή-χειμερινή βροχόπτωση. Το γεγονός ερμηνεύεται μέσω της αυξημένης αντίστασης των φρεατοφύτων στην πυρκαγιά λόγω αυξημένου υδατικού περιεχομένου στους ιστούς τους το καλοκαίρι. Επιπλέον, όλα σχεδόν τα έτη όπου η ανοιξιάτικη βροχόπτωση ερμηνεύει την καμένη έκταση ήταν επίσης υγρά 1991 (114%), το 1995 (118%) το 2003 (131%), το έτος 2006 (114%), το 2009 (114%) και το 2010 (111%) (Πίνακας 4.2). Η βροχερή άνοιξη οδήγησε σε αρνητική συσχέτιση και αυτό ενδεχομένως να υποδεικνύει ότι τα φρεατόφυτα διατήρησαν αρκετή υγρασία στο εσωτερικό τους με αποτέλεσμα την καταστολή των πυρκαγιών τους καλοκαιρινούς μήνες. Εξαιρεση αποτελεί το έτος 2007 που ήταν ξηρό έτος (75%) το οποίο ίσως να οδήγησε στην αύξηση της βιομάζας των θεροφύτων, το οποίο με τη σειρά του οδήγησε σε αύξηση της καμένης έκτασης (Πίνακας 4.3).

Οι θερινές βροχοπτώσεις φαίνεται να παίζουν ρόλο τόσο θετικό όσο και αρνητικό στην εξάπλωση των πυρκαγιών. Τα θερόφυτα στην Ελλάδα στις ξηρότερες ζώνες βλάστησης έχουν κλείσει το βιολογικό τους κύκλο το καλοκαίρι και η νεκρή-αποξηραμένη βιομάζα τους όταν δέχεται αυξημένη υγρασία εμφανίζει μεγαλύτερη αντίσταση στην καύση (1987,1990, 1996). Αντίθετα σε περιοχές (μεγαλύτερα υψόμετρα ή βορειότερες περιοχές) όπου αν οι θερινές βροχοπτώσεις βρίσκουν τα θερόφυτα σε αύξηση αναμένεται να οδηγούν σε αυξημένες καμένες εκτάσεις (Πίνακας 4.3).

Συνεπώς, διαφαίνεται πως υπάρχουν κλιματικοί παράγοντες εντός του κάθε έτους που μεταβάλλουν τις συνθήκες που καθορίζουν την εξάπλωση των πυρκαγιών από έτος σε έτος, με κύρια την επίδραση του κλίματος στην αυξητική περίοδο και στην παραγωγικότητα των θεροφύτων αλλά και στο υδατικό περιεχόμενο των φρεατοφύτων (Sarris και Koutsias 2014).

Σε περιοχές της Μεσογείου με ξηρό καλοκαίρι, όπου η αύξηση των θεροφύτων συντελείται την άνοιξη, έχει βρεθεί θετική συσχέτιση μεταξύ βροχόπτωσης της άνοιξης και έκτασης πυρκαγιών, πιθανώς λόγω αύξησης της βιομάζας θεροφύτων, όταν η άνοιξη είναι υγρή. Αντίθετα, σε περιοχές με ψυχρή άνοιξη και υγρό καλοκαίρι όπου διαμορφώνουν καλοκαιρινή αυξητική περίοδο, η βροχόπτωση της άνοιξης είχε αρνητική συσχέτιση με την έκταση των πυρκαγιών, ενώ η βροχόπτωση του καλοκαιριού θετική τάση (Sarris και Koutsias 2014).

Η βροχόπτωση κατά την διάρκεια του έτους μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της υγρασίας των φρεατοφύτων ενισχύοντας την αντίσταση τους στην καύση και κατ' επέκταση συμβάλλοντας στον περιορισμό της έκτασης των πυρκαγιών. Τα φρεατόφυτα χαρακτηρίζονται ως βαθύριζα φυτά τα οποία αντλούν νερό από υπόγειες υδατικές κοιλότητες οι οποίες εμπλουτίζονται από το νερό που νερό που προέρχεται από διείσδυση στο έδαφος κατά την διάρκεια της προηγούμενης περιόδου βροχοπτώσεων, δηλαδή κατά την περίοδο φθινοπώρου – χειμώνα (Sarris, Christodoulakis, Körner, 2007, Brooks, et. al, 2010, Sarris, Siegwolf, and Körner, 2013). Επομένως, αναμένεται ότι αν σε κάποια χρονιά παρατηρείται αυξημένη βροχόπτωση σε περιοχές με κυρίαρχη φρεατοφυτική βλάστηση η αύξηση στην περιεχόμενη υγρασία των φρεατοφύτων θα αποτελέσει τροχοπέδη στην εξάπλωση των πυρκαγιών αφού απαιτείται περεταίρω θερμική ενέργεια για εξάτμιση της περιεχόμενης υγρασίας για καύση του φυτού (Thomas, Simms, Wraight, 1964, Pausas, and Paula, 2012, Sarris, & Koutsias, 2014). Η μέτρηση του υδατικού δυναμικού του ξυλώματος των φύλλων και των κλαδιών αποτελεί μια από τις συνηθέστερες μεθόδους μέτρησης της περιεχόμενης υγρασίας (Levitt, 1980, Borghetti, et al., 1998, Chuvieco, et al., 2002) ενώ σύμφωνα με διάφορες μελέτες σε διαφορετικά είδη φρεατοφυτικής βλάστησης τεκμηριώνουν την σημαντική πτώση στο υδατικό δυναμικό και κατά συνέπεια της περιεχόμενης υγρασίας σε περιόδους

αυξημένης ξηρασίας (Borghetti, et al., 1998, Schiller, Cohen, 1995, Martínez-Vilalta, et al., 2003, Otieno, et al., 2006).

Συνεπώς κάτι ανάλογο παρουσιάζεται μόνο σε δύο έτη το 1994, 2002 και το 2004 (Πίνακας 4.3). Συγκεκριμένα, στις περιπτώσεις αυτές παρατηρείται ισχυρή αρνητική συσχέτιση της βροχόπτωσης τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο και αυτό συνεπάγεται στη μείωση της εξάπλωσης της πυρκαγιάς καθώς επίσης και στην καταστολή αυτών.

5.2 Περιορισμοί έρευνας

Για την διεξαγωγή της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής χρειάστηκε να γίνει υπολογισμός της εκδήλωσης των πυρκαγιών για τα έτη 1985-2015. Σε μερικές περιπτώσεις όμως παρατηρήθηκαν κενά και ασυνέχειες και αυτό είχε σαν συνέπεια οι συσχετίσεις να εμπεριέχουν στατιστικό σφάλμα.

5.3 Συμπεράσματα

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απειλούν τα δάση της χώρας μας, καταστρέφοντας κάθε χρόνο σημαντικά οικοσυστήματα και εκτάσεις υψηλής κοινωνικής σημασίας. Η πυρκαγιά δεν αποτελεί μόνο παράγοντα ραγδαίας υποβάθμισης των δασών, αλλά συχνά, στην περίπτωση τουλάχιστον των μεσογειακών δασών, και παράγοντα ανανέωσης που εντάσσεται στο φυσικό οικολογικό τους κύκλο. Οι σύγχρονες όμως συνθήκες χρήσης της υπαίθρου, ανάπτυξης της παραθεριστικής κατοικίας και επέκτασης των οδικών προσβάσεων αυξάνουν τη συχνότητα των πυρκαγιών σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ξεπερνιέται κατά πολύ ο φυσικός τους ρόλος και να αποδεικνύονται καταστροφικές. Η καταστροφικότητα των πυρκαγιών έγκειται αφενός στην αύξηση της συχνότητας και της έντασής τους και αφετέρου στην ελλιπή περιφρούρηση των διαδικασιών φυσικής αναγέννησης και χρήσης του χώρου. Η καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί ένα εξειδικευμένο ζήτημα, το οποίο πέρα από ειδικές

γνώσεις και εκπαίδευση, απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό και άρτια οργάνωση.

Εξετάζοντας τους παράγοντες που συμβάλουν καθοριστικά στην έκρηξη και εξάπλωση πυρκαγιών πολλοί ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η συμπεριφορά και εξέλιξη μιας πυρκαγιάς μπορεί να βασίζονται σε αιτίες που αφορούν κλιματικούς παράγοντες και κυριότερα την βροχόπτωση μιας περιοχής.

Στην μελέτη αυτή θέλαμε να εξετάσουμε την σχέση μεταξύ της έκτασης της καμένης γης στην Ελλάδα με το ύψος της βροχόπτωσης. Βρέθηκε από την ανάλυση αρχικά ότι τα έτη 1989, 1990, 1992, 1993, 1997, 2000, 2001, 2007 ήταν ξηρά ενώ τα έτη 1991, 1995, 1999, 2003, 2006, 2009, 2010, 2014 και 2015 ήταν υγρά. Τα υπόλοιπα έτη ταξινομήθηκαν σε μια ενδιάμεση κατάσταση. Η έρευνα έδειξε ότι για την περίοδο 1986-2010 υπήρχαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις για την πλειονότητα των ετών. Οι συσχετίσεις αυτές ήταν είτε αρνητικές ή θετικές και έδειξε ότι η ερμηνεία της εξάπλωσης των πυρκαγιών με τη συμπερίληψη και βορειότερων περιοχών της Ελλάδας είναι σύνθετη.

Θετική συσχέτιση σημαίνει ότι κατά ορισμένα έτη περιοχές της Ελλάδας με περισσότερη βροχόπτωση το χειμώνα εμφάνισαν αύξηση της καμένης έκτασης (1989, 1993). Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί αν η βροχόπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε από τα θερόφυτα για την αύξηση της βιομάζας τους. Το γεγονός φαίνεται να συμβαίνει όταν η χρονιά είναι ξηρή (78%, και 74% αντίστοιχα). Αντίθετα, όταν η βροχόπτωση για τα έτη 1994 (97%), 2002 (110%), 2004 (104%), 2005 (107%) ήταν στο μέσο όρο ή αυξημένη, συνέπεσε με αρνητική συσχέτιση που δείχνει καταστολή των πυρκαγιών από τη φθινοπωρινή-χειμερινή βροχόπτωση. Το γεγονός ερμηνεύεται μέσω της αυξημένης αντίστασης των φρεατοφύτων στην πυρκαγιά λόγω αυξημένου υδατικού περιεχομένου στους ιστούς τους το καλοκαίρι. Επιπλέον, όλα σχεδόν τα έτη όπου η ανοιξιάτικη βροχόπτωση ερμηνεύει την καμένη έκταση ήταν επίσης υγρά 1991 (114%), το 1995 (118%) το 2003 (131%), το έτος 2006 (114%), το 2009 (114%) και το 2010 (111%). Η βροχερή άνοιξη οδήγησε σε αρνητική συσχέτιση και αυτό ενδεχομένως να υποδεικνύει ότι τα φρεατόφυτα

διατήρησαν αρκετή υγρασία στο εσωτερικό τους με αποτέλεσμα την καταστολή των πυρκαγιών τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τελικό συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι ύψος της βροχόπτωσης τους μήνες κυρίως πριν την καλοκαιρινή περίοδο μπορεί να δώσουν μια εκτίμηση για το αν η έκταση της καμένης γης θα είναι αυξημένη ή όχι κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει το αν η χρονιά είναι υγρή ή ξηρή. Επομένως οι αρμόδιοι κρατικοί φορείς θα μπορούσαν αν αξιοποιήσουν αυτά τα αποτελέσματα για την αντιμετώπιση του φαινομένου.

5.4 Εισηγήσεις

Τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την δημιουργία / βελτιστοποίηση μοντέλων πρόβλεψης και εξάπλωσης πυρκαγιών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των επιπτώσεων που προκαλούν οι πυρκαγιές, είτε αυτές είναι οικολογικές, οικονομικές ή κοινωνικές.

Για την επίτευξη αυτού του μοντέλου προτείνεται όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς να καταγράφουν τα ανωτέρω στοιχεία με χρονολογική σειρά, έτσι ώστε να είναι δυνατή η κατά περίπτωση ανάλυση του συστήματος, με στόχο την βελτίωση του σχεδιασμού για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των καταστροφικών φαινομένων και τον μετριασμό των επιπτώσεων στους πολίτες και στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α

Πίνακας 1: Μέσος όρος βροχοπτώσεων για το διάστημα Οκτώβριος-Σεπτέμβριος για τα έτη 1985-2015.

		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	
Σταθμός	Αγχιάλος	Oct-Sep	.	404,70	553,60	388,80	428,10	383,50	554,40	332,50	331,90
	Άκτιο	Oct-Sep	.	977,50	1.011,70	763,30	782,50	475,50	1.031,60	537,70	674,60
	Αλεξανδρούπολη	Oct-Sep	.	394,30	248,60	610,10	498,60	248,20	504,00	334,30	381,50
	Ανδραβίδα	Oct-Sep	.	808,60	741,80	786,70	566,20	294,30	1.039,00	612,10	469,20
	Άραξος	Oct-Sep	.	677,10	576,80	568,40	557,90	331,70	775,80	403,70	537,40
	Αργοστόλι	Oct-Sep	.	883,20	779,60	816,80	584,80	330,00	1.303,30	490,20	655,00
	Δέσφρινα	Oct-Sep	.	411,40	335,00	275,50	321,00	271,60	471,20	258,40	365,30
	Δράμας	Oct-Sep	.	405,20	495,50	225,20	213,50	431,80	527,10	279,00	388,30
	Έδεσσα	Oct-Sep	.	,00	,00	27,50	145,00	126,70	608,60	382,80	405,60
	Ελευσίνα	Oct-Sep	.	294,80	285,00	443,40	195,30	186,90	467,60	348,30	163,20
	Ζάκυνθος	Oct-Sep	.	908,00	910,60	841,70	547,20	458,80	708,10	441,30	486,80
	Ηρακλείου	Oct-	.	383,80	559,60	392,00	374,70	321,70	367,80	474,40	296,40

	Sep P									
Θήρα	Oct- Sep P	.	310,90	277,20	309,00	133,40	21,60	134,40	92,40	160,50
Ιεράπετρα	Oct- Sep P	.	574,20	421,20	408,60	502,10	234,50	418,00	442,90	312,90
Ιωαννίνων	Oct- Sep P	.	1.168,40	907,50	807,00	696,10	615,40	1.277,00	643,50	869,90
Καβάλα	Oct- Sep P	.	412,30	359,30	444,30	355,40	357,00	383,20	204,80	325,50
Καλαμάτας	Oct- Sep P	.	764,30	722,30	1.012,50	570,70	355,50	1.032,80	555,20	473,80
Καρπαθος	Oct- Sep P	.	623,90	436,90	,00	406,10	197,00	380,80	406,00	240,80
Καστοριά	Oct- Sep P	.	667,10	520,10	414,80	394,80	410,80	691,60	376,20	455,10
Κέρκυρα	Oct- Sep P	.	1.147,30	994,90	940,80	612,30	546,00	1.046,30	627,30	680,00
Κοζάνη	Oct- Sep P	.	503,60	414,00	338,20	454,80	367,70	564,00	410,80	319,40
Κύθηρα	Oct- Sep P	.	492,50	783,40	620,40	459,40	334,00	434,50	461,30	406,20
Κως	Oct- Sep P	.	518,10	308,50	548,80	348,70	315,60	351,70	260,80	301,70

Λαμία	Oct-Sep P	.	491,40	589,10	434,00	454,10	402,50	790,10	417,00	355,40
Λάρισα	Oct-Sep P	.	425,90	441,30	321,40	434,80	356,10	589,80	328,30	301,00
Μακεδονίας, αεροδρόμιο	Oct-Sep P	.	658,90	476,30	504,50	413,40	259,10	502,10	332,50	315,20
Μήλος	Oct-Sep P	.	328,70	345,10	448,90	417,00	279,50	425,60	331,00	459,00
Μίκρα	Oct-Sep P	.	658,90	476,30	504,50	413,40	259,10	502,10	332,50	315,20
Μύκονος	Oct-Sep P	.	.	.	.	.	442,60	303,60	309,20	346,20
Μυτιλήνη	Oct-Sep P	.	545,40	607,80	561,40	494,70	285,80	561,20	318,80	527,00
Νάξος	Oct-Sep P	.	253,50	277,00	341,30	317,20	140,00	351,20	277,70	311,40
Πύργος	Oct-Sep P	.	821,90	826,00	1.034,70	600,60	395,00	1.081,20	523,30	597,40
Ρέθυμνο	Oct-Sep P	428,10	658,60	881,20	563,40	697,00	504,90	476,50	806,70	535,40
Ρόδος	Oct-Sep P	.	592,10	419,20	556,70	542,30	711,80	634,70	724,40	366,00
Σάμος	Oct-Sep P	.	657,60	583,30	593,10	614,00	421,00	753,00	612,70	588,90

	P										
Σέρρες	Oct-Sep P	261,70	403,40	475,60	485,10	464,60	388,00	467,90	303,90	367,40	
Σητεία	Oct-Sep P	.	734,90	610,60	462,00	424,20	317,70	401,50	535,70	313,60	
Σκύρος	Oct-Sep P	.	279,70	234,70	270,30	166,50	132,70	384,50	229,40	192,20	
Σούδα	Oct-Sep P	.	437,90	580,80	422,90	574,60	380,80	407,30	549,90	565,80	
Σπάτα	Oct-Sep P	.	.	.	.	260,70	220,50	506,00	377,80	269,70
Τανάγρα	Oct-Sep P	.	340,90	334,00	476,70	351,70	202,20	477,90	465,50	286,20	
Τατόι	Oct-Sep P	.	319,90	98,90	290,70	122,60	202,80	509,70	459,80	251,40	
Τρίκαλα Ημαθίας	Oct-Sep P	.	714,50	645,70	435,60	391,50	268,00	642,90	401,60	298,00	
Τρίκαλα Κορινθίας	Oct-Sep P	.	844,80	700,30	488,50	470,10	375,30	947,30	566,90	581,40	
Τρίπολη	Oct-Sep P	.	928,80	797,50	775,40	518,20	382,60	939,00	666,20	528,30	
Τυμπάκι	Oct-Sep P	.	334,90	500,00	604,20	424,60	276,60	436,60	282,90	314,10	
Φλώρινα	Oct-Sep	.	785,00	534,10	273,30	251,00	195,80	831,80	546,50	452,30	

	P										
Χίος	Oct-Sep P	.	576,70	373,40	511,30	351,40	209,60	673,30	401,20	551,20	

		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Σταθμός	Αγχιάλος	Oct-Sep P	516,10	420,60	458,90	399,30	366,70	445,20	426,90	442,70	588,10
	Άκτιο	Oct-Sep P	787,80	1.110,40	892,00	686,10	826,90	857,80	605,60	742,80	698,20
	Αλεξανδρούπολη	Oct-Sep P	454,70	798,60	518,40	413,60	710,10	464,30	466,40	326,80	478,80
	Ανδραβίδα	Oct-Sep P	625,10	974,50	775,10	565,80	645,60	899,60	606,60	703,70	616,60
	Άραξος	Oct-Sep P	543,40	823,10	761,10	788,90	513,80	873,30	631,80	774,30	899,10
	Αργοστόλι	Oct-Sep P	683,10	988,10	969,80	669,60	784,60	922,80	508,10	660,50	759,40
	Δέσφινα	Oct-Sep P	552,60	555,40	676,40	516,70	485,00	738,10	459,40	308,80	550,50
	Δράμας	Oct-Sep P	415,50	403,30	555,80	515,70	523,10	557,70	371,70	455,20	471,80
	Έδεσσα	Oct-Sep P	613,90	352,40	604,90	350,10	493,00	501,80	376,20	.	.
	Ελευσίνα	Oct-Sep P	396,00	348,50	417,90	314,80	484,70	337,20	244,60	325,40	301,20
	Ζάκυνθος	Oct-Sep P	689,20	979,80	730,70	749,10	729,10	1.215,90	692,30	,00	,00
	Ηρακλείου	Oct-Sep P	348,10	557,80	532,10	552,50	340,40	507,80	362,40	490,20	576,50

Θήρα	Oct-Sep P	145,20	242,50	332,80	420,90	537,20	389,70	187,90	208,40	238,20
Ιεράπετρα	Oct-Sep P	390,10	424,80	552,10	389,40	306,10	356,00	197,40	230,10	424,30
Ιωαννίνων	Oct-Sep P	1.141,40	1.163,90	1.035,30	849,40	1.039,50	972,20	865,90	759,20	1.228,40
Καβάλα	Oct-Sep P	339,00	465,10	471,20	506,10	606,30	587,70	309,40	424,10	462,50
Καλαμάτας	Oct-Sep P	706,50	735,10	930,50	602,40	634,60	884,70	634,00	834,90	748,90
Καρπαθος	Oct-Sep P	370,80	569,60	265,10	274,30	325,20	395,00	182,90	246,20	433,80
Καστοριά	Oct-Sep P	651,60	664,80	601,90	440,80	631,50	673,10	580,70	377,10	662,50
Κέρκυρα	Oct-Sep P	1.021,80	1.131,30	1.144,10	805,70	990,50	1.209,50	725,10	1.444,30	978,40
Κοζάνη	Oct-Sep P	439,80	550,10	308,60	224,90	404,10	527,30	330,10	365,40	438,40
Κύθηρα	Oct-Sep P	315,20	562,60	548,60	374,80	391,00	544,50	295,10	675,30	631,70
Κως	Oct-Sep P	523,60	731,70	761,20	604,50	642,00	814,20	248,20	368,30	784,30
Λαμία	Oct-Sep P	601,70	810,50	546,00	595,60	522,20	771,40	438,90	546,70	673,70
Λάρισα	Oct-Sep P	429,90	444,80	455,00	299,30	428,90	480,80	328,10	353,20	381,90
Μακεδονίας, αεροδρόμιο	Oct-Sep P	411,00	433,20	549,20	300,50	351,70	465,80	339,30	361,00	549,00
Μήλος	Oct-Sep P	371,80	401,50	470,70	599,70	338,10	403,80	305,90	324,70	552,30
Μίκρα	Oct-Sep P	411,00	433,20	549,20	300,50	351,70	465,80	339,30	361,00	549,00

Μύκονος	Oct-Sep P	333,60	414,80	306,80	454,00	369,10	386,20	200,80	213,70	503,50
Μυτιλήνη	Oct-Sep P	524,70	807,40	508,60	520,50	915,60	828,70	465,60	504,80	767,90
Νάξος	Oct-Sep P	391,10	403,00	382,90	399,80	357,90	485,60	169,20	233,90	419,10
Πύργος	Oct-Sep P	736,80	990,90	895,10	698,70	794,50	1.156,80	730,30	646,80	748,30
Ρέθυμνο	Oct-Sep P	511,10	574,90	699,80	779,70	606,40	809,00	516,50	125,10	298,30
Ρόδος	Oct-Sep P	887,90	769,10	796,70	712,80	764,30	810,60	405,10	429,00	661,20
Σάμος	Oct-Sep P	724,20	977,70	661,60	584,10	683,20	971,60	333,60	413,70	820,90
Σέρρες	Oct-Sep P	446,40	487,70	542,20	411,60	465,20	590,20	406,30	396,10	529,30
Σητεία	Oct-Sep P	353,10	510,10	453,80	379,80	459,50	468,80	336,40	350,50	475,80
Σκύρος	Oct-Sep P	319,30	299,90	302,20	251,20	355,90	440,60	249,00	204,80	791,60
Σούδα	Oct-Sep P	387,30	559,60	483,60	716,40	476,70	568,90	513,40	539,20	460,30
Σπάτα	Oct-Sep P	501,90	496,80	353,70	253,60	217,70	267,50	18,10	52,40	556,80
Τανάγρα	Oct-Sep P	532,10	549,00	529,20	377,50	572,80	532,20	316,00	383,10	807,20
Τατόι	Oct-Sep P	451,10	492,40	446,30	439,50	695,20	549,90	275,30	270,80	784,40
Τρίκαλα Ημαθίας	Oct-Sep P	479,00	571,40	671,60	395,40	449,20	690,10	418,00	528,60	570,20
Τρίκαλα Κορινθίας	Oct-Sep P	824,50	857,50	797,70	531,00	683,20	956,20	584,50	465,30	640,40
Τρίπολη	Oct-Sep P	638,10	847,00	908,40	561,90	613,10	843,20	435,70	602,40	559,80

	Τυμπάκι	Oct-Sep P	260,30	357,40	586,50	371,60	417,50	376,00	240,10	437,90	430,30
	Φλώρινα	Oct-Sep P	713,00	920,10	598,80	467,70	682,50	605,00	455,80	493,30	831,70
	Χίος	Oct-Sep P	514,70	682,90	636,50	407,90	638,70	687,90	287,90	379,90	626,50
			2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Σταθμός	Αγχιάλος	Oct-Sep P	731,80	486,80	350,00	523,70	265,70	535,40	495,50	611,40	481,00
	Άκτιο	Oct-Sep P	784,80	783,80	1.133,30	1.102,80	652,70	760,80	1.166,70	910,50	1.028,10
	Αλεξανδρούπολη	Oct-Sep P	527,20	443,50	728,70	997,80	312,80	481,10	400,60	634,00	426,70
	Ανδραβίδα	Oct-Sep P	660,10	749,30	845,00	798,40	433,50	507,00	1.006,50	523,70	725,30
	Άραξος	Oct-Sep P	880,50	574,30	659,50	690,00	389,80	401,80	744,80	628,30	716,30
	Αργοστόλι	Oct-Sep P	1.184,30	863,50	848,50	1.010,60	464,80	534,50	813,10	725,50	825,70
	Δέσφινα	Oct-Sep P	202,20	61,90	339,90	248,40	293,60	304,00	.	.	.
	Δράμας	Oct-Sep P	627,90	573,40	625,60	706,90	443,60	359,90	.	.	.
	Έδεσσα	Oct-Sep P	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ελευσίνα	Oct-Sep P	432,90	337,60	460,30	426,50	309,40	313,50	378,00	275,00	397,20
	Ζάκυνθος	Oct-Sep P	139,40	928,60	914,90	953,70	428,00	959,40	.	.	.
	Ηρακλείου	Oct-Sep P	654,50	552,70	509,50	420,00	453,10	412,90	400,70	394,30	610,60
	Θήρα	Oct-Sep P	667,00	324,90	173,50	284,50	339,80	384,80	296,20	465,10	324,00
Ιεράπετρα	Oct-	575,00	489,00	253,90	244,20	167,80	459,00	.	.	.	

	Sep P										
Ιωαννίνων	Oct-Sep P	987,10	1.259,20	1.086,30	1.221,20	919,60	980,80	1.196,80	1.371,70	1.251,40	
Καβάλα	Oct-Sep P	667,80	522,00	736,10	704,10	501,80	498,10	463,40	525,70	413,70	
Καλαμάτας	Oct-Sep P	1.078,60	783,50	698,90	922,00	548,80	655,40	1.034,50	728,10	750,40	
Καρπαθος	Oct-Sep P	550,70	388,20	193,60	174,80	239,50	305,80	.	.	.	
Καστοριά	Oct-Sep P	713,10	732,20	522,90	628,70	442,10	532,90	681,50	833,40	529,50	
Κέρκυρα	Oct-Sep P	1.194,60	1.214,90	841,60	1.518,60	727,40	1.106,20	1.345,00	1.538,90	1.117,90	
Κοζάνη	Oct-Sep P	483,20	320,40	322,00	305,00	434,00	317,10	639,40	499,90	483,40	
Κύθηρα	Oct-Sep P	878,40	841,70	582,60	291,30	408,60	527,20	.	.	.	
Κως	Oct-Sep P	798,70	712,60	776,90	413,10	253,60	507,30	491,60	512,70	592,80	
Λαμία	Oct-Sep P	616,50	558,40	428,20	544,90	354,00	364,90	.	.	.	
Λάρισα	Oct-Sep P	566,20	496,40	354,50	513,40	341,10	408,90	400,40	554,90	287,00	
Μακεδονίας, αεροδρόμιο	Oct-Sep P	478,90	423,00	424,50	425,60	447,30	370,30	425,50	.	.	
Μήλος	Oct-Sep P	724,00	383,90	369,50	334,80	213,80	426,60	.	.	.	
Μίκρα	Oct-Sep P	478,90	423,00	424,50	425,60	447,30	370,30	425,50	417,80	506,20	
Μύκονος	Oct-Sep P	749,40	415,70	376,90	431,00	257,50	453,80	.	.	.	
Μυτιλήνη	Oct-	944,40	528,40	551,60	577,70	233,60	640,70	649,60	710,00	588,90	

	Sep P									
Νάξος	Oct-Sep P	651,90	359,30	109,40	341,70	386,90	526,00	.	.	.
Πύργος	Oct-Sep P	1.121,00	827,60	998,30	991,90	167,30	302,20	972,90	543,20	587,00
Ρέθυμνο	Oct-Sep P	820,40	445,90	200,50	43,20	481,40	218,80	.	.	.
Ρόδος	Oct-Sep P	838,80	642,10	676,00	504,30	316,50	585,10	589,00	569,40	581,80
Σάμος	Oct-Sep P	868,40	793,10	691,70	661,00	436,60	519,70	848,40	780,10	803,70
Σέρρες	Oct-Sep P	581,30	504,30	504,50	482,20	533,10	479,50	533,90	462,30	445,10
Σητεία	Oct-Sep P	592,50	570,40	577,00	317,60	393,70	463,20	.	.	.
Σκύρος	Oct-Sep P	798,20	365,30	428,10	491,20	345,90	339,40	.	.	.
Σούδα	Oct-Sep P	895,20	525,00	559,40	499,20	732,30	489,00	666,50	569,70	618,00
Σπάτα	Oct-Sep P	687,00	413,40	410,00	484,40	245,60	300,00	390,60	412,20	561,00
Τανάγρα	Oct-Sep P	702,50	489,30	632,50	572,40	169,30	383,30	388,50	416,00	556,60
Τατόι	Oct-Sep P	676,30	481,90	575,80	501,30	516,80	484,70	508,80	455,10	528,40
Τρίκαλα Ημαθίας	Oct-Sep P	728,90	533,20	466,30	603,90	404,60	636,10	.	.	.
Τρίκαλα Κορινθίας	Oct-Sep P	868,50	576,60	604,30	742,00	481,70	577,50	.	.	.
Τρίπολη	Oct-Sep P	816,50	433,30	793,30	859,40	390,20	641,50	865,10	759,60	793,50
Τυμπάκι	Oct-Sep P	905,20	480,80	393,10	338,40	272,10	491,40	655,80	493,20	459,00
Φλώρινα	Oct-	724,60	873,60	509,90	900,20	348,70	.	.	.	.

	Sep P									
Χίος	Oct-Sep P	919,70	540,60	581,00	607,30	432,90	505,30	764,40	791,30	808,70

		2013	2014	2015	
Σταθμός	Αγχιάλος	Oct-Sep P	451,00	428,20	643,20
	Άκτιο	Oct-Sep P	911,10	1.326,20	1.013,60
	Αλεξανδρούπολη	Oct-Sep P	424,40	698,00	993,60
	Ανδραβίδα	Oct-Sep P	777,80	1.010,00	987,00
	Άραξος	Oct-Sep P	782,00	810,00	754,00
	Αργοστόλι	Oct-Sep P	943,00	710,00	1.059,00
	Δέσφινα	Oct-Sep P	.	.	.
	Δράμας	Oct-Sep P	.	.	.
	Έδεσσα	Oct-Sep P	.	.	.
	Ελευσίνα	Oct-Sep P	461,30	495,70	596,80
	Ζάκυνθος	Oct-Sep P	.	.	.
	Ηρακλείου	Oct-Sep P	366,20	375,00	603,90
	Θήρα	Oct-Sep P	369,00	243,00	355,00

Ιεράπετρα	Oct-Sep P	.	.	.
Ιωαννίνων	Oct-Sep P	934,80	568,00	1.087,60
Καβάλα	Oct-Sep P	470,40	840,00	853,70
Καλαμάτας	Oct-Sep P	687,10	1.063,40	1.000,90
Καρπαθος	Oct-Sep P	.	.	.
Καστοριά	Oct-Sep P	719,40	759,10	823,00
Κέρκυρα	Oct-Sep P	1.152,20	1.276,00	1.327,90
Κοζάνη	Oct-Sep P	443,00	633,00	801,30
Κύθηρα	Oct-Sep P	.	.	.
Κως	Oct-Sep P	680,00	636,00	690,00
Λαμία	Oct-Sep P	.	.	.
Λάρισα	Oct-Sep P	453,00	352,00	556,20
Μακεδονίας, αεροδρόμιο	Oct-Sep P	.	.	.
Μήλος	Oct-Sep P	.	.	.
Μίκρα	Oct-Sep P	337,10	505,80	701,10
Μύκονος	Oct-Sep P	.	.	.

Μυτιλήνη	Oct-Sep P	712,70	478,40	600,20
Νάξος	Oct-Sep P	.	.	.
Πύργος	Oct-Sep P	.	.	.
Ρέθυμνο	Oct-Sep P	.	.	.
Ρόδος	Oct-Sep P	748,70	758,00	800,00
Σάμος	Oct-Sep P	655,20	606,50	989,50
Σέρρες	Oct-Sep P	486,90	664,40	694,60
Σητεία	Oct-Sep P	.	.	.
Σκύρος	Oct-Sep P	.	.	.
Σούδα	Oct-Sep P	701,80	593,50	1.035,00
Σπάτα	Oct-Sep P	457,20	414,80	527,40
Τανάγρα	Oct-Sep P	613,80	525,10	636,00
Τατόι	Oct-Sep P	635,90	633,10	690,70
Τρίκαλα Ημαθίας	Oct-Sep P	.	.	.
Τρίκαλα Κορινθίας	Oct-Sep P	.	.	.
Τρίπολη	Oct-Sep P	499,00	731,00	819,00
Τυμπάκι	Oct-Sep P	.	.	.

	Φλώρινα	Oct-Sep P	.	.	.
	Χίος	Oct-Sep P	545,80	647,30	886,30

Πίνακας 2

Νομοί

Νομοί
ΔΡΑΜΑΣ
ΦΩΚΙΔΟΣ
ΕΒΡΟΥ
ΚΕΡΚΥΡΑΣ
ΚΟΖΑΝΗΣ
ΠΕΛΛΑΣ
ΗΜΑΘΙΑΣ
ΚΑΒΑΛΑΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΑΜΟΥ
ΦΛΩΡΙΝΑΣ
ΣΕΡΡΩΝ
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ
ΧΙΟΥ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΛΑΡΙΣΑΣ
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ
ΛΕΣΒΟΥ
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ
ΕΥΒΟΙΑΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ
ΚΥΚΛΑΔΩΝ

ΑΧΑΪΑΣ
ΗΛΕΪΑΣ
ΑΡΚΑΔΙΑΣ
ΖΑΚΥΝΘΟΥ
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ
ΛΑΣΙΘΙΟΥ
ΡΕΘΥΜΝΟΥ
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΧΑΝΙΩΝ

Παράρτημα Β

Βιωσιμότητα της διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών

Η διαχείριση περιοχών ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας αποτελεί σήμερα ένα ζήτημα υψηλής προτεραιότητας για τις εθνικές περιβαλλοντικές στρατηγικές. Παράλληλα, όμως γίνεται εμφανής η αδυναμία των κρατικών και μη κυβερνητικών φορέων να πείσουν τις εμπλεκόμενες κοινωνικές ομάδες για την αναγκαιότητα και το ωφέλιμο της προστασίας των περιοχών αυτών, ενόψει μάλιστα εντεινόμενων πιέσεων για εναλλακτικές χρήσεις τους. Η διαρκής αναζήτηση αποτελεσματικότερων διαχειριστικών πρακτικών οδηγεί σήμερα την περιβαλλοντική πολιτική στην Ε.Ε. τον ΟΟΣΑ αλλά και τις εθνικές πολιτικές σε μία αναθεώρηση της βασικής της φιλοσοφίας. Κεντρικός μοχλός της αναθεώρησης αυτής αποτελεί η σύζευξη των οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων της διαχείρισης των φυσικών περιοχών, η εφαρμογή δηλαδή των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης (ΕΡΑ, 2010).

Βιωσιμότητα ως αρχή της οικονομικής διαχείρισης μια προστατευόμενης περιοχής θεωρείται η ικανότητα να λειτουργεί αποτελεσματικά και οικονομικά σε σχέση με την επίτευξη του σκοπού της και το όφελος αυτής της διαχείρισης να διαχέεται όχι μόνο στην παρούσα αλλά και στις μέλλουσες γενεές (Τοκάκης, 2012).

Ως αποτελεσματικότητα εννοούμε το βαθμό επίτευξης των στόχων, στα πλαίσια της οργάνωσης της διαχείρισης της περιοχής. Η οικονομικότητα στη λειτουργία του φορέα διαχείρισης υπηρετείται με την κατά τρόπο φειδωλό χρησιμοποίηση και ανάλωση των διατιθέμενων μέσων ή με την επιδίωξη-επίτευξη του μεγαλύτερου δυνατού αποτελέσματος με τα συγκεκριμένα διατιθέμενα κάθε φορά μέσα.

Η οικονομικά αποδοτική διαχείριση μιας προστατευόμενης περιοχής δεν διασφαλίζει από μόνη της τη βιωσιμότητά της. Η βιωσιμότητα στη διαχείριση μιας προστατευόμενης περιοχής δεν έχει να κάνει μόνο με τη μεγέθυνση του

οικονομικού αποτελέσματος αλλά και με τον τρόπο κατανομής του, τόσο ανάμεσα στα κοινωνικά στρώματα και ομάδες, όσο και ανάμεσα στις γενεές.

Πέντε είναι οι βασικοί παράγοντες που θα καθορίσουν τη βιωσιμότητα διαχείρισης

1. Η λειτουργικότητα (όπως αυτή σε συγκεκριμένο βαθμό διαμορφώνεται από τους συστατικούς φορείς που το απαρτίζουν)
2. Το οργανωτικό σχήμα και η μέσα σ' αυτό κατανομή ρόλων και αρμοδιοτήτων)
3. Η διασφάλιση ή μη επαρκούς και συνεχούς χρηματοδότησης της λειτουργίας του
4. Το αποτέλεσμα της διαχείρισης στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και στην ανάδειξη της περιοχής Natura 2000 (ο εκ των προτέρων δεδομένος σκοπός της ίδρυσης και λειτουργίας της περιοχής και του φορέα διαχείρισης)
5. Ο αντίκτυπος του αποτελέσματος στην τοπική και στην ευρύτερη της περιοχής Natura 2000 κοινωνία και στα όργανα και τις κοινωνίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Flannigan, 2006).

Η διασφάλιση της συνεχούς χρηματοδότησης της διαχείρισης των προστατευμένων περιοχών

Οι περιοχές του δικτύου Natura 2000 αποτελούν ένα μόνιμο δίκτυο διατήρησης και ανάδειξης της βιοποικιλότητας ως παράγοντα διαφύλαξης της φυσικής κληρονομιάς αλλά και της ποιότητας ζωής στον πλανήτη. Παρά τις μικρές μεταβολές του δικτύου αυτού, είναι προφανές ότι το δίκτυο χαρακτηρίζεται από μονιμότητα και διάρκεια. Η διάρκεια αυτή, στο βάθος του χρόνου προδιαγράφει ευνοϊκές αλλά και δυσμενείς περιόδους στη χρηματοδότηση της λειτουργίας του δικτύου και των φορέων διαχείρισής του (Baeza et al, 2007).

Οι πηγές χρηματοδότησης της λειτουργίας του δικτύου και των φορέων διαχείρισης μπορούν να διακριθούν σε δύο ομάδες:

- πηγές δημόσιας δαπάνης
- πηγές ιδιωτικής δαπάνης

Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι δημόσιοι φορείς (τοπικοί, περιφερειακοί, εθνικοί και υπερεθνικοί- ευρωπαϊκοί) , ενώ στη δεύτερη οι ιδιωτικές πηγές.

Η διεθνής εμπειρία από τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών έχει καταδείξει ότι στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι περιοχές αυτές δεν μπορούν να είναι αποκλειστικά αυτοχρηματοδοτούμενες. Η ύπαρξη της δημόσιας χρηματοδότησης δικαιολογείται εξάλλου από το γεγονός ότι η περιβαλλοντική προστασία και διαχείριση δεν είναι αμιγώς ιδιωτικό ή δημόσιο προϊόν. Το ποσοστό της χρηματοδοτικής παρέμβασης του κράτους διαφέρει ανάλογα με τη σπουδαιότητα, τις πρωτοβουλίες, τις κυρίαρχες πολιτικές και ιδεολογικές τάσεις αλλά και τις οικονομικές δυνατότητες των προστατευόμενων περιοχών. Στις περισσότερες περιπτώσεις πάντως οι δημόσιοι χρηματοδοτικοί πόροι εγγυώνται το ελάχιστο κόστος λειτουργίας των περιοχών αυτών (Boydak et al, 2006).

Η δημόσια χρηματοδότηση των προστατευόμενων περιοχών μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- από κοινοτικούς πόρους
- από εθνικούς και
- από περιφερειακές ή τοπικές αρχές.

Η επιλογή του χρηματοδοτικού φορέα έχει σχέση τόσο με την περιβαλλοντική σημαντικότητα της περιοχής όσο και με το αντικείμενο και τη μορφή χρηματοδότησης.

Οι φορείς διαχείρισης, που καλύπτουν περιοχές της χώρας με Ευρωπαϊκό περιβαλλοντικό ενδιαφέρον, έχουν εξασφαλισμένη χρηματοδότηση από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα <<Περιβάλλον>> (ΕΠΠΕΡ, μέτρο 8.1). Η χρηματοδότηση αυτή περιλαμβάνει:

- τη δημιουργία βασικών υποδομών
- την εκπόνηση διαχειριστικών σχεδίων, οικονομοτεχνικών μελετών

- μέρος των λειτουργικών εξόδων του φορέα.

Υπολογίζεται ότι το 8.1 δεν θα μπορέσει να καλύψει το σύνολο των χρηματοδοτικών αναγκών των υπό ίδρυση φορέων διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών. Η επιλογή των φορέων που θα χρηματοδοτηθούν από το ΕΠΠΕΡ θα γίνει με βάση τη συμπληρωματικότητα των έργων σε σχέση με αυτά που πραγματοποιήθηκαν με χρηματοδότηση του Β΄ ΚΠΣ και την ωριμότητα (περιβαλλοντική, κοινωνική και τεχνική) των προτάσεων. Ο περιορισμένος αριθμός φορέων ή δράσεων που δεν θα χρηματοδοτηθούν από το ΕΠΠΕΡ θα χρηματοδοτηθούν από τα αντίστοιχα Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα (ΠΕΠ) (Fowler, 2003).

Οι δράσεις σε προστατευόμενες περιοχές περιφερειακής σημασίας θα χρηματοδοτηθούν και από τα (ΠΕΠ). Τέλος, ειδικές δράσεις στις υπόλοιπες προστατευόμενες περιοχές θα μπορούν να χρηματοδοτούνται μέσω του ΕΤΕΡΠΣ.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο συντονισμός των χρηματοδοτικών πόρων του ΕΠΠΕΡ και των ΠΕΠ με τα άλλα επιχειρησιακά τομεακά προγράμματα αφορά το σύνολο των προστατευόμενων περιοχών και για το λόγο αυτό θα πρέπει με πρωτοβουλία της Επιτροπής Φύση 2000, να υλοποιηθεί όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (Carlson, 2007).

Ανεξάρτητα από την κοινοτική χρηματοδότηση σημαντικό εργαλείο για τη συντονισμένη και αποτελεσματική χρηματοδότηση των προστατευόμενων περιοχών θα παίξει η δημιουργία ενός Ταμείου Προστατευόμενων Περιοχών.

Το ταμείο αυτό θα μπορεί να χρηματοδοτείται από το ΕΤΕΡΠΣ από το μέρος των εσόδων των φορέων διαχείρισης (εισιτήρια, πρόστιμα) από δραστηριότητες όπως η οικοσήμανση, από εθνικές χορηγίες. Η δημιουργία του Ταμείου των Προστατευόμενων Περιοχών, όπως και η χρηματοδότηση, η οργάνωση και η λειτουργία του, απαιτούν νομοθετικές ρυθμίσεις η αναγκαιότητα των οποίων είναι άμεση (ΕΡΑ, 2010).

Η κατανομή των δημόσιων χρηματοδοτικών πόρων στις προστατευόμενες περιοχές θα πρέπει να στοχεύουν :

- στη διαφάνεια και αντικειμενικότητα

- στην υποστήριξη της καλύτερης λειτουργίας και της επίτευξης των στόχων των διαχειριστικών αρχών και
- στην παροχή της μεγαλύτερης δυνατής ευχέρειας ανάληψης πρωτοβουλιών που στηρίζονται στις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές τοπικές συνθήκες.

Οι εθνικοί πόροι θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

Στις κρατικές επιχορηγήσεις που προορίζονται για υποδομές, σε αυτές που προορίζονται για λειτουργικά έξοδα και τέλος σε ειδικά ολοκληρωμένα προγράμματα που θα αποσκοπούν στην υλοποίηση μιας συγκεκριμένης δράσης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι όποια μορφή και να πάρουν οι εθνικοί πόροι είναι πολύ δύσκολο να καταστούν επαρκείς ώστε να καλύπτουν το σύνολο του κόστους της δράσης (Flannigan et al., 2006).

Οι επιχορηγήσεις υποδομών θα κατανέμονται με βάση συγκεκριμένα επιχειρησιακά προγράμματα. Τα προγράμματα αυτά θα αξιολογούνται σύμφωνα με την περιβαλλοντική σημασία της περιοχής, την ωριμότητα, την συμπληρωματικότητα με άλλα έργα, την καινοτομία τους κινδύνους την οικονομική δυνατότητα και τη μέχρι τότε αποτελεσματικότητα.

Στις δαπάνες λειτουργίας θα λαμβάνονται υπόψη τα συγκριτικά μεταξύ των προστατευόμενων περιοχών και το ελάχιστο κόστος λειτουργίας. Σε συνδυασμό με τις οικονομικές δυνατότητες των περιοχών θα λαμβάνεται υπόψη και η προσπάθεια που καταβάλλει τη διαχείριση της περιοχής να αντλήσει ίδια έσοδα, καθώς και η βελτίωση των κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων ΟΤΑ από τη λειτουργία των Φορέων Διαχείρισης.

Τα κριτήρια κατανομής τόσο των επιχορηγήσεων υποδομής όσο και της λειτουργίας θα μπορούν να προσαρμόζονται μετά από γνωμοδότηση της Επιτροπής Φύση 2000.

Τα ειδικά ολοκληρωμένα προγράμματα θα προκηρύσσονται και θα ακολουθούνται όλες οι διαδικασίες της διαφάνειας και της αντικειμενικότητας.

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η ανάδειξη των προστατευόμενων περιοχών, είναι εκ των προτέρων δεδομένος σκοπός της διαχείρισης της περιοχής. Το αποτέλεσμα της διαχείρισης θα αξιολογείται κατά περιόδους ως

προς το βαθμό επίτευξης του εν λόγω σκοπού, ο οποίος θα μπορεί να μετράται (Fowler et al., 2003).

- Σε φυσικές μονάδες
- Σε σχέση με τις διατεθείσες δαπάνες
- Σε σχετικά επεξεργασμένους δείκτες και
- Σε σχέση με τα προγραμματισθέντα στο στάδιο του σχεδιασμού προς επίτευξη αποτελέσματα

Η συγκριτική αξιολόγηση αποτελεί στοιχείο προκειμένου;

- Να μη βρεθεί η διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών στο στόχαστρο της κοινωνίας (και των θιγόμενων ενδεχομένως αντιτιθέμενων συμφερόντων) για το ύψος και την ποιότητα του έργου τους
- Να μην υποσκαφθεί η βιωσιμότητα των φορέων διαχείρισης και η λειτουργία των προστατευόμενων περιοχών και για
- Να ελέγχεται η αποδοτικότητα και η οικονομικότητα της λειτουργίας των φορέων διαχείρισης

Η δυνατότητα μέτρησης του εν λόγω αποτελέσματος καθορίζεται ως συνάρτηση τόσο των ειδικών χαρακτηριστικών της περιοχής και των επί μέρους στοιχείων που συνιστούν την βιοποικιλότητά της όσο και από άλλες γενικές μεταβλητές.

Σύμφωνα με τις παραπάνω βασικές αρχές, η αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα μιας διαχειριστικής στρατηγικής χαρακτηρίζεται βραχυχρόνια από:

- Τη διατήρηση των σημαντικών συνιστωσών της οικολογικής ακεραιότητας της περιοχής
- Την κάλυψη των λειτουργικών εξόδων του Φορέα. Μακροχρόνια, ο Φορέας πρέπει επίσης να επιδιώκει:
- Τη διατήρηση ή βελτίωση της φέρουσας ικανότητας της περιοχής, ως προς κάποιο είδος, σύνολο ειδών ή άλλων βιοτικών παραγόντων

- Την υλοποίηση των απαραίτητων επενδύσεων
- Την υλοποίηση ενός ικανού πλεονάσματος ωφελειών που να διαχέεται στον ευρύτερο γεωγραφικό και κοινωνικό χώρο

Το τελικό αποτέλεσμα μιας επιτυχούς διαχείρισης πραγματώνει τη βιώσιμη χρήση των προστατευόμενων περιοχών μόνο υπό την προϋπόθεση επίτευξης κοινωνικής συναίνεσης. Η συναίνεση εδώ δεν μπορεί να σημαίνει την (μονομερή) παραίτηση από το – συνταγματικά κατοχυρωμένο- ατομικό δικαίωμα της οικονομικής και επιχειρηματικής δράσης. Ούτε όμως την (μονομερή) απαίτηση για μη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων της περιοχής. Η συναίνεση θα επιτευχθεί μόνο μέσα από την ειλικρινή αναγνώριση των άμεσων και μακροχρόνιων συμφερόντων όλων των συμμετεχόντων σε μία βιώσιμη χρήση της φύσης. Εάν η αναγνώριση αυτή μετουσιωθεί πρακτικά σε ολοκληρωμένα διαχειριστικά σχέδια και στρατηγικές στη βάση των γενικών αρχών που προαναφέρθηκαν, τότε εναλλακτικές στρατηγικές παραδοσιακής και εν μέρει απαξιωμένης ανάπτυξης δεν θα έχουν καμία ελπίδα επικράτησης (Fowler, 2003).

Στην Ελλάδα, η πρώτη προστατευμένη περιοχή, ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου ιδρύθηκε το 1938, βάσει του νόμου 856/27. Υπήρχαν ωστόσο και κάποια προγενέστερα νομοθετήματα τα οποία όριζαν την προστασία ορισμένων περιοχών, όπως ο νόμος 4273/29 που είχε εισαγάγει το θεσμό των «Προστατευτικών Δασών». Στη συνέχεια, στο πλαίσιο της Δασικής Νομοθεσίας θεσπίστηκαν κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών όπως τα «Αισθητικά Δάση», τα «Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης» τα «καταφύγια θηραμάτων», οι «Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές» και τα «Εκτροφεία θηραμάτων». Η συμπλήρωση του νόμου «περί αρχαιοτήτων» με τον νόμο 1469/50 έδωσε επίσης την δυνατότητα της κήρυξης ορισμένων περιοχών ως «Τοπίων Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους» (Goubitz et al, 2003).

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν εκφρασθεί σοβαρότατες επιφυλάξεις ως προς τη δυνατότητα της Διοίκησης να υλοποιήσει το πρόγραμμα NATURA βάσει συγκεκριμένων χρονοδιαγραμμάτων, ακολουθώντας τη μέχρι τώρα διαδικασία. Η θεωρούμενη ως πολύ πιθανή αδυναμία θεσμοθέτησης και λήψης ουσιαστικών μέτρων προστασίας των περιοχών του Εθνικού Καταλόγου Natura

θα έχει ως αποτελέσματα.

- Τη μη συμμόρφωση της χώρας προς μια υποχρέωσή της , που απορρέει από το Κοινοτικό δίκαιο, και
- Τη μη αξιοποίηση της ευκαιρίας, που παρέχεται για προστασία και διαχείριση σημαντικών φυσικών περιοχών

Είναι λοιπόν σαφές ότι θα απαιτηθούν ορισμένες αλλαγές στη διαδικασία της θεσμοθέτησης της προστασίας των περιοχών με στόχο:

- Να αλλάξουν- επί το ταχύτερο και αποτελεσματικότερο-οι διαδικαστικές προϋποθέσεις για τη θεσμοθέτηση της προστασίας στις περιοχές του δικτύου Natura 2000 και για τον καθορισμό μέτρων προστασίας και διαχείρισης σε αυτές.
- Να βελτιωθούν οι ρυθμίσεις προστασίας των ειδών και των οικοτόπων, ανάλογα με αυτά που απαντώνται.
- Να βελτιωθεί το όλο καθεστώς εναρμόνισης του εθνικού δικαίου προς την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, ώστε η εναρμόνιση να μην είναι- όπως εν πολλοίς συμβαίνει σήμερα-μηχανιστική, αλλά να λαμβάνει υπόψη της τις πραγματικές ανάγκες, τις δυνατότητες και τους διαθέσιμους πόρους.
- Να συμβάλλει, μέσω των προτεινόμενων αλλαγών, στη δημιουργία ουσιαστικών προϋποθέσεων διαμόρφωσης και εφαρμογής, στην πράξη ,μιας ολοκληρωμένης πολιτικής προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος της χώρας μας.

Για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων πρέπει να προωθηθούν ρυθμίσεις που θα περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων τους εξής επιμέρους στόχους:

Να συνταχθεί ΕΠΜ για όλες τις υπόλοιπες Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) μόνο όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο με κριτήρια την έκταση και τα ειδικά χαρακτηριστικά της περιοχής (διότι η κάθε ΕΠΜ απαιτεί 1 με 2 χρόνια για να ολοκληρωθεί, ανεξάρτητα από την περιοχή που εξετάζει και η διαδικασία κήρυξης περιοχών Natura καθυστερεί), και στις υπόλοιπες περιπτώσεις να απλουστευθεί η διαδικασία. Στις περιπτώσεις που η διαδικασία σύνταξης ΕΠΜ απλουστευθεί, αυτό θα γίνεται βάση συγκεκριμένων κριτηρίων και με σκοπό τη

συντόμευση των διαδικασιών κήρυξης (Keyes & Maguire, 2005; Goudelis, et al., 2007).

- Να αξιοποιείται η λοιπή νομοθεσία κατά την κήρυξη και τον καθορισμό ΕΖΔ (καταφύγια άγριας ζωής, αλιευτική νομοθεσία, δασική νομοθεσία, αρχαιολογική νομοθεσία κ.λπ.). Για παράδειγμα, για τα Καταφύγια Άγριας Ζωής, έχουμε εύκολη και γρήγορη διαδικασία, που οδηγεί σε καθεστώς αποτελεσματικής προστασίας.
- Να επισπευσθεί η διαδικασία έγκρισης των ολοκληρωμένων ΕΠΜ (περίπου 140 έως σήμερα) για την κήρυξη περιοχών (με ΠΔ ή άλλη πράξη).
- Να προστεθεί συγκεκριμένο (υπο) χρονοδιάγραμμα, που να δεσμεύει τη Διοίκηση για την ενεργοποίηση του δικτύου Natura με συγκεκριμένες ενέργειες στα χρονικά όρια που θέτει η Οδηγία.

Μέχρις ότου να γίνει η κήρυξη των προστατευόμενων περιοχών μέσω της διαδικασίας των Προεδρικών Διαταγμάτων, μπορεί να αξιοποιηθεί η λύση των Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων. Θα πρέπει επίσης να εξετασθεί η δυνατότητα ευέλικτων θεσμοθετήσεων, ενδεχομένως στα πρότυπα των Υπουργικών Αποφάσεων του Υπουργείου Αιγαίου σύμφωνα με τις οποίες χαρακτηρίστηκαν ως τόποι/τοπία ιδιαίτερου κάλλους 185 νησίδες και βραχονησίδες, σε περιοχές αρμοδιότητας του Υπουργείου αυτού.

Θεωρείται επίσης σκόπιμη η διερεύνηση των δυνατοτήτων λήψης οριζόντιων μέτρων σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο σχετικά με τον χωροταξικό και περιβαλλοντικό σχεδιασμό, την αγροτική και ενεργειακή πολιτική, την πολιτική τουρισμού και την οικονομική πολιτική στους τόπους του δικτύου Natura 2000. Οι θεσμοθετήσεις προστατευόμενων περιοχών θα πρέπει να προχωρούν παράλληλα με διαδικασία ωρίμανσης της κοινωνικής συναίνεσης με το στόχο τη δημιουργία μίας " κρίσιμης μάζας" αποδοχής, έτσι ώστε οι τοπικές κοινωνίες να πληροφορηθούν και να πεισθούν ότι η κήρυξη θα είναι προς όφελός τους.

Υπό το φως μιας τέτοιας θεώρησης, είναι σαφές ότι θα προωθούνται ταχύτερα όλες εκείνες οι θεσμοθετήσεις, οι οποίες κρίνονται ως ώριμες στο

βαθμό που οι τοπικές συνθήκες το επιτρέπουν και στο βαθμό που οι προτεινόμενες ρυθμίσεις δεν προκαλούν αντιδράσεις ικανές να ανατρέψουν τους επιδιωκόμενους στόχους ή ικανές να απειλήσουν το προστατευτέο αντικείμενο.

Με την έννοια αυτή θα πρέπει κατά προτεραιότητα να προχωρήσουν εκείνες οι θεσμοθετήσεις που έχουν εξασφαλίσει ένα ελάχιστο βαθμό κοινωνικής συναίνεσης και την απαραίτητη στήριξη σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης καθώς και φορέων τοπικής ανάπτυξης. Άλλωστε η τοπική συμμετοχή και, κατά το δυνατόν, συναίνεση είναι η προϋπόθεση για την επιτυχία και την βιωσιμότητα της προστασίας και των Φορέων Διαχείρισης, η δε Τοπική Αυτοδιοίκηση μπορεί να συμμετάσχει και οικονομικά στη στήριξη των Φορέων Διαχείρισης, μετά την έναρξη απόδοσης εσόδων από τη διαχείριση της προστατευόμενης περιοχής, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15 του Ν. 2742/1999. Το ύψος της συμμετοχής εκάστου ΟΤΑ θα αποτελεί συνάρτηση των παραπάνω εσόδων, των γενικών οικονομικών δυνατοτήτων του και των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης των κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών (Nathan & Neeman, 2004).

Η προσμετρώμενη βελτίωση των κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών των ΟΤΑ αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο της παραπάνω συνάρτησης, καθότι:

- Θα δημιουργήσει κίνητρο για την περαιτέρω προσπάθεια αύξησης/διάχυσης των ωφελειών, που θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εσόδων του Φορέα Διαχείρισης
- Θα δικαιολογήσει την αναγκαιότητα οικονομικής συμμετοχής των ωφελούμενων ΟΤΑ.
- Θα λειτουργήσει ως αντίβαρο στη μείωση της δημόσιας δαπάνης που θα προκύψει από την αύξηση των εσόδων του Φορέα Διαχείρισης.

Οι θεσμοθετήσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν ένα ρεαλιστικό πλαίσιο ρυθμίσεων, κανονιστικών διατάξεων και παρεμβάσεων που να ανταποκρίνονται στην ανάγκη της αποτελεσματικής προστασίας και της διαχείρισης της φύσης, λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες των υπηρεσιών

και των φορέων που καλούνται να το υλοποιήσουν. Θα πρέπει επίσης να προωθούνται ολοκληρωμένα σχέδια τα οποία να περιλαμβάνουν εκτός από απαγορεύσεις και περιορισμούς, και δυνατότητες τοπικής ανάπτυξης στα πλαίσια πάντα των αρχών της αειφορίας και των ειδικών χαρακτηριστικών των διαφόρων περιοχών (Pausas, et al., 2008).

Παράρτημα Γ

Οι προσπάθειες προστασίας της Ελληνικής Βιοποικιλότητας

Το έτος 1937 αποτέλεσε σταθμός για τη χώρα μας καθώς η Ελλάδα άρχισε να αναγνωρίζει περιοχές με ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον (δάση, υγροτόπους κ.τ.λ.) και στη συνέχεια να εφαρμόζει ένα σύστημα θεσμών που έθετε υπό προστασία αυτές τις περιοχές.

Οι προστατευόμενες περιοχές αποτελούν τομείς στους οποίους εφαρμόζονται πολιτικές διατήρησης. Οι πολιτικές διατήρησης προϋποθέτουν σεβασμό στις οικολογικές διαδικασίες με σκοπό την αποτροπή της οποιασδήποτε ανθρώπινης δραστηριότητας που θα τροποποιούσε ή θα άλλαζε τη δομή των οικοσυστημάτων ή ειδών, τα οποία δεν θα επιβίωναν υπό τις παρούσες συνθήκες χωρίς την αυστηρή προστασία, με παράλληλη τήρηση της νομοθεσίας (Τοκάκης, 2012).

Διατήρηση δεν σημαίνει αποφυγή κάθε μεταβολής στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα. Στην πραγματικότητα, από οικολογικής άποψης τα οικοσυστήματα δεν είναι απαλλαγμένα από τις φυσικές αλλαγές, όπως δείχνει μια περισσότερο ή λιγότερο τακτική συμπεριφορά της διαταραχής-αναγέννησης. Μια τέτοια συμπεριφορά συνήθως οφείλεται σε περιοδικές ή επαναλαμβανόμενες αιτίες (πυρκαγιές, πλημμύρες, ξηρασίες, γεωλογικά γεγονότα, κλπ). Σε αυτό το πλαίσιο, σταδιακά η αντίληψη της προστατευόμενης περιοχής μεταβλήθηκε με την ενσωμάτωση στην προστασία αυτή την αειφορική χρήση των φυσικών πόρων (Μυλόπουλος, 2007).

Οι πολιτικές διατήρησης λαμβάνουν παράλληλα υπόψη τη χρήση της γης (γεωργία, τουρισμός κλπ). Ως εκ τούτου, σε πολλές προστατευόμενες περιοχές σχεδιάζονται οικονομικές δραστηριότητες χωρίς την επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ενθαρρύνονται τα διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη να συμφωνήσουν σχετικά με τις δράσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, προκειμένου να διαφυλαχθούν οι φυσικοί πόροι που χρησιμοποιούνται.

Επί του παρόντος, η διατήρηση σημαίνει διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος για την επίτευξη προκαθορισμένων στόχων που μπορεί να είναι οικολογικοί, κοινωνικοί, οικονομικοί (με σεβασμό στο περιβάλλον) ή πολιτιστικοί. Η διαχείριση μιας προστατευόμενης περιοχής περιλαμβάνει μια πρόταση για την ανάληψη δράσης ενώ η χρήση των εργαλείων να έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη χρήση και διατήρηση των φυσικών πόρων.

Σχετικά με την Ελλάδα, ο προσδιορισμός μιας περιοχής ως «φυσικής» και «προστατευόμενης» γίνεται μέσω δυο τρόπων. Αφενός προσδιορίζοντας την συγκεκριμένη περιοχή ως προστατευόμενη και αφετέρου κατοχυρώνοντας αυτήν την περιοχή μέσω της ελληνικής αλλά και την διεθνούς νομοθεσίας (Στότη, 2012).

Το Δίκτυο Natura 2000 είναι ένα εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ξεκίνησε το 1992 για την προστασία των ειδών και των οικοτόπων που αφενός είναι πιο πολύτιμα και αφετέρου απειλούμενα. Αποτελείται από δυο βασικές ζώνες οι οποίες είναι οι εξής: α) Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) για τα πτηνά, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ, και β) Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) για τους οικοτόπους, όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Σκοπός της είναι να εξασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη επιβίωση των ειδών και των τύπων οικοτόπων στην Ευρώπη, βοηθώντας την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας. Είναι το κύριο μέσο για τη διατήρηση της φύσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ θεσμοθετήθηκε από το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, ενώ η Οδηγία 79/409/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 414985/29-11-85 (ΦΕΚ757/Β/18-12-85), 366599/16-12-96 (ΦΕΚ 1188/Β/31-12-96), 294283/23-12-97(ΦΕΚ 68/Β/4-2-98). Η Οδηγία 92/43/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 33318/3028/11-12-98 (ΦΕΚ 1289/Β/28-12-98) (Τοκάκης, 2012).

Η Ελλάδα διαθέτει 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance: SCI) με βάση την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και έχει ανακοινώσει 151 Ζώνες Ειδικής Προστασίας της ορνιθοπανίδας (Special Protection Areas: SPA)

σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ. (Δημητριάδου, 2014)

Σήμερα περισσότερες από 15.000 περιοχές έχουν ήδη προταθεί για να περιληφθούν στο δίκτυο NATURA 2000, καλύπτοντας, σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έκταση μεγαλύτερη των 420.000 km² ή 15 % του εδάφους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στις περιοχές αυτές θα προστεθούν και νέες, από τις χώρες που εισήλθαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση πρόσφατα.

Τα κράτη-μέλη είναι υπεύθυνα για την αξιολόγηση, από επιστημονική σκοπιά, των αναγκών στον τομέα της διατήρησης σε εθνικό επίπεδο, καθώς και σε ότι αφορά την εκπόνηση καταλόγου περιοχών που χρήζουν προστασίας, βάσει των κοινών κριτηρίων που έχουν θεσπισθεί. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, εν συνεχεία, θα επιλέξει τους τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), κατόπιν διαβουλεύσεων με τις εθνικές αρχές που επιβάλλεται να χαρακτηρίσουν ως ΕΖΔ. Τα κράτη-μέλη έχουν την υποχρέωση να εκπονήσουν σχέδια ή μέτρα διαχείρισης για τον κάθε επιμέρους τόπο για κάθε τύπο οικοτόπου προτεραιότητας, αλλά οι αντίστοιχες μέθοδοι αποφασίζονται από τα ίδια (Τοκάκης, 2012).

Το άρθρο 6 της Οδηγίας για τους οικοτόπους (92/43) καθορίζει τις σημαντικότερες αρχές για τη διαχείριση των φυσικών περιοχών, καθώς και για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των αναγκών που σχετίζονται με τη διατήρηση της φύσης, την οικονομία, την κοινωνία και τον πολιτισμό (Μυλόπουλος, 2007).

Οι εθνικές αρχές έχουν ήδη δώσει στοιχεία με τα οποία περιγράφεται κάθε περιοχή διατήρησης, με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν περισσότεροι από 9.000 χάρτες και 220 δέσμες ψηφιακών δεδομένων για τις 15 παλαιότερες χώρες, ενώ ανάλογη διαδικασία έχει αρχίσει και στις ενταγμένες πρόσφατα χώρες. Με τη βοήθεια του Κοινού Κέντρου Ερευνών της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ξεκινήσει τη δημιουργία ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS)- βάσης δεδομένων που θα παρέχει ενημέρωση σχετικά με την κάθε περιοχή «NATURA 2000» στην Ευρώπη.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγχρηματοδοτεί μέτρα που υποστηρίζουν τη διατήρηση της φύσης και έχει ήδη καταβάλλει ποσό που υπερβαίνει τα 415 εκατ. Ευρώ, σαν ένα ξεκίνημα, προκειμένου να αρχίσει η εφαρμογή

εκατοντάδων έργων σε όλα τα κράτη.

Οι περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες αντλούν ενισχύσεις από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των διαρθρωτικών ταμείων, του Ταμείου Συνοχής και των αγροπεριβαλλοντικών πόρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγχρηματοδοτεί επίσης την ανάπτυξη του δικτύου «NATURA 2000» μέσω του προγράμματος LIFE-φύση (Τοκάκης, 2012).

Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία προστατευόμενες περιοχές είναι οι εξής

Πίνακας: Προστατευμένες περιοχές σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία

Κατηγορία	Συνολική έκταση στρεμ.	Αριθμός Περιοχών	Ενταγμένα στο Natura2000
Εθνικά Πάρκα	693.000	11	11
Εθνικά Θαλάσσια Πάρκα	2.541.000	2	?
Αισθητικά Δάση	320.500	19	12
Μνημεία της Φύσης	160.700	51	12
Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές	12.700.000	12	7
Καταφύγια Άγριας Ζωής	9.500.000	700	94
Εκτροφεία Θηραμάτων	316.000	20	6
Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου	147.000	40	?

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ & Υπ. Γεωργίας-2000

Πίνακας: Προστατευμένες περιοχές σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία

Κατηγορία	Έκταση στρέμματα	σε Αριθμός Περιοχών	Διεθνής Σύμβαση
Ειδικές Προστατευόμενες Περιοχές	540.000	9	Σύμβαση της Βαρκελώνης
Βιογενετικά Αποθέματα	1.967.000	13	Συμβούλιο της Ευρώπης
Περιοχές Παγκόσμιας Κληρονομιάς	826.000	2	Σύμβαση του Παρισιού
Αποθέματα Βιόσφαιρας	90.000	2	UNESCO
Ευρωπαϊκό Δίπλωμα	51.000	1	Συμβούλιο της Ευρώπης
Υγρότοποι	1.687.000	11	Σύμβαση Ramsar

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ & Υπ. Γεωργίας-2000

Οι πίνακες με τις ήδη προστατευόμενες περιοχές βάσει εθνικής νομοθεσίας, σύμφωνα με την άποψη του Υπ. Γεωργίας, καταλαμβάνει μόλις το 2.6 % της συνολικής επιφάνειας της χώρας.

Βιβλιογραφία

Armenteras, D., Gibbes, C., Vivacqua, C. A., Espinosa, J. S., Duleba, W., Goncalves, F., & Castro, C. (2016). Interactions between climate, land use and vegetation fire occurrences in El Salvador. *Atmosphere*, 7(2), 26.

ATEAM, Final Report, Section 5 and 6 (2001-2004), 2004, PIK- Potsdam

Baeza, M.J.; Valdecantos, A.; Alloza, J.A.; Vallejo, V.R. (2007). Human disturbance and environmental factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forests. *J. Veg. Sci.* , 18, 243–252.

Bond WJ, Woodward FI, Midgley GF (2005) The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytologist* 165, 525–538.

Borghetti, M., Cinnirella, S., Magnani, F., Saracino, A., 1998. Impact of long-term drought on xylem embolism and growth in *Pinus halepensis* Mill. *Trees* 12,187–195.

Boydak M, Dirik H, Calikoglu M (2006). Forest stand dynamic, regeneration and fire in *Pinus brutia* ecosystems. In: Ogem-Vak (ed) *Biology and silviculture of turkish red pine (Pinus brutia Ten.)*. Istanbul Universitesi Orman Fakultesi, Ankara.

Brooks, J.R., Barnard, H.R., Coulombe, R., McDonnell, J.J., 2010. Ecohydrologic separation of water between trees and streams in a Mediterranean climate. *Nat.Geosci.* 3, 100–104.

Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper, 38, 1-16.

Carlson, C. (2007). Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, EUR 22805-EN, 306 pp.

Carvalho A, Flannigan MD, Logan K, Miranda AI, Borrego C (2008) Fire activity in Portugal and its relationship to weather and the Canadian Fire Weather Index System. *International Journal of Wildland Fire* 17, 328–338.

Chou YH (1990) Modeling fire occurrence for wildland fire management: a GIS spatial analysis for fire control and prevention. In 'GIS/LIS'90', 7–10 November 1990, Anaheim, CA. pp. 440–449. (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing: Bethesda, MD)

Chuvieco, E., Rianõ, D., Aguado, I., Cocero, D., 2002. Estimation of fuel moisture content from multitemporal analysis of Landsat Thematic Mapper reflectance data: applications in fire danger assessment. *Int. J. Remote Sens.* 23 (11), 2145–2162.

Cowling RM, Rundel PW, Lamont BB, ArroyoMK, ArianoutsouM (1996) Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology & Evolution* 11, 362–366

CYPADAPT.(2018) *Development of a national strategy for adaptation to climate change adverse impacts in Cyprus.*[Online] Available from: <http://cypadapt.uest.gr/www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>[Accessed 18-5-2018]

Dimitrakopoulos AP, Vlahou M, Anagnostopoulou CG, Mitsopoulos ID (2011) Impact of drought on wildland fires in Greece: implications of climatic change? *Climatic Change* 109, 331–347.

Dimitrakopoulos AP, Vlahou M, Anagnostopoulou CG, Mitsopoulos ID (2011) Impact of drought on wildland fires in Greece: implications of climatic change? *Climatic Change* 109, 331–347

EPA - United States Environmental Protection Agency, 2010, National Primary and Secondary Drinking Water Standards.

European Commission, (1991). EE C 198 της 27.7.1991 p: 1.

European Commission, (2005). Report from the Commission – European Union Solidarity Fund – Annual report 2004, Brussels, COM (2005), 709 final.

European Commission, (2008). Nature & Biodiversity Project 2008, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, ISBN 978-92-79-13426-5, doi.10.2779/82642, p.39.

European Commission, (2009). Forest fires in Europe 2008”, EUR 23971, Office for official Publications of the European Communities, ISSN 1018-5593, Luxembourg, pp: 78-79.

European Commission, (2009a), Forest fire damage in 2009 already higher than in 2008. Institution for Environment and Sustainability, Brussels, ip/09/1229 <http://ies.jrc.ec.europa.eu/press-releases>.

European Commission, (2009b). Commission to provide €200 million for nearly 200 new LIFE +projects, IP/09/1646, Brussels.

European Union, (2007). Council decision of 8 November 2007 establishing a Community Civil Protection Mechanism, Official journal of the European Union, 2007/779/EC, Luxembourg, pp: 9-17.

Feidas H, Makrogiannis T, Bora-Senta E (2004) Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001. *Theoretical and Applied Climatology* 79, 185–208.

Flannigan M., Fire Research: Where we are and where we are going? *Forest Ecology and Management*, 2006, 234

Flannigan MD, Amiro BD, Logan KA, Stocks BJ, Wotton BM (2006) Forest fires and climate change in the 21st century. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11, 847–859.

Flannigan MD, Krawchuk MA, De Groot WJ, Wotton BM, Gowman LM (2009) Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 18, 483–507.

Founda D, Giannakopoulos C, Sarantopoulos A, Petrakis M, Zerefos C (2008) Estimating present and future fire risk in Greece: links with the destructive fires of summer 2007. *Geophysical Research Abstracts* 10, EGU2008-A-07848.

Founda D, Papadopoulos K, Petrakis M, Giannakopoulos C, Good P (2004) Analysis of mean, maximum and minimum temperature in Athens from 1897–2001 with emphasis on the last decade: trends, warm events, and cold events. *Global and Planetary Change* 44, 27–38.

Fowler C.T., Human health impacts of forest fires in the southern United States: A literature review. *Journal of Ecological Anthropology*, 2003, 7, 39-63.

Giannakopoulos C, Kostopoulou E, Varotsos K, Tziotziou K, Plitharas A (2011) An integrated assessment of climate change impacts for Greece in the near future. *Regional Environmental Change* 11, 829–843.

Giannakopoulos C, Kostopoulou E, Varotsos K, Tziotziou K, Plitharas A (2011) An integrated assessment of climate change impacts for Greece in the near future. *Regional Environmental Change* 11, 829–843.

Giannakopoulos, C., Kostopoulou, E., Varotsos, K. V., Tziotziou, K., & Plitharas, A. (2011). An integrated assessment of climate change impacts for Greece in the near future. *Regional Environmental Change*, 11(4), 829-843.

Goubitz S, Werger MJA, Ne'eman G., (2003). Germination response to fire-related factors of seeds from non-serotinous and serotinous cones. *Plant Ecol* 169:195–204.

Goudelis, G., Ganatsas, P.P., Spanos, I., Karpi, A. (2007). Effect of repeated fire on plant community recovery in Penteli, central Greece. – In: Stokes et al. (eds), *Eco- and ground bio-engineering: the use of vegetation to improve slope stability*. Springer, pp. 337–343.

Hardy, C. C. (2005). Wildland fire hazard and risk: problems, definitions, and context. *Forest Ecology and Management*, 211(1-2), 73-82.

Hessl AE (2011) Pathways for climate change effects on fire: models, data, and uncertainties. *Progress in Physical Geography* 35, 393–407

Impacts and Adaptation: Information on Impacts and Adaptation Assessment Methods (Progress Report,

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate change), *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability*, J. J. McCarthy, et al., eds. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001

Karali, A., Giannakopoulos, C., Roussos, A., & Lemesios, G. (2014). Assessing vulnerability of greek forests to fires within the context of climate change. Institute of Environmental Research and Sustainable Development, National Observatory of Athens

Keyes, CR., Maguire, D.A. (2005). Positive seedling–shrub relationships in natural regeneration of ponderosa pine. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-198, Corvallis OR, pp 95–107.

Koutsias N, Arianoutsou M, Kallimanis AS, Mallinis G, Halley JM, Dimopoulos P (2012) Where did the fires burn in Peloponnisos, Greece the summer of 2007? Evidence for a synergy of fuel and weather. *Agricultural and Forest Meteorology* 156, 41–53.

Koutsias N, Martinez-Fernandez J, Allgower B (2010) Do factors causing wildfires vary in space? Evidence from geographically weighted regression. *GIScience & Remote Sensing* 47, 221–240.

Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press, London, New York, Toronto.

Martínez J, Vega-García C, Chuvieco E (2009) Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management* 90, 1241–1252.

Martínez-Vilalta, J., Mangirón, M., Ogaya, R., Sauret, M., Serrano, L., Peñuelas, J., Piñol, J., 2003. Sap flow of three co-occurring Mediterranean woody species under varying atmospheric and soil water conditions. *Tree Physiol.* 23, 747–758.

McCarthy, J. J. (Ed.). (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Meyn, A., White, P.S., Ohl, C., Jentsch, A., 2007. Environmental drivers of large, infrequent wildfires: the emerging conceptual model. *Prog. Phys. Geog.* 31, 287–312.

MI (Ministry of Interior), (2008). Civil Protection Unit in the mechanism of the EU- Greek participation, Athens, pp.1-2.

Moreira F, Rego FC, Ferreira PG (2001) Temporal (1958–1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. *Landscape Ecology* 16, 557–567.

Moreira F, Vaz P, Catry F, Silva JS (2009) Regional variations in wildfire susceptibility of land-cover types in Portugal: implications for landscape management to minimize fire hazard. *International Journal of Wildland Fire* 18, 563–574.

Moreira F, Viedma O, Arianoutsou M, Curt T, Koutsias N, Rigolot E, 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 JM, Vázquez A, Velez R (1998) Recent history of forest fires in Spain. In 'Large Forest Fires'. (Ed. JM Moreno) pp. 159–185. (Backhuys Publishers: Leiden, the Netherlands)

Moreno JM, Viedma O, Zavala G, Luna B (2011) Landscape variables influencing forest fires in central Spain. *International Journal of Wildland Fire* 20, 678–689.

Mouillot F, Field CB (2005) Fire history and the global carbon budget: a 18_18 fire history reconstruction for the 20th century. *Global Change Biology* 11, 398–420.

MRDF (Ministry of Rural Development and Food), (2006). Press Releases, <http://www.minagric.gr/greek/press/2006/11/greek021106a.shtml>

MRDF (Ministry of Rural Development and Food), (2009). Press Releases, <http://www.minagric.gr/greek/press/2009/05/greek220509a.shtml>

MRDF (Ministry of Rural Development and Food), Statistical data of causes of fires in Greece, Athens, 2000.

Nathan R., Ne'eman, G. (2004). Spatiotemporal dynamics of recruitment in Aleppo pine (*Pinus halepensis* Miller). *Plant Ecol* 171:12–137.

National Center for Environment Information.(2018)The Global Land.[Online] Available from: <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>[Accessed 10-5-2018]

Note by the Secretariat). Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, Twelfth Session, Bonn, 12-16 June 2000.

OJHR, (1999). Official Journal of the Hellenic Republic, 713/B/19.05.1999, pp: 9095-9100, http://www.et.gr/search_publication

OJHR, (2002). Official Journal of the Hellenic Republic, 102/A/1.05.2002, pp: 1527-1544, http://www.et.gr/search_publication

OJHR, (2003). Official Journal of the Hellenic Republic, 423/B/10.04.2003, pp: 5817-5854, http://www.et.gr/search_publication

Otieno, D.O., Kurz-Besson, C., Liu, J., Schmidt, M.W.T., Vale-Lobo do, R., David, T.S., Siegwolf, R., Pereira, J.S., Tenhunen, J.D., 2006. Seasonal variation in soil and plantwater status in a *Quercus suber* L. stand: roots as determinants of tree

productivity and survival in the Mediterranean-type ecosystem. *Plant Soil* 283, 119–135.

Pausas, J.G. and Paula, S., 2012. Fuel shapes the fire–climate relationship: evidence from Mediterranean ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 21(11), pp.1074-1082.

Pausas JC, 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 JG (2004) Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic Change* 63, 337–350.

Pausas JG, Fernánde-Mun˜oz S (2012) Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime. *Climatic Change* 110, 215–226.

Pausas, J.C. Llovet, J. Rodrigo, A. Vallejo, R. (2008) Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin?-A review. *Int. J. Wildland Fire*, 17, 713–723.

Pe´rez B, Cruz A, Fernánde-Gonza´lez F, Moreno JM (2003) Effects of the recent land-use history on the postfire vegetation of uplands in Central Spain. *Forest Ecology and Management* 182, 273–283

Philandras C, Nastos P, Repapis C (2008) Air temperature variability and trends over Greece. *Global Nest* 10, 273–285.

Pin˜ol J, Terradas J, Lloret F (1998) Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic Change* 38, 345–357.

Rundel PW (1981) Fire as an ecological factor. In ‘*Encyclopedia of Plant Physiology*’. (Eds OL Lange, PS Nobel, CB Osmond, H Ziegler) pp. 501–538 (Springer-Verlag: Berlin)

Sarris, D., Christodoulakis, D., Körner, C., 2007. Recent decline in precipitation and tree growth in the eastern Mediterranean. *Global Change Biol.* 13, 1187–1200.

Sarris, D., & Koutsias, N., 2014. Ecological adaptations of plants to drought influencing the recent fire regime in the Mediterranean. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 184, pp. 158-169.

Sarris, D., Siegwolf, R. and Körner, C., 2013. Inter- and intra-annual stable carbon and oxygen isotope signals in response to drought in Mediterranean pines. *Agricultural and forest meteorology*, 168, pp.59-68.

Schiller, G., Cohen, Y., 1995. Water regime of a pine forest under a Mediterranean climate. *Agric. Forest Meteorol.* 74, 181–193.

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.

Stocks BJ, Wotton BM, Flannigan MD, Fosberg MA, Cahoon DR, Goldammer JG (2001) Boreal forest fire regimes and climate change. *Remote Sensing and Climate Modelling: Synergies and Limitations* 7, 233–246.

Thomas, P.H., Simms, D.L., Wraight, H.G.H., 1964. Fire Spread in Wooden Cribs. *Fire Research Note* 573. UK Fire Research Station, Borehamwood.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), *Methods and Tools to Evaluate*

Vázquez A, Moreno JM (2001) Spatial distribution of forest fires in Sierra de Gredos (Central Spain). *Forest Ecology*

Viedma O (2008) The influence of topography and fire in controlling landscape composition and structure in Sierra de Gredos (Central Spain). *Landscape Ecology* 23, 657–672

Viedma O, Angeler DG, Moreno JM (2009) Landscape structural features control fire size in a Mediterranean forested area of central Spain. *International Journal of Wildland Fire* 18, 575–583.

Westerling AL, Gershunov A, Brown TJ, Cayan DR, Dettinger MD (2003) Climate and wildfire in the western United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* 84, 595–604.

Westerling AL, Hidalgo HG, Cayan DR, Swetnam TW (2006) Warming and earlier spring increase Western US forest wildfire activity. *Science* 313, 940–943.

Xanthopoulos, G, (1988). Greek forest fires and property damage: A brief history» στο *Proceedings - Symposium and Workshop on «Protecting People and Homes from Wildfire in the Interior West, October 6-8, 1987, Missoula, Montana, USDA, For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-251. pp: 199-200.*

Zumbrunnen T, Mene´ndez P, Bugmann H, Conedera M, Gimmi U, Bu¨rgi M (2012) Human impacts on fire occurrence: a case study of hundred years of forest fires in a dry alpine valley in Switzerland. *Regional Environmental Change*. [Published online early 18 April 2012]

Zumbrunnen T, Pezzatti GB, Mene´ndez P, Bugmann H, Bu¨rgi 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* 261, 2188–2199.

Αριανούτσου Μ, Χριστοπούλου Α, Τούντας Τ, Γκάνου Ε, Καζανις Δ, Βάζος Ι, Κοκκορή Ι (2010) (2010) Επιπτώσεις της πυρκαγιάς σε μεγάλα κωνοφόρα δάση της Ελλάδας. Στο «Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα των Δασικών Πυρκαγιών», 15-18 Νοεμβρίου 2010, Coimbra, Πορτογαλία.

Βορίσης, Δ., 2004. Η Καταστολή των Δασικών Πυρκαγιών, Αθήνα, Τυπογραφείο Α.Π.Σ

Γενική Γραμματεία Πολιτικής Άμυνας.(2018) Αναφορά σε Καμένες περιοχές Διαχείριση Κινδύνων.[Online] Ανάκτηση από: <http://www.gscp.gr>

[Πρόσβαση 15-5-2018]

Δημητριάδου, Σταυρούλα. "Ποιότητα των υπόγειων νερών των γεωλογικών σχηματισμών του νομού Ηλείας." PhD diss., 2014.

Καιλίδης, Δ., 1990. Δασικές Πυρκαγιές. Θεσσαλονίκη, εκδόσεις «Γιαχούδη - Γιαπουλή»

Κωνσταντινίδης, Π., 2003. Μαθαίνοντας να Ζούμε με τις Δασικές Πυρκαγιές, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις «Χριστοδουλίδη»

Κωστοπούλου, Σ. (2010). Γεωφυσικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας του Καϊάφα (Doctoral dissertation), Diss. 2010

Μυλόπουλος, 2007, Κλιματική αλλαγή και περιβάλλον - Το τέλος της εποχής της αθωότητας, ανακτημένο από: <http://www.mylopoulos.gr/?p=87>

Παπιομύτογλου Βαγγέλης, 2006 αγριολούλουδα της Ελλάδας, εκδότης Mediterraneo Editions.

Πολιτική Προστασία Ελλάδας. (2018) Πολιτική Προστασία Πολιτών.
[Online]Ανάκτηση από: <http://civilprotection.gr/el>[Πρόσβαση 18-5-2018]

Πυροσβεστική Υπηρεσία.(2018) Περιοχές Καμένων.[Online] Ανάκτηση από: <http://www.fireservice.gr> [Πρόσβαση 16-5-2018]

Στότη, Π. (2012). Εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων (Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, Τηλεπισκόπηση) στη μελέτη της οικολογικής διαδοχής καμένων οικοσυστημάτων του νομού Ηλείας (Doctoral dissertation).

Τοκάκης, Β. (2012). Διαχείριση κρίσεων στο πλαίσιο της δημόσιας διοίκησης: προσδιοριστικοί παράγοντες, τύποι, μέθοδοι, αξιολόγηση αποτελεσματικότητας (Doctoral dissertation).

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. (2018) Αναφορά σε καμένες περιοχές.

[Online] Ανάκτηση από: <http://www.minagric.gr/index.php/el/> [Πρόσβαση 18-5-2018]