



**8<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας**

8<sup>TH</sup> PAN-HELLENIC GEOGRAPHICAL CONFERENCE  
of the Greek Geographical Society

# Περιβάλλον



## ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΜΟΡΦΩΜΑ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΤΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑΣ

Εμμανουηλάκης Ε., Δέτσης Β., Βαμβακάρη Μ., Αμπελιώτης Κ.  
*Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας*

### Περίληψη

Η έκταση την οποία θα λάβει μια πυρκαγιά εξαρτάται από έναν αριθμό παραμέτρων, όπως ο τύπος της βλάστησης της περιοχής, οι καιρικές συνθήκες, τα διαθέσιμα πυροσβεστικά μέσα κ.α. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετηθεί την επίδραση ορισμένων τέτοιων παραμέτρων και στη συνέχεια να διερευνηθεί εάν αυτές οι παράμετροι μπορούν να ερμηνεύσουν τις διαφορές στο μόρφωμα της πυρκαγιάς που παρατηρούνται μεταξύ των νομών Αττικής και Εύβοιας. Το πρωτογενές υλικό της εργασίας ήταν τα δελτία τύπου του Πυροσβεστικού Σώματος για τα έτη 2002-2005. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση έκταση της πυρκαγιάς ανάλογα με τον κύριο τύπο χρήσης γης. Επίσης προέκυψαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με τα πυροσβεστικά μέσα που διατέθηκαν και το δείκτη επικινδυνότητας που συνοψίζει τις καιρικές συνθήκες. Σχετικά με τους δύο νομούς παρατηρούμε ότι σε όλες τις χρονιές που εξετάστηκαν στην Αττική είχαμε μεγαλύτερο αριθμό πυρκαγιών και μεγαλύτερη συνολικά καμένη έκταση αλλά μικρότερη μέση έκταση ανά πυρκαγιά από ότι στην Εύβοια. Η διαφορά στον αριθμό και στη συνολική καμένη έκταση μπορεί να ερμηνευθεί λόγω της διαφοράς στην πίεση για αλλαγή της χρήσης της γης ανάμεσα στους δύο νομούς. Η διαφορά στη μέση έκταση θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως ένα βαθμό από τις διαφορές στις καιρικές συνθήκες κατά τις ημερομηνίες που αυτές εκδηλώνονται και στην πυκνότητα των πυροσβεστικών σταθμών και κλιμακίων στους δύο νομούς.

### DIFFERENCES IN WILDFIRE PATTERN BETWEEN ATTIKI AND EVIA

Emmanouilakis E., Detsis V., Vamvakari M., Abeliotis K.  
*Harokopio University, Dept. of Home Economics and Ecology*

### Abstract

The extend of a wildfire depends on a number of parameters like the vegetation type of the area, the weather conditions, the fire fighting resources involved etc. The aim of the present work is to study the effect of these parameters on wildfires as well as to investigate whether these could explain the differences observed in the wildfire pattern between the neighboring prefectures of Attiki and Evia. The analysis of the data revealed statistically significant differences in the mean wildfire extend in relation to the main land use type. Statistically significant correlations were also found between fire fighting resources and the risk index that summarizes the weather conditions. With regard to the two prefectures studied, a larger number of wildfires, as well as a larger annual total of burned area was found in Attiki during all years taken into account in this study. The mean extend of the individual wildfires however was larger in Evia. The difference in the number of wildfire incidences and in the total burned area can be explained by the difference in the pressure for land use change between the two prefectures. The difference in mean burned area per wildfire incidence could be partly explained by the difference in the weather conditions prevailing at the dates that the wildfires take place and by the difference in the density of fire stations between the two prefectures.

**Λέξεις κλειδιά:** πυρκαγιά, έκταση πυρκαγιάς, τύπος βλάστησης, δείκτης επικινδυνότητας.

**Key words:** wildfire, extend of burned area, vegetation type, fire risk index.

## 1. Εισαγωγή

Είναι κοινός τόπος ότι στην Ελλάδα, όπως και στις υπόλοιπες χώρες της Βόρειας Μεσογείου αλλά και αλλού (π.χ. στις Η.Π.Α., την Αυστραλία κ.α.), υπάρχει σοβαρό πρόβλημα με τις δασικές πυρκαγιές. Στην πραγματικότητα η χρήση του όρου «δασικές» είναι σχετικά παραπλανητική. Ναι μεν οι πυρκαγιές στην ύπαιθρο αφορούν σε μεγάλο βαθμό δασικές εκτάσεις αλλά δεν περιορίζονται αποκλειστικά σε αυτές. Ιστορικά, το χρονικό σημείο στο οποίο εντοπίζεται η εμφάνιση της πυρκαγιάς ως σημαντικού προβλήματος για την Ελλάδα τοποθετείται στο 1974 (Briassoulis, 1992; Lekakis 1995; Iliadis et al., 2002a), οι αντίστοιχες χρονολογίες για άλλες χώρες διαφοροποιούνται ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες της κάθε μίας. Δύο είναι κυρίως οι παράγοντες στους οποίους αποδίδεται η τάση αύξησης των πυρκαγιών στον ευρύτερο ευρωπαϊκό μεσογειακό χώρο. Ο πρώτος είναι η αλλαγή στη διαχείριση ή η εγκατάλειψη της ενεργού διαχείρισης της γης στην ύπαιθρο. Ως αποτέλεσμα της επέκτασης των αστικών κέντρων και της μειωμένης ελκυστικότητας της απόκτησης εισοδήματος από αγροτικές δραστηριότητες, οι περιοχές που έχουν οριακή παραγωγικότητα βγαίνουν εκτός διαχείρισης. Το ίδιο συμβαίνει και στις περιπτώσεις όπου η παραγωγικότητα της γης είναι μεν ικανοποιητική αλλά η γη βρίσκεται στα όρια της αστικής επέκτασης οπότε συχνά ο ιδιοκτήτης απλώς περιμένει την κατάλληλη στιγμή για την αξιοποίησή της χωρίς να τη διαχειρίζεται ενεργά. Η πορεία αυτή έχει ως αποτέλεσμα ένα τοπίο πολύ πιο ευνοϊκό για την έναρξη και την εξάπλωση της πυρκαγιάς από ότι ήταν στο παρελθόν (Moreira et al., 2001; Chas Amil, 2007). Η δεύτερη παράμετρος είναι η πίεση για αλλαγή στη χρήση της γης. Οι ρυθμίσεις που συνδέονται με περιορισμούς που αφορούν ιδίως τη μετατροπή σε οικιστική χρήση, οδηγούν στην αξιοποίηση της φωτιάς για τη δημιουργία προϋποθέσεων για άρση των περιορισμών (Briassoulis, 1992; Lekakis, 1995).

Αρκετά πράγματα είναι γνωστά για τη συμπεριφορά της φωτιάς σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες, τον τύπο της βλάστησης κ.α. Στόχος της εργασίας αυτής είναι να διερευνήσει πως εκφράζεται η επίδραση αυτών των παραγόντων στην περίπτωση των νομών Αττικής και Εύβοιας, οι οποίοι ανήκουν στους νομούς με τα σοβαρότερα προβλήματα από πυρκαγιές (Iliadis et al., 2002a), και ακόμα εάν οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να ερμηνεύσουν με επάρκεια τις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στους δύο νομούς.

## 2. Μεθοδολογία

Τα πρωτογενή δεδομένα συλλέχθηκαν από τα δελτία τύπου που εκδίδει το Πυροσβεστικό Σώμα καθημερινά. Συγκεντρώθηκαν όλα τα δελτία τύπου που εξέδωσε το Πυροσβεστικό Σώμα για τα έτη 2002, 2003, 2004 και 2005 (συνολικά 1.461 δελτία) και απομονώθηκαν οι περιπτώσεις των πυρκαγιών που έλαβαν χώρα σε υπαίθριες περιοχές της Αττικής και της Εύβοιας. Από αυτές τις αναφορές απορρίφθηκαν οι περιπτώσεις εκείνες για τις οποίες δεν δίνονταν αναλυτικά στοιχεία και επομένως δεν ήταν αξιοποιήσιμες στα πλαίσια της εργασίας αυτής. Σημειώνεται ότι οι περιπτώσεις αυτές αντιστοιχούν σε πυρκαγιές που έλαβαν πολύ μικρή έκταση και ελέγχθηκαν πολύ γρήγορα. Ο τελικός αριθμός των πυρκαγιών που εξετάστηκαν ανέρχεται σε 104 περιπτώσεις συνολικά για τα τέσσερα έτη (από τις οποίες οι 83 αφορούν περιπτώσεις της Αττικής και οι υπόλοιπες 21 περιπτώσεις της Εύβοιας).

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τα δελτία τύπου, είναι η ώρα και η ημερομηνία έναρξης της πυρκαγιάς καθώς και η ώρα που τέθηκε υπό έλεγχο (από τις οποίες υπολογίστηκε η χρονική διάρκεια κάθε πυρκαγιάς), η κατηγορία της έκτασης υπό την έννοια του τύπου της βλάστησης, οι δυνάμεις που χρησιμοποιήθηκαν για την καταστολή της εκάστοτε περίπτωσης (δηλαδή: τα πυροσβεστικά οχήματα, τα αεροπλάνα και τα ελικόπτερα και το ανθρώπινο δυναμικό, δηλαδή οι πυροσβέστες), τα στρέμματα που κάηκαν ανά περίπτωση και τέλος ο δείκτης επικινδυνότητας που εξέδιδε το Πυροσβεστικό Σώμα καθημερινά με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής.

Οι καμένες εκτάσεις κατατάσσονται από το Πυροσβεστικό Σώμα στις εξής 7 κατηγορίες: δασική έκταση, χαμηλή βλάστηση, χορτολιβαδική έκταση, αγροτοδασική έκταση, γεωργική έκταση, ξηρά χόρτα και τέλος θαμνώδης βλάστηση. Επειδή ορισμένες κατηγορίες εκτάσεων εκπροσωπούνταν από πολύ μικρό αριθμό πυρκαγιών, συγχωνεύτηκαν με άλλες για τις οποίες κρίθηκε ότι έχουν σχετικά κοινά χαρακτηριστικά. Έτσι οι κατηγορίες που εξετάστηκαν είναι οι εξής τέσσερις: 1<sup>η</sup> δασική, 2<sup>η</sup> χαμηλή και θαμνώδης, 3<sup>η</sup> χορτολιβαδική και 4<sup>η</sup> αγροτοδασική, γεωργική και ξηρά χόρτα. Στην πραγματικότητα οι πυρκαγιές, τουλάχιστον οι μεγάλες, δεν περιορίζονται σε ένα μοναδικό τύπο βλάστησης. Ωστόσο η καταγραφή του Πυροσβεστικού Σώματος είναι ενδεικτική για τον κυρίαρχο τύπο βλάστησης που αφορούσε η κάθε πυρκαγιά. Προκειμένου να υπάρξει μία ένδειξη για τη σχετική σημασία των πυρκαγιών για κάθε τύπο βλάστησης καταγράφηκαν οι σχετικές εκτάσεις από τη βάση δεδομένων CORINE Land Cover 2000 για τους δύο νομούς. Επειδή οι κατηγορίες του CORINE δεν ταυτίζονται με τις κατηγορίες που καταγράφει το Πυροσβεστικό Σώμα και μετά από επικοινωνία για διευκρινήσεις με το τελευταίο έγινε η παρακάτω αντιστοίχιση κατηγοριών: οι κατηγορίες «δάση» και «μεταβατική δάσος - θαμνώνας» του CORINE αντιστοιχίστηκαν στην κατηγορία «δασική», η κατηγορία «σκληρόφυλλη βλάστηση» στην κατηγορία «χαμηλή και θαμνώδης», η κατηγορία «φυσικά λιβάδια» στην κατηγορία «χορτολιβαδική» και η κατηγορία «γεωργική» στην κατηγορία «αγροτοδασική, γεωργική και ξηρά χόρτα».

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 10.0. Προκειμένου να προσδιοριστούν οι στατιστικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν, εφαρμόστηκε σε όλες τις περιπτώσεις η μέθοδος Kolmogorov Smirnov για τον έλεγχο της κανονικότητας των κατανομών των παραμέτρων που αναλύθηκαν. Θεωρήθηκε ότι μπορεί να γίνει δεκτή η υπόθεση ότι οι τιμές μιας παραμέτρου προέρχονται από πληθυσμό τιμών που ακολουθεί την κανονική κατανομή όταν  $p > 0,05$ . Καμία παράμετρος δεν έδωσε τέτοια τιμή και επομένως χρησιμοποιήθηκαν οι δεκαδικοί λογάριθμοι των τιμών τους. Ο έλεγχος Kolmogorov Smirnov επαναλήφθηκε για τις λογαριθμημένες τιμές χρησιμοποιώντας το ίδιο κριτήριο. Σε ορισμένες περιπτώσεις βρέθηκε το  $p > 0,05$  και επομένως χρησιμοποιήθηκαν παραμετρικές μέθοδοι στην περαιτέρω ανάλυση ενώ στις υπόλοιπες χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικές μέθοδοι. Από την εξέταση αυτή εξαιρέθηκαν οι τιμές του δείκτη επικινδυνότητας, η κατανομή των τιμών του οποίου είναι εξ' ορισμού διακριτή και επομένως δεν είχε νόημα ο έλεγχος.

Για τη διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Pearson στην περίπτωση όπου οι λογαριθμημένες τιμές των παραμέτρων ακολουθούσαν την κανονική κατανομή ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Spearman. Η τελευταία χρησιμοποιήθηκε επίσης στην περίπτωση του δείκτη επικινδυνότητας εφόσον οι τιμές του είναι διακριτές αλλά έχουν καθορισμένη ιεραρχία. Προκειμένου να συγκριθούν οι κεντρικές τάσεις των παραμέτρων επιμέρους ομάδων πυρκαγιών (μεταξύ νομών και τύπων βλάστησης) χρησιμοποιήθηκε η παραμετρική μέθοδος t-test για τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών στις μέσες τιμές, όπου τα χαρακτηριστικά του δείγματος το επέτρεπαν (με βάση τον έλεγχο κανονικότητας και τον έλεγχο Levene για την ομοιογένεια της διασποράς με όριο  $p > 0,05$ ). Όπου αυτό δεν ήταν δυνατόν χρησιμοποιήθηκαν τα μη παραμετρικά Mann Whitney U test και Kruskal Wallis K test για τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών μεταξύ διαμέσων. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το μη παραμετρικό Wilcoxon Signed Ranks test για τη σύγκριση του πλήθους των πυρκαγιών ανά έτος και τη συνολική έκταση που κάηκε ανά έτος στην Αττική και στην Εύβοια. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε γιατί ο μικρός αριθμός τιμών (4 έτη) δεν επέτρεπε ουσιαστικό έλεγχο κανονικότητας και επιπλέον στην περίπτωση αυτή τα δείγματα δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, καθώς οι παράμετροι των πυρκαγιών σε Αττική και Εύβοια για το ίδιο έτος εξαρτώνται από τις ίδιες καιρικές συνθήκες.

### 3. Αποτελέσματα

Οι τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν παρουσιάζονται περιληπτικά στον Πίνακα 1. Το μέγεθος που έχει τη μεγαλύτερη σημασία, όσον αφορά τις συνέπειες μιας πυρκαγιάς στην

ύπαιθρο, είναι η έκταση που κάηκε. Η συσχέτιση του μεγέθους αυτού με τους άλλους παράγοντες που καταγράφονται στα δελτία τύπου του Πυροσβεστικού Σώματος παρουσιάζεται στους Πίνακες 2, 3. Η έκταση συσχετίζεται θετικά με το χρόνο που διήρκεσε η πυρκαγιά, το δείκτη επικινδυνότητας (δηλαδή τελικά με τις καιρικές συνθήκες) και τις δυνάμεις πυρόσβεσης που διατέθηκαν ενώ οι συσχετίσεις είναι σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικά σημαντικές. Εμφανίζεται επίσης μία εξάρτηση της έκτασης της πυρκαγιάς από τον κυρίαρχο τύπο βλάστησης της έκτασης που κάηκε (Πίνακας 4). Το επίπεδο σημαντικότητας των διαφορών μεταξύ των διαμέσων της καμένης έκτασης ανά τύπο βλάστησης ήταν  $p < 0,05$  (Kruskal Wallis K test).

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τις παραμέτρους που εξετάστηκαν (m: μέση τιμή, δ: διάμεσος, SD: τυπική απόκλιση).

	Συνολικά			Αττική			Εύβοια		
	m	δ	SD	m	δ	SD	m	δ	SD
Έκταση που κάηκε (στρέμματα)	149,12	23	742,07	130,35	20	768,21	223,29	70	639,61
Χρόνος (ώρες)	2,66	1,53	3,24	1,90	1,25	2,47	5,67	4,42	4,15
Πυροσβεστικά Οχήματα	18,34	15	12,44	18,33	15	11,00	18,38	11	17,33
Πυροσβέστες	71,65	60	57,30	74,13	65	53,18	61,86	39	72,10
Αεροπλάνα	2,54	2	2,51	2,30	2	2,47	3,48	3	2,50
Ελικόπτερα	1,46	1	1,30	1,43	1	1,31	1,57	1	1,29
Δείκτης Επικινδυνότητας	3,78	4,0	0,60	3,73	3,5	0,61	4,02	4	0,51

Σχετικά με τους δύο νομούς που μελετήθηκαν παρατηρούμε ότι το μόρφωμα των πυρκαγιών διαφέρει. Στην Αττική έχουμε περισσότερες πυρκαγιές και συνολικά μεγαλύτερη καμένη έκταση για όλα τα έτη που μελετήθηκαν από ότι στην Εύβοια (Wilcoxon Signed Ranks Test σημαντικότητα 0,07 για τη διαφορά στις διαμέσους και για τις δύο περιπτώσεις: έκταση ανά έτος και αριθμός πυρκαγιών ανά έτος) (Πίνακας 5). Επίσης όμως η διάρκεια της πυρκαγιάς και η καμένη έκταση ανά πυρκαγιά στην Εύβοια είναι μεγαλύτερη (t-test για τις διαφορές στις μέσες τιμές των λογαρίθμων και στις δύο περιπτώσεις,  $p < 0,001$ ) (Πίνακας 1). Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται τόσο στον αριθμό των πυροσβεστών (t-test επί των λογαριθμημένων τιμών,  $p < 0,05$ ) όσο και στον αριθμό των αεροπλάνων (Mann Whitney U test,  $p < 0,05$ ) (Πίνακας 1). Οι διαφορές όμως δεν ήταν στην ίδια κατεύθυνση: ενώ στην Αττική επεμβαίνουν περισσότεροι πυροσβέστες στην Εύβοια επεμβαίνουν περισσότερα αεροπλάνα.

Πίνακας 2. Συντελεστές συσχέτισης Pearson μεταξύ καμένης έκτασης, διάρκειας πυρκαγιάς, πυροσβεστικών οχημάτων και ανθρώπινου δυναμικού ανά πυρκαγιά.

	Lg(Έκταση)	Lg(Χρόνος)	Lg(Οχήματα)
Lg(Χρόνος)	0,73*		
Lg(Οχήματα)	0,36*	0,27*	
Lg(Ανθρώπινο δυναμικό)	0,43*	0,22**	0,80*

\* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01.

Πίνακας 3. Συντελεστές συσχέτισης Spearman μεταξύ καμένης έκτασης, αριθμού πυροσβεστικών αεροπλάνων και ελικόπτρων και δείκτη επικινδυνότητας της συγκεκριμένης ημερομηνίας.

	Έκταση	Αεροπλάνα	Ελικόπτερα
Αεροπλάνα	0,50*		
Ελικόπτερα	0,22**	0,61*	
Δείκτης Επικινδυνότητας	0,63*	0,35*	0,06

\* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01.

Πίνακας 4. Καμένη έκταση ανά πυρκαγιά (στρέμματα) και τύπος έκτασης (m: μέση τιμή, SD: τυπική απόκλιση).

	Συνολικά		Αττική		Εύβοια	
	m	SD	m	SD	m	SD
Δασική	234,15	970,82	208,52	1007,03	336,67	841,32
Χαμηλή και θαμνώδης	12,50	8,73	11,67	8,36	25,00	-
Χορτολιβαδική	53,08	56,20	38,57	37,58	73,40	75,38
Αγροτοδασική, γεωργική και ξηρά χόρτα	38,88	50,19	28,08	39,96	85,67	72,57

Πίνακας 5. Αριθμός πυρκαγιών και συνολική καμένη έκταση (στρέμματα) ανά έτος σε Αττική και Εύβοια (m: μέση τιμή, δ: διάμεσος, SD: τυπική απόκλιση).

	N			επιφάνεια		
	m	δ	SD	m	δ	SD
Αττική	20,75	21,5	9,74	5049,25	5136,5	5049,25
Εύβοια	5,25	4,50	2,63	1172,25	387,50	1589,93

Οι «διαθέσιμες» για κάψιμο υπαίθριες εκτάσεις στους δύο νομούς παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Η κατηγορία «άλλα» στον πίνακα αυτό αντιστοιχεί είτε σε αστικές εκτάσεις που δεν αποτελούν αντικείμενο της εργασίας αυτής είτε σε εκτάσεις που δεν κινδυνεύουν από πυρκαγιά όπως π.χ. οι υγρότοποι. Στον αριθμό των πυροσβεστικών σταθμών και κλιμακίων της Αττικής συνυπολογίστηκαν συμβατικά 3 σταθμοί από τον μεγάλο αριθμό που βρίσκεται εντός του λεκανοπεδίου. Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται επίσης οι εκτάσεις των δύο νομών που κήκαν το χρονικό διάστημα 2002-2005 και το ποσοστό επί του αντίστοιχου τύπου βλάστησης του νομού. Το ποσοστό υπολογίστηκε με την παραδοχή ότι στο διάστημα των τεσσάρων ετών που καλύπτει η εργασία αυτή η πιθανότητα μία έκταση να καεί δύο φορές είναι πολύ μικρή και δεν επηρεάζει τη συνολική εικόνα. Έτσι κάθε πυρκαγιά θεωρήθηκε ότι αφορούσε διαφορετική περιοχή από τις υπόλοιπες.

Η διαφορά στο μέγεθος της καμένης έκτασης ανά πυρκαγιά μεταξύ των δύο νομών φαίνεται να επιβεβαιώνεται και όταν εξεταστεί η έκταση της πυρκαγιάς για κάθε τύπο βλάστησης ξεχωριστά (Πίνακας 4). Ωστόσο στην περίπτωση αυτή, πιθανόν λόγω του μικρού αριθμού περιπτώσεων που αναφέρονται στους μη δασικούς τύπους βλάστησης, η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική μόνο στην περίπτωση των δασικών εκτάσεων (t-test επί των λογαριθμημένων τιμών,  $p < 0,01$ ). Η αναλογία των τύπων βλάστησης που καίγονται φαίνεται να διαφέρει μεταξύ των δύο νομών, στην Εύβοια παρατηρείται μία μετατόπιση υπέρ της χορτολιβαδικής και σε βάρος της χαμηλής και θαμνώδους βλάστησης σε σχέση με την Αττική

(Πίνακες 6, 7). Προκειμένου να ελεγχθεί η επίδραση αυτής της διαφοράς στην διαφορά ανάμεσα στα μέσα μεγέθη των καμένων εκτάσεων ανάμεσα στους δύο νομούς επαναλήφθηκε ο έλεγχος χωρίς τις πυρκαγιές που αναφέρονται σε χορτολιβαδικές εκτάσεις, που τείνουν να δίνουν μεγάλες σε έκταση πυρκαγιές (Πίνακας 4). Το αποτέλεσμα επιβεβαίωσε ότι η μέση πυρκαγιά στην Εύβοια καταστρέφει μεγαλύτερη έκταση ( $t$ -test,  $p < 0,001$ )

Πίνακας 6. Εκτάσεις (στρέμματα) ανά τύπο βλάστησης, εκτάσεις (στρέμματα) που κάηκαν το διάστημα 2002-2005, ποσοστό της καμένης (%) επί της συνολικής έκτασης του αντίστοιχου τύπου βλάστησης στους δύο νομούς και αριθμός Πυροσβεστικών Σταθμών και Κλιμακίων στους νομούς Αττικής και Εύβοιας.

	Αττική			Εύβοια		
	Συνολική έκταση	Καμένη Έκταση	Ποσοστό	Συνολική έκταση	Καμένη Έκταση	Ποσοστό
Δασική έκταση	98.477	10.009	10,16	140.498	4.040	2,88
Χαμηλή και θαμνώδης	97.346	175	0,18	75.602	25	0,03
Χορτολιβαδική	17.930	270	1,51	21.144	367	1,74
Αγροτοδασική, γεωργική και ξηρά χόρτα	123.487	365	0,30	143.861	257	0,18
Άλλα	62.323			16.598		
Πυροσβεστικοί σταθμοί/κλιμάκια	15*			8		

\* Συνυπολογίζοντας συμβατικά 3 σταθμούς ή κλιμάκια εντός λεκανοπεδίου.

Πίνακας 7. Συχνότητα (αριθμός πυρκαγιών) ανά τύπο βλάστησης και ποσοστό (%) επί του συνολικού αριθμού πυρκαγιών του αντίστοιχου νομού.

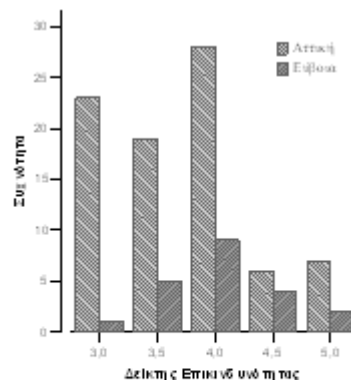
	Δασική		Χαμηλή & Θαμνώδης		Χορτολιβαδική		Αγροτοδασική, Γεωργική, Ξηρά χόρτα	
	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό
Αττική	48	57,8	15	18,1	7	8,4	13	15,7
Εύβοια	12	57,1	1	4,8	5	23,8	3	14,3

Η διαφορά που παρατηρείται στις τιμές του δείκτη επικινδυνότητας, με το δείκτη στην Εύβοια να εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές από ότι στην Αττική (Πίνακας 1), είναι στατιστικά σημαντική (Mann-Whitney U test,  $p < 0,05$ ). Η μορφή της κατανομής του δείκτη παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, όπου φαίνεται ότι η διαφορά δεν περιορίζεται στην τιμή της διαμέσου αλλά επεκτείνεται και στη μορφή της κατανομής των συχνοτήτων. Η απουσία περιστατικών που να αντιστοιχούν σε δείκτη επικινδυνότητας μικρότερο του 3 μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για τη φωτιά, οι όποιες πυρκαγιές δεν παίρνουν διαστάσεις και επομένως δεν δίνονται αναλυτικά στοιχεία για αυτές στα δελτία τύπου που εξετάστηκαν.



#### 4. Συζήτηση

Από την εικόνα που δίνει η ανάλυση του συνολικού δείγματος φαίνεται να επιβεβαιώνεται το γεγονός ότι η έκταση που θα πάρει μία πυρκαγιά σχετίζεται με το είδος της βλάστησης και τις καιρικές συνθήκες καθώς και με τον χρόνο που απαιτήθηκε για να τεθεί υπό έλεγχο (Viegas, 1999; Dimitrakopoulos, 2001; Βορίσης, 2004). Η θετική συσχέτιση μεταξύ πυροσβεστικών μέσων και δυνάμεων από τη μία και έκτασης της πυρκαγιάς από την άλλη δείχνει ότι η πυρκαγιά προσδιορίζει τις δυνάμεις κατάσβεσης που διατίθενται και όχι το αντίστροφο: στις μεγάλες πυρκαγιές διατίθενται μεγάλες δυνάμεις. Στην αντίθετη περίπτωση θα έπρεπε να δεχθούμε ότι τα πυροσβεστικά μέσα συντελούν στην αύξηση της καμένης έκτασης, κάτι που προφανώς αντίκειται στην κοινή λογική. Έχει επίσης δείχθει ότι η συνολική έκταση που κάηκε σε μια συγκεκριμένη χρονιά εξαρτάται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες, με την έννοια της συνολικής εικόνας του έτους που προσδιορίζει το υδατικό ισοζύγιο των φυτών αλλά και την πολιτική κατάσταση (Briassoulis, 1992; Lekakis, 1995; Iliadis *et al.*, 2002b).



Σχήμα 1. Συχνότητα των περιπτώσεων πυρκαγιάς σε σχέση με τις τιμές του δείκτη επικινδυνότητας στους δύο νομούς το διάστημα 2001-2004.

Υπολογίζεται ότι το 50% των πυρκαγιών στην Ελλάδα οφείλεται σε εμπρησμό από αμέλεια και 30% σε εμπρησμό από πρόθεση και 3% σε φυσικά αίτια (Βορίσης, 2004). Επιπλέον θεωρείται ότι ένα μεγάλο μέρος από το υπόλοιπο 17% που αφορά περιπτώσεις που δεν εξακριβώθηκαν τα αίτια οφείλεται σε ανθρώπινους παράγοντες. Έτσι τελικά δεν μπορεί να ερμηνευτεί το μόρφωμα της πυρκαγιάς στον ελληνικό χώρο χωρίς να ληφθεί υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας που αλληλεπιδρά με τους φυσικούς (Iliadis *et al.*, 2002a). Έχει παρατηρηθεί και σε άλλες εργασίες η συσχέτιση των πυρκαγιών με την πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής (Lekakis, 1995). Στην εργασία αυτή η σχέση επαληθεύεται. Το ερώτημα είναι ωστόσο ο μηχανισμός της σύνδεσης. Ο μεγαλύτερος αριθμός και η συνολικά μεγαλύτερη καμένη έκταση στην Αττική μπορεί να ερμηνευτεί λόγω των αυξημένων πιέσεων για αλλαγές στη χρήση γης σε σχέση με την Εύβοια. Αυτή η παράμετρος δεν είναι αντικείμενο της παρούσας εργασίας, ωστόσο υπάρχει αρκετή υποστήριξη που τεκμηριώνει τη σχέση ανάμεσα στις πιέσεις για την αλλαγή χρήσης γης και την εκδήλωση της πυρκαγιάς (Briassoulis, 1992; Lekakis, 1995; Gomes, 2006; Chas Amil, 2007). Η πληθυσμιακή συγκέντρωση στο νομό Αττικής και η πίεση για αστική επέκταση μπορούν, λοιπόν, να ερμηνεύσουν τη διαφορά. Επιπλέον αυτό ερμηνεύει και το μεγάλο αριθμό περιπτώσεων φωτιάς σε δασικές εκτάσεις καθώς αυτή είναι η περίπτωση όπου η νομοθεσία θέτει τα μεγαλύτερα εμπόδια στην αλλαγή της χρήσης γης κυρίως με κατεύθυνση την οικοδόμηση. Θα μπορούσε ακόμα να υποθέσει κανείς ότι και ο αριθμός πυρκαγιών που οφείλεται σε αμέλεια θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος στο νομό Αττικής για στατιστικούς λόγους: η μεγαλύτερη πληθυσμιακή συγκέντρωση και η εντονότερη ανθρώπινη παρουσία στο νομό αυτό δημιουργούν τις προϋποθέσεις για αυξημένο αριθμό ατυχημάτων.

Η επόμενη διαφορά που χρήζει ερμηνείας είναι το γεγονός ότι στην Εύβοια οι πυρκαγιές είναι μεγαλύτερες κατά μέσο όρο. Μία πρώτη προσέγγιση θα μπορούσε να αφορά τα πυροσβεστικά μέσα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα πυροσβεστικό όχημα φτάνει στη μέγιστη απόδοσή του όταν επανδρώνεται από τρεις πυροσβέστες (Εμμανουηλάκης Β., προσωπική επικοινωνία) και παρατηρώντας ότι η αναλογία αυτή εξασφαλίζεται και στους δύο νομούς η ελαφριά διαφορά υπέρ του νομού Αττικής στον αριθμό των πυροσβεστών που επεμβαίνουν δεν μπορεί να αξιολογηθεί. Από την άλλη στο πιο αποτελεσματικό μέσο που διατίθεται, δηλαδή τα πυροσβεστικά αεροπλάνα, η αναλογία είναι υπέρ του νομού Ευβοίας. Ωστόσο αν δεχθούμε ότι υπάρχουν διαφορές στην έκταση των πυρκαγιών με την έκταση στην Εύβοια να

είναι μεγαλύτερη αλλά όχι στα διατιθέμενα πυροσβεστικά μέσα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι για αντίστοιχο μέγεθος πυρκαγιάς διατίθενται στην Εύβοια λιγότερα μέσα. Αυτό βέβαια έχοντας υπόψη ότι η ερμηνευτική αξία των πυροσβεστικών μέσων είναι περιορισμένη, εφόσον τελικά η πυρκαγιά προσδιορίζει τα μέσα και όχι το αντίστροφο.

Μία άλλη προσέγγιση θα μπορούσε να είναι η ερμηνεία με βάση το είδος της βλάστησης που καίγεται. Η διαφορά στο μέγεθος της καμένης έκτασης ανά πυρκαγιά δεν περιορίζεται στο σύνολο του δείγματος αλλά φαίνεται να επιμένει και όταν εξετάζεται ο κάθε τύπος βλάστησης ξεχωριστά. Η συνεισφορά όμως των διαφορετικών τύπων βλάστησης στο σύνολο της καμένης έκτασης διαφέρει μεταξύ των δύο νομών και επιπλέον οι τύποι βλάστησης διαφέρουν μεταξύ τους στην τάση να δίνουν μικρότερες ή μεγαλύτερες πυρκαγιές. Ωστόσο, εφόσον η διαφορά παρέμεινε ακόμα και όταν εξαιρέθηκε η χορτολιβαδική βλάστηση από τη σύγκριση, η οποία στατιστικά επηρέαζε το τελικό αποτέλεσμα υπέρ της Εύβοιας, δεν θα πρέπει να αποδοθεί στους τύπους της βλάστησης που καίγονται.

Θα μπορούσε κανείς να εστιάσει στο διαθέσιμο αριθμό πυροσβεστικών σταθμών και κλιμακίων ο οποίος είναι περίπου διπλάσιος στην Αττική σε σχέση με την Εύβοια, παρά τη μικρότερη έκταση της πρώτης, με συνέπεια να αναλογεί μικρότερη έκταση ανά σημείο στήριξης του Πυροσβεστικού Σώματος στην Αττική σε σχέση με την Εύβοια. Αυτή η διαφορά στη διαθεσιμότητα και επομένως στην απόσταση που πρέπει να διανυθεί μέχρι να επέμβουν οι πυροσβεστικές δυνάμεις είναι δυνατό να δίνει χρόνο στη φωτιά να εξελιχθεί. Εφόσον η καμένη έκταση συσχετίζεται με το χρόνο αυτός θα μπορούσε να είναι ένας πιθανός μηχανισμός. Επιπλέον η παρέλευση μεγαλύτερου χρόνου μέχρι την πρώτη προσβολή της φωτιάς δημιουργεί τις προϋποθέσεις ώστε η φωτιά να αναπτυχθεί σε δύσκολα ελέγξιμη πυρκαγιά (Βορίσης, 2004).

Η άλλη παράμετρος που θα μπορούσε να ερμηνεύσει τη διαφορά στο μέγεθος της πυρκαγιάς είναι η κατανομή των πυρκαγιών σε ημερομηνίες με διαφορετικές τιμές του δείκτη επικινδυνότητας. Η κεντρική τάση στην Εύβοια είναι οι πυρκαγιές να εκδηλώνονται σε ημερομηνίες με υψηλότερες τιμές του δείκτη σε σχέση με την Αττική. Η διαφορά αυτή μπορεί να ερμηνεύσει την διαφορά στις καμένες εκτάσεις, ωστόσο μεταθέτει το πρόβλημα της ερμηνείας του φαινομένου: γιατί αυτή η διαφορά στο δείκτη, άρα στις ημερομηνίες; Η κατανομή φαίνεται λογική στην Εύβοια με λίγες αξιοσημειώμενες πυρκαγιές στις ημέρες με χαμηλές τιμές του δείκτη λόγω των μη ευνοϊκών συνθηκών, λίγες επίσης (ως συχνότητα) στις πολύ ευνοϊκές ημέρες (λόγω σπανιότητας των ακραίων συνθηκών). Ως υπόθεση εργασίας και μόνο θα μπορούσε να διατυπώσει κανείς την άποψη ότι εάν πράγματι το μεγαλύτερο μέρος των πυρκαγιών οφείλεται σε εμπρησμό, είτε ο εμπρησμός συνειδητά δεν γίνεται σε ημέρες με ακραία ευνοϊκές συνθήκες, εφόσον η πρόθεση δεν είναι μια μεγάλης κλίμακας καταστροφή αλλά μια περιορισμένης κλίμακας αλλαγή των χρήσεων γης, είτε ότι γίνεται ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών και στατιστικά οι ακραία ευνοϊκές ημέρες είναι λιγότερες άρα και τα επεισόδια είναι αντίστοιχα λιγότερα. Προφανώς οι δύο υποθέσεις δεν αλληλοαποκλείονται αμοιβαία.

Μία άλλη πιθανή παράμετρος, που δεν είναι δυνατό να διερευνηθεί στη βάση των στοιχείων της εργασίας αυτής, είναι η επίδραση του μεγάλου αριθμού μικρών σε έκταση πυρκαγιών που παρατηρούνται στην Αττική στο μέγεθος των επόμενων. Θα μπορούσε να υποθεθεί ότι ο μεγάλος αριθμός περιορισμένων σε έκταση πυρκαγιών δημιουργεί αρνητικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη μεγάλων πυρκαγιών δημιουργώντας ασυνέχειες στους χώρους που θα μπορούσε να εξαπλωθεί μια νέα πυρκαγιά. Επιπλέον ακόμα και εάν η βλάστηση έχει ανακάμψει θα έχει μειωμένη ιστάμενη μάζα που θα μπορούσε να τροφοδοτήσει μια φωτιά η οποία θα ήταν δύσκολο να τεθεί υπό έλεγχο. Λαμβάνοντας υπόψη το μεγάλο αριθμό πυρκαγιών καθώς και το γεγονός ότι η φωτιά έχει την τάση να επανέρχεται στους ίδιους χώρους (Mouillot *et. al.*, 2003; Viedma *et. al.*, 2006), πιθανόν λόγω της ανάπτυξης πυρόφιλης βλάστησης ως αποτέλεσμα της, θα μπορούσε να πει κανείς ότι έχουμε συχνές επαναλήψεις από μικρής έκτασης πυρκαγιές. Αυτή η ερμηνεία ωστόσο δεν είναι πλήρης γιατί δε λαμβάνει υπόψη την επικρατούσα εκτίμηση για το ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα. Το ερώτημα τελικά θα μπορούσε να απαντηθεί εάν μελετηθεί με χωρικά συγκεκριμένο τρόπο το

μόρφωμα της εξάπλωσης των πυρκαγιών στους αντίστοιχους χώρους.

## 5. Συμπεράσματα

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στο μόρφωμα των πυρκαγιών μεταξύ Αττικής και Εύβοιας συνοψίζονται στα εξής χαρακτηριστικά: μεγαλύτερος αριθμός και μεγαλύτερη συνολικά καμένη έκταση στην Αττική αλλά μεγαλύτερο μέσο μέγεθος πυρκαγιάς στην Εύβοια. Η διαφορά στον αριθμό και στη συνολική καμένη έκταση μπορεί να ερμηνευθεί λόγω της διαφοράς στην πίεση για αλλαγή της χρήσης της γης ανάμεσα στους δύο νομούς. Η διαφορά στο μέσο μέγεθος θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως ένα βαθμό από τις διαφορές στις καιρικές συνθήκες κατά τις ημερομηνίες που αυτές εκδηλώνονται και στην πυκνότητα των πυροσβεστικών σταθμών και κλιμακίων στους δύο νομούς. Ωστόσο δύο ερωτήματα χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης: Σε τι οφείλεται η διαφορά μεταξύ των δύο νομών στην κατανομή των πυρκαγιών σε ημέρες με διαφορετικές τιμές του δείκτη επικινδυνότητας και επομένως με διαφορετικές καιρικές συνθήκες και ακόμα ποια θα μπορούσε να είναι η επίδραση της διαφοράς στον αριθμό και τη συνολικά καμένη έκταση επί της μέσης έκτασης κάθε πυρκαγιάς.

## Βιβλιογραφία

Βορίσης Δ., 2004: Ο ρόλος των επιχειρησιακών κέντρων συντονισμού στην κατάσταση των δασικών πυρκαγιών. Η ελληνική πραγματικότητα. Έκδοση Αρχηγείου Πυροσβεστικού Σώματος.

Briassoulis H., 1992: The Planning Uses of Fire: Reflections on the Greek Experience. *Journal of Environmental Planning and Management*, 35, 161-173.

Chas Amil M.L., 2007: Forest fires in Galicia (Spain): Threats and challenges for the future. *Journal of Forest Economics*, 13, 1-5.

Dimitrakopoulos A.P., 2001: Thermogravimetric analysis of Mediterranean plant species. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 60, 123-130.

Gomes J.F.P., 2006: Forest fires in Portugal: how they happen and why they happen. *International Journal of Environmental Studies*, 63, 109-119.

Iliadis L.S., A.K. Papastavrou, P.D. Lefakis, 2002a: A computer-system that classifies the prefectures of Greece in forest fire risk zones using fuzzy sets. *Forest Policy and Economics*, 4, 43-54.

Iliadis L.S., A.K. Papastavrou, P.D. Lefakis, 2002b: A heuristic expert system for forest fire guidance in Greece. *Journal of Environmental Management*, 65, 327-336.

Lekakis J.N., 1995: Social and Ecological Correlates of Rural Fires in Greece. *Journal of Environmental Management*, 43, 41-47.

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

Mouillot F., J.-P. Ratte, R. Joffre, J.M. Moreno and S. Rambal, 2003: Some determinants of the spatio-temporal fire cycle in a Mediterranean landscape (Corsica, France). *Landscape Ecology*, 18, 665-674.

Viedma O., J.M. Moreno, I. Riero, 2006: Interactions between land use/land cover change, forest fires and landscape structure in Sierra de Gredos (Central Spain). *Environmental Conservation*, 33, 212-222.

Viegas D.X., 1999: Main causes of forest fires. Mechanical Engineering Department, University of Coimbra, Portugal.