

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/354523155>

Κεραυνική δραστηριότητα και δασικές πυρκαγιές στο όρος Μαίναλο – Lightning-caused fires on Mount Mainalo: Analysis of identified igniting strokes (In Greek with English abstract)

Conference Paper · October 2021

CITATIONS

0

READS

304

2 authors:



Ioannis Kouretas

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Miltiadis Athanasiou

Hellenic Agricultural Organization - Demeter

40 PUBLICATIONS 29 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



ΛΑΕΡΤΗΣ - Καινοτόμο Επιχειρησιακό Σύστημα Διαχείρισης Φυσικών Κινδύνων στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων [View project](#)



Μελέτη για την αντιδιαβρωτική και αντιπυρική προστασία των οικοσυστημάτων του Σκοπού και των Σεκανίων - Ζακύνθου, WWF Ελλάς, Τ.Ε.Ι. Ιονίων Νήσων, Σελ.75 [View project](#)



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου

**«Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και
προστασία του φυσικού περιβάλλοντος,
200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21»**

**Επιμέλεια Έκδοσης: Στέφανος Τσιάρας, Μαρίνα Χαβενετίδου,
Ιωάννης Σπανός, Θεοχάρης Ζάγκας,
Διονύσιος Γαϊτάνης, Ηλίας Κουλουκούρας**

Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου 2021

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΑΙΓΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ

ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΓΕΩΤΕΕ)

ΕΛΓΟ -ΔΗΜΗΤΡΑ (ΙΔΕ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΙΜΔΟ ΑΘΗΝΩΝ)

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΑΠΘ)

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΠΘ)

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΘ)

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΔΑΣΟΛΟΓΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ (ΠΕΔΔΥ)

ΧΟΡΗΓΟΙ

ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΣΤ' ΚΥΝΗΓΕΤΙΚΗ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ (ΚΟΜΑΘ)

ISBN: 978-618-84551-2-2

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΜΑΙΝΑΛΟ

Κουρέτας, Ιωάννης¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²

¹Λ. Ζέρβα 42, 22200 Μεγαλόπολη Αρκαδίας, ikoyr@hotmail.gr

²Wildfire Management Consulting and Training, Θωμά Παλαιολόγου 8, 13673 Αχαρνές, info@m-athanasiou.gr

Περίληψη

Μελετήθηκαν 76 δασικές πυρκαγιές (N=76) οι οποίες προκλήθηκαν από κεραυνούς στο όρος Μαίναλο Αρκαδίας και περίξ αυτού, σε χρονικό διάστημα 23 ετών (1998 έως 2020), από τον Μάιο έως και τον Νοέμβριο κάθε έτους. Προέκυψαν δυναμικά χρήσιμα συμπεράσματα για τη συχνότητα και το υψόμετρο (Eiv) εμφάνισής τους, τις καμένες εκτάσεις (BuA), τις συντεταγμένες των θέσεων των κεραυνικών πληγμάτων, την ώρα εντοπισμού-αναγγελίας των πυρκαγιών (Fdt) και τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ της εκδήλωσης πυρκαγιάς από κεραυνό και του εντοπισμού της (hold overtime). Βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, η συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνούς, είναι αυξημένη τον Αύγουστο και τον Ιούλιο, οι περισσότερες έχουν εκδηλωθεί στο νότιο τμήμα του Μαίναλου και εντοπίστηκαν τις απογευματινές ώρες.

Λέξεις κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, Φυσικά αίτια, Κεραυνοί, Καταιγίδα, Μαίναλο.

Εισαγωγή

Από τα φυσικά αίτια πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, α) κεραυνοί, β) ηφαιστεια και γ) σπίθες από πτώσεις βράχων (Pyne 2001), το (α) είναι το πλέον σημαντικό παγκοσμίως (Pyne κ.α. 1996, Scott κ.α. 2014) και το (γ) εξαιρετικά σπάνιο. Ως κεραυνός ορίζεται η γρήγορη και μαζική μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ νέφους και εδάφους (cloud to ground lightning: CGL) και το ρεύμα επιστροφής είναι το ορατό, στο ανθρώπινο μάτι, στάδιο εκδήλωσης του φαινομένου.

Στα ορεινά δάση κωνοφόρων, οι πυρκαγιές προκαλούνται συνήθως από κεραυνούς κατά τις θερινές ξηρές καταιγίδες (Reineking κ.α. 2010, Αριανούτσου - Φαραγγιτάκη και Καζάνης 2012) οι οποίες συνοδεύονται από ασθενή ανοδικά ρεύματα και υψηλά νέφη (Perez-Invernon κ.α. 2021), εμφανίζονται κυρίως τις απογευματινές ώρες σε περιοχές με χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία, οπότε κάποια ποσότητα υετού εξατμίζεται και δεν φτάνει στο έδαφος. Στην Ελλάδα τους θερινούς μήνες, καταιγίδες αστάθειας διαμορφώνουν τις τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες πάνω από ορεινές περιοχές και ενίοτε συνοδεύονται από χιλιάδες ηλεκτρικές εκκενώσεις, ισχυρούς ή θυελλώδεις ανέμους, χαλάζι και ύψη βροχής της τάξης των 40 mm/h και πλέον (Μαζαράκης 2010). Η ανάλυση της χωρικής κατανομής του φαινομένου έχει δείξει ότι η κεντρική Πελοπόννησος περιλαμβάνεται στις περιοχές με πολύ υψηλή «σχετική πυκνότητα ηλεκτρικών εκκενώσεων» (Mazarakis κ.α. 2008). Ο όρος αυτός (αλλιώς “relative flash density”), ορίζεται ως ο λόγος της μέσης πυκνότητας (αριθμός εκκενώσεων ανά km² ανά περίοδο) για τη συγκεκριμένη περιοχή και το χρονικό διάστημα μελέτης, προς την ολική πυκνότητα (συνολικός αριθμός εκκενώσεων όλης της περιοχής μελέτης διά το εμβαδό της) η οποία αναφέρεται στο ίδιο χρονικό διάστημα (Μαζαράκης 2010). Γενικά, το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλεκτρικών εκκενώσεων λαμβάνουν χώρα μέσα στο ίδιο νέφος (intra-cloud lightning) ή μεταξύ νεφών (cloud to cloud lightning) και δεν φτάνουν στο έδαφος ενώ δεν είναι γνωστό πόσοι από τους κεραυνούς (CGL) τελικά προκαλούν ανάφλεξη της βλάστησης και πόσοι όχι. Όμως η πιθανότητα εμφάνισής τους τροποποιεί την πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς άρα και τον κίνδυνο πυρκαγιάς σε μια περιοχή, προς το χειρότερο.

Ο κεραυνός είτε σε ιστάμενο (ζωντανό ή νεκρό) δέντρο είτε σε πεσμένο κορμό, αρχικά προκαλεί την υποβόσκουσα καύση (smoldering) της νεκρής οργανικής ύλης (που είναι ατελής καύση, δηλαδή «σιγοκαίει») γύρω από τη βάση του δέντρου (Ogilvie 1989) ή του πεσμένου κορμού και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα εμφανίζεται η γυμνή φλόγα. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του κεραυνού και της εκδήλωσης της γυμνής φλόγας δηλαδή της ανάφλεξης (ignition), ποικίλει. Σύμφωνα με τους Nash και Johnson (1996), Anderson (2002), Pineda και Rigo (2017) και Schultz κ.α. (2019), η

φάση της υποβόσκουσας καύσης συνήθως διαρκεί από μία έως τρεις μέρες, πριν μετατραπεί σε τέλεια καύση ενώ οι Wotton και Martell (2005) σημειώνουν περιπτώσεις με διάρκεια έως και μερικές εβδομάδες. Αφού η φλόγα εκδηλωθεί, μετά από κάποιο μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα που συνήθως δεν είναι γνωστό με μεγάλη ακρίβεια, η φωτιά αρχίζει να εξαπλώνεται στην επιφανειακή βλάστηση. Κάποια στιγμή, η δασική πυρκαγιά γίνεται αντιληπτή, στις περισσότερες περιπτώσεις από τον καπνό αλλά και κάποιες άλλες αρχικά από την οσμή του καπνού μέσω της όσφρησης και κατόπιν οπτικά. Εντοπίζεται από κάποιον κάτοικο, περαστικό, ή παρατηρητή από πυροφυλάκιο και ακολουθεί η αναγγελία της. Μερικές από τις πυρκαγιές που προκαλούνται από κεραυνό, εντοπίζονται από αεροσκάφη. Συνήθως, η στιγμή της ανάφλεξης προηγείται αρκετά της στιγμής του εντοπισμού (detection) της πυρκαγιάς και το μεταξύ τους χρονικό διάστημα καλείται “χρονική καθυστέρηση” (holdover time) (Wotton και Martell 2005, Moris κ.α. 2020). Υπάρχουν βεβαίως και περιπτώσεις που ο κεραυνός γίνεται άμεσα αντιληπτός και η ανάφλεξη που έχει προκαλέσει εντοπίζεται επίσης άμεσα, οπότε η χωρική εξάπλωση της πυρκαγιάς είναι ασήμαντη.

Στην Ελλάδα, η καμένη έκταση των πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνό, κυμαίνεται από ένα καμένο ιστάμενο δέντρο ή έναν νεκρό κορμό πεσμένο στο έδαφος, έως αρκετές δεκάδες ή/και κάποιες εκατοντάδες εκτάρια. Συνήθως αρχίζουν να εξαπλώνονται ως πυρκαγιές επιφανείας, πολύ χαμηλής ή χαμηλής έντασης και περνούν απαρατήρητες έως ότου οι συνθήκες επιτρέψουν την αύξηση του ρυθμού εξάπλωσης ή της έντασής τους (κυρίως σε λεπτά καύσιμα ή έντονο ανάγλυφο, αντίστοιχα) οπότε μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική αύξηση της περιμέτρου τους και ενδεχομένως μετατροπή τους σε κόμης για κάποια διαστήματα. Δασικές πυρκαγιές που προκαλούνται από κεραυνούς, συχνά ωφελούν το δασικό οικοσύστημα, συμβάλλοντας στη διατήρηση της υγείας του και βοηθώντας την αναγέννησή του (Komarek 1968).

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι διεθνώς, για να διαπιστωθεί ποιος κεραυνός προκάλεσε συγκεκριμένη πυρκαγιά, ανάμεσα σε έναν μεγάλο αριθμό «υποψήφιων» κεραυνών. Παρόλα αυτά δεν υπάρχουν δεδομένα (σχετικά ζεύγη μετρήσεων) που να συνδέουν κεραυνούς με τις πυρκαγιές που προκάλεσαν (Moris κ.α. 2020) και που θα μπορούσαν να βοηθήσουν: α) στην κατανόηση και περιγραφή του καθεστώτος που επικρατεί σε μια περιοχή σχετικά με τα φυσικά αίτια έναρξης αν παραδείγματος χάριν μπορεί να εκτιμηθεί η “χρονική καθυστέρηση” (Pineda και Rigo 2017, Schultz κ.α. 2019) και β) στην μοντελοποίηση της εμφάνισης πυρκαγιών που προκλήθηκαν από κεραυνούς (Chen κ.α. 2015).

Στην παρούσα εργασία, αξιοποιήθηκαν δεδομένα πυρκαγιών που προκλήθηκαν από κεραυνούς στο όρος Μαίναλο και την ευρύτερη περιοχή και προέρχονται από το Δασαρχείο Βυτίνας και την Πυροσβεστική Υπηρεσία για το χρονικό διάστημα από το 1998 έως και το 2020, την περίοδο από Μάιο έως και Νοέμβριο κάθε έτους. Επίσης, αναλύθηκαν καταγεγραμμένες αξιόπιστες πρωτογενείς πληροφορίες από κτηνοτρόφους, συμμετέχοντες στη δασοπυρόσβεση και κατοίκους, οι οποίες επέτρεψαν τη διασταύρωση και σύνθεση δεδομένων, την ισχυρή τεκμηρίωση καθώς και τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων η οποία δημιουργήθηκε. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης, μπορούν να συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στο Μαίναλο, υποστηρίζοντας σημαντικά τη λήψη αποφάσεων και διευκολύνοντας επίσης σημαντικά, πιθανή μελλοντική επιστημονική έρευνα.

Υλικά και Μέθοδοι

Δημιουργήθηκε βάση δεδομένων που περιέχει 76 περιπτώσεις δασικών πυρκαγιών (N=76) οι οποίες προκλήθηκαν από κεραυνό και αποτελείται από τα πεδία: α) ημέρα, β) μήνας, γ) έτος, δ) ώρα εντοπισμού και αναγγελίας της πυρκαγιάς, που συμπίπτουν διότι για όλες τις περιπτώσεις το μεταξύ τους χρονικό διάστημα είναι αμελητέο (Fdt: γνωστή για τις 72 περιπτώσεις, βλ. σχήμα 6(α) & πίνακα 2], ε) συντεταγμένες της θέσης του κεραυνικού πλήγματος / σημείου έναρξης πυρκαγιάς (ΕΓΣΑ87, m) που εισήχθησαν στο περιβάλλον του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ) οπτικοποιώντας τη χωρική κατανομή όλων των σημείων (Σχήμα 7), στ) υψόμετρο του σημείου έναρξης (Alt, m) που εξακριβώθηκε στο ΓΣΠ, ζ) καμένη έκταση (BuA, ha) η) χρονική καθυστέρηση (holdover, h) που υπολογίστηκε για 44 από τις 76 περιπτώσεις. Για τις περισσότερες από τις 44 περιπτώσεις η ώρα εκδήλωσης του εκάστοτε κεραυνικού πλήγματος που προκάλεσε την πυρκαγιά ήταν εξ’ αρχής γνωστή, από το σύνολο των πρωτογενών πληροφοριών που προήλθαν από μαρτυρίες. Για λίγες περιπτώσεις που ήταν μεν γνωστή η θέση αλλά δεν ήταν σαφές ποιο από τα κεραυνικά πλήγματα της καταιγίδας προκάλεσε την πυρκαγιά, ως ώρα εκδήλωσης του «επίμαχου» κεραυνού και ταυτόχρονα ώρα

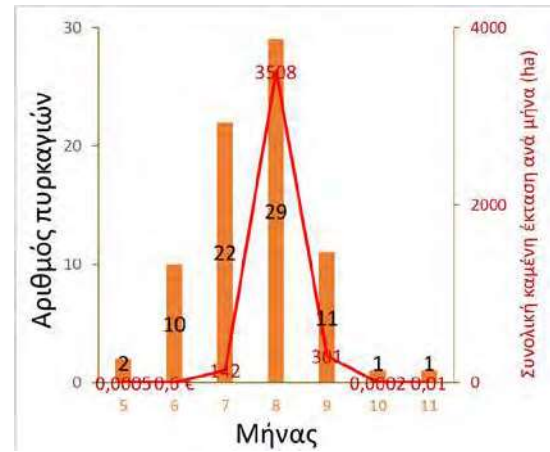
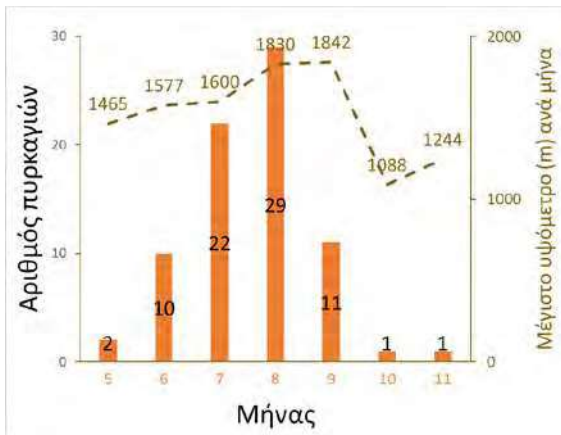
ανάφλεξης (έναρξης της πυρκαγιάς), ορίστηκε η χρονική στιγμή στο μέσο της καταιγίδας. Τα σχετικά δεδομένα προήλθαν από τους εκάστοτε κατάλληλους μετεωρολογικούς σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μεταξύ των εννέα εγκατεστημένων στην ευρύτερη περιοχή (σε Ελάτη, Βυτίνα, Στεμνίτσα, Λυκόχια, Λεβίδι, Μαγούλιανα, στην κορυφή Μπλεσίβος, στην Μεγαλόπολη και στη ΒΙ.ΠΕ. Τρίπολης, βλ. Σχήμα 7). Οι 76 πυρκαγιές ταξινομήθηκαν σε 6 εμπειρικές κλάσεις άνισου πλάτους με κριτήριο την BuA ανά πυρκαγιά και υπολογίστηκαν η συνολική ανά κλάση BuA και το EIn, ανά μήνα και έτος (Σχήματα 1, 2 & 3, Πίνακας 1). Μεγάλο μέρος της BuA προέρχεται από ένα πολύ μικρό αριθμό πυρκαγιών (Σχήμα 1). Η εγγραφή με την μεγαλύτερη BuA (3.180 ha) αφορά σε δύο πυρκαγιές που ενώθηκαν: η πρώτη προκλήθηκε από κεραυνό και η δεύτερη μετά από δύο μέρες, από άγνωστο αίτιο. Μαζί με τις BuA τριών ακόμη πυρκαγιών (120, 294 και 300 ha), δηλαδή συνολικά 3.894 ha, αφαιρέθηκαν από τη συνολική BuA (=3.951,1 ha) των 76 εγγραφών της βάσης οπότε απέμεινε BuA=57,1 ha που αντιστοιχεί σε 72 πυρκαγιές (Σχήματα 4 & 5, Πίνακας 1). Για τις 4 πρώτες κλάσεις του σχήματος 1, που αφορούν σε πυρκαγιές με BuA ανά πυρκαγιά όχι πάνω από 15,9 ha, παρουσιάζονται στατιστικά περιγραφικά στοιχεία στον πίνακα 1 και τα σχήματα 4 & 5. Το υποσύνολο (επίσης με N=72) του σχήματος 6(α) και του πίνακα 2, περιλαμβάνει εγγραφές για τις οποίες είναι γνωστή η Fdt και είναι διαφορετικό από το υποσύνολο με N=72, των σχημάτων 4 & 5 και του πίνακα 1. Τα έτη 1999, 2013, 2016 και 2019, δεν υπάρχει καταγεγραμμένη πυρκαγιά, προκληθείσα από κεραυνό (7^η στήλη του πίνακα 1, N=19).

Αποτελέσματα

Υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά στοιχεία (Πίνακες 1 & 2) και δημιουργήθηκαν ιστογράμματα (Σχήματα 2, 3, 4, 5, & 6) και ο χάρτης χωρικής και χρονικής κατανομής των κεραυνών στην περιοχή (Σχήμα 7).



Σχήμα 1. Η κατανομή των 76 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις BuA ανά πυρκαγιά και η ανά κλάση συνολική BuA
 Figure 1. Frequency distribution of wildfires for burned area (BuA) classes and the total burned area per class (N=76)

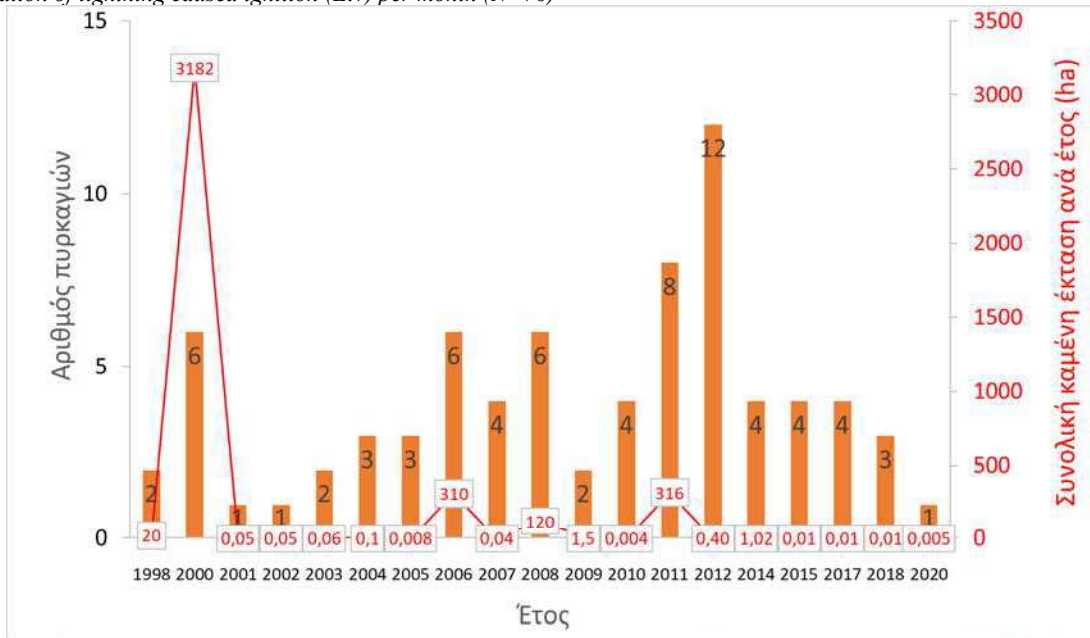


Σχήμα 2. α) Αριθμός πυρκαγιών και μέγιστο Eln ανά μήνα (N=76)

β) Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά μήνα (N=76)

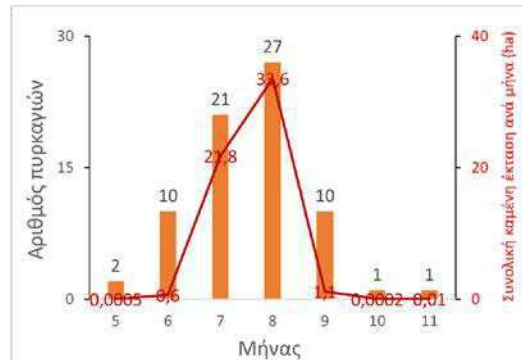
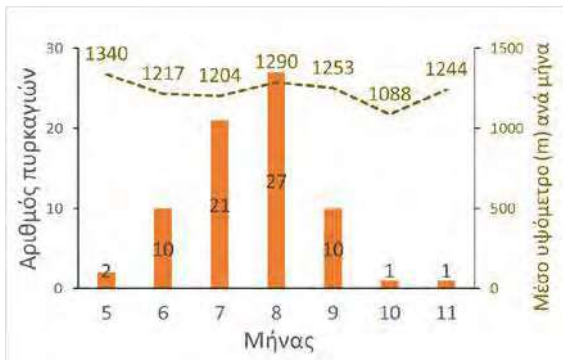
Figure 2. a) Frequency distribution of wildfires and maximum elevation of lightning caused ignition (Eln) per month (N=76)

b) Frequency distribution of wildfires and the total BuA per month (N=76)



Σχήμα 3. Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά έτος (N=76)

Figure 3. Frequency distribution of wildfires and the total BuA per year (N=76)

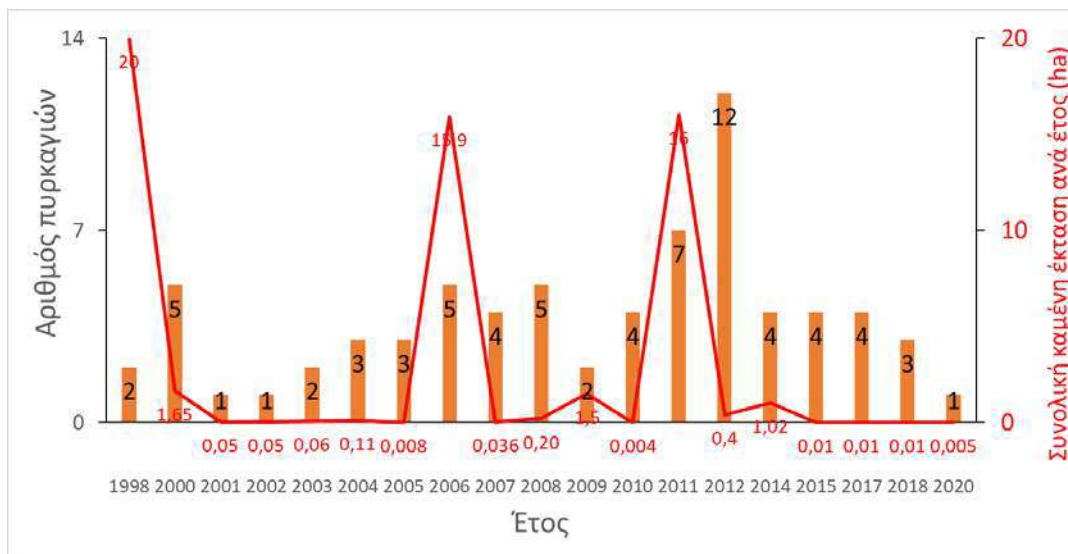


Σχήμα 4. α) Αριθμός πυρκαγιών & μέσο Eln ανά μήνα (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤15,9 ha)

β) Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά μήνα (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤15,9 ha)

Figure 4. a) Frequency distribution of wildfires and mean Eln per month (N=72, where BuA per fire ≤15.9 ha)

b) Frequency distribution of wildfires and the total BuA per month (N=72, where BuA per fire ≤15.9 ha)



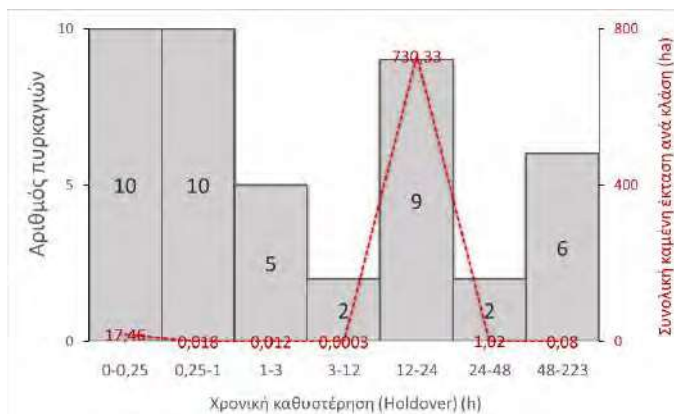
Σχήμα 5. Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά έτος (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤ 15,9 ha)
 Figure 5. Frequency distribution of wildfires and the total BuA per year (N=72, where BuA per fire ≤ 15.9 ha)

Πίνακας 1. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: αριθμός πυρκαγιών, BuA και Eln.
 Table 3. Descriptive statistics of number of fires, BuA and Eln

| | Πυρκαγιές ανά έτος | BuA ανά πυρκαγιά (ha) | Eln (m) | Πυρκαγιές ανά μήνα, Μάιο έως Νοέμβριο (Μέσο Eln ανά μήνα, m) | Συνολική BuA ανά μήνα (ha) | Πυρκαγιές ανά έτος / (Μέσο Eln ανά έτος, m) | Συνολική BuA ανά έτος (ha) | BuA ανά πυρκαγιά (ha) / (Eln, m) |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------|--|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------------|
| Μέση τιμή (Mean) | 4 | 52 | 1.253 | 10/(1.234) | 8,2 | 4 / 1.293 | 3 | 0,8/(1.248) |
| Τυπικό σφάλμα μέσου (S.E.) | 0,6 | 42 | 27 | 4/(30) | 5,2 | 0,6 / 39 | 1 | 0,4/(28) |
| Διάμεσος (Median) | 4 | 0,005 | 1.252 | 10/(1.244) | 0,6 | 4 / 1.302 | 0,06 | 0,005/(1.241) |
| Κορυφή (Mode) | 4 | 0,0001 | 1.418 | 10/(-) | - | 4 / (-) | 0,05 | 0,0001/(1.342) |
| Τυπική απόκλιση (S.D.) | 3 | 367 | 236 | 10/(79) | 13,8 | 3 / (170) | 6,4 | 3/(241) |
| Ελάχιστη τιμή (min) | 1 | 0,0001 | 420 | 1/(1.088) | 0,0002 | 1 / (951) | 0,004 | 0,0001/(420) |
| Μέγιστη τιμή (max) | 12 | 3.180 | 1.842 | 27/(1.340) | 33,6 | 12 / (1.624) | 20 | 15,9/(1.842) |
| Σύνολο | 76 | 3.951 | - | 72/(-) | 57,1 | 72 / (-) | 57,1 | 57,1/(-) |
| N | 19 | 76 | 76 | 7/(7) | 7 | 19 / (19) | 19 | 72/(72) |



Σχήμα 6. α) Η κατανομή 72 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις Fdt
 Figure 6. a) Frequency distribution of wildfires for fire detection time (Fdt) classes (N=72)

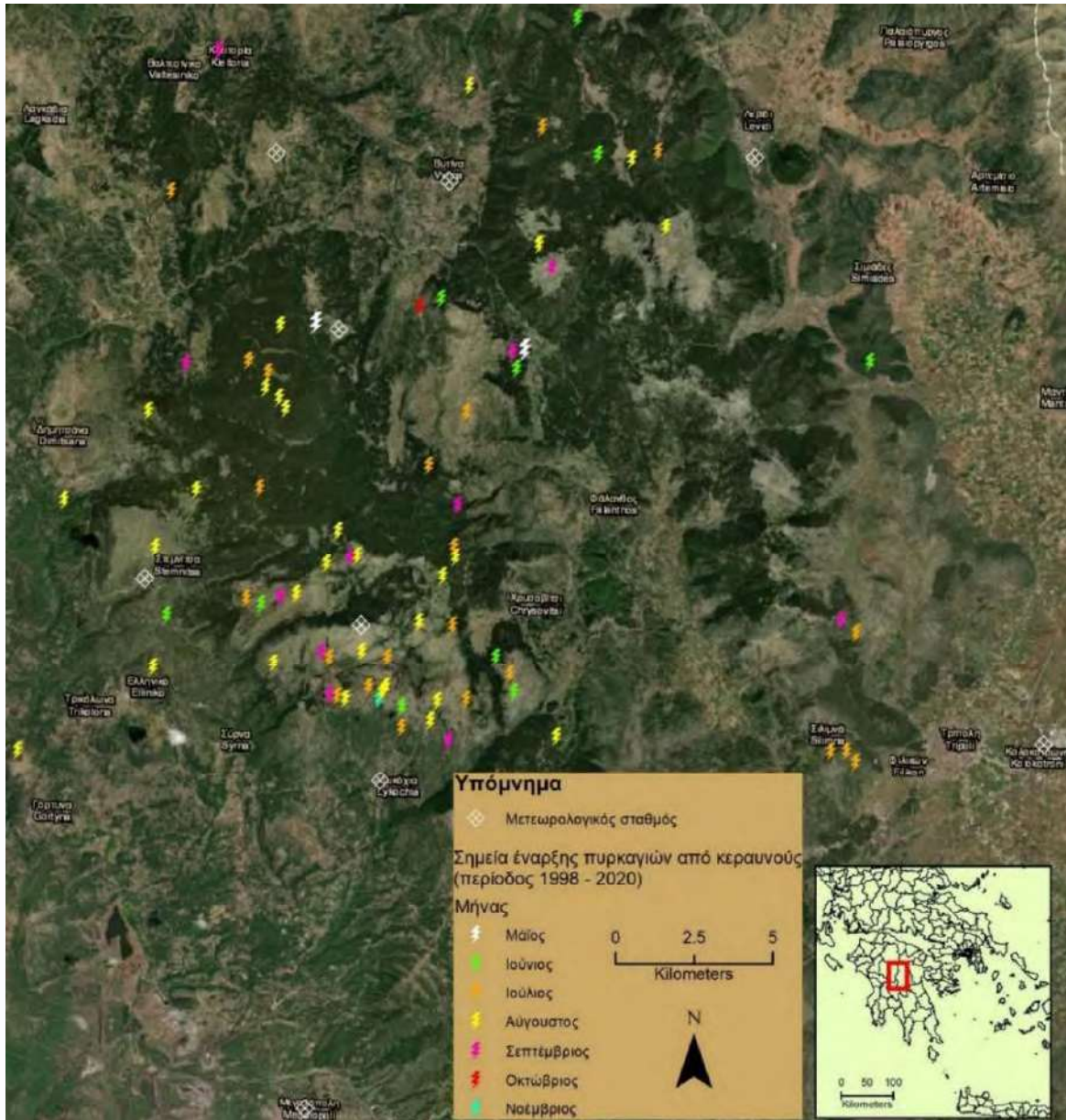


β) Η κατανομή 44 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις holdover και συνολική ανά κλάση BuA
 b) Frequency distribution of wildfires for holdover classes and the total BuA per class (N=44)

Πίνακας 2. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: Fdt, Elv, BuA και holdover (Σχήματος 6)

Table 2. Descriptive statistics of Fdt, Elv, BuA and holdover (of Figure 6)

| | Fdt (hh:mm) | Elv (m) | BuA ανά πυρκαγιά (ha) | Fdt (hh:mm) | Elv (m) | holdover (h) | BuA ανά πυρκαγιά (ha) |
|--------|-------------|---------|-----------------------|-------------|---------|--------------|-----------------------|
| Mean | 15:47 | 1.243 | 10,4 | 15:26 | 1.202 | 22,5 | 17 |
| S.E. | 23 min | 28 | 6 | 31 min | 36 | 7 | 10 |
| Median | 17:09 | 1.241 | 0,005 | 15:45 | 1.186 | 1,6 | 0,005 |
| Mode | 17:30 | 1.342 | 0,005 | 17:30 | - | 0,2 | 0,0001 |
| S.D. | 3h & 19min | 239 | 50,8 | 3h & 29min | 240 | 46,1 | 64 |
| min | 08:02 | 420 | 0,0001 | 08:02 | 420 | 0,08 | 0,0001 |
| max | 21:30 | 1.842 | 300 | 21:30 | 1.842 | 222,8 | 300 |
| Σύνολο | - | - | 751,1 | - | - | - | 749 |
| N | 72 | 72 | 72 | 44 | 44 | 44 | 44 |



Σχήμα 7: Καταγεγραμμένοι κεραυνοί που προκάλεσαν πυρκαγιά στο όρος Μαίναλο Αρκαδίας, ταξινομημένοι ανά μήνα, για την περίοδο 1998 - 2020.

Figure 7: Spatial and temporal (per month) distribution of lightning caused wildfires on mount Mainalo, Arcadia Greece, for the period 1998 to 2020.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρουσίαση της χωρικής και χρονικής κατανομής των πυρκαγιών (Σχήματα 2, 3, 4, 5, 6(α) & 7) σε σχέση με τις εκάστοτε τιμές της καμένης έκτασης και της “χρονικής καθυστέρησης” (holdover time) [Πίνακες 1 & 2 και Σχήμα 6(β)], βοηθά σημαντικά την προσέγγιση του φαινομένου για την κατανόησή του. Οι περισσότερες πυρκαγιές εντοπίζονται εντός χρονικού διαστήματος 3 ωρών μετά την εκδήλωση του κεραυνού που προκαλεί την ανάφλεξη, ενώ όσες εντοπίζονται και αναγγέλλονται την επόμενη μέρα, σχετίζονται με τις μεγαλύτερες καμένες εκτάσεις [Σχήμα 6(β)]. Συνήθως εντοπίζονται και αναγγέλλονται τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, πολλές γύρω από τις 17:30 [Πίνακας 2 & Σχήμα 6(α)] και σε υψόμετρο γύρω από τα 1.200 m (Σχήμα 4(α) & Πίνακας 2).

Η επιλογή εμπειρικών κλάσεων άνισου πλάτους των ιστογραμμάτων (Σχήματα 1 & 6), κατά κάποιον τρόπο επιβλήθηκε, για την ανάδειξη χρήσιμων από πρακτική άποψη συμπερασμάτων και πιθανώς αναγκαίων προσαρμογών σε περιπολίες ή/και στην επάνδρωση πυροφυλακίων.

Ο Γκουβάς (2009) και ο Παπαγεωργίου (2015), έχουν επισημαίνει τη σπουδαιότητα της ανάλυσης δεδομένων για την προστασία των ψυχρόβιων κωνοφόρων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας,

μαζί με ευρήματα άλλων ερευνητών, μπορούν να υποστηρίξουν περαιτέρω σχετική επιστημονική έρευνα.

Ο έγκαιρος εντοπισμός πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνούς μπορεί να υποστηριχθεί σημαντικά στο μέλλον από α) κανονικοποίηση των κλάσεων των σχημάτων 1 & 6, β) αύξηση της βάσης δεδομένων που θα επιτρέψει τον περαιτέρω έλεγχο κάποιων αρχικών ενδείξεων για την περιοδικότητα του φαινομένου (Σχήματα 3 & 5) και γ) συσχέτιση των χρονικών περιόδων με αυξημένη κεραυνική δραστηριότητα (σε έτη, μήνες του χρόνου ή/και ώρες της ημέρας) με τις καμένες εκτάσεις, τις μετεωρολογικές συνθήκες πριν και μετά την εκδήλωση των κεραυνών, την κατάσταση της βλάστησης και τη χρονική καθυστέρηση (holdover time).

Ακόμα και σε πολύ θερμές και ξηρές χρονιές, εκεί που η εδαφική υγρασία είναι υψηλή δηλαδή σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό και στα πιο βαθιά εδάφη στα κατώτερα τμήματα των πλαγιών, τα έλατα καίγονται δύσκολα (Γκουβάς 2011). Από την άλλη πλευρά, σε καμένες περιοχές, όπως εκείνη του 2000, η εξάπλωση στα χόρτα είναι γρήγορη, πλήττοντας ενίοτε και προσπάθειες αναδάσωσης. Για την άνοιξη και τη θερινή περίοδο, έχει βρεθεί ότι οι κερανοί εκδηλώνονται πιο συχνά σε δασωμένες περιοχές που τα εδάφη είναι πιο υγρά καθώς και ότι η συσχέτιση της κεραυνικής δραστηριότητας με το υψόμετρο και με τη μορφολογική κλίση, είναι θετική (Kotroni και Lagouvardos 2008). Βεβαίως, τα δάση που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο απειλούνται συχνά και από πυρκαγιές που ξεσπούν μακριά και στα κατόντη των ορεινών όγκων ενώ οι κίνδυνοι για αυτά είναι πολλοί περισσότεροι και δεν προέρχονται όλοι από τη φωτιά (Γκουβάς 2011).

Παρόλο που οι περισσότεροι από τους κεραυνούς που έχουν προκαλέσει πυρκαγιές στο Μαίναλο, έχουν καταγραφεί στο νότιο τμήμα του (Σχήμα 7), η πιθανότητα να υπάρξει καταστροφική πυρκαγιά από κεραυνό που θα προκαλέσει ανάφλεξη στο βόρειο ή/και δυτικό τμήμα του όρους, είναι υπαρκτή.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον κ. Φώτιο Παπαχατζή για την καθοριστική του συμβολή καθώς και τους υπαλλήλους της Π.Υ. Μεγαλόπολης και την Αναπληρώτρια Δασάρχη Βυτίνας κ. Βασιλική Σαράντη, για τις χρήσιμες διευκρινήσεις και τα δεδομένα που παρείχαν.

Abstract

This paper concerns seventy-six (76) lightning-ignited wildfires on mount Mainalo and its peripheral zone, during the May to November period of the years 1998 to 2020. Descriptive statistics (mean, standard error, median, mode, standard deviation, minimum and maximum) and frequency distribution histograms were used to describe the number of fires per year or month, the burned area per fire, the total burned area per month or year, absolute or mean elevation of lightning-caused fire occurrence, wildfire detection time, and the holdover time (the phase between ignition and detection). The analysis shows that the frequency of lightning-caused wildfires is increased in August and July while most of the fires have taken place at the south part of the mountain and have been detected in the afternoon hours. The results and the preliminary conclusions regarding the spatial and temporal distribution of lightning-caused wildfires and the rest of the data series of this paper, represent the first approach of this type to the lightning-ignited wildfires in Greece.

Βιβλιογραφία

Anderson K., 2002. A model to predict lightning-caused fire occurrences. *Int. J. Wildland Fire*, 11, 163-172. <https://doi.org/10.1071/WF02001>

Αριανούτσου - Φαραγγιτάκη, Μ. και Καζάνης, Δ., 2012. Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας. Σελ. 103-116 στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επιμ. έκδοσης). Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. WWF Ελλάς, Αθήνα. ISBN: 978-960-7506-28-3.

Chen, F., Du, Y., Niu, S. and Zhao, J., 2015. Modeling Forest Lightning Fire Occurrence in the Daxinganling Mountains of Northeastern China with MAXENT. *Forests* 6, no. 5: 1422-1438. <https://doi.org/10.3390/f6051422>

Γκουβάς Μ., 2009: Περί της αναγκαιότητας σύνταξης χαρτών προτεραιότητας προστασίας της δασικής βλάστησης από τις δασικές πυρκαγιές. Τα Νέα της Πανελληνίας Κίνησης Δασολόγων, Ιαν.-Φεβ.-Μάρτ. 2009, 41: 5.

Γκουβάς, Μ., 2011. Οι κίνδυνοι από την ξηρασία, τα έντομα και τις πυρκαγιές για τα αρκαδικά ελατοδάση. Όρος Αρκαδίας (Σύλλογος Αρκάδων Ορειβατών και Οικολόγων), (2010 B) 24: 28-29 (μέρος Α') & (2011 A) 25: 30-31 (μέρος Β').

Komarek, E.V., 1968. Lightning and lightning fires as ecological forces. In: Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference Number 7. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL, pp. 169—198.

Kotroni, V. and Lagouvardos, K. 2008. Lightning occurrence in relation with elevation, terrain slope, and vegetation cover in the Mediterranean. *J. Geophys. Res.* 113, D21118, doi:10.1029/2008JD010605.

Mazarakis, N., Kotroni, V., Lagouvardos, K., and Argiriou, A., 2008. Storms and Lightning Activity in Greece during the Warm Periods of 2003–06, *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 47(12), 3089-3098. Retrieved May 23, 2021, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/apmc/47/12/2008jamc1798.1.xml>.

Μαζαράκης Ν., 2010. Παρατηρησιακή και αριθμητική μελέτη των δυναμικών και φυσικών διεργασιών που συνδέονται με τη θερινή καταιγιδόφορο δραστηριότητα στον ελληνικό χώρο. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών. Σελ. 177.

Moris, J.V., Conedera, M., Nisi, L., Bernardi, M., Cesti, G. and Pezzatti, G., 2020. Lightning-caused fires in the Alps: Identifying the igniting strokes. *Agric. For. Meteorol.* 290. 107990. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107990>.

Nash, C.H. and Johnson, E.A., 1996. Synoptic climatology of lightning-caused forest fires in subalpine and boreal forests. *Can. J. For. Res.* 26. 1859-1874. <https://doi.org/10.1139/x26-211>.

Ogilvie, C.J. 1989 Lightning fires in Saskatchewan forests. *Fire Management Notes* 50(1): 31-32.

Pérez-Invernón, F. J., Huntrieser, H., Soler, S., Gordillo-Vázquez, F. J., Pineda, N., Navarro-González, J., Reglero, V., Montanyà, J., Van der Velde, O. and Koutsias, N., 2021. Lightning-ignited wildfires and long-continuing-current lightning in the Mediterranean Basin: Preferential meteorological conditions, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/acp-2021-125>, (under review).

Pineda, N. and Rigo, T. 2017. The rainfall factor in lightning-ignited wildfires in Catalonia. *Agric. For. Meteorol.* 239, 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.016>.

Pyne, S.J., Andrews, P.L. and Laven, R.D. 1996. *Introduction to wildland fire*, 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Pyne, S.J. 2001. *Fire: A Brief History*. University of Washington Press, Seattle. ISBN: 9780295803272 0295803274, 204 p.

Παπαγεωργίου Σ. 2015. Δασικές πυρκαγιές από κεραυνούς. Άρθρο στον ιστότοπο www.fire.gr (<https://www.fire.gr/?p=21226>).

Scott A.C., Bowman D.M.J.S., Bond W.J., Pyne S.J. and Alexander M.E. 2014. *Fire on earth: an introduction*. 1st Ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. USA. 434 p.

Reineking, B., Weibel, P., Conedera, M and, Bugmann, H. 2010. Environmental determinants of lightning- v. human-induced forest fire ignitions differ in a temperate mountain region of Switzerland. *Int. J. Wildland Fire* 19, 541-557. <https://doi.org/10.1071/WF08206>.

Schultz, C., Nauslar, N., Wachter, J., Hain, C. and Bell, J., 2019. Spatial, Temporal and Electrical Characteristics of Lightning in Reported Lightning-Initiated Wildfire Events. *Fire* 2, no. 2: 18. <https://doi.org/10.3390/fire2020018>

Wotton, B. and Martell, D., 2005. A lightning fire occurrence model for Ontario. *Can. J. For. Res.* 35(6): 1389--1401. <https://doi.org/10.1139/x05-071>