

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/282671859>

Η μετάδοση δασικών πυρκαγιών με καύτρες στην Ελλάδα

Article · March 2014

CITATIONS

0

READS

562

2 authors:



Miltiadis Athanasiou

Hellenic Agricultural Organization - Demeter

52 PUBLICATIONS 65 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Gavriil Xanthopoulos

Hellenic Agricultural Organization - "DIMITRA" - Institute of Mediterranean Forest ...

151 PUBLICATIONS 3,473 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

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



Μελέτη και επιχειρησιακό σχέδιο για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στη Ζάκυνθο, Έργο Interreg IV "NAT-PRO" – MIS: 902052, Τ.Ε.Ι. Ιονίων Νήσων, Σελ. 153. [View project](#)



Linking Civil Protection and Planning by an Agreement on Objectives - INCA [View project](#)

ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ

επιθεώρηση

ΜΑΡΤΙΟΣ-ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2014
ΤΕΥΧΟΣ 164 / ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β'

**Η μετάδοση
δασικών πυρκαγιών
με καύτρες
στην Ελλάδα**

**Κώστας
Συνοδήκης:**
«Οι ασκήσεις πρέπει
να αποτυγχάνουν...»



Η μετάδοση δασικών πυρκαγιών με καύτρες στην Ελλάδα

Των Μ. Αθανασίου * και Γ. Ξανθόπουλου **

1. Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές εξαπλώνονται μέσω της μετάδοσης της θερμότητας με την επαγωγή θερμών αερίων και την ακτινοβολία, ενώ η επαφή έχει αμελητέο ρόλο στην εξαπλώση τους εξ' αιτίας της πολύ μικρής θερμικής αγωγιμότητας των δασικών καυσίμων. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, μεταδίδονται και με αναμμένα τεμάχια καύσιμης ύλης, τα οποία καλούνται καύτρες, μεταφέρονται από τον άνεμο και προσγειώνονται μακριά από την περίμετρό τους (Ξανθόπουλος, 1996). Το φαινόμενο της μετάδοσης των δασικών πυρκαγιών με καύτρες καλείται συχνά και "κηλίδωση".

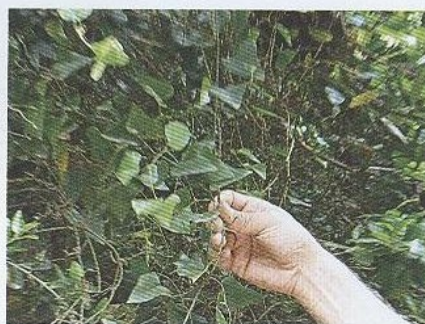
Εκτός από το γεγονός ότι η μετάδοση των δασικών πυρκαγιών με καύτρες δυσχεραίνει ή και πολλές φορές ακυρώνει το δασοπροσβεστικό έργο, επιπλέον αυξάνει τον κίνδυνο εγκληβισμού¹ του προσωπικού πυρόσβεσης και των πολιτών, με πιο πρόσφατο το τραγικό δυστύχημα της 24ης Αυγούστου 2007 στην Αρτέμιδα όπου εγκληβίστηκαν 23 πολίτες και πυροσβέστες (Xanthopoulos et al. 2009). Η κατά το δυνατόν αποτελεσματική και ασφαλής αντιμετώπιση του φαινομένου της κηλίδωσης, προϋποθέτει κατανόηση



Εικόνα 1



Εικόνα 3α



Εικόνα 2α



Εικόνα 2β

του μηχανισμού του και εξαρτάται από τη δυνατότητα του προσωπικού πυρόσβεσης: α) να προβλέπει τις πιθανότητες εμφάνισής του και β) να εκτιμά την ένταση και έκτασή του, ανάλογα με τις εκάστοτε επικρατούσες συνθήκες στο επιχειρησιακό πεδίο.

Στα πλαίσια της διδακτορικής

διατριβής του πρώτου συγγραφέα, οι mega-πυρκαϊές της αντιπυρικής περιόδου του 2007, η μεγάλη πυρκαϊά της βορειοανατολικής Αττικής του 2009 - αλλά και μικρότερες σε ένταση και έκταση πυρκαγιές (των αντιπυρικών περιόδων των ετών 2007 έως και 2012), αποτέλεσαν ευκαιρίες μελέτης του φαινομένου

1. Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι, μερικές φορές, αναμμένα τεμάχια καύσιμης ύλης ή πυρωμένες πέτρες κατακυλιούν καταλήγοντας σε περιοχές άκαυτης βλάστησης, πιο χαμηλά από τις θέσεις των δασοπροσβεστικών δυνάμεων (πεζοπόρων τμημάτων ή/και περιπολικών οχημάτων) μεταδίδοντας εκεί την πυρκαϊά. Ειδικά για την περίπτωση των πεζοπόρων τμημάτων, όταν κάτι τέτοιο συμβεί, ακόμα και σχετικά αργά κινούμενες πυρκαϊές είναι δυνατόν να γίνουν ξαφνικά πολύ επικίνδυνες, χωρίς καμία προειδοποίηση.

της κηλίδωσης αλλή και ευκαιρίες παρατήρησης, καταγραφής και τεκμηρίωσης της συνολικής συμπεριφοράς και εξάπλωσής τους στο πεδίο. Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών αυτών οι οποίες είχαν καθοριστικά διαφορετικά, ποσοτικά

υγρασία του αέρα επιλέχθηκε καθώς:

- οι τιμές της επηρεάζουν άμεσα τις τιμές της επί τοις εκατό περιεχόμενης υγρασίας των δασικών καύσιμων (ιδιαίτερα των ξηρών λειπών καυσίμων) η οποία αποτελεί με τη σειρά της, βασικό παράγοντα που επηρεάζει την

δημιουργίας νέων εστιών φωτιάς στη βλάστηση όπου θα προσγειωθούν οι καύτρες.

Οι παράγοντες που καθορίζουν αν το τεμαχίδιο της καύσιμης ύλης θα ταξιδέψει και θα προσγειωθεί αναμμένο στο έδαφος είναι: α) η ευκολία αποκόλλησης και ανύψωσής



Εικόνα 3β

και ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για την ανάπτυξη και τη βαθμονόμηση εύχρηστων μοντέλων, καθώς και για έρευνα σχετική με τις κρίσιμες τιμές (τιμές κατωφλίων) της επί τοις εκατό σχετικής υγρασίας του αέρα και της επί τοις εκατό περιεχόμενης υγρασίας των λειπών δασικών καυσίμων πάνω από τις οποίες δεν αναμένεται η εμφάνιση κηλίδωσης και κάτω από τις οποίες το φαινόμενο εμφανίζεται και η έντασή του αυξάνεται (έως και την εμφάνιση άφθονων, δεκάδων καυτρών).

Στο παρόν άρθρο παρουσιάζονται και συσχετίζονται η απουσία, η εμφάνιση και η κλιμάκωση της έντασης του φαινομένου με τις επικρατούσες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα σε συνδυασμό με τους τύπους της βλάστησης όπου προσγειώνονται οι καύτρες. Η σχετική

πιθανότητα ανάφλεξης, τον ρυθμό εξάπλωσης και την ένταση της φωτιάς και

- επειδή αποτελεί ένα δυνητικά, απλό εργαλείο για την γρήγορη ποιοτική εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης του φαινομένου, από το προσωπικό πυρόσβεσης.

2. Η μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου σε διεθνές επίπεδο

Σύμφωνα με τον Rothermel (1983), η μετάδοση με καύτρες εξαρτάται από τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες παραγόντων: α) από την ύπαρξη βλάστησης, τα χαρακτηριστικά της οποίας επιτρέπουν τη δημιουργία κατάλληλων φλεγόμενων τεμαχιδίων (καυτρών), β) από την ύπαρξη των δυνάμεων εκείνων οι οποίες θα μεταφέρουν τις καύτρες και από την απόσταση την οποία οι καύτρες θα διανύσουν και γ) από την πιθανότητα

του, ο βαθμός ευφλεκτικότητας του, το μέγεθος, τα αεροδυναμικά του χαρακτηριστικά, η χημική του σύσταση, η θέση του στο χώρο σε σχέση με την υπόλοιπη βλάστηση, το ειδικό του βάρος, η ύπαρξη επαγωγικής στήλης, οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου και η ύπαρξη ανωρόφου.

Ο άνθρωπος αποτελεί συχνά φυσικό εμπόδιο για τις καύτρες και εμποδίζει τη δημιουργία ισχυρής επαγωγικής στήλης. (Andrews and Chase 1989). Όταν όμως η επαγωγική στήλη δημιουργείται (εικόνα 1), "αρπάζει" τις καύτρες και τις ανυψώνει στο κατάλληλο ύψος απ' όπου στη συνέχεια, μεταφέρονται από τον άνεμο σε μεγάλη απόσταση. Υψηλές τιμές ταχύτητας του ανέμου σε συνδυασμό με χαμηλές τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα, αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης κηλίδωσης (Koo et al. 2010).



Εικόνα 4

Η μέγιστη απόσταση την οποία διανύουν οι καύτρες εξαρτάται από τη διάρκεια καύσης τους (Tarifa et al. 1965; Albin, 1979) η οποία εξαρτάται: α) από το μέγεθός τους, β) από την ύπαρξη επαγωγικής στήλης και των ανοδικών ρευμάτων της πυρκαϊάς που θα τις ανυψώσουν κατακόρυφα (Tarifa et al. 1965; Lee and Hellman 1969; Muraszew 1974; Muraszew et al. 1975; Muraszew and Fedele 1977; Albin 1979; Woycheese 1996; Koo et al. 2007) καθώς και γ) από την ένταση, τη φορά και τα χαρακτηριστικά του πεδίου του ανέμου ο οποίος θα ορίσει την τελική τροχιά τους (η οποία εξαρτάται και από την γεωμορφολογία της περιοχής) όταν οι καύτρες "απελευθερωθούν" από τα ανοδικά ρεύματα της επαγωγικής στήλης που τις ανύψωσε.

Σύμφωνα με τους Hadden and Scott (2011), η πιθανότητα ανάφλεξης είναι συνάρτηση του μεγέθους της καύτρας και της θερμοκρασίας της η οποία θα πρέπει να αυξάνεται όσο το μέγεθος της καύτρας μειώνεται, έτσι ώστε να μπορεί να μεταδώσει τη φωτιά. Σύμφωνα με τους Ganteaume et al. (2011), οι καύτρες μεγαλύτερου

βάρους καίγονται για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και τα τμήματα ή τα λείπια του κουκουναριού της χαλιπύου πεύκης (*Pinus halepensis*) έχουν αυτή την ιδιότητα η οποία αυξάνει την πιθανότητα ανάφλεξης της βλάστησης στην οποία θα προσγειωθούν. Πειράματα σε πευκοβελόνες του *Pinus elliotii* σε εργαστηριακές συνθήκες (Blackmarr, 1972) έχουν δείξει ότι η πιθανότητα ανάφλεξης του βελονοτάπητα στον οποίο θα προσγειωθούν οι καύτρες επηρεάζεται από την περιεχόμενη υγρασία του. Σε κάποια συγκεκριμένα επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας του βελονοτάπητα, έχει βρεθεί ότι η πιθανότητα ανάφλεξης του επηρεάζεται και από το μέγεθος της καύτρας.

Με απλά λόγια, έχει φανεί ότι καθώς αυξάνεται το μέγεθος της καύτρας, η πιθανότητα ανάφλεξης της επιφανειακής βλάστησης που την "υποδέχεται" είναι υπαρκτή ακόμα και σε συνθήκες υψηλότερων τιμών της επί τοις εκατό σχετικής υγρασίας του αέρα (δηλαδή σε συνθήκες υψηλότερων τιμών της περιεχόμενης υγρασίας της βλάστησης).

Οι Satoh et al. (2003) οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι όταν οι τιμές

της περιεχόμενης υγρασίας στα φύλλα της λιγότερο εύφλεκτης φυλλοβόλου Ιαπωνικής βελανιδιάς (*Quercus acutissima*) κυμαίνονται από 10 έως 15 %, επηρεάζουν σε μικρό βαθμό την πιθανότητα ανάφλεξης η οποία επηρεάζεται πολύ περισσότερο από τις ξαφνικές ριπές του ανέμου. Παρόμοια πειράματα από τους Kim et al. (2010) σε φύλλα του Ιαπωνικού κόκκινου πεύκου (*Pinus densiflora*) και της Κινέζικης βελανιδιάς (*Quercus variabilis*), έδειξαν ότι η πιθανότητα ανάφλεξης εξαρτάται από τη σχετική διάταξη (Blackmarr, 1972) και την πυκνότητα των καυσίμων και αυξάνεται όταν εμποδίζεται η απώλεια θερμότητας αλλά ταυτόχρονα επιτρέπεται στο οξυγόνο να συμβάλλει στην καύση. Η "προσγείωση" της καύτρας εντός της φυλλοστρωμνής αυξάνει την πιθανότητα ανάφλεξης.

3. Το φαινόμενο της κηλίδωσης στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η μετάδοση καυτρών σε μεγάλες αποστάσεις είναι συνηθισμένο φαινόμενο στις πυρκαγιές δασών χαλιπύου πεύκης (*Pinus halepensis*) ιδιαίτερα όταν υπάρχει πυκνός υπόροφος αειφύλλων πλατυφύλλων που η ανάφλεξή του προκαλεί ανάφλεξη και της κόμης των πεύκων ενώ παράλληλα δίνει την ενέργεια για τη δημιουργία ισχυρής επαγωγικής στήλης (Ξανθόπουλος, 1996). Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις η ύπαρξη ή/και η ευρεία εξάπλωση του αρκουδόβατου (*Smilax aspera*, εικόνα 2) σε θαμνώνες και υψηλά δάση, αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης καυτρών οι οποίες συχνά μπορεί να μεταφερθούν σε αποστάσεις πολλών εκατοντάδων μέτρων, ακόμα και υπό συνθήκες ανέμου χαμηλής ταχύτητας (Καϊλίδης,

1990, Ξανθόπουλος, 1996). Πάντως, συχνά καύτρες προσγειώνονται σε ακόμη μεγαλύτερες αποστάσεις από την περίμετρο της πυρκαγιάς, αλλιώς φθάνουν στο έδαφος είτε "σβησμένες" είτε με θερμοκρασία που δεν αρκεί για να προκαλέσει ανάφλεξη της βλάστησης, για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια εξάπλωσης της μεγάλης πυρκαγιάς της Κασσάνδρας Χαλκιδικής, τον Ιούλιο του 1981 – σε συνθήκες νηνεμίας και υποπνέοντος ανέμου – βρέθηκαν μακριά από την κεφαλή της: α) μισοκαμμένα, "σβησμένα" κλαδάκια σε αποστάσεις 500 έως 1000 μέτρων και β) μισοκαμμένα, "σβησμένα" φύλλα αρκουδόβατου σε αποστάσεις 1 έως 2 χιλιομέτρων.

3.1 Παρατηρήσεις εμφάνισης ή απουσίας του φαινομένου της κηλίδωσης στο πεδίο

Για έξι συνεχείς αντιπυρικές περιόδους (2007 έως και 2012), τεκμηριώθηκαν δασικές πυρκαγιές σε εξέλιξη με βάση προσχεδιασμένο πρωτόκολλο, μεριμνώντας διαρκώς για την αυτοπροστασία του παρατηρητή. Καταγράφηκαν και μετρήθηκαν ποσοτικά χαρακτηριστικά τους όπως ο ρυθμός εξάπλωσης και το μήκος φλόγας και επισημάνθηκαν κρίσιμα ποιοτικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς τους όπως ο τύπος τους (επιφανείας, παθητική, ενεργή ή ανεξάρτητη κόμης), η μετάδοσή τους με καύτρες, η εκδήλωση εκρηκτικής συμπεριφοράς, η εξέλιξη σε στενή κοιλάδα ή φαράγγι, κ.α. Ταυτόχρονα, μετρήθηκαν και καταγράφηκαν οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούσαν και καταγράφηκαν οι δασικοί τύποι βλάστησης και το γεωμορφολογικό ανάγλυφο των περιοχών όπου οι δασικές πυρκαγιές εξαπλώνονταν (Athanasίου and

Xanthopoulos, 2010).

Η χρονική διάρκεια των παρατηρήσεων στο πεδίο για την τεκμηρίωση της εμφάνισης ή της απουσίας του φαινομένου της κηλίδωσης, διακυμάνθηκε από μερικά λεπτά έως μισή ώρα, περίπου. Καταγράφηκε και μετρήθηκε:

α) η απουσία ή η εμφάνιση του φαινομένου της κηλίδωσης, β) ο αριθμός των καυτρών (στις περιπτώσεις εμφάνισης του φαινομένου), γ) η σχετική υγρασία του αέρα (RH%) και δ) ο τύπος της βλάστησης (τα δασικά καύσιμα) στην οποία "προσγειώθηκαν" οι καύτρες.

Η σχετική υγρασία αέρα μετρήθηκε με χρήση ηλεκτρονικού μετεωρολογικού οργάνου ενώ σε λίγες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε η τιμή του εγγύτερου μετεωρολογικού σταθμού. Το σύνολο των μετρήσεων και των πληροφοριών αποθηκεύονταν με αφήγηση, σε πραγματικό χρόνο, σε ψηφιακό καταγραφέα φωνής καθώς ήταν διαρκής η ανάγκη μετακίνησης και επιλογής νέων θέσεων.

Η απουσία ή η εμφάνιση του φαινομένου της μετάδοσης της πυρκαγιάς με καύτρες, τεκμηριώθηκε σε 75 περιπτώσεις. Για τις 28 από αυτές, η πυρκαγιά δεν μεταδόθηκε με καύτρες ενώ κατά τις υπόλοιπες 47 παρατηρήσεις καταγράφηκε η εμφάνιση του φαινομένου.

Με κριτήριο τον αριθμό των καυτρών, δημιουργήθηκαν οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες για την περιγραφή της κλιμάκωσης της έντασης του φαινομένου της κηλίδωσης: α) απουσία του φαινομένου, β) συμπτωματική (σπάνια) εμφάνιση μίας ή δύο καυτρών, γ) περιορισμένη εμφάνιση έως και εννέα καυτρών και δ) έντονη εμφάνιση του φαινομένου με δέκα ή και περισσότερες καύτρες.

Αποτελέσματα

Από την παρακολούθηση των ανωτέρω πυρκαγιών προέκυψε η ποιοτική παρατήρηση ότι στις περιπτώσεις εμφάνισης μίας ή δύο καυτρών, αυτές δεν επηρεάζουν, επί το πλείστον, τον ρυθμό εξάπλωσης και την ένταση της πυρκαγιάς. Στις περιπτώσεις εμφάνισης έως και εννέα καυτρών ή δέκα και περισσότερων, επηρεάζεται καθοριστικά η συμπεριφορά της φωτιάς καθώς το βεληνεκές της τροχιάς των καυτρών, οδηγεί πολλές από αυτές, αρκετά μακριά από την περίμετρο της κύριας πυρκαγιάς η οποία τις δημιουργεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο αριθμός των καυτρών που παράγονται είναι αξιοσημείωτος και οι εστίες που δημιουργούν οι περισσότερες από τις καύτρες αυτές, εξελίσσονται ως νέες πυρκαγιές και ενώνονται μεταξύ τους ή και με την κύρια πυρκαγιά (εικόνα 3), αυξάνοντας τον ρυθμό εξάπλωσης και την έντασή της.

Οι τύποι των δασικών καυσίμων στα οποία "προσγειώθηκαν" οι καύτρες ήταν: α) μακία (θαμνώδης) βλάστηση [π.χ. σκίνος (*Pistacia lentiscus*), φιλλήυκι (*Phyllirea latifolia*), κουμαριά (*Arbutus unedo*), κ.α., εικόνα 4], β) φρύγανα [π.χ. αστοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*), ασφάκα (*Phlomis fruticosa*), κ.α., εικόνα 5] και γ) χόρτα. Σε όλους τους τύπους βλάστησης η τιμή σχετικής υγρασίας του αέρα 40,3% ήταν το γενικό ανώτατο όριο εμφάνισης έστω και μίας καύτρας, δηλαδή παρατηρήθηκε απουσία του φαινομένου για τιμές σχετικής υγρασίας του αέρα μεγαλύτερες του 40,3%. Οι τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια των 75 παρατηρήσεων, κυμάνθηκαν από 13% έως 48,9%.

Από την ανάλυση του δείγματος



Εικόνα 5

των 75 παρατηρήσεων προέκυψε ότι:

- η τιμή σχετικής υγρασίας του αέρα 35% φάνηκε ως το ανώτατο όριο πιθανής εμφάνισης αξιοσημείωτου αριθμού καυτρών (έως και εννέα καύτρες),
- για τιμές σχετικής υγρασίας του αέρα μικρότερες του 25% το φαινόμενο τείνει να εμφανίζεται έντονο (με αρκετές έως και δεκάδες καύτρες) και τέλος,
- για τιμές σχετικής υγρασίας του αέρα μικρότερες του 15% το φαινόμενο είναι έντονο και παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς καθώς αναμένεται η εμφάνιση δεκάδων καυτρών, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στην εμφάνιση ακραίας και εκρηκτικής συμπεριφοράς της φωτιάς.

Όπως προαναφέρθηκε, η τιμή σχετικής υγρασίας του αέρα 40,3% ήταν το ανώτατο όριο για την εμφάνιση νέων εστιών από καύτρες. Μάλιστα, η σχετικά υψηλή αυτή τιμή παρατηρήθηκε σε πυρκαγιά σε φρύγανα. Σε αυτόν

τον τύπο βλάστησης γενικά υπήρξε μεγαλύτερη ευκολία έναυσης των καυτρών, σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους.

Για τα φρύγανα τα πεδία τιμών σχετικής υγρασίας του αέρα με και χωρίς εμφάνιση κηλίδωσης παρουσίασαν αρκετή αλληλοεπικάλυψη. Συγκεκριμένα, καταγράφηκε κηλίδωση σε συνθήκες σχετικής υγρασίας του αέρα από 15% έως 40,3% και δεν καταγράφηκε κηλίδωση σε συνθήκες σχετικής υγρασίας του αέρα από 30% έως 48,9%.

Αντίθετα, στη μακία βλάστηση και στα χόρτα, η τιμή σχετικής υγρασίας του αέρα 29% αναδείχθηκε ως το σαφές όριο μεταξύ εμφάνισης και απουσίας του φαινομένου της κηλίδωσης: το φαινόμενο εμφανίστηκε σε συνθήκες τιμών μικρότερων του 29% και απουσίαζε όταν η σχετική υγρασία του αέρα ξεπερνούσε το 29%.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν,

αφορούν στην εμφάνιση ή την απουσία καθώς και στην κηλιδώση της έντασης του φαινομένου της κηλιδώσης, σε σχέση με τις τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα και τον τύπο της βλάστησης όπου προσγειώνονται οι καύτρες. Αν και ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι σχετικά περιορισμένος τα αποτελέσματα συμφωνούν σε γενικές γραμμές με τη γενική εμπειρική αντίληψη για το φαινόμενο.

Οι επισημάνσεις γενικών αληθών και ειδικότερων (ανά τύπο δασικού καυσίμου) τιμών κατωφλίων ή διαστημάτων τιμών της σχετικής υγρασίας του αέρα, είναι εξ' ίσου σημαντικές και αναγκαίες καθώς μας επιτρέπουν αφ' ενός την απόκτηση σφαιρικής αντίληψης του φαινομένου, αφ' ετέρου τη βαθύτερη γνώση η οποία μπορεί να απαιτηθεί για τη διαχείριση μιας ειδικής περίπτωσης. Επίσης, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η γνώση σχετικά με την κηλιδώση του φαινομένου είναι αναγκαία και καθοριστική αληθώς μας δίνει μόνο ένα τμήμα της πληροφορίας που χρειαζόμαστε

Εκτός από το γεγονός ότι η μετάδοση των δασικών πυρκαγιών με καύτρες δυσχεραίνει ή και πολλές φορές ακυρώνει το δασοπυροσβεστικό έργο, επιπλέον αυξάνει τον κίνδυνο εγκλωβισμού του προσωπικού πυρόσβεσης και των πολιτών

καθώς ο κρίσιμος παράγοντας δεν είναι πάντοτε ο αριθμός των καυτρών. Η απόσταση μετάδοσης από την περίμετρο σε συνδυασμό με την θέση προσγείωσης, το ανάγλυφο, την ανομοιογένεια της βλάστησης και την ένταση του ανέμου μπορεί να "επιτρέψουν" σε μία και μόνο καύτρα να αλληλάξει άρδην τις συνθήκες της καταστολής ή και της ασφάλειας του προσωπικού πυρόσβεσης (Αθανασίου και Ξανθόπουλος, 2013).

Οι κρίσιμες τιμές ή τα κρίσιμα διαστήματα των τιμών της σχετικής υγρασίας εκατέρωθεν των οποίων υπάρχει η βεβαιότητα ότι η συμπεριφορά της δασικής πυρκαγιάς

αλληλάζει καθοριστικά (λόγω της εμφάνισης ή της απουσίας καυτρών ή λόγω της μείωσης ή της αύξησης του αριθμού τους) παραμένουν ζητούμενα για όλους τους τύπους των δασικών καυσίμων, συνιστούν ένα ευρύ πεδίο έρευνας και θα αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικών εργασιών.

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πρώτη προσπάθεια επεξεργασίας και παρουσίας παρόμοιων δεδομένων στην Ελλάδα. Τα παραπάνω ευρήματα προέκυψαν από την αξιοποίηση δείγματος 75 περιπτώσεων οι οποίες καταγράφηκαν στο πεδίο κατά την εξάπλωση πραγματικών δασικών πυρκαγιών. Μελλοντική επέκταση

της βάσης δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε μικρή αναθεώρηση των τιμών-κατωφλίων που προαναφέρθηκαν.

* Ο Μιτιάδης Αθανασίου είναι Περιβαλλοντολόγος με Μ.Σ. στην Πρόληψη και Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών, Υποψήφιος Διδάκτορας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και Ειδικευμένος Εθελοντής Πολιτικής Προστασίας. E-mail: info@m-athanasiou.gr.
 ** Ο Δρ. Γαβριήλ Ξανθόπουλος είναι Αναπληρωτής Ερευνητής στο Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού «ΔΗΜΗΤΡΑ» E-mail: gxnrct@fria.gr

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Μ., 2008. Συμπεριφορά Δασικών Πυρκαγιών στην Ελλάδα: Χαρακτηριστικά και Πρόγνωση. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδικεύσεως. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Πρόληψη και Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και Τμήμα Γεωπηροφορικής και Τοπογραφίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Σερρών. Σελ 140.
- Athanasiou, M., and G. Xanthopoulos. 2010. Fire behaviour of the large fires of 2007 in Greece. In proceedings of the 6th International Conference on Forest Fire Research, 15-18 November 2010, Coimbra, Portugal. D.G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 336, full text on CD.
- Αθανασίου Μ. και Ξανθόπουλος Γ. 2013. Παρατηρήσεις μετάδοσης δασικών πυρκαγιών με καύτρες στην Ελλάδα Σελ. 30-40. Στα πρακτικά του 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 6-9 Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. 1144 σελ.
- Αθανασίου Μ., 2013. Μελέτη και επιχειρησιακό σχέδιο για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ζάκυνθο, Έργο Interreg IV "NAT-PRO", Τ.Ε.Ι. Ιονίων Νήσων, Σελ. 153.
- Albini F.A., 1979. Spot fire distance from burning trees: a predictive model. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Technical Report INT-56. (Ogden, UT)
- Andrews, P.L., Chase C.H., 1989. BEHAVE: Fire behavior and prediction modeling System-Burn subsystem, Part II. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-260.
- Blackmarr, W.H., 1972. Moisture content influences ignitability of slash pine litter. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Research Note SE-173. (Asheville, NC)
- Ganteaume, A., Guijarro, M., Jappiot M., Hernando, C., Lampin-Maillet, C., Pérez-Gorostiaga, P., Vega, J.A., 2011. Laboratory characterization of firebrands involved in spot fires. Annals of Forest Science 68:531-541.
- Hadden, R., Scott, S., 2011. Ignition of Combustible Fuel Beds by Hot Particles: An Experimental and Theoretical Study. Fire Technology 47:341-355.
- Kim, D.H., Lee, M.B., Viegas, D.X., 2010. In proceedings of the 6th International Conference on Forest Fire Research, 15-18 November 2010, Coimbra, Portugal. D.G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 64, full text on CD
- Koo, E., Pagni, P.J., Linn R.R., 2007. Using FIRETEC to describe firebrand behavior in wildfires. In 'The Tenth International Symposium of Fire and Materials', 29-31 January 2007, San Francisco, CA. Interscience Communications, London, UK.
- Koo, E., Pagni, P.J., Weise, D.R., Woycheese, J.P., 2010. Firebrands and spotting ignition in large-scale fires. International Journal of Wildland Fire 19:818-843.
- Lee, S.L., Hellman, J.M., 1969. Study of firebrand trajectories in a turbulent swirling natural convection plume. Combustion and Flame 13:645-655.
- Muraszew, A., 1974. Firebrand Phenomena. The Aerospace Corporation, Report no. ATR-74(8165-01)-1, El Segundo, CA.
- Muraszew, A., Fedele, J.B., Kuby, W.C., 1975. Firebrand Investigation. The Aerospace Corp., No. ATR-75(7470)-1, El Segundo, CA
- Muraszew, A., Fedele, J.B., 1977. Trajectory of firebrands in and out of fire whirls. Combustion and Flame 30:321-324.
- Rothermel, R.C., 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. Gen. Tech. Rep. INT-143. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 161 p.
- Satoh, K., Zhong, Y.L., Yang, K.T., 2003. Study of forest fire initiation due to lighted cigarette - Measurement and observation of flaming probability of dried leaves. The 6th ASME-JSME Thermal Engineering Joint Conference. March 16-20, 2003.
- Tarifa, C.S., del Notario, P.P., Moreno F.G., 1965 On flight paths and lifetimes of burning particles of wood. In 'Tenth Symposium on Combustion', 17-21 August 1964, Cambridge, UK. The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, pp. 1021-1037.
- Woycheese, J.P., 1996. Brand lofting in large scale fires. M.Sc. thesis, University of California - Berkeley.
- Xanthopoulos, G., Viegas, D.X., Caballero, D., 2009. The fatal fire entrapment of Artemida (Greece) 2007. In 'Recent Forest Fire Related Accidents in Europe'. Domingos Xavier Viegas (Editor). European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. EUR 24121 EN. pp. 65-75.
- Ξανθόπουλος, Γ., 1996. Μετάδοση των δασικών πυρκαγιών με καύτρες. Πρακτικά του 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, με θέμα «Αξιοποίηση Δασικών Πόρων», 11-13 Οκτωβρίου 1995, Καρδίτσα. Σελ. 568-577.