



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

Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΦΟΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΗΣ 23^{ης} ΙΟΥΛΙΟΥ 2018 ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ

Αθανασίου, Μιλτιάδης¹; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ²

¹Wildfire Management Consulting and Training,

Θωμά Παλαιολόγου 8, 13673 Αχαρνές, info@m-athanasiou.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, gxnrtc@fria.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά η χωρική εξάπλωση καθώς και ποσοτικά χαρακτηριστικά της δεύτερης έως σήμερα, πιο θανατηφόρας δασικής πυρκαγιάς του 21^{ου} αιώνα διεθνώς και χειρότερης καταστροφής τέτοιου τύπου για την Ελλάδα, που ξέσπασε στην Πεντέλη στις 23 Ιουλίου 2018. Καθοδηγήθηκε προς την ανατολική ακτή της Αττικής από θυελλώδη άνεμο, προκάλεσε 102 θανάτους, περισσότερους από 150 τραυματισμούς ανθρώπων, ολική καταστροφή ή σοβαρές ζημιές σε περισσότερες από 1.650 κατοικίες και έκαψε 1.431 ha αγροδασικής έκτασης και ζωνών μίξης δασών-οικισμών. Τεκμηριώθηκε λεπτομερώς η συμπεριφορά της και αναδομήθηκε η χωρο-χρονική της εξέλιξη, αξιοποιώντας κυρίως πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό και συνεντεύξεις αυτοπτών μαρτύρων. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν στην αποτελεσματική ενημέρωση των πολιτών σε θέματα αυτοπροστασίας και να συμβάλλουν στην εκπόνηση αντιπυρικών σχεδίων.

Λέξεις κλειδιά: Συμπεριφορά δασικής πυρκαγιάς, Θάνατοι από πυρκαγιά, Δυστύχημα, Αττική.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές ήταν παρούσες διαχρονικά στο Μεσογειακό περιβάλλον της Αττικής, συχνά λαμβάνοντας μεγάλες διαστάσεις, όπως η μεγάλη πυρκαγιά της Πεντέλης της 27^{ης} Ιουλίου 1887 επί Χαριλάου Τρικούπη, όμως σπανίως υπήρχαν καταστροφές πέρα από τη βλάστηση και το έδαφος (Ξανθόπουλος και Caballero 2007). Εντυπωσιακή εξαίρεση αποτελεί η καταστροφή της περιοχής του βασιλικού κτήματος Τατοΐου το 1916, από πυρκαγιά που έκαψε περί τα 30.000 στρέμματα, κόστισε 20 ανθρώπινες ζωές τραυματίζοντας ή θέτοντας σε κίνδυνο εκατοντάδες άλλες, περιλαμβανομένης εκείνης του βασιλιά, και κατέστρεψε τα θερινά ανάκτορα. Το δάσος εκείνο ήταν ίσως το μοναδικό εκείνη την εποχή στην Αττική όπου δεν γινόταν απόληψη καυσόξυλων από τον πληθυσμό (Xanthopoulos 1988).

Με την αύξηση του πληθυσμού στην Αττική και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, από τη δεκαετία του 1970 άρχισε η ανάπτυξη περιοχών μίξης δασών-οικισμών που αύξησε την επικινδυνότητα των δασικών πυρκαγιών. Οι πυρκαγιές στις περιοχές αυτές πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980, με πιο εμβληματική την πυρκαγιά της 4^{ης} Αυγούστου 1981 στα βόρεια προάστια της Αθήνας (Νέα Ερυθραία, Κηφισιά, Μελίσσια, Μαρούσι) και συνέχισαν με αυξανόμενη συχνότητα αλλά και δυναμικό καταστροφής κατά τις επόμενες δεκαετίες (Xanthopoulos κ.α. 2002, Xanthopoulos 2002, Xanthopoulos 2008, Ξανθόπουλος και Αθανασίου 2013, Ξανθόπουλος 2016, Ξανθόπουλος κ.α. 2018, Xanthopoulos και Athanasiou. 2018, 2019). Τραγική κορύφωση αυτής της τάσης αποτέλεσε η δασική πυρκαγιά της 23^{ης} Ιουλίου 2018 στην ανατολική Αττική, που αφαιρέσε 102 ζωές ανθρώπων, προκάλεσε τραυματισμούς και καταστροφές στον Νέο Βουτζά, την Προβάλινθο, το Μάτι, τον Νέο Πόντο, τα Σκουφέικα και το βόρειο τμήμα της Ραφήνας και είναι μέχρι σήμερα, η δεύτερη πιο φονική δασική πυρκαγιά του 21^{ου} αιώνα. Η πρώτη περίπτωση αφορά σε πυρκαγιές που έλαβαν χώρα στις 7 Φεβρουαρίου 2009 στη Βικτώρια της Αυστραλίας, προκαλώντας το θάνατο 173 ανθρώπων (2009 Victorian Bushfires Royal Commission και Teague 2010).

Στην παρούσα εργασία, τεκμηριώνεται και αναλύεται η συμπεριφορά της καταστροφικής πυρκαγιάς της 23^{ης} Ιουλίου 2018 με στόχο να αναδειχθεί η καίρια σημασία της γρήγορης ενημέρωσης όλων των επιπέδων διοίκησης για το δυναμικό της καταστροφής ως συνέχεια της δυνατότητας εκτίμησής του,

από τους πρώτους ανταποκριτές και τους συντονιστές στο επιχειρησιακό θέατρο, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών καθώς και στην αποτελεσματική προστασία των πολιτών.

Υλικά και Μέθοδοι

Από τις πρώτες πρωινές ώρες της 24^{ης} Ιουλίου 2018, καθώς η πυρκαγιά έκαιγε ακόμη το βορειοδυτικό τμήμα της τελικά καμένης έκτασης (Σχήμα 1), ξεκίνησε η συστηματική συλλογή δεδομένων. Οι εργασίες πεδίου περιλάμβαναν περισσότερες από δέκα (10) επισκέψεις στην περιοχή, εκατοντάδες στάσεις και, μεταξύ άλλων, την επί τόπου προσεκτική παρατήρηση των χαρακτηριστικών του τοπίου (τοπογραφίας και βλάστησης) για την λεπτομερή τεκμηρίωση της εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς. Αξιοποιήθηκε πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό και συνεντεύξεις μεγάλης σπουδαιότητας (των οποίων η εγκυρότητα επιβεβαιώθηκε από την προσεκτική και συστηματική διασταύρωση των δεδομένων). Μεγάλο μέρος της επεξεργασίας, της ανάλυσης και των υπολογισμών, έγινε με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ), όπως ο υπολογισμός των πραγματικών αποστάσεων στην επιφάνεια του εδάφους [Slength (m), N=90] με βάση τις οποίες υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες 90 τιμές του ρυθμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς [Rate of Spread (ROS) ($m \cdot min^{-1}$)] (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Οι τιμές του ROS ($m \cdot min^{-1}$) και του Slength (m) των διανυσμάτων του σχήματος 1 τα οποία αναπαριστούν τις διευθύνσεις διάδοσης της δασικής πυρκαγιάς

Table 1. ROS ($m \cdot min^{-1}$) and Slength (m) values of the wildfire spread vectors (see Figure 1)

id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)		Id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)		Id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)
1	24	49,6		31	39	196,8		61	73	708,7
2	34	97,3		32	63	126,2		62	110	330,3
3	13	48,3		33	101	402,4		63	24	284,0
4	25	220,6		34	42	678,9		64	48	580,3
5	7	69,1		35	130	259,8		65	69	207,6
6	6	72,8		36	42	309,4		66	37	295,6
7	32	761,5		37	58	287,7		67	22	109,0
8	31	340,9		38	114	227,9		68	17	121,5
9	102	307,2		39	21	109,8		69	17	66,2
10	14	100,2		40	30	810,0		70	22	194,2
11	24	171,0		41	38	1513,6		71	8	189,9
12	15	146,5		42	91	365,1		72	21	332,3
13	114	341,1		43	38	2216,7		73	27	228,9
14	93	653,4		44	45	895,1		74	30	347,0
15	66	464,7		45	13	469,1		75	12	454,0
16	18	442,4		46	11	87,0		76	33	398,2
17	26	413,4		47	9	138,1		77	21	253,9
18	19	464,1		48	28	283,9		78	19	225,5
19	14	270,3		49	13	131,8		79	6	327,6
20	77	689,6		50	8	411,9		80	9	529,5
21	79	710,3		51	18	534,8		81	8	123,2
22	49	487,2		52	61	787,6		82	22	262,5
23	23	67,7		53	56	724,1		83	9	580,0
24	39	192,9		54	23	458,2		84	3	173,5
25	58	289,0		55	14	332,3		85	11	132,7

26	53	480,5		56	6	86,3		86	7	493,3
27	40	427,9		57	41	411,7		87	26	154,1
28	32	334,8		58	39	511,8		88	9	187,5
29	43	145,2		59	31	619,4		89	2	100,2
30	35	442,6		60	22	503,0		90	10	196,2

Υπολογίστηκαν τα βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των SLength και ROS (Πίνακας 2) και δημιουργήθηκαν λεπτομερείς χάρτες με τις διευθύνσεις και τις ισόχρονες γραμμές διάδοσης της πυρκαγιάς (Σχήματα 1 & 4). Επίσης, υπολογίστηκαν η περίμετρος της πυρκαγιάς (m) και το εμβαδόν της καμένης έκτασης (ha) για δεδομένα χρονικά βήματα (Πίνακας 3) και από τη διαδοχική συσχέτισή τους με χρονικά διαστήματα από την έναρξη της πυρκαγιάς (min), προέκυψε ο υπολογισμός των ρυθμών αύξησής τους (Σχήματα 2 & 3). Στον Πίνακα 3 περιλαμβάνονται η ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου από μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών (Μ.Σ.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.).

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανωτέρω μεθοδολογίας παρουσιάζονται στους Πίνακες 1, 2 και 3 και τα Σχήματα 1, 2 και 3. Οι τιμές του ROS ($m \cdot min^{-1}$) στον Πίνακα 1 (N=90) είναι πολύ υψηλές. Για 19 εγγραφές, είναι $ROS > 50$, για 57 εγγραφές είναι $10 \leq ROS < 50$, για 12 εγγραφές είναι $5 < ROS < 10$ και μόλις σε 2 περιπτώσεις μετρήθηκε $ROS < 5 m \cdot min^{-1}$. Επίσης, οι τιμές ROS των εγγραφών (id) 9, 13, 14 15 οι οποίες αφορούν σε εξάπλωση της πυρκαγιάς δυτικά του Νέου Βουτζά και οι τιμές των εγγραφών (id) 33, 38, 62, 42, 35 που αφορούν σε εξάπλωση της πυρκαγιάς κυρίως στην περιοχή νότια των οδών Ισμήνης και Κυανής Ακτής και δυτικά της οδού Κύπρου, είναι εξαιρετικά υψηλές (Σχήμα 1 και Πίνακας 1).

Πίνακας 2. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: ROS και SLength.

Table 2. Descriptive statistics of ROS and SLength

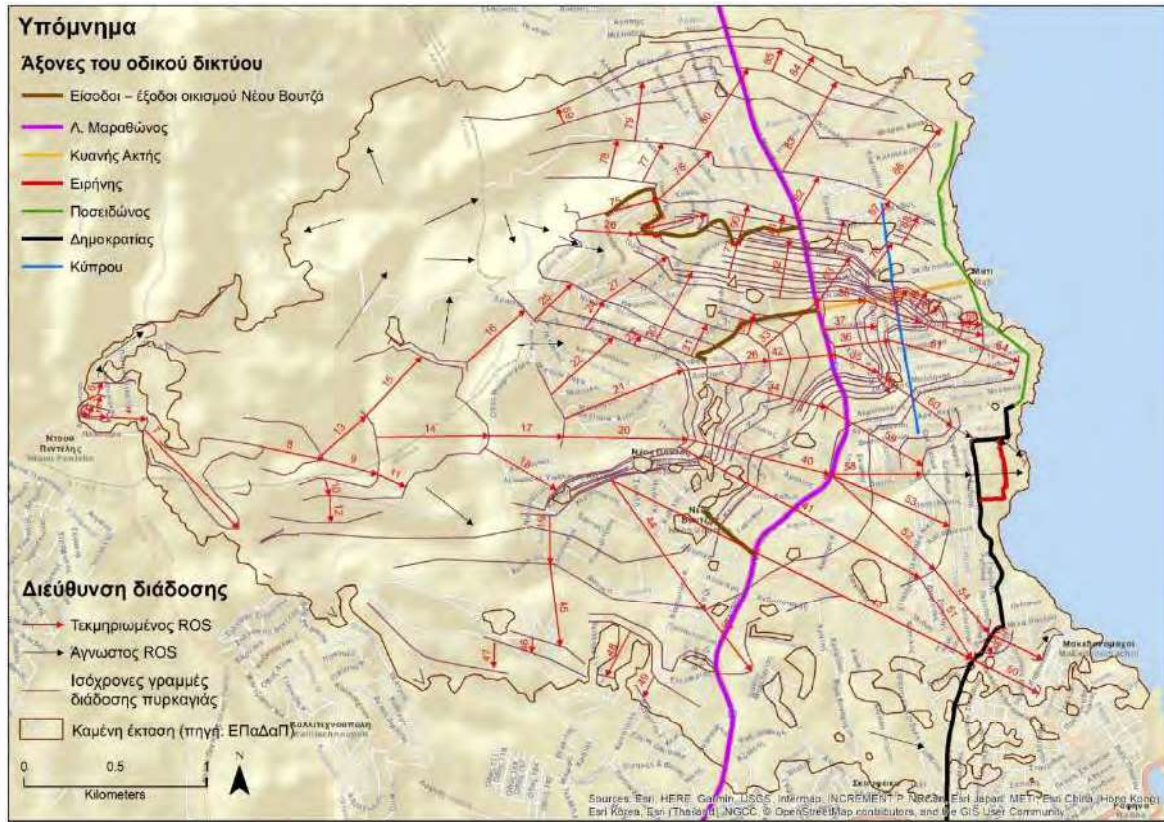
	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	SLength (m)		ROS ($m \cdot min^{-1}$)	SLength (m)
Μέση τιμή (Mean)	35	368,7		Ελάχιστη τιμή (min)	2
Τυπικό σφάλμα μέσου (S.E.)	3	32,7		Μέγιστη τιμή (max)	130
Διάμεσος (Median)	26	308,3		N	90
Τυπική απόκλιση (S.D.)	29	309,9			

Πίνακας 3. Αύξηση της περιμέτρου της δασικής πυρκαγιάς, του εμβαδού της καμένης έκτασης και η ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου

Table 3. Wildfire perimeter and burned area growth, wind speed and direction.

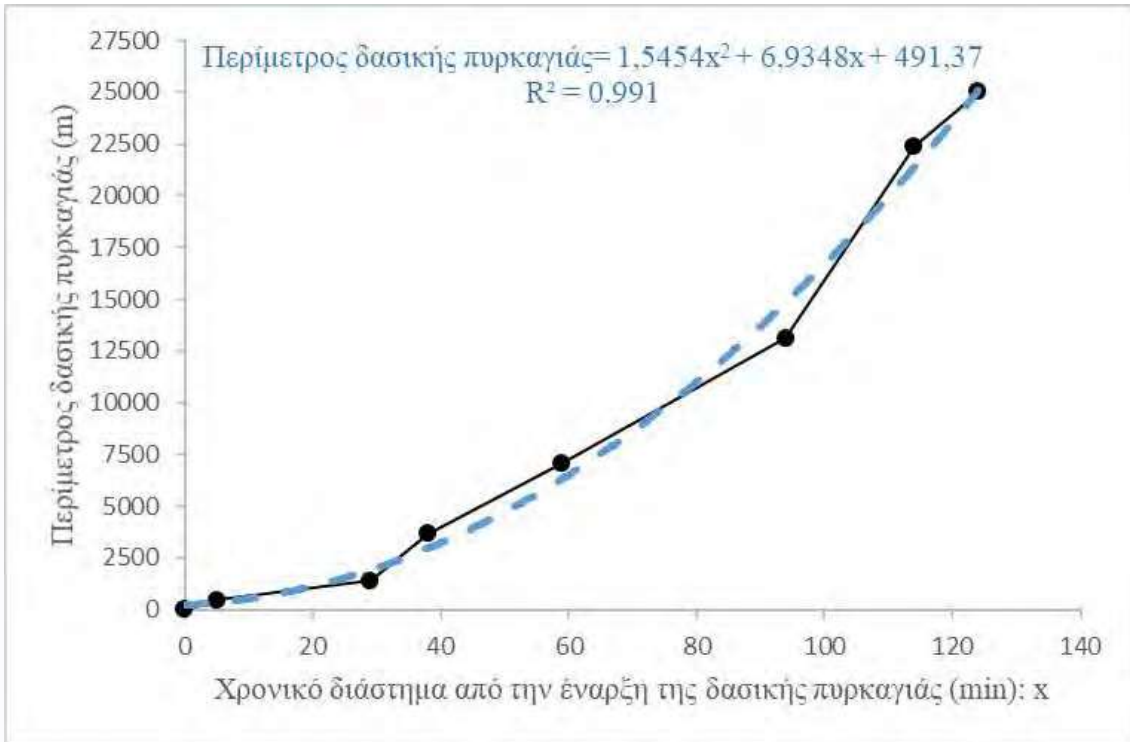
Ωρα	Χρονικό διάστημα από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min)	Περίμετρος δασικής πυρκαγιάς (m)	Εμβαδόν καμένης έκτασης (ha)	Σημειώσεις	Πεντέλη Ταχύτητα ανέμου/ριπές, $km \cdot h^{-1}$ (διεύθυνση)	Ραφήνα Ταχύτητα ανέμου/ριπές, $km \cdot h^{-1}$ (διεύθυνση)
6:46	5	451	1	Το πρώτο σπίτι στις φλόγες	52/84 (ΔΒΔ)	27/48 (Δ)
7:10	29	1.397	8	Εξάπλωση προς τα ΝΑ & τα κατάντη	50/81 (ΔΒΔ)	32/58 (ΔΝΔ)
7:19	38	3.657	19	2 δάκτυλοι (προς τα Α & ΝΑ)	55/79 (ΔΒΔ)	29/58 (ΔΒΔ)
7:40	59	7.093	122	Προσεγγίζοντας το Λύρειο Ίδρυμα & τον Νέο Βουτζά	34/52 (ΔΒΔ)	24/42 (ΔΒΔ)
8:15	94	13.116	406	Προσεγγίζοντας τη Λ. Μαραθώνος	38/57 (ΔΒΔ)	28/53 (ΔΒΔ)
8:35	114	22.367	736	Προσεγγίζοντας την ακτή	47/72 (ΔΒΔ)	28/56 (Δ)
8:45	124	25.019	859	Εξάπλωση προς τα ΝΑ	52/77 (ΔΒΔ)	27/52 (Δ)

Από το 38^ο min μετά την έναρξη της πυρκαγιάς (στις 17:19) έως το 59^ο min (στις 17:40), το εμβαδόν της καμένης έκτασης εξαπλασιάστηκε (από 19 σε 122 ha) και η περίμετρος σχεδόν διπλασιάστηκε (από 3.657 σε 7.093 m) (Πίνακας 3).



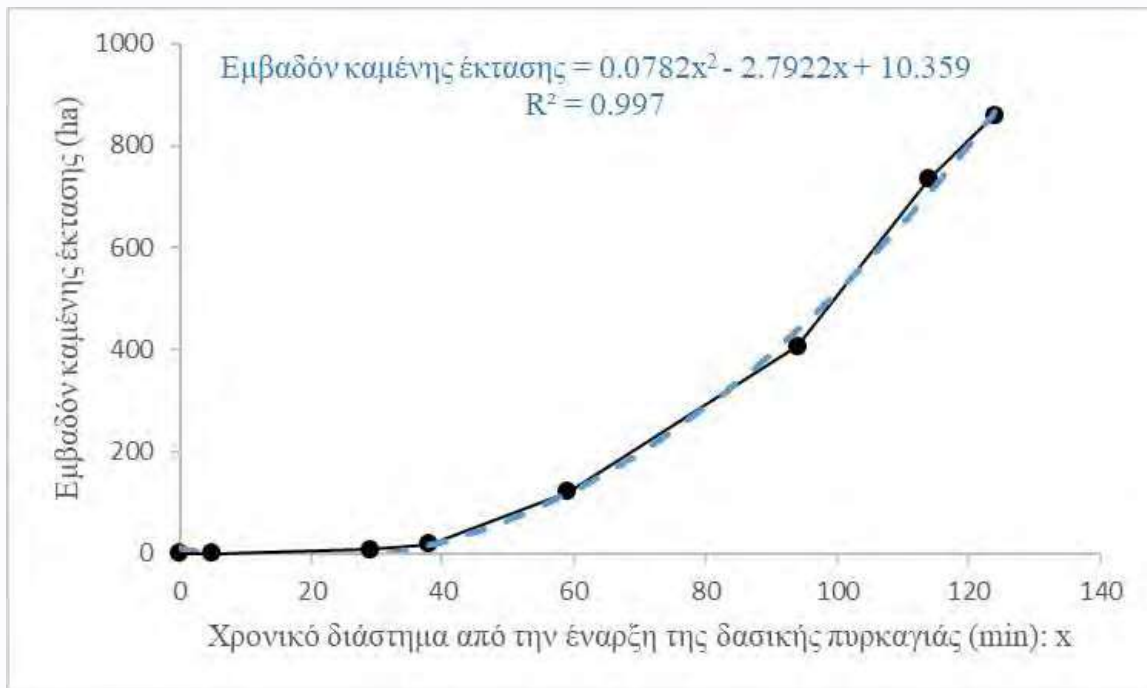
Σχήμα 1. Οπτικοποίηση των κύριων διευθύνσεων και των ισόχρονων γραμμών διάδοσης της πυρκαγιάς. Ο εκάστοτε αριθμός ταυτότητας (id), συνδέει το διάγραμμα με την αντίστοιχη εγγραφή του πίνακα 1. Οι εισοδοί - έξοδοι του οικισμού Νέου Βουτζά, από νότο προς βορρά είναι οι οδοί: Χρυσοστόμου Σμύρνης, Ισμήνης και Ρήγα Φεραίου. Η καμένη έκταση προέρχεται από την Υπηρεσία Χαρτογράφησης Καμένων Εκτάσεων (NOFFI-OBAM) του Εθνικού Παρατηρητηρίου Δασικών Πυρκαγιών (ΕΠαΔαΠ).

Figure 1. Wildfire spread visualization through vectors and isochrones. Vectors' id numbers may be utilized to spot the ROS and Slength values in the correspondent record of Table 1. The three brown lines are the Neos Voutzas settlement entrances/exits (Chrysostomou Smyrnis, Isminis and Riga Feraiou, from south to north). Burned area source: National Observatory of Forest Fires, Burned Area Mapping Service (NOFFI-OBAM).



Σχήμα 2. Συσχέτιση των τιμών της περιμέτρου (m) και του χρονικού διαστήματος από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min) που παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και το πολυώνυμο 2^ο βαθμού που περιγράφει το ρυθμό αύξησής της.

Figure 2. Correlation of “wildfire perimeter” (m) and “elapsed time from the wildfire eruption” (min) values resulted in a second order polynomial equation that describes the wildfire perimeter growth rate.



Σχήμα 3. Συσχέτιση των τιμών του εμβαδού της καμένης έκτασης (ha) και του χρονικού διαστήματος από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min) που παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και το πολυώνυμο 2^ο βαθμού που περιγράφει το ρυθμό αύξησής του.

Figure 3. Correlation of “burned area” (ha) and “elapsed time from the wildfire eruption” (min) values, resulted in a second order polynomial equation that describes the burned area growth rate.

Με βάση τις εξισώσεις των σχημάτων 2 & 3, αν υπήρχε ξηρά με βλάστηση στα ανατολικά (και όχι το όριο της ακτής) και οι συνθήκες παρέμεναν παρόμοιες, τότε στα 150 min από την έναρξη της πυρκαγιάς, η περίμετρος και το εμβαδόν της καμένης έκτασης θα ήταν της τάξης των 36.303 m και

1.351 ha, αντίστοιχα. Στην Πεντέλη, στις 15:10, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα ήταν 34°C και 28%, στις 16:40 ήταν 31 °C και 34% οπότε η τιμή της περιεχόμενης υγρασίας στα λεπτά νεκρά δασικά καύσιμα (FDFMC) εκτιμάται ίση με 5%, περίπου. Στην Ραφήνα, στις 17:00, ήταν 35 °C και 25% και στις 18:30 ήταν 33 °C και 28% οπότε η FDFMC εκτιμάται ίση με 6%, περίπου.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο ROS δεν είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό με βάση το οποίο μπορεί να εκτιμηθεί και να περιγραφεί η δυσκολία δασοπυρόσβεσης. Μία δασική πυρκαγιά που εξαπλώνεται με σχετικά χαμηλό ROS δεν είναι βέβαιο ότι καταστέλλεται εύκολα γιατί μπορεί άλλα ποσοτικά και ποιοτικά της χαρακτηριστικά να εμποδίζουν την αποτελεσματική δασοπυρόσβεση. Από την άλλη πλευρά, μία πυρκαγιά μπορεί να εξαπλωθεί με εντυπωσιακά υψηλό ROS σε λεπτά καύσιμα (π.χ. ξερά χόρτα), χωρίς όμως να απειλήσει σοβαρά ανθρώπους ή να προκαλέσει σημαντικές καταστροφές, αν φυσικά δεν υπάρχουν σημαντικές αδυναμίες στις κατασκευές και αν δεν λάβουν χώρα λανθασμένες συμπεριφορές από τους παρευρισκόμενους.

Η εξέλιξη της πυρκαγιάς έχει συνοπτικά περιγραφεί στις εργασίες των Ξανθόπουλος κ.α. (2018) και Xanthopoulos και Athanasiou (2019). Διαδόθηκε με εντυπωσιακά υψηλό ρυθμό εξάπλωσης προς τα κατάντη της ανατολικής πλαγιάς του Νέου Βουτζά (id 42, Σχήμα 1 & Πίνακας 1), υπερπήδησε τη λεωφόρο Μαραθώνος στις 18:18 (με ανατολική διεύθυνση εξάπλωσης) και στα ανατολικά αυτής πλέον, η διεύθυνση εξάπλωσής της μετατράπηκε κυρίως σε νοτιοανατολική ενώ κάποιοι δάκτυλοί της εξαπλώθηκαν και ως ανεξάρτητη πυρκαγιά κόμης (Αθανασίου 2019).

Το βόρειο τμήμα του οικισμού «Μάτι», σαρώθηκε κυρίως από τον ΒΑ ώμο της πυρκαγιάς ενώ ο δάκτυλος που εξήλθε της ρεματιάς που συνιστά το βόρειο όριο του Νέου Βουτζά, εξαπλώθηκε προς την Προβάλινθο και είτε συνάντησε – στα ανατολικά της - τις φλόγες του ΒΑ ώμου είτε ήδη καμένες περιοχές. Η επίδραση του ανέμου ήταν καθοριστική, όχι μόνο στην πολύ σημαντική αλλαγή στη διεύθυνση εξάπλωσης της πυρκαγιάς στα ανατολικά της Μαραθώνος αλλά και στην ευρύτερη περιοχή βορειοδυτικά και δυτικά της οδού Ειρήνης. Άνεμοι καναλισμού (gap winds) επίπεδοι ή κεκλιμένοι (Κωλέτσης 2010) εκδηλώθηκαν κατά τόπους, σε όλη την καμένη έκταση, επίσης. Επιπλέον, όχι μόνο οι «επιταχύνσεις» αλλά και οι «επιβραδύνσεις» στη διάδοση των φλογών (Πίνακας 1 & Σχήμα 1) σε συνδυασμό με τον πυκνό καπνό και την έλλειψη ορατότητας, δημιούργησαν κατά τόπους συνθήκες μιας πυρκαγιάς που εξαπλωνόταν «ακανόνιστα» και με «μη συμβατικό τρόπο».

Από την καταγραφή της συμπεριφοράς της δασικής πυρκαγιάς στο πεδίο, τεκμηριώθηκε ότι ακόμη και οι μικρές αλλαγές στη διεύθυνση του ισχυρού ή/και θυελλώδους ανέμου, καθόρισαν ποιες από τις ζωντανές βελόνες, ακόμη και της ίδιας κόμης, θα καίγονταν και ποιες όχι. Χωρίς την επίδραση του ανέμου, οι ζωντανές βελόνες δεν καίγονταν (Σχήμα 4) και σε πολλές περιπτώσεις, υπήρξε «αυτοκατάσβεση». Η υψηλή περιεχόμενη υγρασία της ζωντανής επιφανειακής και εναέριας βλάστησης που έχει περιγραφεί από τους Xanthopoulos και Athanasiou (2019), η ετερογένειά της στις ζώνες μίξης δασών οικισμών όπου εξαπλώθηκε η πυρκαγιά και το ταχύτατο πέρασμα καυτών αερίων και καπνού σε συγκεκριμένες διευθύνσεις, εξηγούν το γιατί κάποια τμήματά της δεν καταναλώθηκαν από τη φωτιά (π.χ. στην Αργυρά Ακτή, Σχήμα 5) είτε νεκρώθηκαν είτε όχι. Επιπλέον, οι αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου, κατά τόπους καθόρισαν τη «γραμμή που χώριζε την επιβίωση από τον θάνατο», των ανθρώπων που βρέθηκαν εκτεθειμένοι στις συνθήκες που είχε δημιουργήσει η πυρκαγιά.

Η περιεχόμενη υγρασία της βλάστησης που κάηκε, οι τύποι της, τα κατά τόπους εκτιμώμενα φορτία διαθέσιμης προς καύση βιομάζας πρόκειται να αποτελέσουν αντικείμενα μελλοντικών εργασιών όπως και τα μήκη φλόγας που καταγράφηκαν, οι περιμέτροι της πυρκαγιάς, στα χρονικά διαστήματα του Πίνακα 3 καθώς και τα χαρακτηριστικά των ζωνών μίξης δασών οικισμών (Wildland Urban Interface: WUI) και μίξης αγροτικών περιοχών οικισμών (Rural Urban Interface: RUI) οι οποίες σαρώθηκαν από την πυρκαγιά, μαζί με χαρακτηριστικές περιπτώσεις μη έγκαιρης και μη ασφαλούς απομάκρυνσης από ανθεκτικές στη δασική πυρκαγιά οικίες, με τραγικά αποτελέσματα.

Ο μεγάλος αριθμός των θυμάτων και οι θέσεις όπου οι περισσότεροι άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους, εξηγούνται σε κάποιο βαθμό, από:

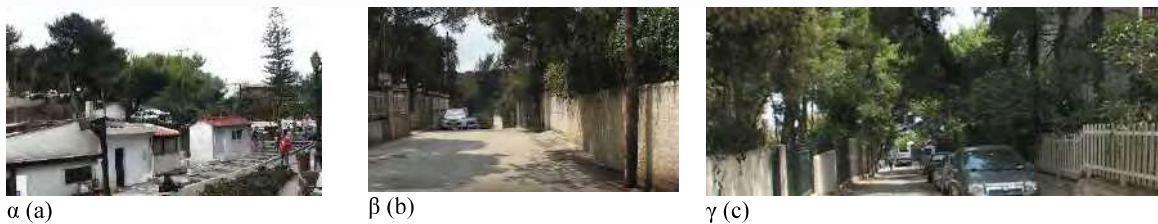
- α) το ό,τι αποφάσεις για απομάκρυνση από κτίρια ελήφθησαν με σημαντική καθυστέρηση,
- β) τη μη γνώση του οδικού δικτύου της περιοχής από τους περαστικούς,
- γ) την αντικειμενικά αργή μετακίνηση ηλικιωμένων ανθρώπων και μικρών παιδιών,

- δ) τις συνθήκες μειωμένης ή μηδενικής ορατότητας οι οποίες είχαν δημιουργηθεί από τον πυκνό καπνό και τα καυτά αέρια που καθοδηγούνταν από θυελλώδη άνεμο και «ταξίδευαν» πολύ πιο γρήγορα από τις φλόγες φθάνοντας έως και την επιφάνεια του εδάφους,
- ε) την έλλειψη βασικών γνώσεων για την προστασία από τις δασικές πυρκαγιές,
- στ) τη μη έγκαιρη ενημέρωση των πολιτών για την απειλή, και
- ζ) τη σύγκριση της μέσης ταχύτητας βαδίσματος ενός υγιούς ανθρώπου (περί τα 80 m/min) με τις υψηλές τιμές του ROS (Πίνακας 1).



Σχήμα 4. Φωτογράφιση της περιοχής που περικλείεται από την πορτοκαλί έλλειψη (τμήμα της βόρειας πλευράς της πυρκαγιάς, ανατολικά της Μαραθώνος), στις 18:28 από τη θέση 45 (πηγή: Δημήτρης Βακρινός). Οι ζωντανές βελόνες των πεύκων δεν καίγονται χωρίς την επίδραση του ανέμου. Βλέπε, επίσης, διευθύνσεις και ισόχρονες γραμμές διάδοσης της πυρκαγιάς.

Figure 4. A photo taken by a citizen (Dimitris Vakrinos) from point 45, at 18:28, shows a segment of the north flank of the fire, east of Marathonos Av. The live pine needles do not burn without the influence of wind. Also notice the wildfire spread vectors and isochrones.



Σχήμα 5. Ανάμεσα στις οδούς Αργυράς Ακτής, Πανορμιτών Τήνου και Δημοκρατίας, πολλά δένδρα πεύκης και αρκετοί καλλωπιστικοί θάμνοι σε φράχτες αυλών, δεν κάηκαν ούτε νεκρώθηκαν. (α: Από την ακτή προς τα δυτικά, β: Στην οδό Πανορμιτών Τήνου, κοιτώντας δυτικά, γ: Στην οδό Πανορμιτών Τήνου, κοιτώντας ανατολικά. Λήψη στις 24/07/2018, από τον πρώτο συγγραφέα).

Figure 5. Between Argyras Aktis (Silver Coast), Panormiton Tinou, and Dimokratias streets, a few pine trees and ornamental shrubs in yards and fences were neither burned nor scorched. (a: Standing at the coast and looking westwards, b: In Panormiton Tinou street, looking westwards, c: In Panormiton Tinou street, looking eastwards. Photos taken on July 24, 2018, by the first author).

Τα ευρήματά της παρούσας εργασίας, για τη συμπεριφορά της δασικής πυρκαγιάς και την εξάπλωσή της, μπορούν να:

- α) προκαλέσουν προσαρμογές και αναθεωρήσεις σχεδίων αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών.
- β) δείξουν ότι η αύξηση της ανθεκτικότητας σπιτιών και οικισμών στις δασικές πυρκαγιές είναι απαραίτητη και συνδέεται λειτουργικά με την προστασία των πολιτών και την μείωση της έκθεσής τους στην απειλή που προέρχεται από τις δασικές πυρκαγιές. Δηλαδή, όταν δεν υπάρχει χρόνος για οργανωμένη, έγκαιρη και ασφαλή απομάκρυνση των πολιτών, τότε η μοναδική λύση είναι η καταφυγή τους σε ανθεκτικές κατασκευές, που πρέπει όμως να είναι προετοιμασμένες για να είναι ασφαλείς.
- γ) βοηθήσουν ουσιαστικά στην αποφυγή εξαγωγής βιαστικών και επιπόλαιων συμπερασμάτων και παραπλανητικών απλουστεύσεων κατά τις προσπάθειες ερμηνείας του δυστυχήματος και των τραγικών περιστατικών καθώς και κατά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της δασοπυρόσβεσης, για τη βελτίωσή της.
- δ) αξιοποιηθούν στην αποτελεσματική ενημέρωση των πολιτών η οποία μέχρι σήμερα στην Ελλάδα, δεν έχει ούτε τη θέση ούτε τον χώρο που χρειάζεται στον στρατηγικό σχεδιασμό και τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών.
- ε) αξιοποιηθούν για την αξιολόγηση της ακρίβειας των προβλέψεων των υπάρχοντων συστημάτων προσομοίωσης χωρικής εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών, σε ακραίες συνθήκες.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον κ. Γιώργο Νικολακάκη και τον κ. Ηλία Τζηρίτη για τη βοήθεια που παρείχαν στον πρώτο συγγραφέα κατά τις εργασίες πεδίου καθώς και όλους εκείνους οι οποίοι είτε παρείχαν σημαντικό πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό είτε παραχώρησαν αξιόπιστες και μεγάλης σπουδαιότητας συνεντεύξεις, υποστηρίζοντας σημαντικά την ισχυρή τεκμηρίωση της συμπεριφοράς και της χωρικής εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς.

Abstract

The deadliest wildfire in Greece so far, and the second one worldwide for the 21st century, erupted on 23 July 2018, in the Northeastern Attica, Greece and set a new record for fire fatalities in the country. It was fanned by strong westerly winds, killed 102 people, injured more than 150, and burned more than 1,650 homes along with 1,431 hectares of agro-forestry vegetation and urbanized land. By utilizing photographs and video footage of numerous witnesses as well as interviews with residents, the wildfire behaviour was documented, and its spread was reconstructed. The findings that came out of the analysis of a huge amount of data, may support or lead to improvements, regarding fire plans, awareness raising, citizen education, home preparation and community's resilience. Furthermore, they may help avoid misconceptions as for the factors that led to disaster or for the firefighting effectiveness evaluation attempts.

Βιβλιογραφία

2009 Victorian Bushfires Royal Commission and Teague, B. 2010. 2009 Victorian Bushfires Royal Commission: final report 2009 Victorian Bushfires Royal Commission [Melbourne] <http://www.royalcommission.vic.gov.au/Commission-Reports>.

Αθανασίου, Μ., 2019. Πυρκαγιές κόμης σε Μεσογειακά πευκοδάση στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς με τις προβλέψεις του CFIS και μια εμπειρική προσέγγιση της πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους. Πρακτικά του 19^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 29 Σεπτεμβρίου - 2 Οκτωβρίου 2019, Λιτόχωρο Πιερίας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 279-292.

Κωλέτσης, Ι., 2010. Μελέτη θυελλωδών ανέμων σε περιοχές της Ελλάδας με έντονο ορεινό ανάγλυφο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 253 σελ.

Xanthopoulos, G., 1988. Greek forest fires and property damage: A brief history. Proceedings – Symposium and Workshop on “Protecting People and Homes from Wildfires in the Interior West”, October 6-8, 1987, Missoula, Montana, USA. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-251: 199-200.

Xanthopoulos, G., Labris, C. and Golfinos, C., 2002. The June 4, 2001 fire in the wildland urban interface areas of Northern Attica: Evolution, firefighting problems and damages. Proceedings of the International Workshop on "Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge", May 15-16, 2003, Athens, Greece. National Agricultural Research Foundation, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece: 19-28.

Xanthopoulos, G., 2002. The forest fires of 1995 and 1998 on Penteli Mountain. Proceedings of the International Workshop on “Improving Dispatching for Forest Fire Control”. December 6- 8, 2001. Chania, Crete, Greece. G. Xanthopoulos, editor. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania, Crete, Greece: 85 – 94.

Ξανθόπουλος, Γ. και Caballero, D. 2007. Πυρκαγιές στη ζώνη μίξης δασών-οικισμών: μαθήματα από πρόσφατες καταστροφές. στο βιβλίο «Το αύριο εν κινδύνω: Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα». Σαπουντζάκη Κ., επιμέλεια έκδοσης. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα: 131-156.

Xanthopoulos, G., 2008. Parallel lines. *Wildfire*. 17(1):8-20.

Ξανθόπουλος, Γ. και Αθανασίου, Μ., 2013. Η εξέλιξη της πυρκαγιάς της ΒΑ Αττικής της 21-24 Αυγούστου 2009 και η αντιμετώπισή της. Πρακτικά του 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 6-9 Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 73-83.

Ξανθόπουλος, Γ., 2016. Οι δασικές πυρκαγιές, η διαχείρισή τους στην Ελλάδα και το αποτύπωμά της στην Αττική. *Γεωγραφίες* 27: 72-88.

Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ. και Καούκης, Κ., 2018. Η τραγωδία της 23ης Ιουλίου 2018 στην Ανατολική Αττική και τα διδάγματά της. Τριμηνιαία Έκδοση του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού ΔΗΜΗΤΡΑ, Ιούλιος – Αύγουστος – Σεπτέμβριος 2018, 23: 4-7.

Xanthopoulos, G. and Athanasiou, M., 2018. The fires of Mount Hymettus near Athens Greece (1996-2017): History and fire behavior characteristics. In proceedings of the 8th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research, 9-16 November 2018, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 122, full text on CD (p. 661-669), https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_73.

Xanthopoulos, G. and Athanasiou, M., 2019. A tale of two fires and a seaside tragedy. *Wildfire*, April 2019, Vol. 28.2: 18-21.