



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΗΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ
ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ**

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΗΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011

Στην Οικογένειά μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα από τα πλέον καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, το οποίο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τα ελληνικά οικοσυστήματα. Αποτελούν δε, την πιο σοβαρή απειλή των ελληνικών δασών κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η πλήρης εξάλειψη τους είναι αδύνατη και αποτελεί ουτοπία, έστω και αν υπήρχε ο πιο τέλειος αντιπυρικός σχεδιασμός. Για αυτούς τους λόγους, οι δασικές πυρκαγιές εδώ και δεκαετίες αποτελούν φαινόμενο έρευνας και μελέτης.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής αυτού του φαινομένου, παραθέτοντας στοιχεία που αφορούν τόσο στις αιτίες, όσο και στις επιπτώσεις του, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται το παρών σύστημα δασοπροστασίας της χώρας, το οποίο και τελικώς αξιολογείται.

Στη συνέχεια, περνώντας στο κύριο μέρος της εργασίας μελετάται η δυνατότητα διαχείρισης αυτού του φαινομένου μέσω νέων και πρωτοποριακών μεθόδων πρόληψης και αντιμετώπισης. Έτσι, αρχικά παρουσιάζονται και αναλύονται όσο το δυνατόν σαφέστερα και με σύντομο τρόπο, τα προηγμένα συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης και σχεδιασμού αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, που εφαρμόζονται ήδη πιλοτικά στη χώρα μας, ενώ παράλληλα παρατίθενται και παραδείγματα τέτοιων συστημάτων από το εξωτερικό. Ακόμα, δίνονται παραδείγματα εναλλακτικών μεθόδων κατάσβεσης πυρκαγιών από το διεθνή και ελληνικό χώρο.

Στο τελευταίο μέρος αξιολογείται το σημερινό σύστημα πυροπροστασίας της χώρας. Παράλληλα, εξάγονται κάποια συμπεράσματα για όλες τις διαστάσεις αυτού του καταστροφικού φαινομένου, ενώ προτείνονται μια σειρά από λύσεις για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος.

Λέξεις κλειδιά: δασικές πυρκαγιές, πρόληψη, συστήματα, κατάσβεση, σύγχρονες τεχνολογίες, μέθοδοι

ABSTRACT

Forest fires constitute one of the most catastrophic natural phenomena that are absolutely connected with Greek ecosystems. They constitute the most serious threat of Greek forest mainly during summer months. Their complete obliteration is impossible and it constitutes utopia, even if existed the most perfect firing preventing planning. Therefore, forest fires appear to be an issue of great importance and especially during the recent decades.

This thesis will describe this natural phenomenon by giving data about the causes and the impacts of forest fires, while at the same time is presented the present forest protection system of the country, which is also finally evaluated.

Afterwards, in the main part of work is studied the possibility of management this phenomenon via new and pioneering methods of prevention and confrontation. Thus, initially they are presented and analyzed in a clear and concise manner, the advanced systems of convenient notice and planning of confrontation of forest fires, that are already applied on test stage in our country, while at the same time are also mentioned examples of such systems from abroad. Also, are given examples of alternative methods of extinguishment fires from foreign countries and Greece.

Finally, this thesis evaluates the current fire protection system of the country. At the same time, certain conclusions are exported on all dimensions of this devastating phenomenon, while they are proposed some solutions for the effective confrontation of this problem.

Key words: forest fires, prevention, systems, extinguishment, modern technologies, methods

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	16
1.1 Βασικοί ορισμοί.....	16
1.2 Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών	17
1.2.1 Χαρακτηριστικά της Καύσιμης Ύλης.....	18
1.2.2 Καιρικές Συνθήκες	19
1.2.3 Τοπογραφικές Συνθήκες.....	21
1.3 Είδη δασικών πυρκαγιών	23
1.4 Τα μέρη μιας δασικής πυρκαγιάς	26
2. ΟΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	28
2.1 Γενικά.....	28
2.2 Αιτίες δασικών πυρκαγιών.....	29
2.3 Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών	34
2.4 Χάρτες Επικινδυνότητας.....	40
3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΚΟΙΝΩΝΙΑ	46
3.1 Γενικά.....	46
3.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	47
3.3 Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις	51
3.4 Θετικές Επιπτώσεις	53
4. Η ΔΑΣΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ΣΗΜΕΡΑ	55
4.1 Θεσμικό Πλαίσιο	55
4.2 Κρατικός Μηχανισμός.....	57
4.2.1 Πρόληψη.....	59
4.2.2 Προετοιμασίας καταστολής.....	60
4.2.3 Καταστολή.....	61
4.2.4 Αποκατάσταση.....	62
5. ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	64
5.1 Στρατηγικές κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών	65
5.2 Μέθοδοι κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών	65

5.3 Τρόποι κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών	69
5.4 Εργαλεία, υλικά και μέσα χρησιμοποιούμενα στη κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών	72
6. ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	77
6.1 Το πρόβλημα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών.....	77
6.2 Μοντελοποίηση – Προσομοίωση Δασικών Πυρκαγιών.....	78
6.2.1 Γενικά	78
6.2.2 Μοντέλα Καύσιμης Ύλης.....	79
6.2.2.1 Μοντέλα ΗΠΑ	80
6.2.2.2 Μοντέλα Ελλάδα.....	80
6.2.2.3 Μοντέλο Rothermel	81
6.2.2.4 Μοντέλο Behave	81
6.2.3 Προσομοίωση Εξέλιξης Και Αντιμετώπισης Πυρκαγιάς.....	82
6.3 Πρωτοποριακά συστήματα που εφαρμόζονται πιλοτικά στη χώρα μας.....	84
6.3.1 Σύστημα Firementor.....	84
6.3.1.1 Στοιχεία του συστήματος.....	85
6.3.1.2 Υπηρεσίες λογισμικού του Firementor	88
6.3.1.3 Αξιοποίηση του συστήματος	92
6.3.2 Σύστημα SCIER.....	94
6.3.3 Σύστημα Virtual Fire.....	97
6.3.4 Σύστημα ΣΙΘΩΝ.....	100
6.4 Προηγμένα συστήματα πρόληψης δασικών πυρκαγιών άλλων χωρών	102
7. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	106
7.1 Παραδείγματα αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών στο εξωτερικό.....	106
7.2 Εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών από Έλληνες επιστήμονες.....	111
8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΗΜΕΡΙΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	114
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	121
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Μ.Ο. 1968-1987).	30
Πίνακας 2.2: Συγκεντρωτικά στοιχεία για την κατανομή των αιτίων των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα χωρισμένα σε τρεις βασικές κατηγορίες, Ανθρωπογενή, Φυσικά και Άγνωστα, για την περίοδο 1980-1990.....	33
Πίνακας 2.3: Καμένες εκτάσεις στην Ελλάδα από 2000-2009.....	38
Πίνακας 3.1: Κατηγορίες επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών.....	47
Πίνακας 4.1: Κατανομή Αρμοδιοτήτων Πυροπροστασίας	64

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 2.1: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Μ.Ο. 1968-1987)	30
Γράφημα 2.2: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα που προέρχονται από αμέλειες (Μ.Ο. 1968-1987)	31
Γράφημα 2.3: Κατανομή των αιτίων των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα χωρισμένα σε τρεις βασικές κατηγορίες, Ανθρωπογενή, Φυσικά και Άγνωστα, για την περίοδο 1980-1990.....	34
Γράφημα 2.4: Σύνολο καμένων εκτάσεων (στρέμματα) στην Ελλάδα για τη δεκαετία 2000-2009	39
Γράφημα 2.5: Αριθμός πυρκαγιών στην Ελλάδα για τη δεκαετία 2000-2009.....	39

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: «το τρίγωνο της φωτιάς».....	17
Εικόνα 1.2: Τα μέρη μίας δασικής πυρκαγιάς.....	26
Εικόνα 5.1: Αντιπυρική ζώνη στη περιοχή της Καβάλας.....	67
Εικόνα 5.2: Η εφαρμογή του <i>αντιπύρ</i>	69
Εικόνα 5.3: Φορητά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη κατάσβεση πυρκαγιών....	72
Εικόνα 5.4: Το PZL M18 Dromader.....	74
Εικόνα 5.5: Το αεροσκάφος CL 215 της CANADAIR.....	74
Εικόνα 6.1: Δομικά στοιχεία του firementor.....	85
Εικόνα 6.2: Αισθητήρας πυρκαγιάς.....	86
Εικόνα 6.3: Ο κύκλος ζωής ενός αισθητήρα.....	86

Εικόνα 6.4: Η λειτουργία του δικτύου αισθητήρων.....	87
Εικόνα 6.5: Το λογισμικό του firementor υπολογίζει το φορτίο κάθε δρόμου.....	89
Εικόνα 6.6: Το λογισμικό του firementor υπολογίζει το πλήθος και τη θέση των πυροσβεστικών οχημάτων.....	91
Εικόνα 6.7: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SCIER αποτελούμενη από ιδιωτική (private) και δημόσια (public) υποδομή αισθητήρων.....	96
Εικόνα 6.8: Ο ηλεκτρονικός χάρτης του VirtualFire με τη θέση διάφορων υποδομών.....	98
Εικόνα 6.9: Πειραματικοί σταθμοί ελέγχου τοποθετημένοι σε πύργους παρατήρησης πυρκαγιάς στη Κροατία.....	103
Εικόνα 6.10: Πύργος ανίχνευσης καπνού.....	104
Εικόνα 6.11: Δορυφόροι.....	105
Εικόνα 7.1: «Δασοκομάντος» εν δράσει.....	107
Εικόνα 7.2 : «Βόμβες» νερού.....	109
Εικόνα 7.3: Πυράντοχοι φράκτες σε δοκιμή.....	111
Εικόνα 7.4: Ρίψη επιβραδυντικών πυρκαγιάς.....	112
Εικόνα 7.5: Ορυκτό Χουντίτης.....	113
Εικόνα 7.6: Ορυκτό Υδρομαγνησίτης.....	113

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 2.1: Διαχρονική εξέλιξη εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών.....	37
Χάρτης 2.2: Περιοχές δασών και δασικών εκτάσεων ευαίσθητων σε πυρκαγιές, που έχουν κηρυχθεί ως επικίνδυνες με το Π.Δ. 575.....	41

Αρκτικόλεξα

ΕΘΙΑΓΕ	Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
Π.Δ.	Προεδρικό Διάταγμα
ΓΓΠΠ	Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΕΛΑΣ	Ελληνική Αστυνομία
ΥΕΘΑ	Υπουργείο Εθνικής Άμυνας
ΣΝΟ	Συντονιστικό Νομαρχιακό Όργανο
ΠΣ	Πυροσβεστικό Σώμα
ΥΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων
ΦΔ	Φορέας Διαχείρισης
ΥΠΕΞ	Υπουργείο Εξωτερικών
ΓΔΔ	Γενική Διεύθυνση Δασών
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
εκ.	εκατοστά
μ.	μέτρα
ΜΜΕ	Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης
ΓΣΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
ΕΣΠΑ	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
ΜΚΥ	Μοντέλα Καύσιμης Ύλης
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΓΓΕΤ	Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας
Η/Υ	Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές
ΕΠΑΝ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας
ΕΜΑΚ	Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΙΜΔΟ	Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
Ε.Π.Ε.	Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης
Α.Ε.	Ανώνυμη Εταιρία
INPAS	Integral Forest Fire Monitoring System
NLNT	National Lookout Towers Network

BSDS	Bright Spot Detection System
WWF	World Wildlife Fund
EFFIS	European Forest Fire Information System
GHGs	Greenhouse Gases
GPS	Global Positioning System
GIS	Geographic Information Systems
MAFFS	Modular Airborne Fire Fighting System
SCIER	Sensor and Computing Infrastructure for Environmental Risks

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Νέες μέθοδοι πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών» αποτελεί την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Σε αυτό το σημείο λοιπόν θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου, κ. Όλγα Χριστοπούλου, για τη πολύτιμη βοήθειά της κατά τη συγγραφή της εργασίας. Ευχαριστίες, όμως, οφείλω σε όλους τους καθηγητές του ΤΜΧΠΠΑ, καθώς οι γνώσεις, οι συμβουλές και οι παρατηρήσεις τους συνέβαλαν στη λήψη του πτυχίου μου και αποτελούν σημαντικό εφόδιο ζωής.

Δεν μπορώ να παραλείψω να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου για την υποστήριξη τους και τη συνεχή ενθάρρυνση που μου επέδειξαν, καθώς και για τα πέντε υπέροχα φοιτητικά χρόνια που μου χάρισαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Γιάννη και Παναγιώτα, και τα αδέρφια μου, Ασημίνα και Χρήστο, που στάθηκαν δίπλα μου καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου, στηρίζοντας με οικονομικά και ψυχολογικά, ώστε να μπορέσω να τις ολοκληρώσω επιτυχώς.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεγάλη και καθοριστική συμβολή των δασών στην εύρυθμη λειτουργία των οικοσυστημάτων κλονίζεται με την πάροδο των χρόνων. Τα δάση είναι ένα φυσικό αγαθό, με πολύπλευρη σημασία και ανυπολόγιστη αξία για τη ζωή και για τον άνθρωπο. Ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος με τεράστιες ανεξάντλητες δυνατότητες για την οικονομική, περιβαλλοντική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη του τόπου και τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών ζωής.

Από την άλλη, κανένα άλλο στοιχείο της φύσης δεν είναι τόσο ωφέλιμο και ταυτόχρονα τόσο καταστροφικό όσο η φωτιά. Με την δύναμή της ο άνθρωπος κατάφερε να φύγει από τα σπήλαια και να δημιουργήσει τον σύγχρονο πολιτισμό. Μια ανεξέλεγκτη φωτιά όμως, μπορεί να προξενήσει πολύ μεγάλες καταστροφές μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

Οι δασικές πυρκαγιές λοιπόν αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο με σημαντικό ρόλο για την ισορροπία και την αναγέννηση των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Τα οικοσυστήματα αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό προσαρμοσμένα στη φωτιά, με αποτέλεσμα να έχουν συνήθως τη δυνατότητα να αναγεννηθούν άμεσα και αποτελεσματικά μετά από αυτή. Οι δασικές πυρκαγιές συμβάλουν θετικά στη φυσική ανανέωση και αύξηση της βιοποικιλότητας των δασικών οικοσυστημάτων, καθώς θέτουν σε λειτουργία τους φυσικούς κύκλους της εναλλαγής της βλάστησης και της διατήρησης της βιωσιμότητάς τους. Όταν όμως, οι πυρκαγιές είναι επαναλαμβανόμενες σε μικρά σχετικά χρονικά διαστήματα, τότε εξαντλείται η φυσική ικανότητα των οικοσυστημάτων να αναγεννιούνται και να διατηρούνται μετά από αυτές. Το αποτέλεσμα είναι πως οι πυρκαγιές αποτελούν πλέον την πιο σοβαρή απειλή των ελληνικών μεσογειακών δασών.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που τα ελληνικά δάση είναι ευάλωτα στις πυρκαγιές. Τα παρατεταμένα θερμά και ξηρά καλοκαίρια, οι ήπιοι χειμώνες, οι δυνατοί άνεμοι, το έντονο ανάγλυφο των δασικών εδαφών και η εύφλεκτη ξηροφυτική βλάστηση, παίζουν καταλυτικό ρόλο στην εμφάνιση και εξάπλωση των πυρκαγιών. Όταν σε αυτούς τους παράγοντες προστεθεί και η έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα, η ελλιπής προστασία των δασών και η επικράτηση της αντίληψης ότι η προστασία από τις δασικές πυρκαγιές ταυτίζεται μόνο με τη καταστολή, αυξάνεται ο αριθμός των

πυρκαγιών, όπως και οι δασικές εκτάσεις που αυτές καταστρέφουν. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι κατά τη δεκαετία του '90 ο μέσος όρος των καμένων εκτάσεων προσέγγισε τα 500.000 στρέμματα, ενώ μόνο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού του 2007 το σύνολο των καμένων εκτάσεων ξεπέρασε τα 2,5 εκ. στρέμματα (<http://www.wwf.gr>).

Όπως είναι φυσικό το θέμα των δασικών πυρκαγιών είναι τεράστιο και απασχολεί παγκοσμίως τους επιστήμονες από τα αρχαία χρόνια έως και τη νεότερη ιστορία. Για αυτό και στην παρούσα εργασία έχει γίνει προσπάθεια να καλυφθεί με όσο το δυνατό σαφέστερο και πιο σφαιρικό τρόπο. Σκοπός λοιπόν αυτής της εργασίας είναι να εισάγει τον αναγνώστη στο φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών και της διαχείρισής τους με τη βοήθεια σύγχρονων μεθόδων και τεχνολογιών, όπως αυτές έχουν αναπτυχθεί. Η πρόθεση, μάλιστα, ήταν να μπορεί να αντιληφθεί τόσο ο πιο εξειδικευμένος επιστήμονας, όσο και ο απλός ευαισθητοποιημένος πολίτης, τη δυνατότητα, που υπάρχει σήμερα για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών με προηγμένες και πρωτοποριακές μεθόδους.

Αναλυτικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια αναφορά στις δασικές πυρκαγιές ως φυσικό φαινόμενο. Δίνονται στοιχεία για τα είδη τους και πως αυτά διακρίνονται, για τους παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και επέκταση τους, όπως και για τα μέρη κάθε πυρκαγιάς. Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύεται το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας συγκεκριμένα, καθώς παρουσιάζονται τα αίτια τους, η διαχρονική τους εξέλιξη, αλλά και οι χάρτες επικινδυνότητας, που προβλέπουν τον κίνδυνο έναρξης τους σε κάθε περιοχή της χώρας. Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται μια προσπάθεια να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στο περιβάλλον, την οικονομία και τη κοινωνία, αλλά και οι θετικές τους επιδράσεις στα οικοσυστήματα. Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το παρών σύστημα δασοπροστασίας της χώρας μας, καθώς παρατίθεται το σχετικό θεσμικό πλαίσιο και αναλύονται όλα τα στάδια (πρόληψη, προετοιμασία καταστολής, καταστολή, αποκατάσταση) που ακολουθεί ο κρατικός μηχανισμός στη μάχη του με τις πυρκαγιές. Στο πέμπτο κεφάλαιο ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των στρατηγικών, μεθόδων και τρόπων κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών, όπως και μια καταγραφή των εργαλείων, υλικών και μέσων, που χρησιμοποιούνται στη κατάσβεση. Στο έκτο κεφάλαιο, αρχικά γίνεται μια καταγραφή της μοντελοποίησης

και προσομοίωσης των δασικών πυρκαγιών, στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρωτοποριακά συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και σχεδιασμού αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, που εφαρμόζονται πιλοτικά στη χώρα μας, και τέλος παρατίθενται προηγμένα συστήματα πρόληψης δασικών πυρκαγιών άλλων χωρών. Στο έβδομο κεφάλαιο, δίνονται ορισμένα παραδείγματα κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών στο εξωτερικό, ενώ παρουσιάζονται κάποιες εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης από Έλληνες επιστήμονες. Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται μια προσπάθεια αξιολόγησης του σημερινού συστήματος πυροπροστασίας της χώρας, καθώς εντοπίζονται τα κενά και οι αδυναμίες του συνολικά, αλλά και συγκεκριμένα σε κάθε στάδιο αντιμετώπισης των πυρκαγιών. Στο τελευταίο κεφάλαιο τώρα, εξάγονται κάποια συμπεράσματα από το σύνολο της ανάλυσης της εργασίας για το φλέγων πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών, ενώ παράλληλα παρατίθενται μια σειρά από προτάσεις – λύσεις για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του.

Τέλος, η παρούσα εργασία θεωρεί ότι λύση στο πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών μπορεί να δώσει η ανάπτυξη και αξιοποίηση σε ευρύτερη κλίμακα της υπάρχουσας τεχνολογίας και τεχνογνωσίας, που όπως θα δούμε παρακάτω διαθέτει η χώρα μας, μέσα σε ένα νέο, οργανωμένο και πλήρες σύστημα πυροπροστασίας, ώστε στο μέλλον να μην επαναληφθεί το καλοκαίρι του 2007.

1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

1.1 Βασικοί ορισμοί

Με τον όρο *πυρκαγιά* αναφερόμαστε σε μία φωτιά (το φαινόμενο ανάφλεξης ενός υλικού που αναγνωρίζεται από σημαντική έκκλιση θερμότητας και της παρουσίας φλόγας, που όμως δεν είναι πάντα απαραίτητα), με τάσεις εξάπλωσης, τέτοιας έντασης που δεν είναι δυνατή η κατάσβεσή της από ένα άτομο με απλά μέσα (Στυλιανοπούλου, 2008).

Επίσης, σύμφωνα με το άρθρο 24 του Συντάγματος, ως *δάσος ή δασικό οικοσύστημα* ορίζεται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν, μέσω την αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασή τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασό-βιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές).

Δασική έκταση υπάρχει, όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης είναι αραιά (Ξανθόπουλος, 2009).

Τώρα, ως *δασική πυρκαγιά* ευρύτερα αλλά και στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, νοείται κάθε φωτιά στην ύπαιθρο. Δεν αναφερόμαστε δηλαδή μόνο στις φωτιές που καίνε τα δάση ή τους θαμνώνες, αλλά και σε αυτές που καίνε λιβάδια και καλλιέργειες. Οι δασικές πυρκαγιές είναι φαινόμενο που εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών (Σχέδιο Ξενοκράτης ΦΕΚ 423/ 10-4-2003/ τευχ. Β). Ο διαχωρισμός σε επιμέρους κατηγορίες πυρκαγιών είναι πρακτικά αδύνατος, καθώς το μωσαϊκό των χρήσεων γης στην Ελλάδα είναι έντονο και η φωτιά εύκολα αλλάζει μορφή. Αντίστοιχα, κάθε προσπάθεια πρόληψης ή καταστολής μιας πυρκαγιάς δάσους δεν μπορεί να οργανωθεί και να εκτελεστεί χωρίς να ληφθούν υπόψη και τα άλλα οικοσυστήματα και οι χρήσεις γης, που συνθέτουν το μωσαϊκό του τοπίου. Σαφής διαχωρισμός μπορεί και πρέπει να γίνεται μόνο ανάμεσα σε δασικές πυρκαγιές και σε αυτές με αμιγώς αστικό ή βιομηχανικό χαρακτήρα. (WWF Ελλάς, 2008)

Η φωτιά ως φαινόμενο εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες:

- τη θερμότητα
- την παρουσία οξυγόνου που τροφοδοτεί την πυρκαγιά
- την ποσότητα, είδος και υγρασία της καύσιμης ύλης

Εικόνα 1.1: «το τρίγωνο της φωτιάς»



Πηγή: Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α')

Αυτοί οι τρεις παράγοντες συνιστούν το λεγόμενο «τρίγωνο της φωτιάς». Αν αφαιρεθεί έστω και μία από τις πλευρές του τριγώνου, τότε το τρίγωνο παύει να υπάρχει. Έτσι και για να περιοριστεί η φωτιά, πρέπει να εκλείψει τουλάχιστον ένας από τους τρεις παράγοντες, δηλαδή να σταματήσει η ύπαρξη οξυγόνου (όπως συνήθως επιδιώκεται σε αστικές πυρκαγιές με τη χρήση αφρού), να μειωθεί η θερμοκρασία (όπως επιδιώκεται με τη χρήση του νερού) ή να απομακρυνθεί η καύσιμη ύλη (όπως συχνά επιδιώκεται στις δασικές πυρκαγιές με το κόψιμο και την απομάκρυνση της βλάστησης) (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α') & WWF Ελλάς, 2008).

1.2 Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών

Στο δάσος η ύπαρξη καύσιμης ύλης και αέρα είναι βέβαια αυτονόητη. Όταν υπάρξει και κάποια κατάλληλη πηγή θερμότητας που προθερμαίνει την καύσιμη ύλη το αποτέλεσμα είναι η εκδήλωση πυρκαγιάς. Ο τρόπος που θα συμπεριφερθεί όμως η κάθε πυρκαγιά εξαρτάται απόλυτα από ορισμένους παράγοντες που την επηρεάζουν. Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν περισσότεροι του ενός παράγοντες, που επιδρούν στη συμπεριφορά της φωτιάς (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α')).

Οι παράγοντες αυτοί εμπίπτουν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Χαρακτηριστικά της Καύσιμης Ύλης
- Καιρικές Συνθήκες
- Τοπογραφικές Συνθήκες

Τέλος, οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν και τη χρονική συχνότητα των δασικών πυρκαγιών, καθώς το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό τους, αλλά και οι πιο καταστροφικές, συμβαίνουν συνήθως από τις αρχές Ιουνίου έως το τέλος Οκτωβρίου και ελάχιστες το υπόλοιπο χρονικό διάστημα. Ως προς την ώρα έναρξης, οι περισσότερες συμβαίνουν από 8 το πρωί έως τις 11 το βράδυ με μέγιστο μεταξύ 2 και 3 το μεσημέρι, ενώ ελάχιστες ενάρξεις πυρκαγιών έχουμε νωρίς το πρωί (Βορίσης, 2008).

1.2.1 Χαρακτηριστικά της Καύσιμης Ύλης

Το σύνολο του δάσους αποτελεί καύσιμη ύλη, καθώς όλα τα μέρη του είναι αναφλέξιμα υλικά. Ο τρόπος όμως που τα υλικά αυτά αναφλέγονται και η επίδρασή τους στη συμπεριφορά της φωτιάς ποικίλει ανάλογα με τη διάταξή τους στο χώρο, την ποσότητά τους, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τη θερμοκρασία τους και την περιεχόμενη σε αυτά υγρασία.

Αναλύουμε το καθένα ξεχωριστά παρακάτω (Φιλιππίδης, 2008):

- **Θερμοκρασία** Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία τους τόσο πιο εύκολα αναφλέγονται.
- **Μέγεθος** Όσο μικρότερα και ελαφρύτερα είναι τα καύσιμα τόσο πιο γρήγορα και έντονα καίγονται.
- **Συμπύκνωση** Όσο πιο συμπυκνωμένα είναι τα καύσιμα, όπως αυτά του υπεδάφους και του εδάφους, τόσο πιο αργά καίγονται. Τα εναέρια καύσιμα (φύλλα, κλαδιά, κ.λ.π.) καίγονται ταχύτατα διότι είναι αραιά, συνεπώς ο αέρας ρέει ευκολότερα μεταξύ τους.
- **Διάταξη** Όταν τα καύσιμα υλικά είναι κοντά το ένα στο άλλο, η πυρκαγιά

εξαπλώνεται γρηγορότερα λόγω της μεταγωγής θερμότητας. Σε σποραδικά καύσιμα είναι πολύ δυσκολότερη η πρόγνωση της επέκτασης της πυρκαγιάς. Επίσης, η διάταξη στο χώρο κατατάσσει την καύσιμη ύλη σε υποεδάφια, επιεδάφια και εναέρια.

- **Όγκος** Ο συνολικός όγκος καύσιμης ύλης σε μια ορισμένη περιοχή επηρεάζει την ένταση της πυρκαγιάς, καθώς και την ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κατάσβεσή της.
- **Υγρασία** Όσο πιο ξηρό είναι ένα καύσιμο υλικό, τόσο πιο εύκολα αναφλέγεται και η καύση του είναι εντονότερη. Η μεγάλη διαφορά της ζωντανής με τη νεκρή καύσιμη ύλη ως προς την περιεχόμενη υγρασία είναι ότι η υγρασία της δεύτερης εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και κυμαίνεται παρακολουθώντας τις αλλαγές αυτού. Έτσι, η έκθεση στον ήλιο, η θερμοκρασία του αέρα και φυσικά η βροχή επηρεάζουν την υγρασία της νεκρής καύσιμης ύλης. Τον πιο σημαντικό όμως ρόλο παίζει η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, γιατί αυτή μεταβάλλεται συνεχώς κατά τη διάρκεια του 24ώρου επηρεάζοντας άμεσα την υγρασία της καύσιμης ύλης και συνεπώς και τη συμπεριφορά της φωτιάς.

1.2.2 Καιρικές Συνθήκες

Οι καιρικές συνθήκες είναι ο περισσότερο ευμετάβλητος παράγοντας, που μπορεί ανά πάσα ώρα και στιγμή, να επηρεάσει με απρόβλεπτο τρόπο την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς, θέτοντας σε κίνδυνο την πορεία της κατάσβεσης αλλά και την ασφάλεια των πολιτών και των πυροσβεστών. Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητο για τον δασοπυροσβέστη, να ενημερώνεται συνεχώς για τις αλλαγές του καιρού.

Όταν μιλάμε όμως για καιρικές συνθήκες εννοούμε, το ευρύ φάσμα των παραγόντων εκείνων, που διαμορφώνουν το μικροκλίμα μιας περιοχής, και που επιδρούν άλλες φορές θετικά και άλλες με αρνητικό τρόπο, στην εξελικτική πορεία μιας δασικής πυρκαγιάς.

Οι παράγοντες αυτοί είναι (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α΄)):

- Η ταχύτητα, η ένταση και η διεύθυνση του ανέμου.
- Η σχετική υγρασία του αέρα.
- Η θερμοκρασία του αέρα.
- Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (π.χ. βροχή, χιόνι, πάχνη, δροσιά κλπ).
- Η επικρατούσα ηλιοφάνεια ή η νέφωση.
- Η ατμοσφαιρική σταθερότητα.

Σε αυτούς τους παράγοντες επιδρούν με τη σειρά τους οι ακόλουθοι (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α΄)):

- Οι μετεωρολογικές συνθήκες, που υφίστανται στην περιοχή εκδήλωσης της πυρκαγιάς.
- Η τοπογραφία.
- Ο τρόπος, που ανταποκρίνεται η πυρκαγιά στα καιρικά φαινόμενα.

Η υγρασία του αέρα, η θερμοκρασία και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, επηρεάζουν τη φωτιά μέσω της επίδρασής τους στην υγρασία και τη θερμοκρασία της καύσιμης ύλης.

Η ταχύτητα του ανέμου είναι άλλος ένας κρίσιμος παράγοντας. Όσο πιο γρήγορα κινούνται οι άνεμοι και όσο μεγαλύτερη ένταση έχουν, τόσο οι φλόγες αποκτούν κλίση προς τα εμπρός, πλησιάζοντας αποτελεσματικότερα την έμπροσθεν καύσιμη ύλη. Με αυτό τον τρόπο, η ταχύτητα διάδοσης της φωτιάς πολλαπλασιάζεται και νέα καύσιμη ύλη συνεχώς αναφλέγεται. Γενικά όμως, το μέγεθος της επίδρασης του ανέμου στην διάδοση και την αποτελεσματικότητα της πυρκαγιάς διαφέρει, αναλόγως των ειδών της καύσιμης ύλης, την περιεκτικότητά της σε υγρασία, το ύψος, την πυκνότητά της κλπ (Κωνσταντινίδης, 2003).

Ακόμη μια επικίνδυνη επίδραση του ανέμου, είναι η μεταφορά αναμένων τεμαχιδίων καύσιμης ύλης (καύτρες), όπως κουκουνάρια, φύλλα, κομμάτια φλοιών κ.ά., σε μεγάλες αποστάσεις, προκαλώντας έτσι νέες εστίες φωτιάς, μηδενίζοντας τις προσπάθειες των πυροσβεστών και εκθέτοντάς τους σε υψηλό κίνδυνο εγκλωβισμού από τη φωτιά. Τέλος, η απότομη αλλαγή στην κατεύθυνση της φωτιάς, καθιστά ακόμη δυσκολότερο το έργο των πυροσβεστών, αυξάνοντας παράλληλα τους ήδη πολλούς κινδύνους.

Από τη άλλη πλευρά, ο παράγοντας ατμοσφαιρική σταθερότητα, αν και δεν είναι άμεσα αντιληπτός, μπορεί να επιδράσει καθοριστικά στον τρόπο εξέλιξης της πυρκαγιάς. Συγκεκριμένα, «όταν η θερμοκρασιακή δομή της ατμόσφαιρας είναι τέτοια που αντιστέκεται στην κάθετη κίνηση του αέρα, η ατμόσφαιρα ονομάζεται σταθερή», δυσκολεύοντας την τροφοδοσία σε οξυγόνο και κατά συνέπεια, την εξάπλωση της φωτιάς. Αντίθετα, όταν η ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται από αστάθεια, διευκολύνεται η εξάπλωση της πυρκαγιάς. Ένδειξη σταθερότητας αποτελεί η περίπτωση της εμφάνισης του φωτοχημικού νέφους στις μεγαλουπόλεις, ή όταν υπάρχει καπνός στην ατμόσφαιρα, ενώ η περίπτωση του καθαρού καταγάλανου ουρανού, η αυξημένη ορατότητα, η εμφάνιση νεφών και η δημιουργία καταιγίδων, είναι φαινόμενα που συνεπάγονται μια ασταθή ατμοσφαιρική κατάσταση (Κωνσταντινίδης, 2003).

1.2.3 Τοπογραφικές Συνθήκες

Από τις σημαντικότερες τοπογραφικές συνθήκες για την συμπεριφορά που θα αναπτύξει μια πυρκαγιά, είναι **η κλίση του εδάφους, η έκθεση της πλαγιάς, το υψόμετρο** και κάποια άλλα χαρακτηριστικά, όπως **η ύπαρξη φαραγγιών, διάσελων, κορυφογραμμών κλπ** (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α')).

Η πυρκαγιά **εξαπλώνεται** κατά κύριο λόγο προς τα υψηλότερα μέρη της πλαγιάς, εκτός αν πνέουν άνεμοι αντίθετης κατεύθυνσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση, τόσο γρηγορότερα εξαπλώνεται η φωτιά. Μάλιστα, όταν η κλίση της πλαγιάς είναι μεγάλη, δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα από τις καύτρες (τα φλεγόμενα κομμάτια της καύσιμης ύλης), οι οποίες κατακυλούν στην πλαγιά δημιουργώντας νέες εστίες φωτιάς.

Παράλληλα, η έκθεση της πλαγιάς διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση της φωτιάς, καθώς επιδρά στην θερμοκρασία και την υγρασία της καύσιμης ύλης. Πιο συγκεκριμένα, στις πλαγιές τις προσανατολισμένες βόρεια, η καύσιμη ύλη περιέχει περισσότερη υγρασία, αφού οι πλαγιές αυτές δέχονται τη λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία. Θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες επικρατούν στις νοτιοδυτικές πλαγιές. Οι ανατολικές θερμαίνονται κατά τις προμεσημβρινές ώρες, ενώ οι δυτικές,

δέχονται την περισσότερη ακτινοβολία από το μεσημέρι μέχρι και την δύση του ηλίου.

Όσο περισσότερο μια πλαγιά θερμαίνεται, τόσο περισσότεροι τοπικοί άνεμοι δημιουργούνται, με φορά προς τα υψηλότερα και άκαυτα σημεία, οι οποίοι ενθαρρύνουν την γρήγορη εξάπλωση της πυρκαγιάς. Για το λόγο αυτό, είναι ευκολότερο κάποιες φορές να περιοριστεί μια πυρκαγιά σε πλαγιά κατά τη διάρκεια της νύχτας, καθώς τότε οι τοπικοί άνεμοι εμφανίζουν μια ροή προς τα χαμηλότερα σημεία της πλαγιάς, δίνοντας τη δυνατότητα στους πυροσβέστες να χειριστούν αποτελεσματικότερα την κατάσταση.

Το υψόμετρο είναι άλλη μια παράμετρος, η οποία δεν επηρεάζει απλά και μόνο την εξελικτική πορεία της πυρκαγιάς, αλλά και το είδος της βλάστησης που αναπτύσσεται στην περιοχή, το είδος δηλαδή των φυτοκοινωνιών και μοιραία και τα πυρικά τους χαρακτηριστικά. Στα πολύ μεγάλα υψόμετρα, τα είδη της βλάστησης που αναπτύσσονται είναι φυτά χλόης και όχι θαμνώδη ή ανώτερα δέντρα, που είναι απαραίτητα για την ύπαρξη της απαιτούμενης καύσιμης ύλης.

(http://www.livepedia.gr/index.php/Ελλάδα_Χλωρίδα)

Το μεγαλύτερο ποσοστό των πυρκαγιών λαμβάνουν χώρα σε ένα υψόμετρο μεταξύ των 700 – 1000 μέτρων. Αντίθετα, οι πυρκαγιές πάνω από 1.500 μέτρα είναι ιδιαίτερα σπάνιες. Και αυτό γιατί, όσο ο αέρας ανέρχεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα, διαστέλλεται και ψύχεται και στη συνέχεια οι υδρατμοί υγροποιούνται και μετατρέπονται σε βροχή. Παράλληλα, η μείωση του οξυγόνου που παρατηρείται στα μεγαλύτερα υψόμετρα, μειώνει την ταχύτητα της καύσης αλλά και την ποσότητα της καύσιμης ύλης, με αποτέλεσμα τελικώς, την μείωση της πιθανότητας για ύπαρξη φωτιάς σε αυτά τα ύψη (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α')).

Υπάρχουν συνάμα και κάποια άλλα χαρακτηριστικά, τα οποία σχετίζονται με την τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής, όπως για παράδειγμα η ύπαρξη ενός φαραγγιού, ή μιας κορυφογραμμής κ.ά. Για να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν στο καταστροφικό έργο μιας πυρκαγιάς, αρκεί να αναφερθούν ορισμένα παραδείγματα (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α')):

- ✚ Όταν ο άνεμος διέρχεται από ένα στενό φαράγγι, η ταχύτητά του αυξάνεται ιδιαίτερα. Μάλιστα, δημιουργούνται πολλές φορές έντονοι στροβιλισμοί, οι οποίοι μπορούν να μεταβάλουν τη συμπεριφορά της φωτιάς με έναν απρόβλεπτο και επικίνδυνο τρόπο.
- ✚ Στην περίπτωση ενός κλειστού, από τη μια πλευρά, φαραγγιού με μεγάλο βάθος και πυκνή βλάστηση, η κατάσταση μπορεί να γίνει εξαιρετικά επικίνδυνη, όχι μόνο για τις επίγειες πυροσβεστικές δυνάμεις, αλλά και για τα υπτάμενα μέσα, καθώς το φαράγγι μπορεί να λειτουργήσει ως καμινάδα και να τραβήξει τη φωτιά προς τα επάνω, με εκπληκτικά γρήγορο ρυθμό.

1.3 Είδη δασικών πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές ανάλογα με τον τρόπο εξάπλωσής τους διακρίνονται στις εξής βασικές κατηγορίες (Κωνσταντινίδης, 2003, Βορίσης, 2008 & Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (B')):

- **Πυρκαγιές εδάφους – υπόγειες:** στην Ελλάδα δεν εμφανίζονται πολύ συχνά τέτοιας κατηγορίας πυρκαγιές. Κατά κύριο λόγο παρατηρούνται στην περιοχή μεταξύ του Νομού Δράμας και Καβάλας. Καίνε την καύσιμη ύλη που βρίσκεται συσσωρευμένη στην επιφάνεια του εδάφους αλλά και κάτω από αυτό. Χρειάζονται ελάχιστο οξυγόνο, βγάζουν ελάχιστο καπνό έως καθόλου και εξαπλώνονται με πολύ αργούς ρυθμούς. Για το λόγο αυτό, οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι ιδιαίτερα υψηλές, με συνέπεια το καταστροφικό τους έργο να είναι ολοκληρωτικό. Οι πυρκαγιές αυτές εντοπίζονται και σβήνουν δύσκολα. Όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος της φωτιάς, τόσο πιο δύσκολο είναι το πυροσβεστικό έργο. Συχνά σβήνουν μόνες τους όταν συναντήσουν πολύ συμπιεσμένη οργανική ύλη, που δεν επιτρέπει την εισροή του οξυγόνου. Μια υπόγεια πυρκαγιά συνήθως ξεκινά τυχαία, όταν μια φωτιά εισέλθει μέσα σε κάποια σχισμή του εδάφους (παραδείγματος χάρη από τσιγάρο, καύση καλαμιώνων κλπ). Τα αποτελέσματά της γίνονται αντιληπτά συνήθως μετά από αρκετές βδομάδες, όταν η βλάστηση αρχίζει και

νεκρώνεται.

- **Πυρκαγιές επιφάνειας – έρπουσες:** είναι οι συνηθέστερες στην Ελλάδα. Περιορίζονται στον υπόροφο (θαμνώδης βλάστηση και δενδρύλλια) του δασικού οικοσυστήματος, καίγοντας τη νεκρή καύσιμη ύλη που κείτεται στο έδαφος (φύλλα, κλαδάκια, βελόνες κλπ), αλλά και τη ζωντανή βλάστηση που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του εδάφους (χόρτα, θάμνοι, νεαρά δέντρα κλπ). Κοινό τους χαρακτηριστικό είναι η μεγάλη φλόγα, λόγω της αφθονίας σε οξυγόνο. Διαδίδονται εύκολα και κινούνται με μεγάλες ταχύτητες. Παρόλα αυτά όμως, η καταστολή τους είναι σχετικά εύκολη. Το μέγεθος της καταστροφής που μπορεί να προκαλέσει μία τέτοια πυρκαγιά στα μεγάλα δέντρα, εξαρτάται από την ταχύτητα της φλόγας και το πάχος του φλοιού του κορμού του δέντρου. Για παράδειγμα, η χαλέπιος και η τραχεία πεύκη, είναι είδη που πλήττονται ιδιαίτερα από τις έρπουσες πυρκαγιές, με αποτέλεσμα την μερική ή και ολική νέκρωσή τους. Αντίθετα, η κουκουναριά αλλά και η μαύρη πεύκη, επειδή διαθέτουν πιο παχύ φλοιό, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανοχή και ανθεκτικότητα. Τις έρπουσες πυρκαγιές, τις χρησιμοποιούν σε χώρες του εξωτερικού για τον έλεγχο της καύσιμης ύλης του υπόροφου. Στην Ελλάδα όμως, εξαιτίας της δυσκολίας του εδαφικού ανάγλυφου, αλλά και της δομής των δασικών οικοσυστημάτων, δεν χρησιμοποιείται αυτός ο τρόπος.

- **Πυρκαγιές κόμης – επικόρυφες:** συμβαίνουν στα υψηλά δάση, όπου καίνε την κόμη των ψηλών δέντρων. Είναι μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές, σοβαρές και επικίνδυνες. Αυτού του είδους οι πυρκαγιές εμφανίζονται πολύ συχνά στις πευκώδεις και παραθαλάσσιες περιοχές της χώρας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο. Οι πυρκαγιές αυτές απανθρακώνουν το φύλλωμα και τα κλαδιά αλλά και τον κορμό των δέντρων, με αποτέλεσμα την νέκρωσή τους. Πολλές φορές, οι πυρκαγιές κόμης είναι αποτέλεσμα της εξέλιξης των έρπουσων πυρκαγιών. Σε αυτή την «μετάλλαξη» διαδραματίζουν ιδιαίτερης αξίας ρόλο οι ρητίνες των δέντρων. Η κατάσβεση μιας τέτοιας πυρκαγιάς, σε ένα πυκνό δάσος και σε ημέρες πολύ θερμές, είναι πολύ δύσκολη. Σπουδαίο ρόλο στην επίτευξη της κατάσβεσης έχει η ύπαρξη και η σωστή αξιοποίηση των αντιπυρικών ζωνών.

- **Μικτές Πυρκαγιές:** συχνά κατά την ελεύθερη εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς συνυπάρχουν πάνω από ένα από τα παραπάνω είδη πυρκαγιών. Όταν συνυπάρχει επικόρυφη και έρπουσα πυρκαγιά, τότε δημιουργείται ένα μέτωπο φλογών που επεκτείνεται από το έδαφος έως μερικά μέτρα πάνω από τις κορυφές των δένδρων, που κινείται σαρώνοντας την υπάρχουσα βλάστηση. Αυτές οι πυρκαγιές χαρακτηρίζονται ως μικτές και είναι οι πιο επικίνδυνες μιας και οι συνθήκες που δημιουργούν είναι απρόβλεπτες.

Όπως είδαμε, κάθε δασική πυρκαγιά ανήκει σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες. Όμως, η κατάταξη αυτή δεν αρκεί για να δώσει μια καλή εικόνα της πυρκαγιάς. Έτσι, για την περιγραφή της συμπεριφοράς κάθε πυρκαγιάς όσον αφορά τη δασοπυρόσβεση, χρησιμοποιούνται κυρίως τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (B')):

- ❖ Η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς εκφραζόμενη σε χιλιόμετρα ανά ώρα.
- ❖ Το μήκος της φλόγας σε μέτρα (από το μέσον της βάσης της μέχρι την κορυφή της). Το μήκος δηλώνει και την έντασή της, δηλαδή το θερμικό φορτίο που παράγεται ανά μέτρο θερμικού μετώπου και ανά δευτερόλεπτο.
- ❖ Το μήκος της περιμέτρου της πυρκαγιάς σε μέτρα και ο ρυθμός αύξησής του.

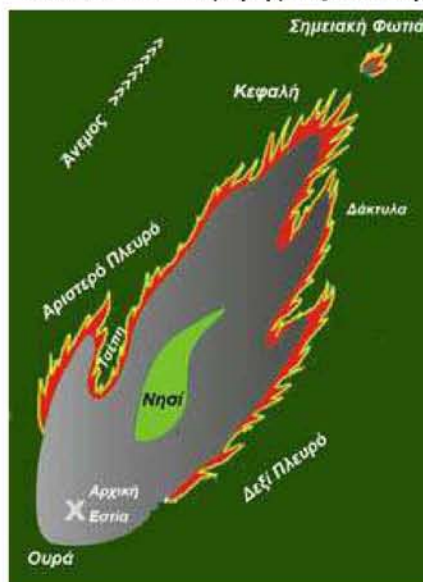
Επιπλέον των χαρακτηριστικών αυτών που εκφράζονται με ποσοτικό τρόπο, μια πυρκαγιά περιγράφεται ποιοτικά και με άλλους όρους και χαρακτηριστικά που βοηθούν στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εικόνας. Παραδείγματα τέτοιων χαρακτηριστικών είναι το “λαμπάδιασμα μεμονωμένων δένδρων”, η “πυρκαγιά κόμης”, η “μετάδοση με καύτρες”, η “πυρκαγιά εκρηκτικής συμπεριφοράς”, η “δημιουργία ανεμοστρόβιλων” κλπ. στο σύνολο ή σε τμήματα της πυρκαγιάς.

1.4 Τα μέρη μιας δασικής πυρκαγιάς

Τα κύρια μέρη μιας δασικής πυρκαγιάς φαίνονται στην εικόνα δεξιά και είναι τα εξής (Ρήγα, 2010 & Φιλιππόπουλος, 2008) :

Κεφαλή ή μέτωπο: είναι το τμήμα της δασικής πυρκαγιάς που κινείται με τη μεγαλύτερη ταχύτητα και συνήθως ακολουθεί τη διεύθυνση του αέρα. Η κεφαλή της δασικής πυρκαγιάς βρίσκεται μπροστά και καθορίζεται, σαν μέτωπο της φωτιάς που καίει γρήγορα, έντονα και προκαλεί τις περισσότερες ζημιές. Για να μπορεί να ελεγχθεί μια δασική πυρκαγιά, πρέπει να κατορθώσουμε πρώτα να ελέγξουμε το μέτωπο της δηλαδή το πιο δύσκολο μέρος. Συνήθως το έργο αυτό αναλαμβάνουν οι εναέριας δυνάμεις δασοπροστασίας (αεροπλάνα, ελικόπτερα).

Εικόνα 1.2: Τα μέρη μιας δασικής πυρκαγιάς



Πηγή: Φιλιππόπουλος, 2008

Τα πλευρά: βρίσκονται αριστερά και δεξιά της κεφαλής και της ουράς της δασικής πυρκαγιάς. Αυτά χαρακτηρίζονται σαν *δεξιά πλευρό* και *αριστερό πλευρό* ανάλογα με τη διεύθυνση της κίνησης του ανέμου. Τα πλευρά της πυρκαγιάς δε καίνε έντονα, ούτε επεκτείνονται τόσο γρήγορα, όσο η κεφαλή της, με αποτέλεσμα να μπορούν να ελεγχθούν ευκολότερα.

Η ουρά: κινείται ακριβώς αντίθετα από το μέτωπο της. Συνήθως καίγεται αργά και ήρεμα, για αυτό και η προσβολή της είναι ευκολότερη από κάθε άλλο τμήμα της πυρκαγιάς.

Επίσης, μπορούμε να ξεχωρίσουμε και τα παρακάτω σημεία που βλέπουμε στην εικόνα, τα οποία είναι (Φιλιππόπουλος, 2008):

- Σημείο Αρχικής Εστίας: Είναι το σημείο από όπου ξεκίνησε η πυρκαγιά.

- Δάκτυλα: Είναι σημεία που ένα λεπτό μέρος του μετώπου έχει προχωρήσει αρκετά.
- Τσέπες: Είναι οι άκαυτες περιοχές ανάμεσα στα δάκτυλα.
- Νησιά: Είναι οι άκαυτες περιοχές εντός του καμένου.
- Σημειακές φωτιές ή κηλίδες: Είναι πυρκαγιές με διαφορετικό σημείο έναρξης από την κύρια πυρκαγιά, δημιουργούμενες συνήθως από φλεγόμενα σωματίδια και την επαγωγή από θερμά καθοδικά ρεύματα αέρα.

2. ΟΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Γενικά

Πάνω από 51 εκατομμύρια στρέμματα δάσους κάηκαν τα προηγούμενα δέκα χρόνια στην Ευρώπη, το 10% των οποίων στην Ελλάδα. Η χώρα μας κατατάσσεται στην τέταρτη θέση με τις περισσότερες καμένες δασικές εκτάσεις στην Ευρώπη. Κατά μέσο όρο στην Ελλάδα εκδηλώνονται ετησίως 2.902 δασικές πυρκαγιές με 514.230 καμένα στρέμματα. Οι χώρες της Μεσογείου αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερο πρόβλημα σε σχέση με τις χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, αφού σε αυτές αναλογεί το 82,1% των καμένων εκτάσεων, ενώ οι πλέον πυρόπληκτες χώρες είναι η Πορτογαλία και η Ισπανία (<http://news.kathimerini.gr/>).

Ακόμα, η Ελλάδα κατατάσσεται στην πρώτη θέση στη Μεσόγειο και τρίτη στην Ευρώπη, όσον αφορά την καταστροφικότητα των πυρκαγιών. Δηλαδή, σε κάθε πυρκαγιά που εκδηλώνεται στην Ελλάδα, καίγονται κατά μέσο όρο 177,2 στρέμματα δάσους, την ώρα που ο μέσος όρος για τη Μεσόγειο είναι 94,4 στρέμματα και για την Ευρώπη 59,9 στρέμματα (<http://news.kathimerini.gr/>).

Ωστόσο, ένα θετικό στοιχείο είναι το γεγονός ότι τόσο στην Ελλάδα όσο και πανευρωπαϊκά ο αριθμός των πυρκαγιών το 2009 είναι κατά πολύ μικρότερος σε σχέση με το 2000. Ο αριθμός φαίνεται μειωμένος σχεδόν στο μισό, κάτι που αποδεικνύει ότι παρά την αλλαγή του κλίματος, που ευνοεί τις δασικές πυρκαγιές οι αρμόδιες υπηρεσίες, τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη γενικότερα, έχουν αποκτήσει τις γνώσεις που χρειάζονται για την αντιμετώπισή τους (<http://news.kathimerini.gr/>).

Επίσης, οι περισσότερες καταστροφές από δασικές πυρκαγιές στην Ευρώπη προκλήθηκαν το 2003, ενώ για την Ελλάδα το έτος με τις μεγαλύτερες καταστροφές ήταν το 2007, κατά το οποίο κάηκαν 2.257.340 στρέμματα και έχασαν τη ζωή τους 63 άνθρωποι (225 νεκροί τα τελευταία 10 χρόνια στη Μεσόγειο).

(<http://news.kathimerini.gr/>)

Οι πυρκαγιές λοιπόν στην Ελλάδα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες φυσικές καταστροφές. Σύμφωνα με στοιχεία από τη πυροσβεστική υπηρεσία Ελλάδας, η

συνολική καμένη έκταση τη τελευταία δεκαετία ανέρχεται περίπου στα 6 εκατομμύρια στρέμματα.

Τέλος, παρακάτω ακολουθούν οι σημαντικότερες δασικές πυρκαγιές, που εκδηλώθηκαν ανά έτος τη χρονική περίοδο 2000-2009.

2.2 Αιτίες δασικών πυρκαγιών

Χωρίς τη γνώση και μελέτη των βασικών αιτιών των δασικών πυρκαγιών, είναι αδύνατη η κατανόηση του φαινομένου και η λήψη μέτρων που στοχεύουν στην πρόληψη και στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Οι αιτίες των δασικών πυρκαγιών διαφέρουν από τη μια περιοχή στην άλλη λόγω των διαφορετικών πιέσεων που ασκούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Έτσι, είναι απαραίτητο να συγκεντρωθούν και να αξιολογηθούν σχετικά στατιστικά δεδομένα, προκειμένου να προσδιοριστούν και να κατανοηθούν οι πιθανές αιτίες των δασικών πυρκαγιών σε μια δεδομένη περιοχή και να επιλεγούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας.

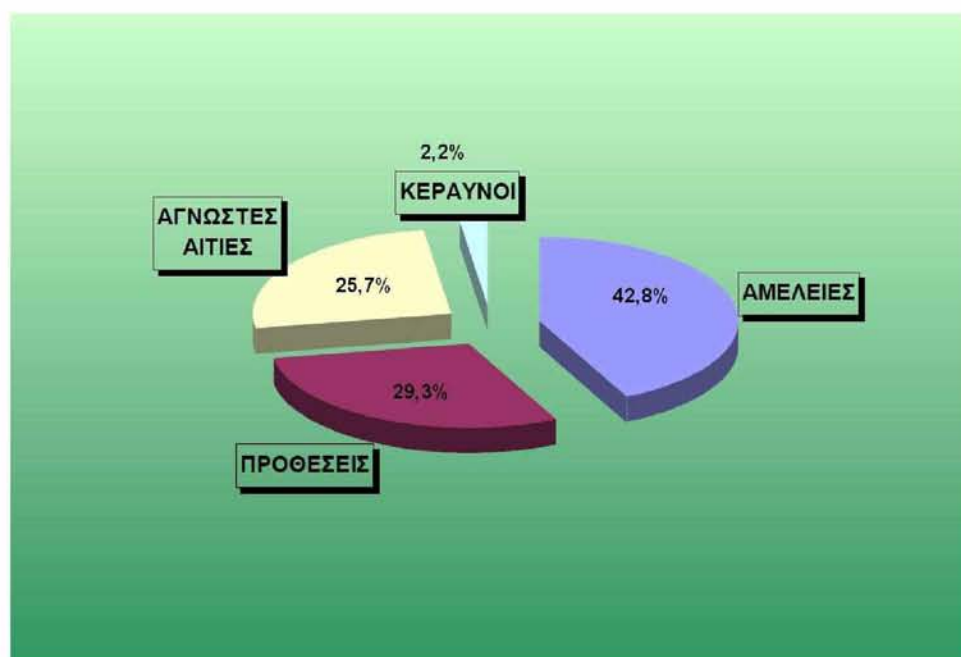
Σύμφωνα με την ελληνική βιβλιογραφία, ως βασικότερες αιτίες δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας αναφέρονται η αμέλεια (από την καύση αγρών και ξερόκλαδων, τα τσιγάρα - σπύρτα, τις βολές του στρατού, τη ΔΕΗ-ΟΣΕ, τους σπινθήρες μηχανών, τους εργαζόμενους στην ύπαιθρο, τους εκδρομείς, το κάπνισμα μελισσών, την καύση σκουπιδιών), οι προθέσεις (εμπρησμοί), οι κεραυνοί αλλά και τα άγνωστα αίτια (Καϊλίδης, 1990).

Από τον παρακάτω πίνακα φαίνεται ότι για το χρονικό διάστημα 1968-87, το 42,8% των αιτιών πυρκαγιάς είναι η αμέλεια και ακολουθούν οι προθέσεις με ποσοστό 29,3%, τα άγνωστα αίτια με ποσοστό 25,7% και οι κεραυνοί με ποσοστό 2,2% (Καϊλίδης, 1990). Παρατηρούμε λοιπόν, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αιτιών πυρκαγιάς συνδέεται με την αμέλεια.

Πίνακας 2.1: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Μ.Ο. 1968-1987)

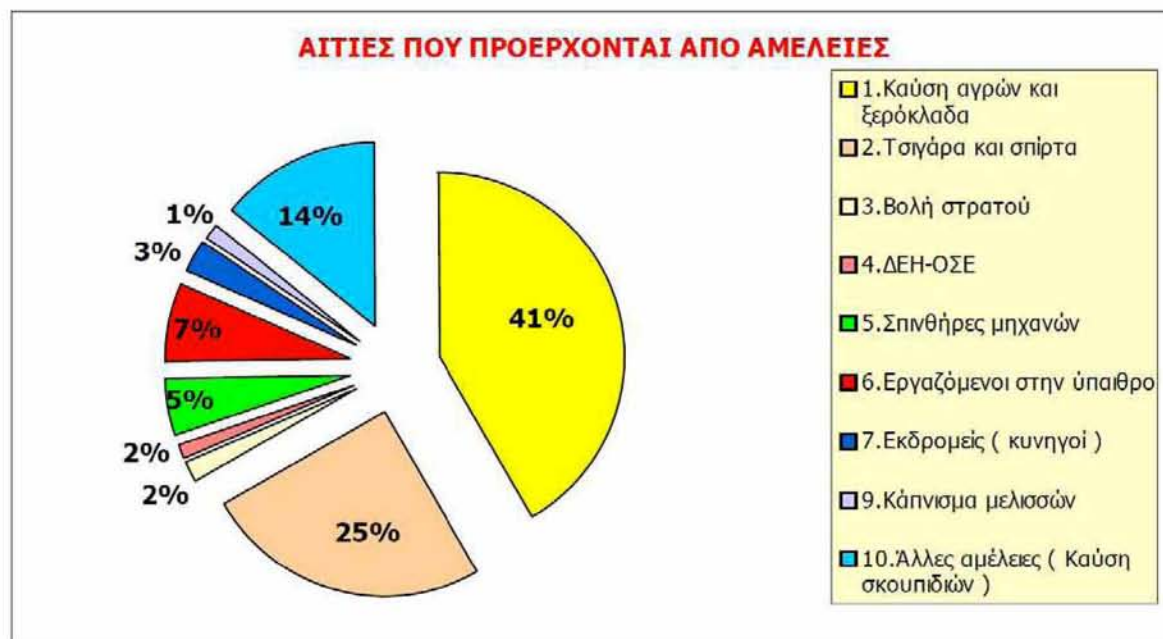
ΑΙΤΙΕΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ		
(Μ.Ο. 1968-1987)		
		Αριθμός πυρκαγιών %
ΑΜΕΛΕΙΕΣ	1.Καύση αγρών και ξερόκλαδα	17,8
	2.Τσιγάρα και σπίρτα	10,7
	3.Βολή στρατού	0,7
	4.ΔΕΗ-ΟΣΕ	0,7
	5.Σπινθήρες μηχανών	2,1
	6.Εργαζόμενοι στην ύπαιθρο	2,9
	7.Εκδρομείς (κυνηγοί)	1,3
	9.Κάπνισμα μελισσών	0,5
	10.Άλλες αμέλειες (καύση σκουπιδιών)	6,1
	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΟ ΑΜΕΛΕΙΕΣ	42,8
ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ		29,3
ΑΓΝΩΣΤΕΣ ΑΙΤΙΕΣ		25,7
ΚΕΡΑΥΝΟΙ		2,2
ΣΥΝΟΛΟ		100

Πηγή: Καϊλίδης, 1990, ίδια επεξεργασία

Γράφημα 2.1: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Μ.Ο. 1968-1987)

Πηγή: Καϊλίδης, 1990, ίδια επεξεργασία

Γράφημα 2.2: Αιτίες έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα που προέρχονται από αμέλειες (Μ.Ο. 1968-1987)



Πηγή: Καϊλίδης, 1990, ίδια επεξεργασία

Ωστόσο μπορούμε εύλογα να προσθέσουμε ότι μεγάλο μέρος των άγνωστων αιτιών συνδέεται με εμπρησμούς. Αν και εφ' όσον ισχύει κάτι τέτοιο, αυξάνονται δραματικά τα αίτια από πρόθεση. Ελάχιστο είναι το ποσοστό των πυρκαγιών που προέρχονται από φυσικά αίτια (όταν αναφερόμαστε σε φυσικά αίτια εννοούμε τις πυρκαγιές που οφείλονται σε κεραυνούς).

Πίσω από τα προαναφερόμενα αίτια βρίσκονται γενικότερες πολιτικές, κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που διαμορφώνουν ευνοϊκό κλίμα για την σταδιακή αύξηση του αριθμού, αλλά και των καμένων εκτάσεων από δασικές πυρκαγιές. Ειδικότερα (Καούκης, 2009) :

- ✚ Η έλλειψη δασικής πολιτικής (ιδιαίτερα στον ελλαδικό χώρο), αλλά και ο ακατάλληλος σχεδιασμός προστασίας του δάσους.
- ✚ Η πολυπλοκότητα του ιδιοκτησιακού καθεστώτος και η αδυναμία του κράτους να δώσει λύσεις στα σχετικά προβλήματα αμφισβήτησης, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα διεξόδους για την τουριστική ζήτηση και τις πιέσεις για την οικιστική και άλλη χωρική ανάπτυξη, διευκολύνει τους

εμπρηστές και τους νόμιμους ή παράνομους διεκδικητές της δασικής γης στο καταστρεπτικό τους έργο.

- ✚ Η συνεχής αύξηση επισκεπτών σε τουριστικές δασικές περιοχές και στα περιαστικά και παράκτια δάση (εκδρομείς, περιπατητές, παραθεριστές, τουρίστες που εγκαθίστανται σε ελεύθερο camping).
- ✚ Η έλλειψη ευαισθησίας του γενικού κοινού και η έλλειψη γνώσεων σχετικά με τη λειτουργία του δασικού οικοσυστήματος.
- ✚ Τα κλιματικά χαρακτηριστικά, δηλαδή παρατεταμένη ξηρασία και υψηλές θερινές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με δυνατούς ξηρούς ανέμους, που ξηραίνουν τη χαμηλή βλάστηση και αυξάνουν την ευφλεκτικότητά της (δείκτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς).
- ✚ Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου σε συνδυασμό με τις συνθήκες υποβάθμισης της ποιότητας ζωής στις μεγαλουπόλεις και την αυξανόμενη ζήτηση για δεύτερη κατοικία στην ύπαιθρο.
- ✚ Η μεγάλη συγκέντρωση βλάστησης στα δάση που ευνοεί την έναρξη και εκδήλωση της πυρκαγιάς, αφού έχουν εκλείψει οι άνθρωποι του δάσους.

Σε αντίθεση όμως με άλλα μέρη του κόσμου, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό των πυρκαγιών είναι φυσικής προέλευσης (κεραυνοί), στη λεκάνη της Μεσογείου έχουμε το χαρακτηριστικό οι πυρκαγιές να είναι αποτέλεσμα κυρίως ανθρωπογενών αιτιών. Οι φυσικές αιτίες αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό ποσοστό όλων των πυρκαγιών (1 - 5% ανάλογα με τη χώρα), πιθανώς λόγω της απουσίας κλιματολογικών φαινομένων, όπως είναι οι ξηρές θύελλες (Καϊλίδης, 1990).

Ένα άλλο κοινό χαρακτηριστικό για ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου είναι ο υψηλός αριθμός πυρκαγιών για τον οποίο η αιτία είναι άγνωστη (Πίνακας 2.2). Αυτή η ομάδα αποτελεί την πλειοψηφία των δασικών πυρκαγιών στις περισσότερες χώρες και είναι 56% κατά μέσο όρο στις πέντε χώρες της Νότιας Ευρώπης και μεταξύ 50 - 77% στις περισσότερες από τις άλλες χώρες (Κύπρος, Ισραήλ, Μαρόκο, Τυνησία,

Τουρκία). Ένα σημείο που πρέπει να υπογραμισθεί είναι ότι, μερικές χώρες χαρακτηρίζονται από ένα σχετικά χαμηλό ποσοστό πυρκαγιών, που οφείλεται σε άγνωστα αίτια και το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 25% - 47% στην Κροατία, στην Ελλάδα και στην Πορτογαλία.

Οι τυχαίες αιτίες που προκαλούν τις πυρκαγιές στα κράτη της Μεσογείου συνδέονται με τις σταθερές εγκαταστάσεις (ηλεκτροφόρα καλώδια, απορρίψεις σκουπιδιών), ενώ μερικές σχετίζονται άμεσα με την ανθρώπινη δραστηριότητα (ανεξέλεγκτη καύση, καπνιστές, πυρκαγιές που προκαλούνται από τους βοσκούς).

Πίνακας 2.2: Συγκεντρωτικά στοιχεία για την κατανομή των αιτίων των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα χωρισμένα σε τρεις βασικές κατηγορίες, Ανθρωπογενή, Φυσικά και Άγνωστα, για την περίοδο 1980-1990

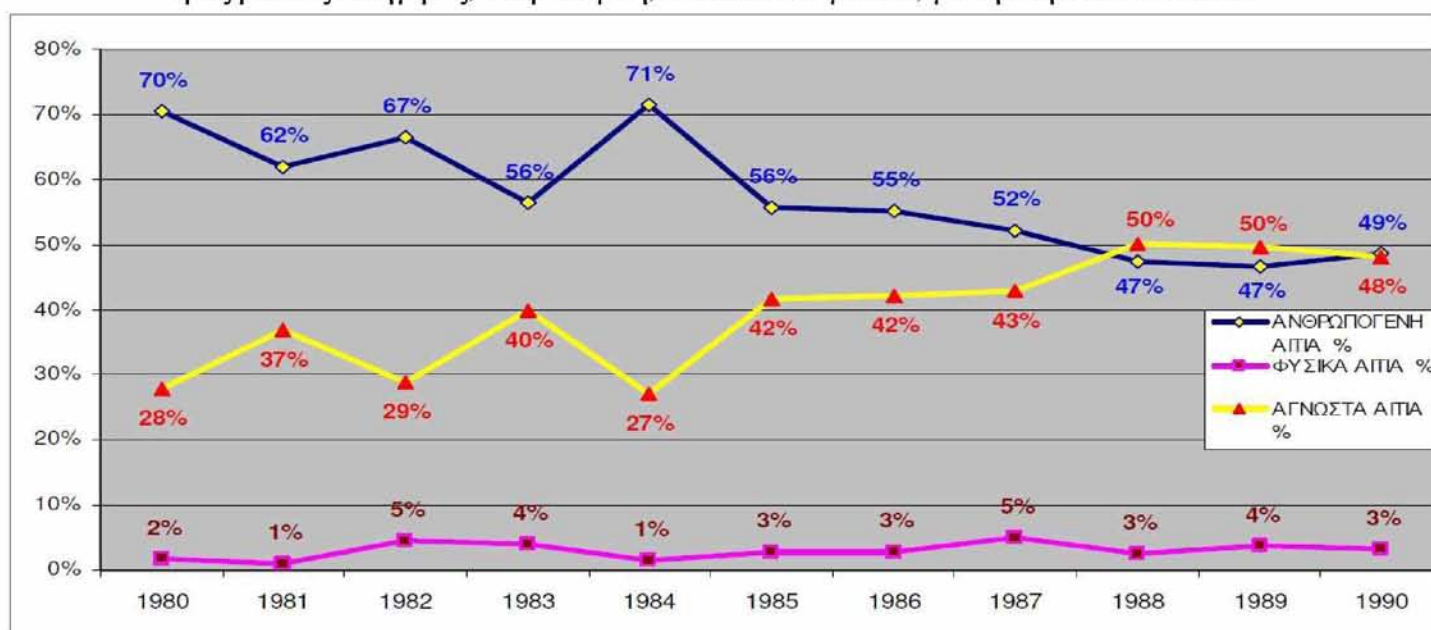
ΕΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ (ha)	ΚΑΜΕΝΗ ΔΑΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (ha)	ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΜΕΡ. ΔΑΣ. & ΑΛΛΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ (ha)	ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ ΑΙΤΙΑ	ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ ΑΙΤΙΑ %	ΦΥΣΙΚΑ ΑΙΤΙΑ	ΦΥΣΙΚΑ ΑΙΤΙΑ %	ΑΓΝΩΣΤΑ ΑΙΤΙΑ	ΑΓΝΩΣΤΑ ΑΙΤΙΑ %
1980	1207	32965	4355	28610	850	70 %	20	2 %	337	28 %
1981	1159	81417	38653	42764	719	62 %	12	1 %	428	37 %
1982	1045	27372	10843	16529	695	67 %	48	5 %	302	29 %
1983	968	19613	10907	8706	545	56 %	38	4 %	385	40 %
1984	1284	33656	12018	21638	917	71 %	18	1 %	349	27 %
1985	1442	105450	48631	56819	804	56 %	38	3 %	600	42 %
1986	1082	24514	10109	14405	596	55 %	30	3 %	456	42 %
1987	1266	46315	13605	32710	659	52 %	63	5 %	544	43 %
1988	1898	110501	27370	83131	898	47 %	49	3 %	951	50 %
1989	1284	42364	23600	18764	599	47 %	48	4 %	637	50 %
1990	1322	38593	21088	17505	643	49 %	44	3 %	635	48 %

Πηγή: Καούκης, 2009, ίδια επεξεργασία

Τέλος, το γράφημα 2.3 μας δείχνει την κατανομή των αιτίων των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-1990, όπως αυτά εμφανίζονται σε στατιστικούς

πίνακες του Υπουργείου Γεωργίας (Πίνακας 2.2). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα άγνωστα αίτια είναι στην πλειονότητά τους ανθρωπογενή, αλλά λόγω της μη εξακριβώσής τους, μπαίνουν σε ξεχωριστή κατηγορία. Έτσι παρατηρείται μείωση στα ανθρωπογενή (εξακριβωμένα) αίτια και αύξηση στα άγνωστα αίτια.

Γράφημα 2.3: Κατανομή των αιτίων των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα χωρισμένα σε τρεις βασικές κατηγορίες, Ανθρωπογενή, Φυσικά και Άγνωστα, για την περίοδο 1980-1990



Πηγή: Πηγή: Κασούκης, 2009

2.3 Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών

Αρχικά το έτος 2000 ήταν μια από τις χρονιές με τις περισσότερες καμένες εκτάσεις όπου αποτεφρώθηκαν 1.559.851,6 στρέμματα. Συγκεκριμένα η μεγαλύτερη εστία πυρκαγιάς εκδηλώθηκε στο νησί της Σάμου. Είναι γνωστό ότι οι μεγαλύτερες πυρκαγιές εκδηλώνονται στη κεντρική και νότια Ελλάδα και στις περιοχές γύρω από το Αιγαίο. Έτσι και το 2000 είχαμε μεγάλες πυρκαγιές σε αυτές τις περιοχές, ειδικά στο νομό Αρκαδίας κοντά στη Μεγαλόπολη, στη βόρεια Κορινθία, καθώς και σε ορεινές και πεδινές περιοχές του νομού Φθιώτιδας. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε και μια σημαντική διασυνοριακή πυρκαγιά στη Βόρεια Ελλάδα, η οποία εισήλθε στο ελληνικό έδαφος από την Αλβανία και έκαψε σημαντικές εκτάσεις στο νομό Ιωαννίνων. Την επόμενη χρονιά οι καμένες εκτάσεις ήταν σημαντικά λιγότερες και κάηκαν 428.254,3 στρέμματα. Οι σημαντικότερες πυρκαγιές εκδηλώθηκαν στα

βόρεια του νομού Αττικής, οι οποίες δημιούργησαν αρκετές καταστροφές (www.fireservice.gr & <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/>).

Τη περίοδο 2002-2005 δεν παρατηρηθήκαν σημαντικές πυρκαγιές. Μέσα σε αυτά τα χρόνια κάηκαν 389.891,2 στρέμματα, που είναι λιγότερα από τις καμένες εκτάσεις, που καίγονταν στη διάρκεια ενός χρόνου τις προηγούμενες χρονιές (www.fireservice.gr & <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/>).

Όσον αφορά τη χρονιά 2006 παρατηρούμε ότι εκδηλώθηκαν μεγάλες πυρκαγιές στη Κασσάνδρα της Χαλκιδικής, καθώς και σε ένα σημαντικό κομμάτι της Μάνης. Η συνολική καμένη έκταση για το έτος 2006 ανήλθε στα 152.913,3 στρέμματα (www.fireservice.gr & <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/>).

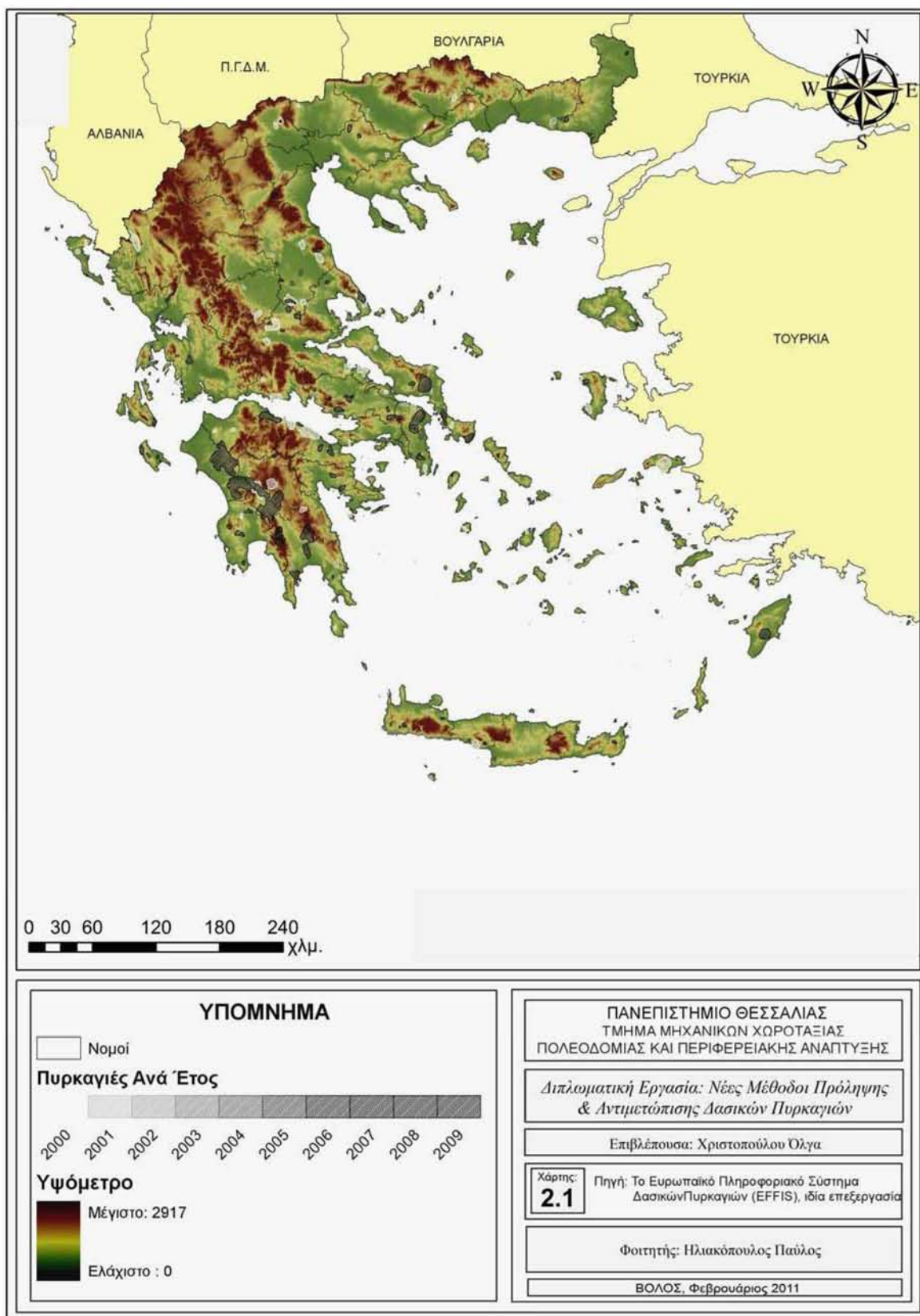
Το έτος 2007 η χώρα μας γνώρισε πρωτοφανής σε έκταση και πλήθος πυρκαγιές, οι οποίες κατέκαψαν πολλές εκατοντάδες χιλιάδες στρέμματα εκτάσεων. Το Ευρωπαϊκό Πληροφοριακό Σύστημα Δασικών Πυρκαγιών (EFFIS) υπολογίζει τις εκτάσεις που καταστράφηκαν στην Ελλάδα από 24 έως 26 Αυγούστου σε 1.839.870 στρέμματα. Με βάση την εκτίμηση αυτή, το 2007 καταστράφηκαν συνολικά, λόγω των πυρκαγιών, περίπου 2.623.935,0 στρέμματα. Συγκεκριμένα η πρώτη μεγάλη φωτιά της χρονιάς εκδηλώθηκε στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας καίγοντας σημαντικό τμήμα της προστατευόμενης περιοχής και ένα τμήμα υψηλής βιοποικιλότητας. Ακολούθησαν μεγάλες πυρκαγιές στο νότιο Πήλιο του νομού Μαγνησίας, όπως επίσης και στο νομό Φθιώτιδος και Αιτωλοακαρνανίας είχαμε σημαντικές καμένες εκτάσεις από διάσπαρτες φωτιές. Επίσης, κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών εκδηλώθηκε σημαντική πυρκαγιά και στη βόρεια Αχαΐα. Η αποκορύφωση των πυρκαγιών στον ελληνικό χώρο αυτού του έτους πραγματοποιήθηκε στα τέλη Αυγούστου. Σημαντικές εστίες πυρκαγιών εκδηλώθηκαν διάσπαρτα στην Πελοπόννησο και την Εύβοια, οι οποίες πήραν μεγάλες διαστάσεις λόγω ισχυρών ανέμων. Οι εστίες βρίσκονταν στο νομό Λακωνίας στο βουνό του Πάρωνα, στο νομό Μεσσηνίας στο βουνό του Ταΰγετου, στο νομό Αρκαδίας στη Μεγαλόπολη και στο νομό Ηλείας στη Ζαχάρω και την Αμαλιάδα (www.fireservice.gr & <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/>).

Στη συνέχεια το έτος 2008 ήταν μια χρονιά με σχετικά περιορισμένες καμένες εκτάσεις. Όμως εκδηλώθηκε μια σημαντική πυρκαγιά στο νησί της Ρόδου όπου

καήκαν πολλά στρέμματα πευκοδάσους. Αυτή τη χρονιά οι καμένες εκτάσεις ανήλθαν στα 386.964,7 στρέμματα.

Τέλος το έτος 2009 μια μεγάλη πυρκαγιά έλαβε χώρα στη βορειοανατολική Αττική, η οποία έκαψε μεγάλο τμήμα του νομού. Επίσης, σημαντική φωτιά εκδηλώθηκε στη νοτιοανατολική Εύβοια στη περιοχή της Καρύστου. Ακόμα, μεγάλος αριθμός πυρκαγιών εκδηλώθηκε στο νησί της Ζακύνθου, οι οποίες προκάλεσαν μεγάλες καταστροφές. Οι καμένες εκτάσεις του 2009 έφτασαν τα 442.717,8 στρέμματα (www.fireservice.gr & <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/>).

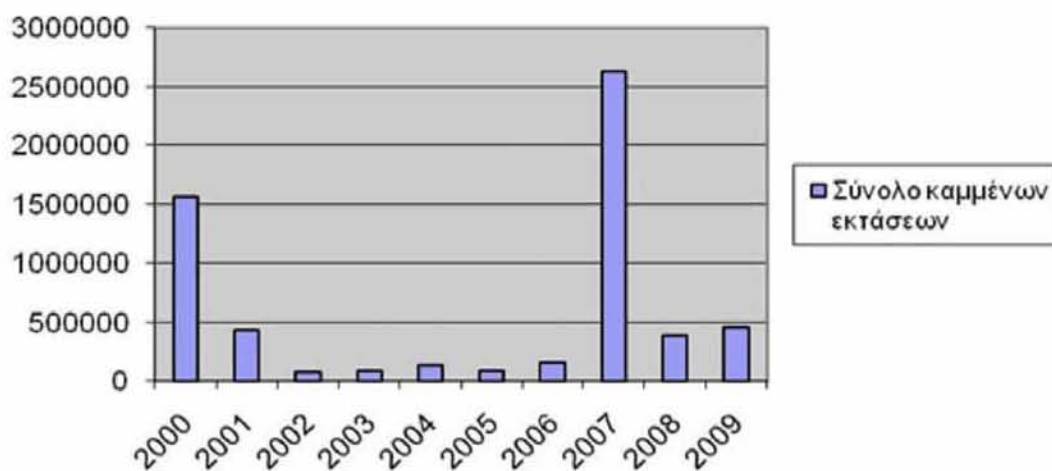
Χάρτης 2.1: Διαχρονική εξέλιξη εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών



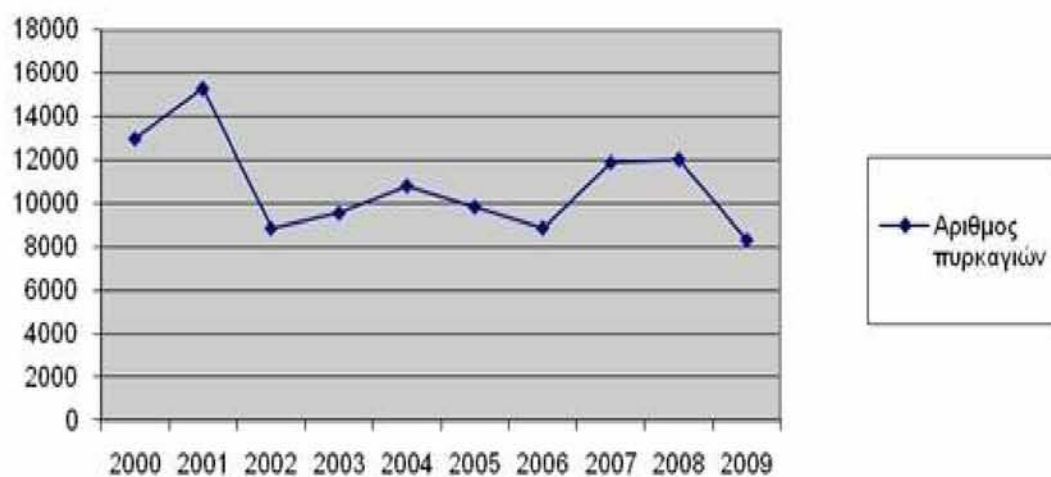
Πίνακας 2.3: Καμένες εκτάσεις στην Ελλάδα από 2000-2009

Έτος	Καμένες εκτάσεις (στρέμματα)
2000	1.559.851,6
2001	428.254,3
2002	81.822,7
2003	84.767,6
2004	134.567,4
2005	88.734,2
2006	152.913,3
2007	2.623.935,0
2008	386.964,7
2009	442.717,8
Συνολικά	5.984.528,60

Πηγή: <http://www.fireservice.gr> , ίδια επεξεργασία

Γράφημα 2.4: Σύνολο καμένων εκτάσεων (στρέμματα) στην Ελλάδα για τη δεκαετία 2000-2009

Πηγή: Πίνακας 2.1, ίδια επεξεργασία

Γράφημα 2.5: Αριθμός πυρκαγιών στην Ελλάδα για τη δεκαετία 2000-2009

Πηγή: <http://www.fireservice.gr> , ίδια επεξεργασία

2.4 Χάρτες Επικινδυνότητας

Η επικινδυνότητα στην Ελλάδα, όσον αφορά την εκδήλωση πυρκαγιών, μαρτυρείται και στους χάρτες πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς (δείκτης επικινδυνότητας) του Υπουργείου Εσωτερικών, που εκδίδει κάθε μέρα η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, από την 1η Μαΐου έως και την 30η Οκτωβρίου κάθε έτους και απεικονίζει 5 επίπεδα κινδύνου πυρκαγιάς, όπως αυτά εκτιμώνται με βάση την επαρχιακή διαίρεση της χώρας μας στα παλιότερα χρόνια. Οι κατηγορίες κινδύνου, που βαθμολογούνται με αριθμούς από το 1 έως το 4, αντιστοιχούν σε επικινδυνότητα «χαμηλή», «μέση», «υψηλή» και «πολύ υψηλή», ενώ η κατηγορία με αριθμό 5, κατά κανόνα, εμφανίζεται σπάνια και αντιστοιχεί σε «κατάσταση συναγερμού» (www.gscp.gr).

Για τη σύνταξη των χαρτών αυτών λαμβάνονται κυρίως υπόψη οι προβλέψεις των σχετικών με τις πυρκαγιές καιρικών φαινομένων για το επόμενο 24ωρο, η κατάσταση της βλάστησης, καθώς και κάθε άλλη διαθέσιμη πληροφορία που συμβάλει στον προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας περιοχής σε δεδομένη χρονική στιγμή. Η ακρίβεια του χάρτη εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια των μετεωρολογικών προβλέψεων (www.gscp.gr).

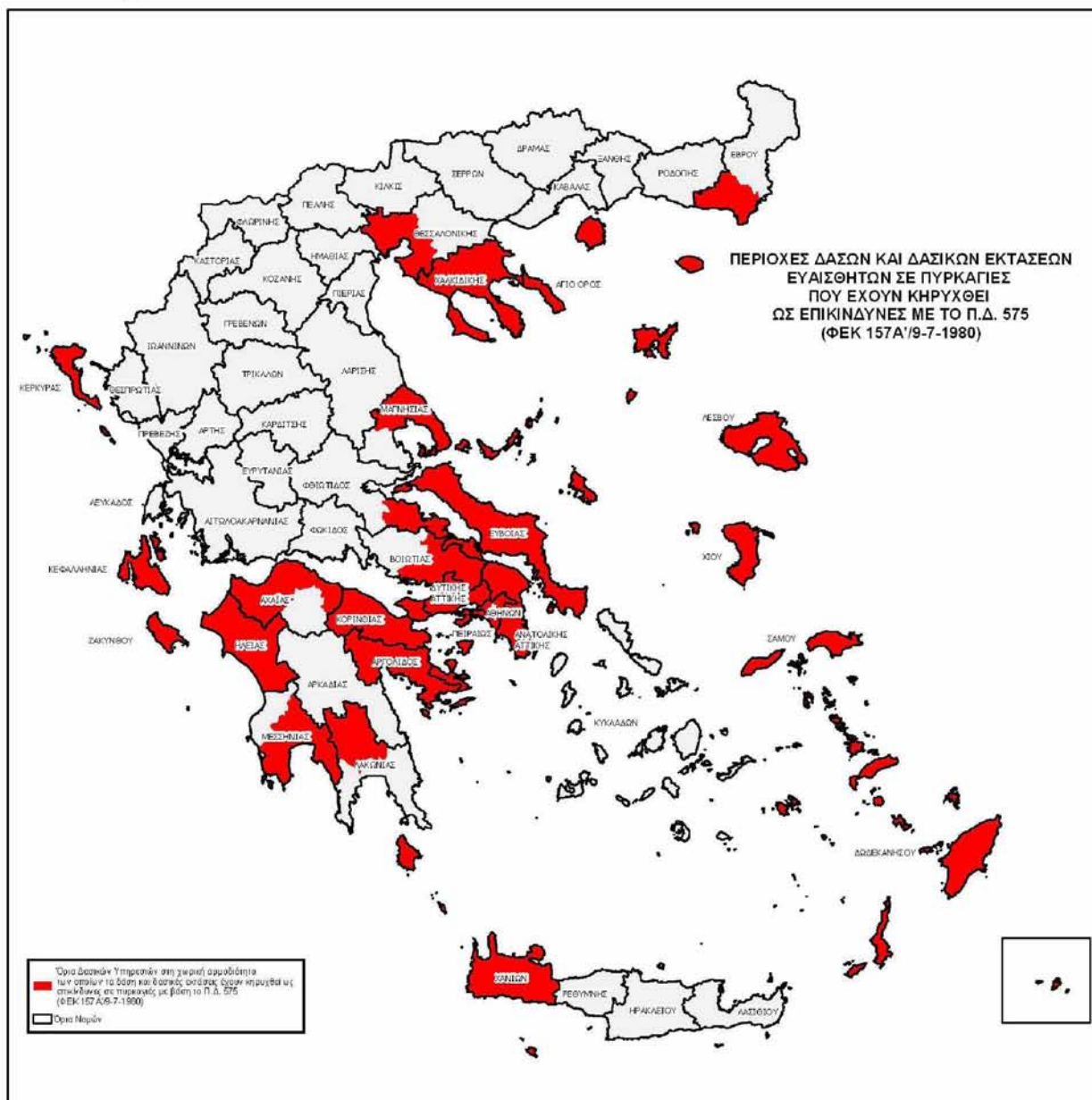
Στον ημερήσιο αυτό χάρτη πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς εμφανίζονται τα διοικητικά όρια των Δασαρχείων της χώρας, τα οποία και θεωρούνται ως το ελάχιστο γεωγραφικό διαμέρισμα, στο οποίο εκτιμάται ο κίνδυνος, ενώ η εκπόνηση του ολοκληρώνεται στις 12:30 της προηγούμενης ημέρας από την ημέρα για την οποία ισχύει. Αμέσως μετά τη σύνταξή του, ο χάρτης γίνεται σε ελάχιστο χρόνο διαθέσιμος από το δικτυακό τόπο της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, από όπου μπορούν να ενημερώνονται όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς, οι εθελοντικές ομάδες πυροπροστασίας, καθώς και όλοι οι ενδιαφερόμενοι πολίτες (www.gscp.gr).

Τέλος, το μέτρο αυτό οδηγεί στην άμεση λήψη προσθέτων μέτρων πρόληψης και ετοιμότητας από τους φορείς που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, καθώς και στην αποφυγή άσκοπων επιφυλακών (www.gscp.gr).

Βέβαια, πολύ πριν από τους χάρτες επικινδυνότητας της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, στις αρχές της δεκαετίας του 80' είχαν χαρτογραφηθεί περιοχές έντονης επικινδυνότητας για πρόκληση πυρκαγιών με το Προεδρικό

Διάταγμα 575/1980 “Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικινδύνων”. Όπως βλέπουμε και στο παρακάτω χάρτη, σύμφωνα με αυτό το διάταγμα οι περιοχές που έχουν τις πιο μεγάλες πιθανότητες για πρόκληση πυρκαγιών, είναι κυρίως αυτές των δασικών εκτάσεων με πλούσια βλάστηση, αλλά και με έντονο ανάγλυφο.

Χάρτης 2.2: Περιοχές δασών και δασικών εκτάσεων ευαίσθητων σε πυρκαγιές, που έχουν κηρυχθεί ως επικίνδυνες με το Π.Δ. 575



ΠΡΟΕΔΡΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 575 (Φ.Ε.Κ. 157Α/9-7-1980)

“Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικινδύνων.”

Κηρύσσονται, κατά το άρθρον 25 του Ν.998/79 ως επικίνδυναι περιοχαι δασών και δασικών εκτάσεων της Χώρας αι επιπτώσαι εις την τοπικήν αρμοδιότητα των ως έπειτα δασικών υπηρεσιών:

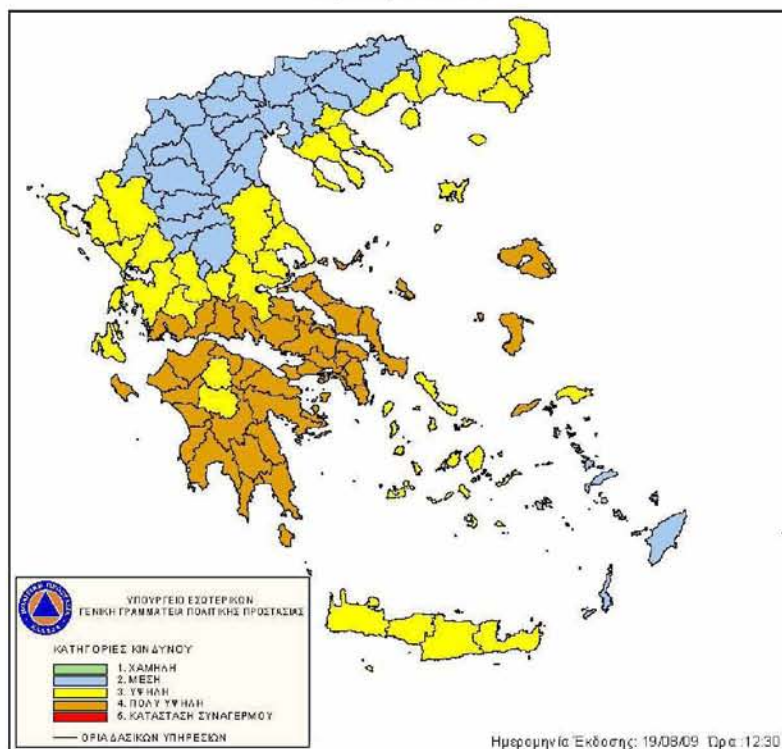
α) Διευθύνσεις Δασών Κεφαλληνίας, Ζακύνθου, Κερκύρας, Λέσβου, Σάμου, Χανίων και Χίου.

β) Δασαρχεiai Αλεξανδρουπόλεως, Αρναίας, Πολυγύρου, Κασσανδρας, Θάσου, Θεσσαλονίκης, Σκοπέλου, Βόλου, Αταλάντης, Ισπαιας, Λιμνης, Χαλκιδος, Θηβών, Πάρνηθος, Πεντέλης, Καπανδριτιου, Λαυριου, Αιγαλεω, Παιραιώς, Ρόδου, Κω, Μεγάρων, Πόρου, Κορινθου, Ξυλοκάστρου, Αγίου, Πατρών, Αμαλιάδος, Πύργου, Ολυμπίας, Καλαμάτας, Σπάρτης και Κρανιδίου.

Πηγή: Π.Δ. 575/1980

Στη συνέχεια, όπως βλέπουμε και στους παρακάτω χάρτες της ΓΓΠΠ, οι περιοχές που εμφανίζουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς κατά την αντιπυρική περίοδο είναι οι περιοχές που γειτνιάζουν και επηρεάζονται από το Αιγαίο Πέλαγος. Στο πρώτο χάρτη βλέπουμε μία μέρα, όπου έχουμε ισχυρούς βόρειους ανέμους στην Ελλάδα. Μεγάλο μέρος της Στερεάς Ελλάδας, ολόκληρη η Πελοπόννησος και ένα σημαντικό τμήμα των νησιών του Αιγαίου έχουν πολύ υψηλή επικινδυνότητα πυρκαγιάς. Αυτός ο χάρτης εκδόθηκε από τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας στις 20/08/2009 και είναι η μέρα που εκδηλώθηκε η μεγάλη πυρκαγιά στη βορειοανατολική Αττική, που προκάλεσε μεγάλες καταστροφές. Επομένως, διαπιστώνουμε ότι είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη αυτοί οι χάρτες, διότι πραγματικά η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς προέρχεται μετά από επεξεργασία πολλών δεδομένων, που συμβάλλουν συνδυαστικά στην εκδήλωση πυρκαγιάς.

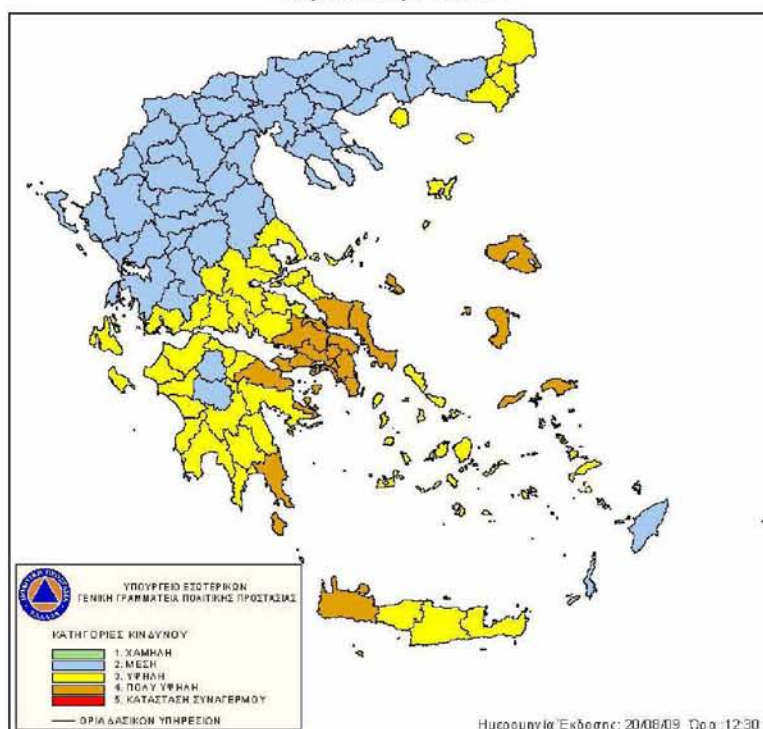
ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ
Πέμπτη 20/08/09



Πηγή: www.gscp.gr

Στον επόμενο χάρτη βλέπουμε μια συνηθισμένη ημέρα με μέτριους ανέμους στο Αιγαίο. Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι το Αιγαίο και οι άνεμοι του συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην εκδήλωση πυρκαγιών. Ακόμα και με μέτριους ανέμους, παρατηρούμε ότι μεγάλο τμήμα της χώρας γύρω από το Αιγαίο έχει πολύ υψηλή επικινδυνότητα πυρκαγιάς. Γίνεται αντιληπτό ότι παρόλο που είναι η δεύτερη μέρα της πυρκαγιάς στη βορειοανατολική Αττική και οι άνεμοι είναι μέτριοι, τελικά η πυρκαγιά πήρε μεγάλες διαστάσεις και έκαψε μεγάλο τμήμα του νομού.

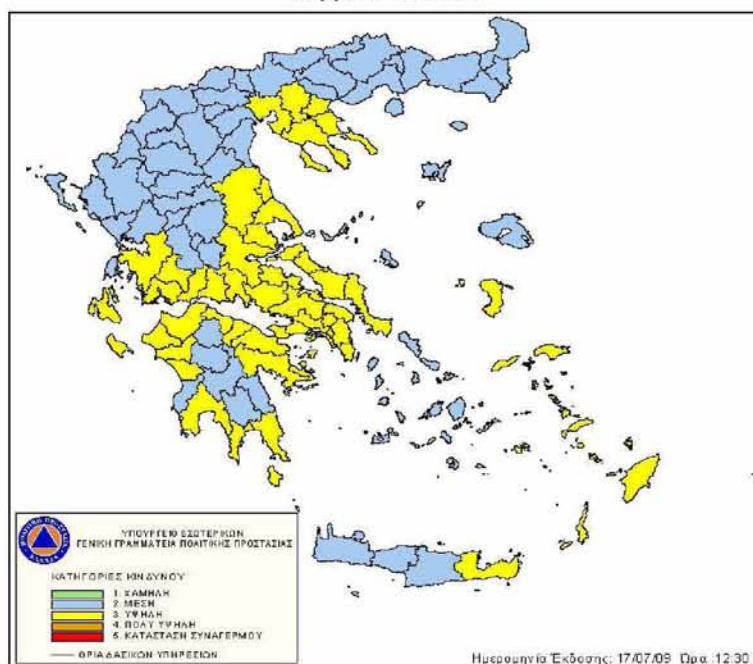
ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ
Παρασκευή 21/08/09



Πηγή: www.gscp.gr

Στο παρακάτω χάρτη παρατηρούμε την πρόβλεψη κινδύνου πυρκαγιάς για μια καλοκαιρινή μέρα χωρίς ανέμους (18/07/2009). Έτσι, υψηλό βαθμό επικινδυνότητας έχουν οι περιοχές, όπου εκδηλώνονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες συνήθως στη χώρα μας. Αυτές είναι οι πεδινές περιοχές όλης της χώρας, καθώς και η ανατολική Στερεά και η Πελοπόννησος.

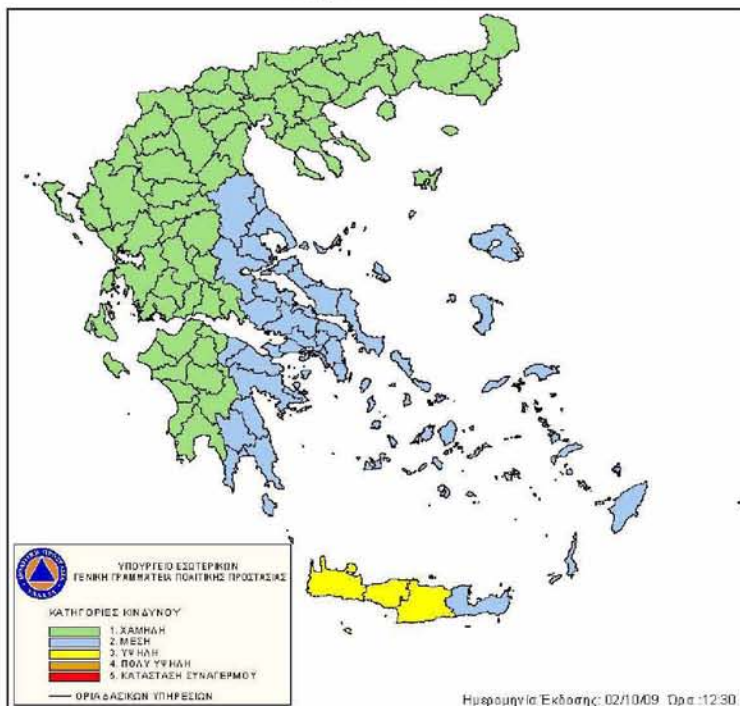
ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ
Σάββατο 18/07/09



Πηγή: www.gscp.gr

Τέλος, όπως είπαμε η αντιπυρική περίοδος κρατάει μέχρι της 31 Οκτωβρίου. Αν και βρισκόμαστε μέσα στο φθινόπωρο, παρόλα αυτά λόγω του κλίματος της χώρας μας μπορούν να δημιουργηθούν κατάλληλες συνθήκες για την εκδήλωση πυρκαγιάς. Στο παρακάτω χάρτη παρατηρούμε ότι υπάρχουν περιοχές με μέση ακόμα και υψηλή επικινδυνότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς στις αρχές Οκτώβριου (03/10/2009).

ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ
Σάββατο 03/10/09



Πηγή: www.gscp.gr

3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΚΟΙΝΩΝΙΑ

3.1 Γενικά

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο, το οποίο προβληματίζει πολλές χώρες μεταξύ των οποίων και χώρες προηγμένες τεχνολογικά και οικονομικά. Στην Ελλάδα, το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών είναι κατ'εξοχήν πρόβλημα ανθρωπογενές (Στάμου, 2001). Η σημασία του δάσους για τον άνθρωπο είναι εξαιρετικά μεγάλη. Οι δασικές πυρκαγιές συχνά καταστρέφουν το σύνολο του δάσους επηρεάζοντας άμεσα τις λειτουργίες του με άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στη Ελλάδα πριν από 100 χρόνια υπήρχε δασοκάλυψη 48%, ενώ σήμερα έχει μειωθεί σε ποσοστό 35% (Καϊλίδης-Καρανικόλα, 2004).

Οι επιπτώσεις λοιπόν των δασικών πυρκαγιών στη φύση και την κοινωνία πρέπει να αξιολογούνται για μεγάλη χρονική περίοδο μετά την εμφάνισή τους και με πλήρη ανάλυση του τρόπου με τον οποίο επηρεάζονται οι άνθρωποι, τα αγαθά και οι υπηρεσίες.

Οι δασικές πυρκαγιές έχουν επιπτώσεις που κυμαίνονται χρονικά από την περίοδο εμφάνισής τους μέχρι μερικές δεκαετίες μετέπειτα. Επηρεάζουν όχι μόνο το δάσος και τα δασικά οικοσυστήματα, αλλά επίσης τα παρακείμενα συστήματα (γεωργικά, αστικά, δίκτυα μεταφορών και ηλεκτροφόρων καλωδίων κλπ.) και την κοινωνία των πολιτών (κάτοικοι ή μη) πολύπλευρα: ανθρώπινη ζωή και υγεία, ευημερία, απασχόληση, οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες κλπ. Η φύση και η διαθεσιμότητα (όταν είναι εφικτές) των πληροφοριών των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών παρέχουν μία βάση για την κατανόηση και ενσωμάτωση αυτών των πληροφοριών στις πολιτικές, τις αξιολογήσεις του κινδύνου και τις πρακτικές διαχείρισης. Επομένως, θα πρέπει να αποτελεί προϋπόθεση μία λεπτομερής αξιολόγηση των επιπτώσεων, η οποία θα εξετάζει το σύνολο των σχετικών κατηγοριών επιπτώσεων, όπως απαριθμούνται στον πίνακα 3.1. Εντούτοις, το επίπεδο ποιότητας και διαθεσιμότητας των πληροφοριών είναι πολύ μεταβλητό από τη μία κατηγορία στην άλλη, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει «πλήρης εικόνα» των επιπτώσεων, ούτε ακόμα σε εθνικό επίπεδο (Biro, 2009).

Πίνακας 3.1: Κατηγορίες επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών:
 ■ οικονομικές, ▲ κοινωνικές, ● περιβαλλοντικές

Επιπτώσεις	Κατηγορία
Ζημιά σε σπίτια και υποδομές	■ ▲
Ατμοσφαιρική ρύπανση & επιπτώσεις στη δημόσια υγεία	■ ● ▲
Εκκένωση όμορων κοινοτήτων	■ ▲
Καταστροφή πολιτισμικών και αρχαιολογικών θέσεων	▲ ■
Επιπτώσεις στη ροή των μεταφορών και των μεταφορικών δικτύων	▲ ■
Ζημιές στο έδαφος, τις λεκάνες απορροής και τα αποθέματα νερού	● ■ ▲
Ζημιά στα όμορα γεωργικά συστήματα	■ ▲
Κόστος καταστολής των πυρκαγιών	■
Ζημιά στην ξυλεία & σε άλλα δασικά προϊόντα και μελλοντικές απώλειες παραγωγής	■ ▲
Κόστος ασφάλειας και φόροι	■
Ζημιά στις υποδομές αναψυχής	■ ▲
Αλλαγή της βιοποικιλότητας και των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής	● ■
Εκπομπές άνθρακα	● ■
Κόστος ανάπλασης και αποκατάστασης	■

Πηγή: Birot, 2009, ίδια επεξεργασία

3.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι δασικές πυρκαγιές συνεπάγονται μια σωρεία επιπτώσεων που αφορούν την ατμόσφαιρα, τον υδροφόρο ορίζοντα και την ποιότητα του εδάφους. Οι μικροπρόθεσμες επιδράσεις σχετίζονται με τα είδη της βλάστησης και της πανίδας που πλήττονται και με ποιον τρόπο, και με τις πολύ άμεσες ανάγκες που δημιουργούν στις παραδασόβιες κοινότητες. Οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις σχετίζονται με την εκπομπή αερίων, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα και τα νιτρικά, τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν ακόμα και διαφοροποίηση στην ανάπτυξη κάποιων ειδών χλωρίδας, ή την διαφοροποίηση του τοπικού μικροκλίματος, με σύνηθες

χαρακτηριστικό την αύξηση της θερμοκρασίας και την μείωση των επιπέδων υγρασίας (Statheropoulos et al, 2007).

Επιπτώσεις στο έδαφος και το νερό

Η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στο έδαφος είναι σημαντική γιατί οι πυρκαγιές μεταβάλλουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και συνεπώς την παραγωγικότητα του δασικού εδάφους. Η μερική ή ολική καταστροφή του δάσους και γενικά της βλάστησης του εδάφους συντελεί στη μερική ή ολική παράσυρση του εδάφους από τις βροχές, στη δημιουργία πλημμυρών στις πεδινές περιοχές, στην αύξηση της διάβρωσης του εδάφους και στην εμφάνιση χειμαρρικών φαινομένων (Ρήγα, 2010).

Οι επιδράσεις ισχυρών πυρκαγιών πάνω στην ύδρευση και στη διάβρωση του εδάφους ποικίλουν και εξαρτώνται από το πόσο ισχυρή είναι η φωτιά αλλά και ακόμα από τη βλάστηση και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους που επηρεάζονται. Οι ισχυρές πυρκαγιές μπορούν να αυξήσουν το ποσό απορροής του νερού και της διάβρωσης του εδάφους από τα διάφορα μεγέθη τους. Οι καταστρεπτικές πυρκαγιές αυξάνουν το ποσό της απορροής και διάβρωσης που καλύπτει την περιοχή. Οι κίνδυνοι της αύξησης της διάβρωσης μπορούν να διαρκέσουν από 1 μέχρι 5 χρόνια μετά τις πυρκαγιές και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση και την τοποθεσία των καταιγίδων σε συνδυασμό με την καμένη περιοχή. Μερικοί επιστήμονες σε θέματα ατμόσφαιρας έχουν προτείνει ότι μεγάλες καμένες περιοχές μπορούν στην πραγματικότητα να αναπτύξουν την ένταση των καταιγίδων και κατ' επέκταση να συνεισφέρουν στην αύξηση της απορροής και διάβρωσης. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό το φαινόμενο είναι ότι τα καμένα εδάφη έχουν χαμηλότερη ανταναικλαστικότητα και απορροφούν μεγαλύτερη θερμότητα αυξάνοντας τις θερμοκρασίες στο υπέδαφος (P. Omi, 2005).

Επίσης, η επίδραση των πυρκαγιών στο υδρογραφικό δίκτυο της καμένης περιοχής είναι σημαντική, καθώς αυξάνονται οι απορροές και η ποιοτική υποβάθμιση του νερού που προορίζεται για την εξυπηρέτηση των οικιακών χρήσεων των περιοχών αυτών.

Το νερό που προέρχεται από τις διαβρώσεις καμένων επιφανειών περιέχει αυξημένες ποσότητες Ca (Ασβέστιο), K (Κάλιο), N (Άζωτο) και P(Φωσφόρο). Επιπλέον, κατά

τις πρώτες βροχές η χημική σύσταση του νερού αλλάζει προς την κατεύθυνση αυξημένων σε ανθρακικά, νιτρώδη, αμμωνιακά και οργανικά νιτρικά υλικά που προέρχονται από τη διάλυση και παράσυρση της στάχτης. Τα στοιχεία από το έδαφος και η στάχτη καθιστούν το νερό ακατάλληλο για άδρευση, αφού όταν αυτό χρησιμοποιηθεί μπορεί να προκαλέσει υπερτροφισμό (Γκόφας, 2008).

Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

Οι δασικές πυρκαγιές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ατμοσφαιρική ρύπανση με συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και την ισορροπία των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs¹). Ατμοσφαιρικοί ρύποι και μικροσωματίδια απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία της καύσης (και αργότερα για ορισμένους απ' αυτούς τους ρύπους), επηρεάζοντας την ποιότητα του αέρα και την ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα των πληθυσμών των προσήνεμων περιοχών. Έχουν αναφερθεί σημαντικοί συσχετισμοί μεταξύ των δασικών πυρκαγιών και των συγκεντρώσεων των αερίων ρύπων (όζον, μονοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του αζώτου, σωματιδιακή ύλη) στην ατμόσφαιρα. Οι νέες διαπιστώσεις στη Μεσόγειο και τις ΗΠΑ επεσήμαναν το ρόλο των δασικών πυρκαγιών στην απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ενώσεων υδραργύρου (περίπου 40% των συνολικών εκπομπών). Οι πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι μεγάλες δασικές πυρκαγιές, όπως εκείνες στην Πορτογαλία (2003) μπορεί να αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), σε σύγκριση με τους τομείς των μεταφορών και της βιομηχανίας, οδηγώντας στην υπονόμηση των προσπαθειών για τη συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις που συνδέονται με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ωστόσο, κατά μέσο όρο, οι δασικές πυρκαγιές στην Ευρωπαϊκή Ένωση συμβάλλουν ελάχιστα στις εκπομπές GHGs συγκρινόμενες με τις εκπομπές που προέρχονται από τη βιομηχανία (Biro, 2009).

Επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα

Τα φυτικά είδη στις ξηρές περιοχές του κόσμου, συμπεριλαμβανομένου και των περιοχών της Μεσογείου, έχουν αναπτύξει πολλούς μηχανισμούς προσαρμογής στη φωτιά. Τα μεσογειακά οικοσυστήματα συνήθως αναγεννιούνται επαρκώς μετά την πυρκαγιά. Τα φυτικά είδη αποκαθίστανται είτε με αναβλάστηση είτε με φύτευμα σπόρων ή και με τους δύο τρόπους. Η βλάστηση, σε περιοχές που επικρατούν φυτά

¹ Greenhouse Gases (Αέρια του Θερμοκηπίου)

από αναβλάστηση, καλύπτει γρηγορότερα το έδαφος σε σχέση με περιοχές όπου η βλάστηση αναγεννήθηκε με το φύτευμα σπόρων. Συνεπώς η διάβρωση του εδάφους και η υποβάθμισή του στη δεύτερη περίπτωση είναι μεγαλύτερη (Ζαγαρέλου, 2009).

Ακόμα, στη περίπτωση των μεσογειακών πεύκων, η παραγωγή σπερμάτων από τα αναγεννώμενα φυτά συνήθως επιτυγχάνεται μετά από 15-20 χρόνια μετά την πυρκαγιά. Έτσι, δεν υπάρχουν σπόροι κατά την περίοδο αυτή στο έδαφος (Ζαγαρέλου, 2009).

Όμως, οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές σε μικρά χρονικά διαστήματα οδηγούν στην εξαφάνιση των πεύκων, ενώ η αποκατάστασή τους εξαρτάται από την παρουσία γειτονικών συστάδων πεύκων που δεν έχουν καεί. Στην περίπτωση εκτεταμένων πυρκαγιών, απαιτείται πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα για την αποκατάσταση, καθώς ο ρυθμός αποικισμού του πεύκου είναι 20 μέτρα ύψος σε 20 χρόνια. Γενικά, τα περισσότερα δασικά είδη που απαντώνται σε χαμηλά υψόμετρα της χώρας μας (πχ πεύκα) δεν επηρεάζονται αρνητικά από τις δασικές πυρκαγιές (και μάλιστα σε μερικές περιπτώσεις ευνοούνται), εκτός αν η πυρκαγιά συνδυαστεί με άλλες διαταραχές. Αντιθέτως τα περισσότερα είδη των μεγάλων υψομέτρων (πχ έλατα) δεν μπορούν να ανακάμψουν με φυσικό τρόπο μετά από μία πυρκαγιά, και ούτε μπορεί να θεωρηθεί πως ωφελούνται με οποιονδήποτε τρόπο (Ζαγαρέλου, 2009).

Όσον αφορά τη πανίδα, ο τρόπος με τον οποίο οι πυρκαγιές την επηρεάζουν είναι ιδιαίτερα σύνθετος και δύσκολα μπορεί να αποτιμηθεί σε γενικό επίπεδο. Σε γενικές γραμμές τα περισσότερα μεγάλα θηλαστικά όπως και τα πουλιά έχουν τη δυνατότητα να διαφύγουν από την περιοχή της πυρκαγιάς, ενώ πολλά είδη ερπετών προφυλάσσονται από αυτήν καλυπτόμενα στο έδαφος ή στα βράχια. Αντίθετα τα μικρότερα θηλαστικά, τα αρθρόποδα αλλά και πολλά είδη ερπετών και μικρών δασόβιων πουλιών δεν προλαβαίνουν συνήθως να διαφύγουν. Αντίστοιχα, οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στη βλάστηση ωφελούν μεγάλο αριθμό ειδών πανίδας που προτιμούν τους ανοικτούς χώρους ή βόσκουν, ενώ θίγουν τα καθαρά δασόβια είδη πουλιών και μικρών θηλαστικών. Οι επιπτώσεις μπορεί είναι σημαντικότερες εάν η πυρκαγιά εκδηλωθεί την εποχή της αναπαραγωγής, εάν η έκτασή της είναι τόσο μεγάλη που να καλύπτει μεγάλο μέρος της εξάπλωσης ενός είδους ή εάν η διάσπαση του βιοτόπου από υποδομές είναι τέτοια που να εμποδίζει τη διαφυγή των ζώων και μετέπειτα τον επανεποικισμό (<http://www.wwf.gr/>).

3.3 Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις

Εκτός από το περιβάλλον, οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομία, την κοινωνία και τον άνθρωπο. Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις πυρκαγιές είναι μεγάλης σημασίας. Παραδείγματος χάριν, οι πυρκαγιές το 2005 που κατέστρεψαν τις απέραντες δασικές εκτάσεις στην Πορτογαλία προκάλεσαν σχεδόν 800 εκατομμύρια ευρώ ζημιά και αφαίρεσαν 13 ζώες. Ακόμη χειρότερες ήταν οι καταστρεπτικές πυρκαγιές που συνέβησαν στην Ελλάδα το καλοκαίρι του 2007, οι οποίες προκάλεσαν 63 θύματα και οδήγησαν σε πάνω από 5 δισεκατομμύρια ευρώ ζημιές. Ακόμα κι αν αυτές οι δύο περιπτώσεις αντιπροσωπεύουν ακραία γεγονότα πυρκαγιών, μπορούν να χρησιμεύσουν ως παραδείγματα του μεγέθους των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των πυρκαγιών. (Ρήγα, 2010)

Τα σημαντικότερα κοινωνικοοικονομικά πλήγματα από τις πυρκαγιές αφορούν άμεσες απώλειες σε περιουσίες και παραγωγικές δομές και έμμεσες επιπτώσεις στη δομή της αγροτικής κοινωνίας και οικονομίας. Τεράστιας σημασίας συνέπεια, η οποία συσχετίζεται τόσο με απώλεια παραγωγικού δυναμικού, όσο και με ψυχικής υπόστασης επιπλοκές, είναι ο χαμός ανθρωπίνων ζωών, κάτι το οποίο χρήζει επιπλέον προσοχής (WWF Ελλάς, 2008). Επιπλέον, μεγάλης οικονομικής φύσεως επίπτωση είναι οι απώλειες σε έδαφος, το οποίο σαφώς και αποτελεί οικονομικό κεφάλαιο για την χώρα. Οι απώλειες αυτές συνεχίζονται καθ' όλη τη διάρκεια της αποκατάστασης, η οποία δυστυχώς μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 100 χρόνια. Παράλληλα, άλλες επιπτώσεις με οικονομικό χαρακτήρα είναι οι πλημμύρες, οι οικοπεδοποιήσεις κλπ (Θεοδωρίδης, 1999).

Επιπρόσθετα με τις ζημιές που προκαλούνται λόγω των πυρκαγιών, μια σημαντική ποσότητα χρημάτων επενδύεται σε μέτρα πρόληψης και καταστολής. Για παράδειγμα, οι πέντε μεσογειακές χώρες που ανήκουν στην ΕΕ (Ελλάδα, Γαλλία, Ιταλία, Πορτογαλία και Ισπανία) επενδύουν περισσότερα από 2,5 δισεκατομμύρια ευρώ κάθε έτος στην πρόληψη και καταστολή, εκ των οποίων το 60% επενδύεται σε εξοπλισμό, προσωπικό και άλλα επιχειρησιακά έξοδα για την καταστολή της πυρκαγιάς, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται στην πρόληψη (Biro, 2009).

Κατά μέσο όρο, τα τελευταία χρόνια οι επιπτώσεις των πυρκαγιών σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο, σύμφωνα με την μελέτη του κου Στάμου, «Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών», συνοψίζονται στα εξής (Στάμου, 2001):

- ◆ Δαπάνες δασοπυρόσβεσης: εκτιμάται ότι μετά το 1997, οι δαπάνες τόσο στην επίγεια όσο και στην εναέρια κατάσβεση, απογειώθηκαν λόγω της πρόσληψης προσωπικού, και της εκτεταμένης χρήσης επίγειων και εναέριων δυνάμεων. Το ερώτημα που προκύπτει σαφώς είναι, το μέγεθος της αποτελεσματικότητας των μέσων πυρόσβεσης, συγκριτικά με την καταστροφή που συντελείται κάθε χρόνο.
- ◆ Απώλειες δασικής βλάστησης και θρεπτικών συστατικών: που έχει σαν αποτέλεσμα την εξάλειψη θέσεων εργασίας και τη μείωση του εισοδήματος (ανεργία), φυσικές καταστροφές όπως πλημμύρες, και την υποβάθμιση του εδάφους που συνεπάγεται μειωμένη αγροτική παραγωγικότητα.
- ◆ Απώλειες ανθρωπίνων ζώων: είτε πρόκειται για απλούς πολίτες που εγκλωβίστηκαν στην μάχη με τις φλόγες, είτε για μάχιμους επαγγελματίες. Εκτός από την οδύνη που προκαλείται στις οικογένειές τους, συνήθως αυτό συνεπάγεται απώλεια και στο παραγωγικό κομμάτι του πληθυσμού, καθώς επί το πλείστον, οι άνθρωποι αυτοί είναι νεαρής ηλικίας.
- ◆ Απώλειες εισοδήματος.
- ◆ Απώλειες περιουσίας (οικιών, γεωργοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, βιοτεχνιών, λοιπών επιχειρήσεων, κτηνοτροφικών ζώων, παραγωγικών δέντρων και άλλων καλλιεργειών, αεροσκαφών, οχημάτων, μηχανημάτων, βοσκήσιμης ύλης κλπ.
- ◆ Απώλειες νερού, οι οποίες συνεχίζονται σε βάθος χρόνου.

- ♦ Δαπάνες για αντιπλημμυρικές αποζημιώσεις, καθαρισμό υδροταμιευτήρων, δαπάνες αποκατάστασης της τοπικής οικονομίας, των πολιτιστικών μνημείων που πιθανόν να καταστράφηκαν, του δασικού πλούτου κλπ.

Σε όλα αυτά, προστίθενται και οι απώλειες αξιών από την υποβάθμιση του τοπίου, κάτι που συνεπάγεται ψυχολογικά προβλήματα στους κατοίκους, αλλά και οικονομικές απώλειες από την μειωμένη προσέλευση επισκεπτών (μείωση του τουρισμού). Στην περίπτωση μάλιστα που δεν ακολουθηθεί μια προσεγμένη πολιτική μετά την κατάσβεση, αλλά αφεθεί το οικοσύστημα και οι κοινότητες στην τύχη τους, ο φαύλος κύκλος των αρνητικών επιπτώσεων θα διαγωνιστεί, επιφέροντας ανεπανόρθωτες ζημιές, τόσο στο φυσικό και το πολιτιστικό περιβάλλον, όσο και στους ανθρώπους.

3.4 Θετικές Επιπτώσεις

Οι πυρκαγιές έχουν και ορισμένες θετικές επιδράσεις. Αρχικά μπορούν να βοηθήσουν στη φυσική αναγέννηση των δασών, διότι με την καύση του πυκνού στρώματος φυλλάδας (φυλλοτάπητας) που καλύπτει το έδαφος, εγκαθίσταται ευκολότερα η φυσική αναγέννηση. Χαρακτηριστικά τα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης στην Ελλάδα, των οποίων η καύση είτε από πυρκαγιά είτε με ελεγχόμενο καύσιμο είναι επιθυμητή κάθε 80-90 χρόνια. Δυστυχώς όμως στην Ελλάδα, κάτι τέτοιο συμβαίνει κάθε 15-20 χρόνια. Ακόμα πέρα από την φυσική αναγέννηση το δάσος επωφελείται και από την καύση της υποβλάστησης, δηλαδή της βλάστησης που συναγωνίζεται τα δασικά δέντρα ως προς τις θρεπτικές ουσίες του εδάφους, την υγρασία, το φως και όλους εκείνους τους παράγοντες που συμμετέχουν στην ανάπτυξή τους. Η πρακτική της τεχνητής πυρκαγιάς και η καύση της υποβλάστησης και της φυλλάδας, όπως η καύση των θάμνων ή των χόρτων πριν από την εποχή της φύτευσης σε αναδασωτέες περιοχές, επιδρά θετικά και ευνοϊκά στις φυτεύσεις (Χρονοπούλου, 2007).

Ακόμα οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να βελτιώσουν την γλωρίδα των βοσκοτόπων. Ύστερα από κάθε πυρκαγιά φυτρώνει στην αρχή χρήσιμη χλόη, που τρώγεται από τα βόσκοντα ζώα, τελικά όμως ύστερα από λίγα χρόνια ο βοσκότοπος σκεπάζεται και

πάλι από ζιζάνια, οπότε οι βοσκοί καίνε και πάλι τους βοσκότοπους τους (Παππάς, 2009).

Οι πυρκαγιές χρησιμεύουν ακόμη για τη καταστροφή φυτοπαθολογικών ασθενειών. Η καταστροφή των προσβεβλημένων δέντρων γίνεται με τη καύση τους (Ρήγα, 2010).

Τέλος, σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιείται το ελεγχόμενο κάψιμο ως μέσο πρόληψης των δασικών πυρκαγιών. Με τον ελεγχόμενο κάψιμο μπορεί να επιτευχθεί η απομάκρυνση της ζωντανής βλάστησης. Έτσι κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και φυσικά υπό τον ανθρώπινο έλεγχο επιτυγχάνονται τα θετικά μόνο στοιχεία της φωτιάς (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004).

4. Η ΔΑΣΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

4.1 Θεσμικό Πλαίσιο

Για την προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων, καθώς και για τα δικαιώματα, αλλά και τις υποχρεώσεις, τόσο των αρμοδίων υπηρεσιών όσο και των πολιτών έχουν θεσμοθετηθεί κάποιοι νόμοι και προεδρικά διατάγματα, όπως (<http://www.dasofylakeskm.gr/nomothesia.htm>, <http://www.pkd.gr> & Εμμανουηλάκης, 2007):

- Νόμος 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α') "Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας", ο οποίος τροποποιήθηκε με το Νόμο 3208/2003.
- Προεδρικό Διάταγμα 575/1980 (ΦΕΚ 157 Α') "Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικίνδυνων".
- Νόμος 1892/1990 (ΦΕΚ 101 Α') "Για τον εκσυγχρονισμό και την ανάπτυξη και άλλες διατάξεις". Τα άρθρα του νόμου αυτού αναφέρονται σε ρυθμίσεις περί αρμοδιοτήτων του Υπουργείου Γεωργίας, απαγορεύσεις ανοικοδόμησης δασικών εκτάσεων, φύλαξη δημοτικών και κοινοτικών χώρων απορριμμάτων, απαγορεύσεις ρίψεως υλικών ή απορριμμάτων σε δάση και δασικές εκτάσεις, καθώς επίσης ορίζεται και υποχρεωτική αναδάσωση δασών και δασικών εκτάσεων από το δημόσιο.
- Νόμος 2612/1998 (ΦΕΚ 112/25-5-98) "Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις". Αρχικά, υπεύθυνη για την πρόληψη και την καταστολή των δασικών πυρκαγιών ήταν η δασική υπηρεσία. Όμως, έπειτα από τη ψήφιση αυτού του νόμου, ο ρόλος της δασοπυρόσβεσης, και πιο συγκεκριμένα η ευθύνη και ο επιχειρησιακός σχεδιασμός της καταστολής των πυρκαγιών στα δάση και τις δασικές εκτάσεις, ανατέθηκε στο Πυροσβεστικό Σώμα. Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών εκτός, όμως, από την έκδοση σχετικών πυροσβεστικών κανονισμών και διατάξεων, ανατέθηκε στην Γενική Διεύθυνση Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος (η λεγόμενη δασική υπηρεσία).

- Πυροσβεστική διάταξη Υπ' αριθ. 9/2000 (ΦΕΚ Β' 1459/30-11-2000) "Κανονισμός ρύθμισης μέτρων για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές εκτάσεις". Βάσει αυτής της διάταξης, ρυθμίζονται τα μέτρα για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές εκτάσεις, όπου εκτός από γενικές απαγορεύσεις υπάρχουν και ειδικές ρυθμίσεις – διατάξεις.
- Νόμος 3208/2003 (ΦΕΚ 303 Α') "Περί προστασίας των δασικών οικοσυστημάτων, κατάρτιση δασολογίου, ρύθμιση εμπραγμάτων δικαιωμάτων επί δασών και δασικών εν γένει εκτάσεων και άλλες διατάξεις". Στο νόμο αυτό αναφέρονται κάποιες γενικές διατάξεις που έχουν να κάνουν με την αντιμετώπιση των πυρκαγιών, τις διάφορες απαγορεύσεις, τις υποχρεώσεις των οργανισμών κοινής ωφέλειας και των ιδιωτικών επιχειρήσεων. Ορίζονται, επίσης, οι επικίνδυνες περιοχές, αλλά και οι απαραίτητες μονάδες κατάσβεσης δασοπυρκαγιών εδάφους και αέρος, οι αρμοδιότητες για την καταστολή πυρκαγιών, οι υποχρεώσεις του ατόμου που αντιλαμβάνεται μια πυρκαγιά, οι ενέργειες που πρέπει να ακολουθούνται για την κατάσβεσή της, καθώς και η υποχρεωτική συνδρομή των αρμόδιων φορέων για την κατάσβεση πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις. Επιπροσθέτως αναφέρονται οι ενέργειες που πρέπει να ακολουθηθούν μετά την καταστολή της πυρκαγιάς, οι μεταβιβάσεις των καμένων δασών, οι πυροσβεστικοί κανονισμοί για την αντιμετώπιση πυρκαγιών, καθώς και οι παραβάσεις αναφερόμενες στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Τέλος, ο νόμος αυτός προκάλεσε έντονες αντιδράσεις στον οικολογικό και επιστημονικό χώρο, και μάλιστα χαρακτηρίστηκε ως «δασοκτόνος», διότι ενώ σύμφωνα με το νόμο 998/79 το ποσοστό δασοκάλυψης για να χαρακτηριστεί μια έκταση δάσος έπρεπε να είναι 15%, με τον συγκεκριμένο νόμο το ποσοστό ανέβηκε στο 25%, γεγονός που αποχαρκτήριζε 40.000.000 στρέμματα δασών (το 30% του εδάφους της χώρας).
- Νόμος 3818/2010 (ΦΕΚ 17/Α') για την "Προστασία δασών και δασικών εκτάσεων του Νομού Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις". Ο νόμος αυτός επανέφερε το ποσοστό δασοκάλυψης για να χαρακτηριστεί μια έκταση δάσος στο 15%,

καθότι το 25% του νόμου 3208/03 θεωρήθηκε προκλητικό και εγκληματικό.

4.2 Κρατικός Μηχανισμός

Είναι γεγονός ότι το σύστημα πυροπροστασίας των ελληνικών δασών σήμερα είναι εξαιρετικά πολύπλοκο, αφού εμπλέκονται διάφοροι φορείς με αρμοδιότητες που συνδέονται μεταξύ τους ως ένα βαθμό. Οι κύριοι εμπλεκόμενοι φορείς είναι οι εξής (WWF Ελλάς, 2008):

- ❖ η Δασική Υπηρεσία, που ανήκει στο Υπουργείο Εσωτερικών, Αποκέντρωσης & Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης και ειδικότερα στις Περιφέρειες
- ❖ το Πυροσβεστικό Σώμα, που υπάγεται στο Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη
- ❖ η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ), που ανήκει στο Υπουργείο Εσωτερικών, Αποκέντρωσης & Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.
- ❖ οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης - ΟΤΑ
- ❖ οι Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, που υπάγονται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής
- ❖ η Γενική Διεύθυνση Δασών, που ανήκει στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων
- ❖ η Ελληνική Αστυνομία (ΕΛ.ΑΣ)
- ❖ το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας (Υ.ΕΘ.Α)
- ❖ το Υπουργείο Εξωτερικών
- ❖ Εθελοντές και Εθελοντικές Οργανώσεις

Ακόμα, για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών υπάρχουν κάποια στάδια, στα οποία μπορεί να γίνει προγραμματισμός και οργάνωση. Τα στάδια αυτά είναι (<http://www.kireas.org/dasos.htm>):

1. η πρόληψη
2. η προετοιμασία καταστολής
3. η καταστολή
4. η αποκατάσταση

Η **πρόληψη** των δασικών πυρκαγιών είναι η πιο σημαντική φάση της πυροπροστασίας, από την επιτυχία της οποίας εξαρτάται σε μέγιστο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα της όλης προσπάθειας. Παρά τη διαπίστωση αυτή, η χρηματοδότηση και υποστήριξη της πρόληψης είναι κατά πολύ μικρότερη των αντίστοιχων της καταστολής, ενώ συχνά διαπιστώνεται ασάφεια ως προς το τι είναι η πρόληψη και τι αυτή περιλαμβάνει. Έτσι, πολλοί συγχέουν την πρόληψη με την πρακτική προετοιμασία της καταστολής (π.χ. συντήρηση οχημάτων). Στην Ελλάδα σήμερα η πρόληψη περιλαμβάνει κυρίως την εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιάς και τη δημοσίευση του δείκτη επικινδυνότητας, τη συντήρηση του ορεινού και δασικού οδικού δικτύου, την εγκατάσταση και συντήρηση υδατοδεξαμενών και τις κρασπεδικές υλοτομίες. Σε περιπτώσεις περιαστικών δασών, γίνονται καθαρισμοί από υπόροφο, κλαδεύσεις και αραιώσεις (WWF Ελλάς, 2008).

Η **προετοιμασία της καταστολής** περιλαμβάνει την προμήθεια και συντήρηση των μέσων, την πρόσληψη και εκπαίδευση κατάλληλου προσωπικού, την οργάνωση συστήματος αναγγελίας πυρκαγιάς και τη σύνταξη επιχειρησιακών μελετών και σχεδίων προσβολής της φωτιάς (WWF Ελλάς, 2008).

Η **καταστολή** περιλαμβάνει την προσβολή της φωτιάς, την κινητοποίηση των μέσων και του διαθέσιμου προσωπικού και τελειώνει με τη φύλαξη της καμένης έκτασης για αναζωπυρώσεις (WWF Ελλάς, 2008).

Η **αποκατάσταση** περιλαμβάνει την κήρυξη μιας περιοχής ως «αναδασωτέα», την προστασία της καμένης έκτασης από αλλαγή χρήσης και άλλες παράνομες δραστηριότητες, την προστασία από βόσκηση και την αποκατάσταση της καμένης έκτασης με όλες τις σχετικές ενέργειες (WWF Ελλάς, 2008).

Τέλος, για την χώρα μας έχει οριστεί αντιπυρική περίοδος από την 1^η Μαΐου έως τις 31^η Οκτωβρίου κάθε χρόνου. Παρακάτω θα εξετάσουμε ποιος από τους φορείς ενεργοποιείται, αλλά και πως ακριβώς συμβάλει στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών κατά τα διαφορά στάδια, που μπορεί να αντιμετωπιστεί μια πυρκαγιά.

4.2.1 Πρόληψη

Η πρόληψη είναι ίσως το σημαντικότερο στάδιο προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ίδια η πυρκαγιά, καθώς και οι συνέπειες της. Στην Ελλάδα όμως δεν ρίχνουμε ιδιαίτερο βάρος σε αυτό το στάδιο, αν και υπάρχουν αρκετές ενέργειες που θα πρέπει να φέρει εις πέρας κάθε φορέας, μόνο που τις περισσότερες φορές παραμένουν μόνο στα χαρτιά. Για την οργάνωση της πρόληψης υπεύθυνη είναι η Γενική Διεύθυνση Δασών. Είναι υπεύθυνη για τον σχεδιασμό πρόληψης δασικών πυρκαγιών, ενώ εκδίδει και οδηγίες προς τις δασικές υπηρεσίες της χώρας. Από την πλευρά της, η κάθε δασική υπηρεσία είναι υπεύθυνη για την υποβολή αίτησης χρηματοδότησης στην εκάστοτε Περιφέρεια για τη κάλυψη των αναγκών της. Επίσης, είναι αρμόδια για αραιώσεις και καθαρισμό των δασών, τη συντήρηση του δασικού οδικού δικτύου και για τις υδατοδεξαμενές. Όσο αφορά τον καθαρισμό της βλάστησης, οι ΟΤΑ αναλαμβάνουν τη μελέτη και εκτέλεση δασοτεχνικών έργων (καθαρισμοί δασικής βλάστησης) σε δημόσια δάση και δασικές εκτάσεις της περιοχής τους. Το Υπουργείο Εσωτερικών χρηματοδοτεί τους ΟΤΑ, για την εκτέλεση προγραμμάτων προληπτικού καθαρισμού της βλάστησης με τη συνεργασία και υπόδειξη των Περιφερειακών Δασικών Υπηρεσιών. Η απομάκρυνση της χαμηλής βλάστησης σε δάση, ως μέτρο πρόληψης, εφαρμόζεται κατά κανόνα εκατέρωθεν του οδικού δικτύου (δασικό, επαρχιακό και εθνικό), σε επικίνδυνα σημεία, σε αντιπυρικές ζώνες και στη ζώνη μίξης δασών – πόλεων και οικισμών. Ακόμα, η ΔΕΗ έχει υποχρέωση να κάνει προληπτικό κλάδεμα δένδρων σε περιοχές που διέρχονται γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Περαιτέρω προγραμματισμός και εκτέλεση έργων πρόληψης πυρκαγιών γίνεται με ευθύνη των Γενικών Γραμματέων των Περιφερειών, των Δημάρχων και των Προέδρων Κοινοτήτων κατά μήκος του οδικού δικτύου αρμοδιότητάς τους. Επιπλέον, το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας είναι υπεύθυνο για τον καθαρισμό των πεδίων βολής. Τέλος, οι Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών είναι αρμόδιοι για την σύνταξη διαχειριστικών κανονισμών, καθώς και

κανονισμών λειτουργίας. Έτσι λοιπόν είναι οργανωμένη η πρόληψη στην Ελλάδα, ενώ όλες αυτές οι διαδικασίες μπορούν να γίνονται καθόλη τη διάρκεια του χρόνου και σίγουρα πριν ξεκινήσει η αντιπυρική περίοδος (<http://www.kireas.org/dasos.htm>).

4.2.2 Προετοιμασίας καταστολής

Το βασικό χαρακτηριστικό της προετοιμασίας καταστολής είναι η σύγκληση από το Νομάρχη ειδικής συνεδρίασης του Συντονιστικού Νομαρχιακού Οργάνου (ΣΝΟ), που πρέπει να πραγματοποιείτε ως τις 10 Απριλίου με την εποπτεία των Γενικών Γραμματέων Περιφέρειας. Στη συνεδρίαση του ΣΝΟ πρέπει επίσης να συμμετέχουν η Δασική Υπηρεσία, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, οι ΟΤΑ και το Πυροσβεστικό Σώμα. Οι Γενικοί Γραμματείς των Περιφερειών, έχοντας υπόψη τις αποφάσεις των Συντονιστικών Νομαρχιακών Οργάνων και την ολοκληρωμένη πρόταση της Δ/σης Δασών της Περιφέρειας για την εκτέλεση έργων και εργασιών αντιπυρικής προστασίας (η οποία θα πρέπει να έχει υποβληθεί το αργότερο ως τις 24 Απριλίου του τρέχοντος έτους), θα προχωρήσουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με το σχεδιασμό για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών της Περιφέρειάς τους, η οποία θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί μέχρι τη 1η Μαΐου του τρέχοντος έτους.

Εκτός από τις αποφάσεις του ΣΝΟ υπάρχουν και άλλες αρμοδιότητες. Η δασική υπηρεσία είναι υποχρεωμένη να κάνει περιπολίες σε δασικούς δρόμους και να ενημερώνει το Πυροσβεστικό Σώμα για το οτιδήποτε. Από την πλευρά του το Πυροσβεστικό Σώμα είναι υπεύθυνο για την οργάνωση των πυροφυλακίων, τη πρόσληψη και τη κατανομή του εποχιακού προσωπικού. Επίσης, σημαντικό είναι η εκπαίδευση του προσωπικού των εθελοντών. Τέλος, θα πρέπει να κάνει περιπολίες σε μικτούς χώρους (δάση, αγροτικές εκτάσεις κ.α.) και φυσικά να προμηθευτεί και να διασπείρει τα μέσα πυρόσβεσης, όπως αυτό κρίνει σωστά. Στις περιπολίες και τη φύλαξη θα πρέπει να συμμετέχει και η ΕΛ.ΑΣ. Οι ΟΤΑ είναι υπεύθυνοι να παρέχουν εξοπλισμό σε εθελοντές. Τέλος, η ΓΓΠΠ είναι υπεύθυνη για την έκδοση εγκυκλίων και ενημερωτικών δελτίων, καθώς και για τη καθημερινή σύνταξη χάρτη επικινδυνότητας πυρκαγιάς κατά την διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου. Επιπλέον, υπάρχουν και κάποιες άλλες ενέργειες που θα πρέπει να πραγματοποιούνται, όταν κρίνεται ότι ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι σημαντικός. Συγκεκριμένα, επιβάλλεται η παρουσία υδροφόρου οχήματος στους χώρους ανεξέλεγκτης εναπόθεσης αστικών

απορριμμάτων με μέριμνα του οικείου Δήμου ή Κοινότητας, όταν ο δείκτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς, όπως τον έχει ορίσει η ΓΓΠΠ, είναι 4 (πολύ υψηλή) και 5 (κατάσταση συναγερμού). Ακόμα, οι Γενικοί Γραμματείς Περιφερειών της χώρας εξουσιοδοτούν κατά περίπτωση τα Συντονιστικά Νομαρχιακά Όργανα προκειμένου να αποφασίζουν την απαγόρευση της κυκλοφορίας οχημάτων και παραμονής εκδρομέων σε εθνικούς δρυμούς, δάση και ευπαθείς περιοχές τις ημέρες και ώρες που θεωρούνται επικίνδυνες. Τέλος η Γενική Διεύθυνση δασών συμμετέχει στα επιχειρησιακά κέντρα, ενώ ταυτόχρονα συλλέγει και επεξεργάζεται στατιστικά στοιχεία από τις πυρκαγιές (<http://www.kireas.org/dasos.htm>).

4.2.3 Καταστολή

Η καταστολή μιας πυρκαγιάς αρχίζει από τη στιγμή που γίνεται αντιληπτή η εστία της. Η υπηρεσία που ενεργοποιείται πρώτη για τη καταστολή των πυρκαγιών είναι το Πυροσβεστικό Σώμα. Επίσης, αρμοδιότητα του ΠΣ είναι ο επιχειρησιακός συντονισμός, η φύλαξη των αντιπυρικών ζωνών και η έκδοση δελτίου για τα συμβάντα της κάθε πυρκαγιάς.

Οι Γενικοί Γραμματείς των Περιφερειών, οι Νομάρχες καθώς και οι Δήμαρχοι και Πρόεδροι Κοινοτήτων (ΟΤΑ) έχουν την ευθύνη συντονισμού εντός των διοικητικών τους ορίων, για τη διάθεση των απαραίτητων μέσων. Επίσης, οι ΟΤΑ και συγκεκριμένα ο Δήμαρχος ή ο Πρόεδρος της Κοινότητας, η περιοχή του οποίου πλήττεται και ο οποίος έχει και το συντονισμό του έργου πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση μιας φυσικής καταστροφής σε τοπικό επίπεδο, ή ο αρμόδιος Νομάρχης, όταν η εξελισσόμενη ή επικείμενη καταστροφή μπορεί να επηρεάσει πάνω από ένα Δήμο ή Κοινότητα, είναι υπεύθυνοι για την οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών λόγω δασικών πυρκαγιών. Η εκκένωση και η διευθέτηση της κίνησης γίνεται με την βοήθεια της Ελληνικής Αστυνομίας. Από την πλευρά της, η ΓΓΠΠ είναι αρμόδια για τη κήρυξη μιας περιοχής σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, αν αυτή κρίνει ότι είναι αναγκαίο. Επίσης, το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας μπορεί να διαθέσει επιπλέον εναερία μέσα, καθώς και να διαθέσει προσωπικό, δηλαδή στρατιωτικές δυνάμεις για την καταστολή της πυρκαγιάς. Τώρα, σε περιπτώσεις που έχει κηρυχτεί κάποια περιοχή σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης και γενικά σε περίπτωση που τα μέσα που διαθέτει η χώρα δεν επαρκούν για να καταστείλουν τις πυρκαγιές, το

Υπουργείο Εξωτερικών μπορεί να ζητήσει την συνδρομή ξένης βοήθειας από χώρες του εξωτερικού. Επίσης, σε περιπτώσεις διασυνοριακών πυρκαγιών έχει την ευθύνη για τη συνεργασία και τη παροχή αρωγής από τη γειτονική χώρα.

Πιο συγκεκριμένα, για την καταστολή ο πιο κρίσιμος παράγοντας είναι ο επί τόπου επιχειρησιακός συντονισμός. Μετά την εκδήλωση της φωτιάς τα τοπικά πυροσβεστικά τμήματα είναι υπεύθυνα για την αξιολόγηση της πυροσβεστικής δύναμης που θα παρέμβει και την αναγκαιότητα ενίσχυσης των υπάρχοντων δυνάμεων από γειτονικά τμήματα πυρόσβεσης. Τον όλο συντονισμό αναλαμβάνει η Γ.Γ.Π.Π. Επίσης, μετά από εντολή των πυροσβεστικών τμημάτων έχουμε παρέμβαση πεζοπόρων τμημάτων με απόφαση πάντα της Γ.Γ.Π.Π. Τέλος, ο κάθε δήμος μπορεί να παρέμβει με υδροφόρες και οποιονδήποτε άλλο εξοπλισμό που μπορεί να βοηθήσει την πυρόσβεση. Μάλιστα έχουν γίνει πολλές προτάσεις ο Δήμος να είναι αυτός που θα συντονίζει τις ενέργειες, αφού οι άνθρωποί του γνωρίζουν καλύτερα την περιοχή τους και όχι η Γ.Γ.Π.Π. Ακόμα, γίνονται προτάσεις, έτσι ώστε τα Δασαρχεία να παίζουν σημαντικό ρόλο στην οργάνωση και πυρόσβεση της φωτιάς, ιδιότητα που δεν τους ανήκει πλέον, αφού είναι υπεύθυνα για την διάνοιξη και καθαρισμό των δασικών δρόμων. Οι δασικοί δρόμοι χρησιμοποιούνται τις περισσότερες φορές για την κατάσβεση δασικών πυρκαγιών και η γνώση που έχουν τα Δασαρχεία πάνω σε αυτούς είναι απαραίτητη για την σωστή οργάνωση και πυρόσβεση μίας πυρκαγιάς. Τέλος, η σύγκληση του Συντονιστικού Νομαρχιακού Οργάνου (ΣΝΟ) ή του Συντονιστικού Τοπικού Οργάνου (ΣΤΟ), σε περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών που προκαλούνται από δασικές πυρκαγιές, γίνεται για την υποβοήθηση του έργου, που εμπίπτει στην αρμοδιότητα του Νομάρχη ή του Δημάρχου (<http://www.kireas.org/dasos.htm>).

4.2.4 Αποκατάσταση

Η αποκατάσταση μιας περιοχής που έχει πληγεί από πυρκαγιά μπορεί να αρχίσει από την επόμενη μέρα της πλήρους κατάσβεσης. Οι ενέργειες που γίνονται προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αρνητικές επιπτώσεις από μια πυρκαγιά είναι διάφορες και εξαρτώνται από το είδος του εδάφους. Έτσι, σε εδάφη με μεγάλες κλίσεις φτιάχνονται κορμοπλέγματα και κλαδοπλέγματα προκειμένου να μην απογυμνωθεί το έδαφος από το χώμα. Επίσης, οι παραπάνω ενέργειες μαζί με τεχνίτες αναβαθμίδες συκρατούν το χώμα και επιβραδύνουν την δύναμη του νερού, με αποτέλεσμα να

προλαμβάνουν τις πλημμύρες. Για όλες τις παραπάνω ενέργειες είναι αρμόδια η δασική υπηρεσία, δηλαδή για την προστασία και αποκατάσταση των καμένων δασικών εκτάσεων. Ακόμα, πριν από τις ενέργειες αποκατάστασης η δασική υπηρεσία θα πρέπει να κάνει καταγραφή και χαρτογράφηση της καμένης έκτασης και να εκδώσει χαρτογραφικό δελτίο. Επιπλέον, είναι η υπηρεσία που θα αποφασίσει και θα εκδώσει πράξη αναδάσωσης. Τέλος, αν οι πυρκαγιές έχουν πλήξει προστατευόμενες περιοχές, τότε οι Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων περιοχών είναι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό και την υλοποίηση μέτρων προστασίας και αποκατάστασης των καμένων περιοχών.

Η αποκατάσταση των περιοχών που έχουν πληγεί από πυρκαγιά είναι πολύ σημαντική, διότι από αυτόν εξαρτάται αν και πόσο γρήγορα θα επανέλθει το φυσικό περιβάλλον, καθώς και πόσο αρνητικές θα είναι οι επιπτώσεις τις πυρκαγιάς μετά την κατάσβεση της (<http://www.kireas.org/dasos.htm>).

Πίνακας 4.1: Κατανομή Αρμοδιοτήτων Πυροπροστασίας

Φορέας	Πρόληψη	Προετοιμασία Καταστολής	Καταστολή	Αποκατάσταση
Δασική Υπηρεσία	<ul style="list-style-type: none"> ■ Υποβολή αναγκών χρηματοδότησης στη Νομαρχία ■ Συντήρηση οδικού δικτύου ■ Αραιώσεις - καθαρισμοί ■ Υδατοδεξαμενές 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Συμμετοχή σε ΣΝΟ ■ Ενημέρωση προς ΠΣ ■ Περιπολίες 	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Χαρτογράφηση καμένης έκτασης - απογραφικό δελτίο ■ Έκδοση πράξης αναδάσωσης ■ Προστασία και αποκατάσταση καμένων δασών
Πυροσβεστικό Σώμα	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Έκδοση κανονισμών & διατάξεων ■ Οργάνωση πυροφυλακίων ■ Πρόσληψη & κατανομή του εποχικού προσωπικού ■ Εκπαίδευση προσωπικού & εθελοντών ■ Προμήθεια και διασπορά μέσων ■ Έκδοση δελτίου επικινδυνότητας ■ Μεικτές περιπολίες ■ Συμμετοχή σε ΣΝΟ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Επιχειρησιακός συντονισμός ■ Καταστολή των πυρκαγιών ■ Φύλαξη για αναζωπυρώσεις ■ Έκδοση δελτίου συμβάντων 	X
ΟΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> ■ Καθαρισμός αστικών περιοχών 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Συμμετοχή σε ΣΝΟ ■ Εξοπλισμός εθελοντών 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Κινητοποίηση μέσων εφ' όσον ζητηθεί 	X
ΓΠΠΠ	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Έκδοση εγκυκλίων και ενημερωτικών δελτίων ■ Συντονισμός των ΣΝΟ ■ Σύνταξη χάρτη επικινδυνότητας πυρκαγιάς 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Κήρυξη περιοχών σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης 	X
ΦΔ Προστατευόμενων Περιοχών	<ul style="list-style-type: none"> ■ Σύνταξη διαχειριστικών κανονισμών και κανονισμών λειτουργίας 	X	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Σχεδιασμός και υλοποίηση μέτρων προστασίας και αποκατάστασης καμένων δασών σε προστατευόμενες περιοχές
ΥΑΑΤ / Γ.Δ. Δασών	<ul style="list-style-type: none"> ■ Σχεδιασμός πρόληψης δασικών πυρκαγιών ■ Έκδοση οδηγιών προς τις δασικές υπηρεσίες 	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Συμμετοχή σε επιχειρησιακά κέντρα ■ Συλλογή και επεξεργασία στατιστικών στοιχείων 	X
ΕΛ.ΑΣ.	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Φύλαξη και περιπολία 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Εκκένωση περιοχών ■ Τροχαία κίνηση 	X
Υ.ΕΘ.Α.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Καθαρισμός πεδίων βολής 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Συμμετοχή σε συντονιστικά όργανα 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Διάθεση ενάεριων μέσων ■ Διάθεση προσωπικού 	X
ΥΠ.ΕΞ.	X	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ζητά συνδρομή ξένης βοήθειας ■ Αρωγή στην αντιμετώπιση διασυννοριακών πυρκαγιών 	X

Πηγή: WWF Ελλάς, 2008, ίδια επεξεργασία

5. ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

5.1 Στρατηγικές κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών

Κάθε δασική πυρκαγιά απαιτεί τη διαμόρφωση διαφορετικής τακτικής, αναλόγως με τις συνθήκες για την ασφαλή και αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Τακτική, λοιπόν είναι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για την κατάσβεση μιας συγκεκριμένης πυρκαγιάς, ενώ στρατηγική είναι η χρησιμοποίηση των μεθόδων αυτών (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004). Μπορούμε όμως να κατηγοριοποιήσουμε τις στρατηγικές σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις (Φιλιππόπουλος, 2008):

❖ ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ ΤΑΚΤΙΚΕΣ

Χρησιμοποιούνται όταν οι διαθέσιμοι πόροι (εξοπλισμός, προσωπικό) και οι συνθήκες επιτρέπουν τον περιορισμό και την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Αναλόγως με τις συνθήκες μπορεί να εφαρμοστεί άμεση, παράλληλη ή έμμεση προσβολή της πυρκαγιάς.

❖ ΑΜΥΝΤΙΚΕΣ ΤΑΚΤΙΚΕΣ

Χρησιμοποιούνται όταν δεν υπάρχουν οι απαραίτητοι πόροι για την αντιμετώπιση της πυρκαγιάς ή / και οι συνθήκες της πυρκαγιάς είναι ακραίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στην εξασφάλιση ανθρώπινων ζωών ή την προστασία περιουσίας.

Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τακτικές επιτήρησης και περιπολίας, όταν η πυρκαγιά είναι αμελητέας επικινδυνότητας για τον φυσικό πλούτο, την ανθρώπινη ζωή ή την περιουσία. Π.χ. μια πυρκαγιά σε πουρνάρια πάνω σε μια βραχονησίδα.

5.2 Μέθοδοι κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών

Γενικά ο τρόπος κατάσβεσης κάθε συγκεκριμένης πυρκαγιάς αποφασίζεται από τις τοπικές συνθήκες και δεν είναι θεωρητική επιστήμη.

Στην κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών χρησιμοποιούμε (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004):

- 1) την άμεση προσβολή

- 2) την παράλληλη μέθοδο
- 3) την έμμεση προσβολή

1. Άμεση προσβολή. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την άμεση κατάσβεση της πυρκαγιάς με νερό ή αφορογόνο υλικό, την ρίψη χώματος, το χτύπημα με πτερά κατάσβεσης ή μεγάλες κλάρες. Εφαρμόζεται συνήθως όταν το ύψος της φλόγας είναι κάτω από 1.5 μέτρα και επιτρέπει στους δασοπυροσβέστες να εργάζονται αρκετά κοντά στη φωτιά με σχετική άνεση. Γενικότερα, η άμεση προσβολή είναι η αποτελεσματικότερη, όσον αφορά τον περιορισμό της καμένης έκτασης, αλλά εκθέτει τους πυροσβέστες στη θερμότητα και τον καπνό ενώ ο συντονισμός γίνεται δυσκολότερος. Επίσης, δεν προτείνεται η άμεση προσβολή, όταν οι φλόγες ξεπερνούν τα 2 μέτρα καθώς και όταν βρίσκονται ζωές ή περιουσία σε κίνδυνο και δεν έχουμε τις κατάλληλες προϋποθέσεις και πόρους για να τα προστατέψουμε και ταυτόχρονα να προσβάλλουμε την πυρκαγιά (Φιλιππόπουλος, 2008 & Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004).

2. Παράλληλη προσβολή. Παράλληλη προσβολή της πυρκαγιάς εννοούμε την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της και την εγκατάσταση της γραμμής προσβολής μας μακριά από το μέτωπο της πυρκαγιάς. Κάτι τέτοιο επιτρέπει καλύτερη προετοιμασία, καθώς και ευνοϊκότερες συνθήκες εργασίας για τους δασοπυροσβέστες. Αναλόγως με την ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς επιλέγεται κατάλληλο σημείο μπροστά από αυτή το οποίο έχει χαμηλή και ελαφριά βλάστηση. Αυτό φυσικά δεν είναι δυνατόν όταν η δασική πυρκαγιά πλησιάζει μίξη δασικής και αστικής περιοχής. Γενικά, η παράλληλη προσβολή χρησιμοποιείται κυρίως για πυρκαγιές που έχουν ύψος φλόγας από 2 – 3 μέτρα. Οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται στην παράλληλη προσβολή είναι η *διαβροχή* και η *κατασκευή αντιπυρικών ζωνών* (Φιλιππόπουλος, 2008).

- Η *διαβροχή* περιλαμβάνει την αύξηση της υγρασίας γύρω από ένα φυσικό φραγμό για την πυρκαγιά (αντιπυρική ζώνη) με σκοπό την επιβράδυνσή της. Η μέθοδος της διαβροχής προτείνεται μόνο όταν υπάρχει επάρκεια νερού και δυνατότητα εύκολου ανεφοδιασμού (Φιλιππόπουλος, 2008).
- Οι *αντιπυρικές ζώνες* ή *λωρίδες* είναι φυσικές ή τεχνητές λωρίδες, όπου απομακρύνεται όλη ή σχεδόν όλη η καιγόμενη δασική βλάστηση με σκοπό

τη διακοπή της συνέχειας της καιγόμενης δασικής ύλης (Χρονοπούλου, 2007).

Η αντιπυρική ζώνη δημιουργείται είτε με εργαλεία χειρός (φτυάρι / τσάπα / τσουγκράνα κατάσβεσης / αλυσοπρίονο) είτε με σκαπτικά μηχανήματα (μπουλντόζες κ.α.) κοντά σε φυσικούς φραγμούς της πυρκαγιάς, με σκοπό την απομάκρυνση της καύσιμης ύλης και την υποβάθμιση της έντασης της φωτιάς. Κατά την κατασκευή τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πυρκαγιά που δίνει η εκάστοτε καιγόμενη ύλη, η διάβρωση, η αισθητική αξία του τοπίου καθώς και η εξυπηρέτηση σκοπών όπως ευκολία διακίνησης ανθρώπων, μηχανών (Φιλιππόπουλος, 2008).

Το πλάτος των αντιπυρικών ζωνών ποικίλει και μπορεί να είναι 1-3-10-20 ή και 100 μέτρα και εξαρτάται από την καιγόμενη δασική ύλη, την τοπογραφική διαμόρφωση και κυρίως το κόστος. Κατά τη διάνοιξη των αντιπυρικών ζωνών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η κλίση των πλαγιών, οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή καθώς και η πιθανή προέλευση της πυρκαγιάς. Για αυτό άλλωστε και πρέπει να ενισχύονται τα φυσικά εμπόδια όπως δρόμοι, μονοπάτια, ποτάμια ρυάκια καλλιεργημένες ζώνες ή ζώνες υλοτομημένες με γραμμές της ΔΕΗ (Χρονοπούλου, 2007).

Εικόνα 5.1: Αντιπυρική ζώνη στη περιοχή της Καβάλας

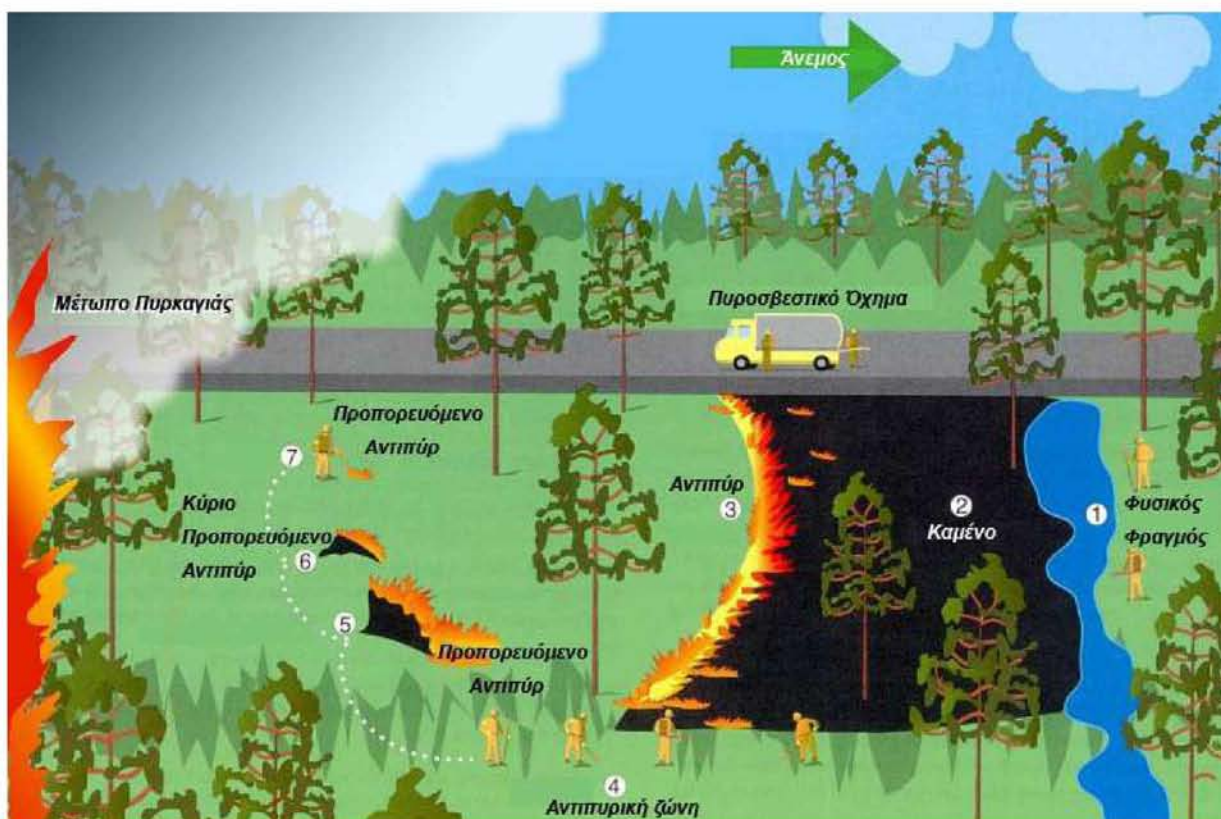


Πηγή: <http://www.dasarxeiokavalas.gr/DE/DASARXEIO/antip.jpg>

3. Έμμεση προσβολή. Σε ακραίες συνθήκες όπου επικρατούν πολύ ισχυροί άνεμοι, υψηλές θερμοκρασίες και το ύψος φλόγας ξεπερνά τα 3 μέτρα είναι επιτακτική η εφαρμογή έμμεσης προσβολής. Το προσωπικό και τα μηχανήματα αποσύρονται κατά μήκος των δρόμων ή αντιπυρικών ζωνών, αφήνοντας την ενδιάμεση βλάστηση να καεί και προσπαθούν να σβήσουν την πυρκαγιά από εκεί (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004). Οι πρακτικές τώρα, που εφαρμόζονται εδώ, είναι η *κατασκευή αντιπυρικών ζωνών* σε μεγαλύτερη απόσταση από την παράλληλη προσβολή, καθώς και το *αντιπύρ*. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν οι συνθήκες είναι πολύ άσχημες, τότε σε περίπτωση που εφαρμόζεται η πρακτική του *αντιπύρ*, μπορεί η πυρκαγιά να υπερπηδήσει τον δρόμο ή τη ζώνη, με αποτέλεσμα να έχουμε δύο πυρκαγιές (Φιλιππόπουλος, 2008 & Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004).

- Το *αντιπύρ* είναι η ελεγχόμενη καύση περιοχής κοντά σε ένα φυσικό φραγμό για την πυρκαγιά με σκοπό την κατάσβεσή της λόγω έλλειψης καύσιμης ύλης ή την εκτροπή της από οικισμούς ή άλλες ευπαθείς περιοχές. Συνήθως είναι καλό για περιοχές με δύσκολο ανεφοδιασμό νερού ή/ και έλλειψη μέσων. Απαιτεί προσωπικό, προσεκτικό σχεδιασμό και καλό συντονισμό για να πετύχει, επομένως θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνο από ειδικά εκπαιδευμένους δασοπυροσβέστες σε ελεγχόμενες συνθήκες. Επίσης, μέριμνα πρέπει να υπάρχει για το γεγονός ότι οι πυρκαγιές του αντιπύρ δημιουργούν δικές τους ατμοσφαιρικές συνθήκες, που είναι απρόβλεπτες. Ιδιαίτερα σε ασταθείς καιρικές συνθήκες ή σε περιοχές με εύφλεκτη βλάστηση, κάτι τέτοιο μπορεί να αποβεί όχι μόνο καταστροφικό αλλά και επικίνδυνο. Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια γενική εφαρμογή αντιπύρ (Φιλιππόπουλος, 2008).

Εικόνα 5.2: Η εφαρμογή του αντιπύρ



Πηγή: Φιλιππόπουλος, 2008

5.3 Τρόποι κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών

Η κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών όπως και κάθε άλλη πυροσβεστική επιχείρηση απαιτεί έμπειρο και εκπαιδευμένο προσωπικό. Ειδικότερα όμως οι δασικές πυρκαγιές απαιτούν πολύ καλή φυσική κατάσταση του προσωπικού. Οι τρόποι κατάσβεσης λοιπόν είναι οι παρακάτω (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004):

1. Με χτυπήματα. Όταν βρισκόμαστε σε μια μικρή ή και μέτρια πυρκαγιά και δεν έχουμε π.χ. νερό, φτυάρια κ.λ.π. τότε χρησιμοποιούμε τα χτυπήματα, ή και αυτά σε συνδυασμό και με τα άλλα μέσα. Είναι η πιο απλή και η πιο πρακτική μέθοδος για να σβήσουμε γενικά μια μικρή πυρκαγιά, χτυπώντας το μέτωπο της. Τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε και σε μέτριες πυρκαγιές, όπου όμως χτυπούμε, τα πλάγια και το πίσω μέρος της πυρκαγιάς. Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται παρά πολύ στη χώρα μας, με όργανο χτυπήματος να χρησιμοποιούνται, γενικά, τοπικά πράσινα κλαδιά. Μπορεί όμως να γίνει και με βρεγμένα τσουβάλια, με φτυάρια ή και

με είδος μεταλλικών φτερών κλπ. Με τα χτυπήματα αφαιρείται το οξυγόνο, αλλά και προκαλείται κρύωμα, όπως και διαχωρισμός, της καιγόμενης ύλης και της φλόγας.

2. Σκέπασμα με χώμα. Είναι μια άλλη μέθοδος απλή και αρκετά καλή. Στη χώρα μας εφαρμόζεται όλο και πιο σπάνια, ενώ παλαιότερα χρησιμοποιούνταν πιο συχνά. Σε πολλά μέρη, δηλαδή σε περιοχές με χώμα, πρέπει να εφαρμόζεται, ενώ κάτι τέτοιο δεν μπορεί να γίνει σε βραχώτοπους. Σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες τώρα, υπάρχουν ειδικά οχήματα που σκάβουν και πετούν χώμα προς την πλευρά της πυρκαγιάς. Βέβαια εκεί πρόκειται, φυσικά, για δάση, θαμνώνες, χορτολίβαδα σε επίπεδες περιοχές ή και σε χωματοβούνια με μικρές κλίσεις.

3. Αφαίρεση της καύσιμης ύλης (παράλληλη μέθοδος). Με τη μέθοδο αυτή δημιουργούμε όσο πιο γρήγορα γίνεται, μια γυμνή ζώνη με την αφαίρεση της καιγόμενης ύλης και κατασκευάζουμε έτσι μια συνεχή γυμνή ζώνη ή μια αντιπυρική γραμμή ασφαλείας, αφήνοντας την πυρκαγιά να έρθει και να σταματήσει μπροστά στη γραμμή. Έτσι, ανάλογα με το είδος της καύσιμης ύλης (βελονοτάπητας, χόρτα, θάμνοι, δένδρα ή συνδυασμός αυτών), την ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς (που εξαρτάται από το ποσό, την ξηρότητα της, τον άνεμο, την κλίση κλπ), ανάλογα επίσης με το διαθέσιμο προσωπικό (αριθμός, ποιότητα και προθυμία για δουλειά), με τα εργαλεία χειρός (σκαπάνες, φτυάρια, βαριές τσουγκράνες, τσεκούρια, κόφτρες, αλυσοπρίονα), ανάλογα επίσης με τα μηχανοκίνητα μέσα (μπουλντόζες, γκρέιντερ κ.λ.π.), που και αυτά όλα μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ανάλογα με την τοπογραφική διαμόρφωση και με την ύπαρξη πυκνού δάσους ή όχι, βράχων κ.λ.π., απομακρύνουμε, σε επαφή με την πυρκαγιά ή και σε ανάλογη απόσταση, την εύφλεκτη ύλη (ζωντανή και νεκρή φυλλάδα). Το πλάτος της γραμμής αυτής ποικίλλει από 30-40 εκ. ως 1-2 μ. όσο δηλαδή και το πλάτος του μαχαιριού μιας μπουλντόζας. Αυτά όλα θα τα κρίνει τοπικά ο αρχηγός-Δασάρχης. Υπόψη ότι το υλικό που απομακρύνουμε, το σπρώχνουμε προς το μέρος που έρχεται η φωτιά και καίγεται. Σημειώνουμε ότι για τη διάνοιξη καθαρής ζώνης, ανάλογα με την καύσιμη ύλη και το περιβάλλον, καθώς και για το προσωπικό και τα μηχανήματα που θα απαιτηθούν, χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές και μοντέλα.

Ακόμη, η αντιπυρική γραμμή ασφαλείας κατασκευάζεται γρήγορα και με εκρηκτικό σχοινί, που θέλει καθόλου ή λίγη πρόσθετη χειρονακτική. Πρόκειται για πυρκαγιές που δεν τρέχουν και καίνε λίγα χόρτα ή αραιούς θάμνους.

Τέλος, από τη γυμνή αντιπυρική γραμμή ασφαλείας που δημιουργείται, σε περιπτώσεις που φυσάει άνεμος και η πυρκαγιά τρέχει γρήγορα, σε αρκετή απόσταση από το μέτωπο της πυρκαγιάς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αντιφωτιά (αντιπύρ), όπως αναφέραμε στη παραπάνω ενότητα.

4. Κατάσβεση των πυρκαγιών με νερό και επιβραδυντικές ουσίες. Από αρχαιότατους χρόνους ήταν γνωστό και χρησιμοποιήθηκε το νερό για τη κατάσβεση των πυρκαγιών. Τα τελευταία χρόνια οι Αμερικανοί, Καναδοί, Ρώσοι, Γάλλοι, κ.α. (αλλά και εμείς), χρησιμοποιούν για την κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών και τις επιβραδυντικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές είναι μίγματα αμμωνιακών και φωσφορικών αλάτων, και άλλων προσθέτων, που ψυχραίνουν την καύσιμη ύλη, αλλάζουν την πορεία της καύσης και επεμβαίνουν στην οξειδωση στη ζώνη της καύσης.

Παρόλο που οι επιβραδυντές παρουσιάζουν ικανοποιητική επιβραδυντική απόδοση, έχουν αρκετά υψηλό κόστος. Επιπλέον, η χρήση τους έχει διαπιστωθεί ότι προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα (π.χ. οξίνιση του εδάφους και έκλυση βαρέων μετάλλων στο υδροφόρο ορίζοντα).

Συνεχίζοντας, το νερό σβήνει τη φωτιά γιατί κατεβάζει τη θερμοκρασία, αφαιρεί το οξυγόνο και τέλος γιατί βρέχει την καύσιμη ύλη, η οποία ύστερα δεν καίγεται.

Εάν έχουμε στη διάθεση μας νερό, πρέπει να χρησιμοποιείται με λογική και σύνεση και δεν πρέπει να θεωρείται ως το πιο ασφαλές και αποτελεσματικό μέσο, κυρίως στις μεγάλες πυρκαγιές. Το νερό χρησιμοποιείται ως εξής:

- Βοηθάει στην κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών
- Πρέπει να θεωρείται ως βοηθητικό μέσο, κυρίως στις μεγάλες πυρκαγιές, στην προστασία κυρίως του προσωπικού και όχι ως το κύριο μέσο κατάσβεσης.
- Πρέπει να χρησιμοποιείται σωστά και όχι, για να αντικαταστήσει τους ανθρώπους και τις μηχανές τους.
- Θεωρείται πολύ καλό για το σβήσιμο της καμένης ήδη επιφάνειας, αφού πρώτα σβήσουμε το κεφάλι και τα πλάγια της πυρκαγιάς με άλλους τρόπους ή και με το νερό μαζί.

Δυστυχώς, στην Ελλάδα χρησιμοποιούμε το νερό ως κύριο μέσο κατάσβεσης και λιγότερο χρησιμοποιούμε εργαλεία ή σκαπτικά μηχανήματα.

5.4 Εργαλεία, υλικά και μέσα χρησιμοποιούμενα στη κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών

ΦΟΡΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Φορητά εργαλεία είναι εκείνα που, πέρα από τον ατομικό εξοπλισμό προστασίας, μπορεί να διαθέτουν οι πυροσβέστες για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς χωρίς τη χρήση πυροσβεστικών οχημάτων. Τα εργαλεία αυτά είναι (Βορίσης, 2008):

- **Χτυπήματος.** Τα εργαλεία χτυπήματος είναι τα φτερά δασών, σάκοι από λινό, γλωρά κλαδιά δένδρων κ.α. και χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση της φωτιάς ιδίως, στα πρώτα στάδια, δια χτυπημάτων. Τα εργαλεία αυτά είναι αποτελεσματικά σε μικρές έρπουσες πυρκαγιές ή μετά από ρίψεις αεροσκαφών ή ελικοπτέρων για το σβήσιμο των μικροεστιών που απέμειναν.
- **Κοπής.** Τα εργαλεία κοπής χρησιμοποιούνται στη διάνοιξη ζωνών. Στα εργαλεία αυτά κατατάσσονται τα τσεκούρια (πυροσβεστικός πέλεκυς, θαμνοκόπος, πελεκοσκαπάνη, πέλεκυς δύο όψεων κ.α.), τα πριόνια, τα αλυσοπριόνια, οι σφήνες, οι βαριές, οι τσάπες, οι τσουγκράνες, τα φτυάρια κλπ. Από τα εργαλεία αυτά τα φτυάρια, οι τσάπες και η τσουγκράνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην απ' ευθείας προσβολή της πυρκαγιάς. Στα εργαλεία κοπής, αν και δεν είναι ακριβώς εργαλείο, θα πρέπει να καταταχθεί και το εκρηκτικό σχοινί το οποίο όταν τοποθετηθεί σωστά και πυροδοτηθεί δημιουργεί αντιπυρική ζώνη πλάτους περίπου 30 cm.

Εικόνα 5.3: Φορητά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη κατάσβεση πυρκαγιών



Πηγή: Φιλίππου, 2008

- **Υδροφόρα.** Στα υδροφόρα φορητά εργαλεία κατατάσσονται οι υδρίες, οι δύο τύποι επώμιων ψεκαστήρων και οι μικρές φορητές αντλίες με πτυσσόμενες δεξαμενές, σωλήνες και αυλούς προσβολής.
- **Πυρπολιτικά.** Τα πυρπολιτικά εργαλεία είναι διαφόρων ειδών δαυλοί που χρησιμοποιούνται για την έναυση της καύσιμης ύλης κατά την εφαρμογή του αντιπύρ.

ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Τα διαφόρων τύπων πυροσβεστικά οχήματα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά εργαλείων, μέσων και προσωπικού κοντά στη πυρκαγιά και κύρια για τη δημιουργία πυροσβεστικών εγκαταστάσεων απ' ευθείας προσβολής της. Ιδιαίτερα αποτελεσματικά είναι τα οχήματα εκείνα που έχουν σχεδιαστεί για να κινούνται σε ανώμαλα εδάφη με κύριο μειονέκτημα τη μικρή ποσότητα μεταφερόμενου νερού περίπου 1 με 2 τόνους. Για να αντισταθμιστεί το μειονέκτημα αυτό θα πρέπει τα οχήματα αυτά να υποστηρίζονται από οχήματα που μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες νερού (Βορίσης, 2008).

ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΑ

Τα εναέρια μέσα πυρόσβεσης χρησιμοποιούνται κύρια για τη ρίψη νερού ή επιβραδυντικού στην πυρκαγιά και δευτερευόντως για τη μεταφορά προσωπικού, εργαλείων και μέσων στον τόπο της πυρκαγιάς. Στη χώρα μας τα κύρια χρησιμοποιούμενα εναέρια μέσα είναι (Βορίσης, 2008):

- Το αεροσκάφος CL 215 της CANADAIR
- Το αεροσκάφος CL 415 της CANADAIR
- Το PZL M18 Dromader
- Το C 130H MAFFS (Modular Airborne Fire Fighting System²)
- Τα ελικόπτερα

² Μορφοματικό αερομεταφερόμενο πυροσβεστικό σύστημα

Εικόνα 5.4: Το PZL M18 Dromader



Πηγή: <http://www.airliners.net/>

Εικόνα 5.5: Το αεροσκάφος CL 215 της CANADAIIR



Πηγή: <http://www.flickr.com/>

ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

Τα χωματουργικά μηχανήματα διαφόρων τύπων, καθώς και οι γεωργικοί ελκυστήρες (τρακτέρ) είναι ιδιαίτερα πολύτιμα για την κατασκευή ή για τη συντήρηση κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς των αντιπυρικών ζωνών και δρόμων, όταν οι συνθήκες του ανάγλυφου επιτρέπουν τη χρησιμοποίησή τους (Βορίσης, 2008).

ΚΑΤΑΣΒΕΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Για την κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα κατασβεστικά υλικά είναι τα εξής (Βορίσης, 2008 & Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004):

- **Το νερό** είναι το παλαιότερο, σπουδαιότερο και πιο εύρηστο κατασβεστικό μέσο. Βρίσκεται άφθονο στη φύση, η απόκτησή του είναι χωρίς μεγάλο κόστος, η φυσική του κατάσταση (υγρό) επιτρέπει την αποθήκευσή του σε δεξαμενές/δοχεία, τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις με σωλήνες υπό πίεση και την εκτόξευσή του σε επιθυμητή κατεύθυνση.

Η κατασβεστική ενέργεια του νερού οφείλεται κυρίως στην ψύξη (αφαίρεση θερμότητας) των καιγόμενων σωμάτων που προκαλεί. Επίσης, το νερό συντελεί στην κατάσβεση με την απομόνωση (αποπνιγμό) του καιγόμενου σώματος από το οξυγόνο του αέρα, όταν χρησιμοποιείται υπό μορφή ομίχλης

(πολύ λεπτά σταγονίδια). Το νερό έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και ειδική (λανθάνουσα) θερμότητα εξαέρωσης, αφαιρεί δηλαδή μεγάλα ποσά θερμότητας από τα καιγόμενα σώματα, τα οποία προσλαμβάνει το ίδιο μετατρεπόμενο σε ατμό.

- **Το χόμα**, το οποίο ρίχνεται με φτυάρια ή με μηχανήματα στο μέτωπο της πυρκαγιάς, την αποπνίγει στερώντας της το οξυγόνο. Αποτελεί καλό κατασβεστικό υλικό για το σβήσιμο μικρών έρπουσων πυρκαγιών, καθώς και για το στάδιο της αποκάθαρσης της περιμέτρου της πυρκαγιάς και της επαγρύπνησης (φύλαξης) για το σβήσιμο μικροεστιών.
- **Επιβραδυντικές ουσίες** (βλ. και ενότητα 7.2). Τα δραστικά συστατικά τους είναι άλατα του αμμωνίου, του φωσφορικού ή του θειικού οξέος (λιπάσματα), όπως η φωσφορική (DAP) και η θειική αμμωνία (AS). Οι ουσίες αυτές ψυχραίνουν τη καύσιμη ύλη, επιβραδύνουν τη πορεία της καύσης, εμποδίζουν τη φλόγα, και επεμβαίνουν στην οξειδωση και στη ζώνη της καύσης. Τέλος, είναι πιο αποτελεσματικές όταν ρίχνονται μπροστά από το μέτωπο της πυρκαγιάς σε καύσιμες δασικές ύλες με μεγάλη εξωτερική επιφάνεια, σε πυρκαγιές μικρής έντασης και κυρίως στην αρχή της πυρκαγιάς, δηλαδή όταν είναι ακόμα μικρή (Pyne, 1986).
- **Βρέξιμες ουσίες ή διαβρεκτικά**. Είναι ουσίες που δρουν στην επιφάνεια και έχουν τη δυνατότητα να ελαττώνουν την επιφανειακή τάση³ του νερού περισσότερο από το μισό.
- **Ξηρές σκόνες**. Είναι κονιοποιημένες (σε σκόνη) στερεές ουσίες με ορισμένη χημική σύνθεση, που επιδρούν κατασβεστικά στην πυρκαγιά κυρίως, με διακοπή της αλυσωτής χημικής αντίδρασης και δευτερευόντως με την αποπνικτική και ψυκτική δράση τους.
- **Πηκτικές ουσίες**. Είναι ουσίες που προσθέτονται στο νερό και το κάνουν παχύρρευστο έτσι, ώστε να κολλάει και να δημιουργεί ένα σχετικά παχύ στρώμα πάνω στη καιγόμενη δασική ύλη. Το επικαλυπτικό αυτό στρώμα απορροφά περισσότερη θερμότητα και σκεπάζει τη καύσιμη ύλη. Τέλος, είναι κατάλληλες για τη προσβολή, κατά μέτωπο, μεγάλων πυρκαγιών που

³ Τα μόρια που βρίσκονται στην επιφάνεια ενός υγρού έλκονται από τ' άλλα μόρια του υγρού προς το εσωτερικό του, με αποτέλεσμα να μειώνεται η επιφάνεια του υγρού και άρα μαζεύονται πολλά μόρια το ένα κοντά στο άλλο, με αποτέλεσμα να δημιουργείται κάτι σαν «επιδερμίδα» (γι' αυτό οι σταγόνες έχουν σφαιρικό σχήμα). Αυτή η ιδιότητα λέγεται επιφανειακή τάση. Το νερό έχει απρόσμενα μεγάλη επιφανειακή τάση, κάτι που δε βοηθάει στη κατάσβεση των πυρκαγιών (<http://www.oikologio.gr>).

εξαπλώνονται γρήγορα.

- **Αφρώδεις ουσίες.** Είναι ουσίες που περιέχουν CO₂, που είναι 1,5 φορά βαρύτερο από τον αέρα, ενώ προσκολλώνται και σκεπάζουν το ξύλο και τα λοιπά υλικά καλύτερα από το απλό νερό, δρώντας ως απομονωτικό και ως ψυκτικό μέσο. Ακόμα, προσθέτονται στο νερό και δημιουργούν αφρούς, αυξάνοντας κατά πολύ τον όγκο του μίγματος. Τέλος, οι αφρώδεις ουσίες κατά των δασικών πυρκαγιών είναι δαπανηρές, αλλά είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές κατά των πυρκαγιών υγρών καύσιμων, πετρελαιοειδών, χρωμάτων, λαδιών κ.α.

6. ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

6.1 Το πρόβλημα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών

Η εκδήλωση και διάδοση των πυρκαγιών των δασών και δασικών εκτάσεων συνιστά ένα πολυσύνθετο χωρικό φαινόμενο το οποίο επηρεάζεται από ένα πλήθος περιβαλλοντικών, ανθρωπογενών και χωρικών παραγόντων. Συνεπώς η αποτελεσματική διαχείριση τους απαιτεί την κατανόηση των λειτουργιών του καθενός παράγοντα ξεχωριστά, των αλληλεπιδράσεων τους καθώς και των χώρο-χρονικών δομών και αλληλοσυσχετίσεων (Κούτσιας και Καρτέρης, 2001).

Ένα σύστημα πληροφοριών, λοιπόν, κρίνεται απαραίτητο καθώς παρέχει κρίσιμες πληροφορίες σε τέτοια μορφή και με τέτοιο τρόπο που υποστηρίζει την επιχειρησιακή δράση και τις αποφάσεις σε έκτακτες καταστάσεις (από τη διαδικασία του να οριοθετηθεί στο χώρο ένας κίνδυνος, μέχρι τα διάφορα επίπεδα διαχείρισης σε όλα τα κλιμάκια λήψης αποφάσεων) πόσο μάλλον σε ένα φαινόμενο όπως οι δασικές πυρκαγιές που συμβαίνουν πολλές φορές σε ορεινό έδαφος και τόσο ο εντοπισμός όσο και η πρόσβαση σε κάποια σημαντική θέση είναι προβληματική (Δινάκης και άλλοι, 2002).

Πιο αναλυτικά, το πρόβλημα κατά τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών αρχικά εστιάζεται στον εντοπισμό της θέσης τους στην ευρύτερη περιοχή. Πιο ειδικά χρειάζονται το μέτωπο της πυρκαγιάς, οι πιθανές θέσεις όπου εκδηλώθηκε το φαινόμενο και η διεύθυνσή της. Στη συνέχεια είναι απαραίτητο για διάφορους λόγους (μετακινήσεις για ανεφοδιασμό σε καύσιμα, νερό, υλικά, ενίσχυση δυνάμεων κτλ.) το κέντρο επιχειρήσεων να γνωρίζει τις θέσεις των οχημάτων αλλά και των πεζοπόρων τμημάτων που συμμετέχουν. Ο προσδιορισμός των παραπάνω θέσεων γίνεται συνήθως είτε με τους χάρτες είτε περιγραφικά (τοπωνύμια, χαρακτηριστικά σημεία). Σε περιπτώσεις δε κακής ορατότητας (λόγω καπνού ή της ίδιας της φωτιάς), δυσκολεύει ο εντοπισμός μιας θέσης ακόμα και για κάποιον που γνωρίζει την περιοχή. Τα προβλήματα γίνονται πολύ πιο σύνθετα όταν συμμετέχουν στις επιχειρήσεις άτομα από άλλες περιοχές (εθελοντές, έκτακτο προσωπικό, ενισχύσεις από άλλες περιοχές) καθώς και όταν γίνεται περιγραφή θέσεων και καθοδήγηση σ' αυτές από μακριά (κέντρο επιχείρησης, έδρες υπηρεσιών κτλ). Έτσι οι τυπικές

διαδικασίες σε μια περίπτωση μπορεί να γίνουν πολύ δύσκολες (Χρονοπούλου, 2007).

Τέλος, τη λύση σε αυτά τα πρόβληματα καλούνται να δώσουν οι σύγχρονες τεχνολογίες όπως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS-Geographic Information Systems), η Τηλεπισκόπηση, το δορυφορικό Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS- Global Positioning System) κ.α.

6.2 Μοντελοποίηση – Προσομοίωση Δασικών Πυρκαγιών

6.2.1 Γενικά

Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών είναι ένα από τα σημαντικότερα βοηθήματα για την καλή διαχείριση αυτών τόσο όσον αφορά την αντιμετώπισή τους (σχεδιασμός της αντιμετώπισης, εκπαίδευση προσωπικού) όσο και όσον αφορά τη γενικότερη πρόληψή τους (διαχείριση δασικής καύσιμης ύλης, εκτίμηση κινδύνου, προδιαγεγραμμένη καύση) (Ξανθόπουλος και Μανάση, 2001). Περιστατικά δασικών πυρκαγιών είναι γνωστό ότι προκαλούν ανεπανόρθωτες ζημιές σε περιοχές μεγάλης οικολογικής σημασίας. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη ενός λειτουργικού συστήματος για τη διαχείριση τέτοιων περιστατικών είναι μείζονος σημασίας για τους φορείς και τους τελικούς χρήστες. Η πιο σημαντική συνιστώσα ενός τέτοιου ολοκληρωμένου συστήματος που διαχειρίζεται αποτελεσματικά τις δασικές πυρκαγιές είναι το εργαλείο προσομοίωσης που έχει διττή σημασία: ένα μαθηματικό πρότυπο διακριτού τρόπου επέκτασης για τον υπολογισμό των συνεπειών, που εμπλέκονται, και ένα σαφές σύστημα για τον υπολογισμό της ταχύτητας εξάπλωσης της φωτιάς συναρτήσει αλληλεπιδρώντων παραγόντων, όπως τα χερσαία χαρακτηριστικά, ο τύπος της βλάστησης και η πυκνότητά του, καθώς επίσης και οι μετεωρολογικές συνθήκες (Βακάλης, 2007).

Βασική και πλέον ουσιώδης συνιστώσα ενός τέτοιου συστήματος είναι το εργαλείο προσομοίωσης δασικών πυρκαγιών. Η προσομοίωση δασικών πυρκαγιών είναι μεγάλης σημασίας για δύο βασικούς λόγους: ο ένας είναι καθαρά επιχειρησιακός και αφορά τον υπολογισμό της εξάπλωσης της πυρκαγιάς κατά τη διάρκεια του γεγονότος, ενώ ο δεύτερος έχει να κάνει με τη χρήση και συμβολή ενός τέτοιου

εργαλείου στη λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια των κρίσεων που συνδέονται με δασικές πυρκαγιές (Χρονοπούλου, 2007).

6.2.2 Μοντέλα Καύσιμης Ύλης

Ως μοντέλο καύσιμης ύλης ορίζεται ένα σύνολο αριθμών που αποτελούν μια αντιπροσωπευτική περιγραφή ενός τύπου και σύνθεσης δασικής καύσιμης ύλης, με τον τρόπο που απαιτείται για να χρησιμοποιηθούν σαν δεδομένα για το μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της εξάπλωσης πυρκαγιάς επιφανείας του Rothermel (βλ. παρακάτω). Οι αριθμοί αυτοί αναφέρονται στην ποσότητα της βιομάζας που υπάρχει ανά μονάδα επιφανείας για τις διάφορες κατηγορίες καύσιμης ύλης, το βάθος του στρώματος της καύσιμης ύλης, την περιεχόμενη ενέργεια, κλπ (<http://www.firesecurity.gr/lekdaspyr.html>).

Για τη διαχείριση δασικών πυρκαγιών διερευνώνται ανά τον κόσμο διάφοροι μέθοδοι μοντελοποίησης της καύσιμης ύλης. Σταθμό έχουν αποτελέσει τα δεκατρία (13) μοντέλα καύσιμης ύλης (MKY) που αναπτύχθηκαν αρχικά για το Σύστημα Πρόβλεψης Συμπεριφοράς Πυρκαγιάς BEHAVE (Anderson, 1982), όπου η ταξινόμηση της βλάστησης βασίστηκε σε επιτόπια μέτρηση της καύσιμης ύλης.

Επίσης, τα μοντέλα καύσιμης ύλης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση συμπεριφοράς πυρκαγιών είτε σε εφαρμογές που αφορούν προληπτικό σχεδιασμό είτε σε πραγματικές επιχειρήσεις καταστολής αυτών, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία και τις μετεωρολογικές συνθήκες (Κούτσιας και Καρτέρης, 2001).

Ακόμα, τα μοντέλα πυρκαγιών που έχουν αναπτυχθεί εδώ και 30 χρόνια περίπου, προκύπτουν από σύνθετες αλληλεπιδράσεις των καιρικών συνθηκών, του τύπου της βλάστησης, της υγρασίας του καυσίμου και της τοπογραφίας. Πολλά μοντέλα που προσομοιώνουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς βασίζονται σε αρχές της θερμοδυναμικής που απαιτούν λεπτομερή πληροφόρηση για την ταχύτητα του τοπικού ανέμου, την τοπογραφία, τη σχετική υγρασία, την υγρασία του καυσίμου και τη δομή και πυκνότητα της καύσιμης ύλης. Τα μοντέλα αυτά είναι σχεδιασμένα να προβλέπουν την τοπική εξάπλωση των πυρκαγιών εδάφους για περιορισμένες χρονικές κλίμακες (δηλαδή για λίγες ώρες), ενώ η χρησιμότητά τους για προβολή πυρκαγιών μεγάλης χρονικής διάρκειας παραμένει προβληματική (Βακάλης, 2007).

Παρακάτω περιγράφονται ενδεικτικώς ορισμένα μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε Ελλάδα και Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, καθώς γίνεται και μια αναφορά στα μοντέλα Rothermel και Behave, τα οποία και αποτελούν τα πλέον γνωστά και διαδεδομένα μοντέλα πρόβλεψης της συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών ανά το κόσμο.

6.2.2.1 Μοντέλα ΗΠΑ

Στις ΗΠΑ, έχουν δημιουργηθεί 13 βασικά μοντέλα καύσιμης ύλης που αντιπροσωπεύουν, σε αδρές γραμμές, το σύνολο σχεδόν των δασικών καυσίμων εκεί. Για τα μοντέλα αυτά έχουν δημιουργηθεί κατάλληλες φωτογραφικές κλειδες, ώστε να είναι εύκολη η αντιστοίχιση κάθε δασικού τύπου, κατά προσέγγιση, σε ένα από αυτά τα μοντέλα (Anderson, 1982). Ακόμη, γι' αυτά τα μοντέλα έχουν δημιουργηθεί νομογραφήματα⁴, με τη χρήση του μοντέλου του Rothermel, με τα οποία γίνεται δυνατή η πρόβλεψη της συμπεριφοράς της φωτιάς στο πεδίο χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Όμως, η πιο σημαντική δυνατότητα για την παγκόσμια χρήση του μοντέλου του Rothermel παρέχεται από την ενσωμάτωση στο σύστημα BEHAVE ενός υποσυστήματος με το όνομα NEWMDL, που σκοπό έχει τη διευκόλυνση των χρηστών για τη δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης προσαρμοσμένων στις δικές τους ανάγκες (Ξανθόπουλος και Μανάση, 2001)

6.2.2.2 Μοντέλα Ελλάδα

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 έγιναν αρκετές προσπάθειες για τη δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης για τους δασικούς τύπους της χώρας. Λογική συνέχεια τέτοιων προσπαθειών είναι η δημιουργία ενός μικρού αριθμού αντιπροσωπευτικών μοντέλων καύσιμης ύλης για όλη τη χώρα με βάση στατιστικές μεθόδους, κατά το πρότυπο των ΗΠΑ, συνοδευόμενων πιθανώς και από φωτογραφικές κλειδες αναγνώρισης ή νομογραφήματα συμπεριφοράς της φωτιάς. Τα αντιπροσωπευτικά αυτά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιχειρησιακά, όταν δεν υπάρχει χρόνος για τη χρησιμοποίηση ακριβέστερων τιμών για τις παραμέτρους της καύσιμης ύλης, όπως κατά την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς. Όμως, η

⁴ Νομογράφημα είναι ένα αντικειμενικό εργαλείο, που χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο ή μαθηματικό τύπο, για να προβλέψει την πιθανότητα ενός γεγονότος.
(<http://www.news-medical.net/news/2009/01/23/15/Greek.aspx>)

δημιουργία τοπικών (site-specific) μοντέλων καύσιμης ύλης, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες γνώσεις και τα απαραίτητα στοιχεία, είναι προφανές ότι μπορεί να αποδώσει καλύτερα αποτελέσματα λόγω μεγαλύτερης ακρίβειας των δεδομένων. Η διαδικασία της δημιουργίας τοπικών μοντέλων συνίσταται, όταν επιτρέπεται από τα χρονικά και οικονομικά περιθώρια, όπως σε περιπτώσεις προγραμμάτων μείωσης της καύσιμης ύλης, επιλογής δασοκομικών χειρισμών και δημιουργίας προδιαγραφών για τα υπολείμματα των υλοτομιών προδιαγεγραμμένου πυρός (Ξανθόπουλος και Μανάση, 2001).

6.2.2.3 Μοντέλο Rothermel

Το ιδιαίτερο στοιχείο του μοντέλου του Rothermel, στο οποίο κατά μεγάλο μέρος οφείλεται η μεγάλη αποδοχή και εξάπλωσή του, είναι η δυνατότητα χρήσης του σε οποιονδήποτε τύπο δασικής καύσιμης ύλης μέχρι ύψος 2 μέτρων, περιλαμβανομένων θαμνότοπων και λιβαδικών εκτάσεων. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ως δεδομένα για την πρόβλεψη της ταχύτητας διάδοσης της πυρκαγιάς, την ταχύτητα του ανέμου, την κλίση του εδάφους, την υγρασία της καύσιμης ύλης και ένα κατάλληλο «μοντέλο καύσιμης ύλης» (Arroyo et al, 2008). Το μοντέλο καύσιμης ύλης ορίζεται σαν «ένας προσομοιωμένος τύπος καύσιμης ύλης για τον οποίο έχουν καθορισθεί οι τιμές για όλες τις μεταβλητές περιγραφής του που απαιτούνται για τη λύση του μαθηματικού μοντέλου διάδοσης της φωτιάς». Το τελευταίο αυτό στοιχείο, η περιγραφή δηλαδή της καύσιμης ύλης με συγκεκριμένο τρόπο και η χρήση αυτής σαν ανεξάρτητο δεδομένο για τη λύση του μοντέλου του Rothermel, κάνει δυνατή την παγκόσμια χρήση του τελευταίου (Ξανθόπουλος, 1990).

6.2.2.4 Μοντέλο Behave

Το σύστημα BEHAVE αποτελεί ένα υπολογιστικό πρόγραμμα φιλικό προς το χρήστη και αποτελείται από μια συλλογή μαθηματικών μοντέλων (αλγορίθμων) που περιγράφουν τη φωτιά και το περιβάλλον της, και χρησιμοποιείται κυρίως για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς μιας πυρκαγιάς με σκοπό τη διαχείρισή της (Arroyo et al, 2008). Προϋποθέτει την περιγραφή των δασικών καυσίμων με ένα συγκεκριμένο τρόπο, όπου τα χαρακτηριστικά κάθε δασικού τύπου περιγράφονται με ορισμένες μέσες τιμές. Το σύνολο των αντιπροσωπευτικών αυτών τιμών ονομάζεται «μοντέλο

καύσιμης ύλης». Η ακρίβεια των προβλέψεων συμπεριφοράς μιας πυρκαγιάς από το BEHAVE εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεδομένων που δίδονται σε αυτό και στα οποία βασίζονται οι υπολογισμοί (Καλαμποκίδης και άλλοι, 2004).

Ένα από τα υποσυστήματα του BEHAVE, ονομαζόμενο NEWMDL, επιτρέπει τη δημιουργία τοπικών μοντέλων καύσιμης ύλης. Για να αξιοποιήσει ο χρήστης αυτή την δυνατότητα χρειάζεται μετρήσεις της καύσιμης ύλης που τον ενδιαφέρει οι οποίες όμως, δεν είναι συνήθως άμεσα διαθέσιμες και η συλλογή τους είναι κοπιώδης. Η μέθοδος στηρίζεται στην εκτίμηση της βιομάζας, ειδικότερα των θάμνων, με τη βοήθεια αλλομετρικών εξισώσεων. Η βιομάζα των θάμνων είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ το ποσοστό της φυτοκάλυψης και το ύψος των θάμνων είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές (Ξανθόπουλος και Μανάση, 2001).

Τέλος, το σύστημα BehavePlus2, ως βελτιωμένη εξέλιξη του BEHAVE, αποτελεί ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης της καύσιμης ύλης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς μιας πυρκαγιάς, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα πλήθος από εφαρμογές, όπως διαχείριση πυρκαγιών, συμπεριφορά μιας έρπουσας/ επιφανειακής πυρκαγιάς που βρίσκεται σε εξέλιξη, σχεδιασμό προδιαγεγραμμένου καψίματος και εκπαίδευση (Καλαμποκίδης και άλλοι, 2004).

6.2.3 Προσομοίωση Εξέλιξης Και Αντιμετώπισης Πυρκαγιάς

Όταν επιτευχθεί η εκτίμηση των διαφόρων σεναρίων εξέλιξης της πυρκαγιάς, η βέλτιστη διαχείριση των πόρων, καθώς και ο σχεδιασμός μιας απαραίτητης υποδομής, τότε το μοντέλο προχωρά σε μια εκτίμηση του κόστους των απωλειών οφειλομένων στην καταστροφή του περιβάλλοντος. Οι προσομοιώσεις αυτές βασίζονται σε ένα ισχυρό εργαλείο εκτίμησης εξάπλωσης της φωτιάς, όπου υπολογίζεται η μετάδοση της και τα χαρακτηριστικά της σε κάθε κελί. Εκτιμώνται το μήκος της φλόγας, η θερμότητα ανά επιφάνεια και η ένταση της φωτιάς, παράμετροι σημαντικοί στην εκτίμηση των απαιτούμενων δυνάμεων που χρειάζονται για την αποτελεσματική καταπολέμηση και κατάσβεση της (Καλλιδρομίτου και άλλοι, 2001). Επίσης, γίνεται υπολογισμός ενός δείκτη που καθορίζει την σπουδαιότητα μιας δασικής πυρκαγιάς για κάθε πυρκαγιά στην περιοχή. Αυτή η τιμή εξελίσσεται με τον χρόνο σαν τις αλλαγές που συμβαίνουν στο μέγεθος της περιμέτρου της πυρκαγιάς,

την τοποθεσία και την ένταση της. Ο δείκτης αυτός βοηθά στιγμιαία στην προσαρμογή των διατιθέμενων πόρων και την βέλτιστη κατανομή της. Επιπλέον, κριτήρια, όπως η διοίκηση της περιοχής και η διαθεσιμότητα των ομάδων καταπολέμησης, λαμβάνονται υπόψη. Οι μονάδες καταπολέμησης της πυρκαγιάς κατανέμονται και αποστέλλονται σύμφωνα με την σπουδαιότητα κάθε πυρκαγιάς. Συχνά υπάρχουν περιορισμένοι πόροι σε σχέση με αυτούς που απαιτούνται εξαιτίας είτε της έλλειψης διαθέσιμων μονάδων είτε της υπερβολικής ζήτησης σε ημέρες αιχμής. Στις περιπτώσεις αυτές η καταπολέμηση της φωτιάς δεν είναι 100% επιτυχής με αποτέλεσμα τη διαφυγή της. Το σύστημα τότε εκτιμά το μέγεθος της φωτιάς, που πρέπει να εμφανιστεί, έτσι ώστε να απορροφήσει όλους τους διαθέσιμους πόρους για την ασφαλή και επιτυχή κατάσβεση της. Διάφορα μοντέλα εκτίμησης κατανομής πόρων λαμβάνουν υπόψη τους την αύξηση της περιμέτρου της φωτιάς και εκτιμούν τις απαιτούμενες μονάδες καταπολέμησης της και κατάσβεσης της (Καλλιδρομίτου και άλλοι, 2001). Το σύστημα προσομοιώνει τον κίνδυνο εμφάνισης πυρκαγιάς σε μια ορισμένη περίοδο προσομοίωσης. Αυτό το χρονικό διάστημα μεταβάλλεται από μια μέρα μέχρι μερικούς μήνες. Στοιχεία όπως το κλίμα και ο άνεμος, που εκτιμώνται από πιθανολογικούς υπολογισμούς μπορεί να διαφέρουν από τα πραγματικά σε κάποια προσομοίωση. Έτσι το μοντέλο προσομοίωσης εφαρμόζεται για την ίδια προσομοίωση αρκετές φορές και κάθε φορά προστίθεται μια πολύ μικρή στοχαστική μεταβολή. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων και γραφικών. Σε αυτά περιλαμβάνονται στοιχεία εξέλιξης καιρού και άνεμου, κατανομή εμφανίσεων πυρκαγιών, μέσες τιμές ανάπτυξης των, όπως το μέγεθος, οι γραμμές έντασης και η σπουδαιότητα κάθε πυρκαγιάς. Επιπλέον λαμβάνονται αναφορές σχετικά με την χρήση των πόρων και την βέλτιστη κατανομή τους. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης δίνουν (Καλλιδρομίτου και άλλοι, 2001):

- το συνολικό οικονομικό κόστος
- τους διαθέσιμους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν για την αντιμετώπιση και καταπολέμηση
- το κόστος των πόρων που χρησιμοποιήθηκαν
- το κόστος των ζημιών (περιβαλλοντικής υποβάθμισης, καμένες εκτάσεις, ιδιοκτησίες)
- το κόστος συντήρησης της επιλεγείσας υποδομής

6.3 Πρωτοποριακά συστήματα που εφαρμόζονται πιλοτικά στη χώρα μας

6.3.1 Σύστημα Firementor

Το Firementor αποτελεί ένα Επιχειρησιακό Σύστημα Σχεδιασμού και Λήψης Αποφάσεων για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών, το οποίο υλοποιήθηκε κατά τη περίοδο 2003-2006 στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος "Ανταγωνιστικότητα" που εποπτεύεται από τη ΓΓΕΤ (Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας). Επίσης, οι φορείς που συμμετείχαν στη κατασκευή του, είναι το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, η CMT Προοπτική ΕΠΕ, η ΜΑΡΑΚ Ηλεκτρονική ΑΒΕΕ, η ΖΟΕλεκτρονικ ΕΠΕ, όπως και το Πυροσβεστικό Σώμα, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και η Γενική Διεύθυνση Δασών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, που είναι και οι βασικοί χρήστες του συστήματος (<http://www.firementor.gr/>).

Συγκεκριμένα, το σύστημα, το οποίο είναι από τα πρώτα του είδους του διεθνώς, αποτελείται από ένα καινοτομικό αυτο-διοργανούμενο δίκτυο αναλώσιμων αισθητήρων πυρκαγιάς, καθώς και από το κατάλληλο λογισμικό, που διαχειρίζεται το δίκτυο και προσφέρει υπηρεσίες υποστήριξης αποφάσεων για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού και πρόληψης, όσο και σε επίπεδο καταστολής (<http://www.firementor.gr/>).

Ακόμα, με το σύστημα αυτό οι αρμόδιες αρχές έχουν στη διάθεσή τους ένα εργαλείο για να εκπονούν σενάρια αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, να εκπαιδεύουν εθελοντές και κοινό, να προσομοιώνουν δύσκολες επιχειρησιακές περιπτώσεις και να προετοιμάζονται γι' αυτές, καθώς και για να εντοπίζουν άμεσα τις δασικές πυρκαγιές και να υποστηρίζουν τις δράσεις των μέσων καταστολής τους σε πραγματικό χρόνο (<http://www.firementor.gr/>).

Ήδη από το καλοκαίρι του 2006 στο δάσος της Νέας Πεντέλης σε μια έκταση 500 στρεμμάτων έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες του συστήματος Firementor, οι οποίοι ανιχνεύουν σε πραγματικό χρόνο τις μεταβολές της θερμοκρασίας και τις μεταφέρουν σε ένα κεντρικό κόμβο επιχειρήσεων, που έχει δημιουργηθεί για τον σκοπό αυτό στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και από εκεί μέσω του Internet στους ενδιαφερόμενους φορείς. Όταν η θερμοκρασία, έστω και ενός από τους αισθητήρες,

ξεπεράσει ένα όριο, δημιουργείται αυτόματα συναγερμός πανικού και ενημερώνονται όλοι οι φορείς που είναι αρμόδιοι να αναλάβουν δράση (<http://archive.enet.gr>).

Τέλος, όσον αφορά το κόστος εφαρμογής του συστήματος, με δεδομένο ότι η ιδανική απόσταση μεταξύ των αισθητήρων είναι τα 40 - 50 μέτρα, για την κάλυψη δασικής έκτασης 1.000 στρεμμάτων χρειάζονται περίπου 400 αισθητήρες. Το κόστος για μια τέτοια εγκατάσταση ανέρχεται στα 100.000 ευρώ, όμως όπως επισημαίνουν οι επιστήμονες, με τον επανασχεδιασμό του αισθητήρα, το κόστος θα μειωθεί έως και 2,5 φορές (<http://www.kathimerini.gr>).

6.3.1.1 Στοιχεία του συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από επιμέρους δομικά στοιχεία όπως φαίνεται στην εικόνα 6.1. Αυτά είναι το δίκτυο αισθητήρων, ο κεντρικός κόμβος υπηρεσιών του συστήματος, καθώς και το λογισμικό που παρέχει τις υπηρεσίες υποστήριξης αποφάσεων και άλλες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Για την επικοινωνία των υποσυστημάτων χρησιμοποιούνται υπηρεσίες επίγειων και δορυφορικών επικοινωνιών, ενώ μπορεί να αξιοποιηθούν και μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής κάλυψης. Οι δασικές αρχές και τα κέντρα επιχειρήσεων είναι οι κύριοι χρήστες του συστήματος (<http://www.firementor.gr/>).

Εικόνα 6.1: Δομικά στοιχεία του firementor



Πηγή: <http://www.firementor.gr/>

Αυτο-διοργανούμενο δίκτυο αισθητήρων πυρκαγιάς

Η ιδέα των αυτοδιοργανούμενων δικτύων μεγάλης έκτασης είναι απλή και μπορεί να βρει πολλές εφαρμογές, καθώς τα σύγχρονα ηλεκτρονικά το επιτρέπουν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, δημιουργείται ένα δίκτυο από αναλώσιμους αισθητήρες πυρκαγιάς, οι οποίοι τοποθετούνται πάνω σε δέντρα. Κάθε τέτοιος αισθητήρας διαθέτει ηλεκτρονικό θερμόμετρο, μονάδα ασύρματης επικοινωνίας, καθώς και μικροϋπολογιστή. Σε καθοριζόμενα χρονικά διαστήματα μεταδίδει στο περιβάλλον του ένα μήνυμα κατάστασης, το οποίο μεταφέρεται μέσω των άλλων αισθητήρων σε κεντρικούς κόμβους, που με τη σειρά τους διαβιβάζουν την κατάσταση ολόκληρου του δικτύου στο κεντρικό κόμβο του συστήματος. Έτσι, είναι γνωστή σε πραγματικό χρόνο η κατανομή της θερμοκρασίας στο δάσος (<http://www.firementor.gr/>).

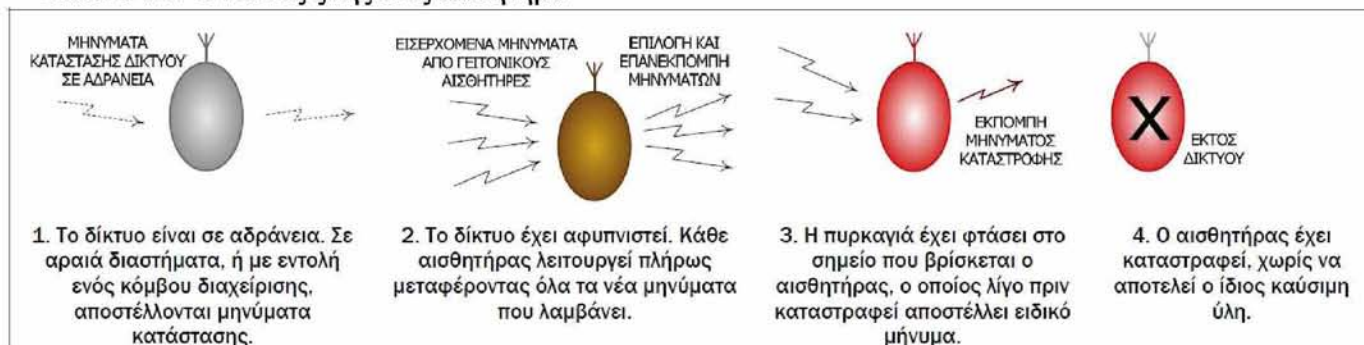
Εικόνα 6.2: Αισθητήρας πυρκαγιάς



Πηγή: <http://www.offroader.gr/>

Σε περίπτωση πυρκαγιάς ο αισθητήρας καταστρέφεται έχοντας πρώτα αποστείλει κωδικοποιημένο μήνυμα, το οποίο τελικά φτάνει στον κεντρικό κόμβο του συστήματος. Κατόπιν το δίκτυο αναδιοργανώνεται αυτόματα, ώστε και πάλι όλα τα μηνύματα να φτάνουν στον παραλήπτη τους. Ο κύκλος ζωής του αισθητήρα φαίνεται στην εικόνα 6.3.

Εικόνα 6.3: Ο κύκλος ζωής ενός αισθητήρα

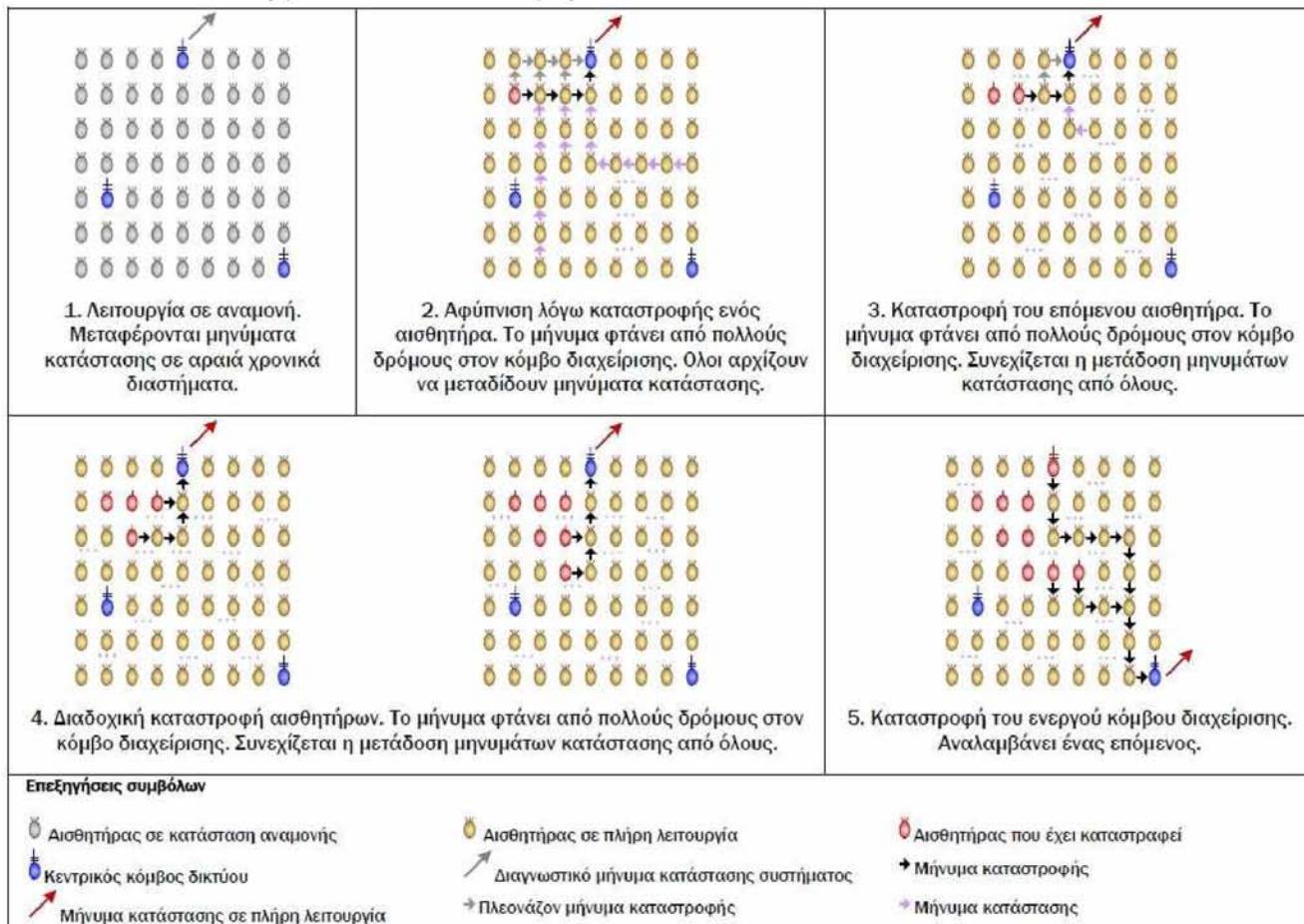


Πηγή: <http://www.firementor.gr/>

Οι αισθητήρες που αποτελούν το δίκτυο τοποθετούνται καμουφλαρισμένοι πάνω σε δέντρα σε μεταξύ τους αποστάσεις της τάξης των 50-150 μέτρων, και με καταγεγραμμένη την ακριβή τους θέση με χρήση GPS. Με μια μέση απόσταση της τάξης των 40-50 μέτρων απαιτούνται περίπου 400 αισθητήρες ανά 1000 στρέμματα έκτασης. Κάθε δίκτυο έχει τουλάχιστον 2 τοπικούς κόμβους ελέγχου, οι οποίοι

επικοινωνούν με τον κεντρικό κόμβο του συστήματος με πλεονάζοντες εναλλακτικούς τρόπους (<http://www.firementor.gr/>).

Εικόνα 6.4: Η λειτουργία του δικτύου αισθητήρων



Πηγή: <http://www.firementor.gr/>

Ένας εκ των τοπικών κόμβων ελέγχου μεταδίδει την κατάσταση του δικτύου. Όταν ένας αισθητήρας σταματήσει να λειτουργεί έχοντας δηλώσει υψηλή θερμοκρασία, το δίκτυο αναδιοργανώνεται αυτόματα, ώστε τα μηνύματα της κατάστασης του να συνεχίσουν μεταφέρονται μέσω του ενεργού τοπικού κόμβου ελέγχου. Έτσι, ακόμη και αν καταστρέφονται αισθητήρες, η πληροφορία φτάνει στον κεντρικό κόμβο του συστήματος μέσω εναλλακτικών δρόμων. Αν καταστραφεί ο ενεργός τοπικός κόμβος ελέγχου, αναλαμβάνει αυτόματα ένας άλλος, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.4.

6.3.1.2 Υπηρεσίες λογισμικού του Firementor

Το δίκτυο αισθητήρων συνεργάζεται μέσω κατάλληλου πρωτοκόλλου επικοινωνιών με ειδικό λογισμικό, που κατασκευάστηκε από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Το λογισμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επιχειρησιακή υποστήριξη, στην εκπόνηση σεναρίων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, στην εκπαίδευση εθελοντών πυροσβεστών, στον προγραμματισμό της πολιτικής προστασίας, καθώς και στην υποστήριξη αποφάσεων τοπικών φορέων και αρχών. Οι βασικές λειτουργίες του λογισμικού είναι οι ακόλουθες (<http://www.firementor.gr/>):

- Εποπτεία του δικτύου αισθητήρων
- Άμεση ανίχνευση και απεικόνιση της εξέλιξης πυρκαγιάς
- Προσομοίωση δασικής πυρκαγιάς
- Εκτίμηση ρίσκου κατά την εκκένωση περιοχής σε πανικό
- Βέλτιστη χωροθέτηση μονάδων επέμβασης
- Δρομολόγηση μονάδων επέμβασης
- Διαχείριση γνώσης και σεναρίων εκδήλωσης συμβάντων

Εποπτεία του δικτύου αισθητήρων

Με χρήση χάρτη ή κατάλληλα επεξεργασμένης δορυφορικής φωτογραφίας, το σύστημα απεικονίζει την κατάσταση των αισθητήρων οι οποίοι βρίσκονται εγκατεστημένοι στην περιοχή που επιβλέπεται. Η μεταβολή της θερμικής τους κατάστασης μπορεί να προκαλέσει την αυτόματη εκτέλεση οποιασδήποτε ενέργειας ενημέρωσης καθοριστεί (<http://www.firementor.gr/>).

Προσομοίωση της εξέλιξης δασικής πυρκαγιάς

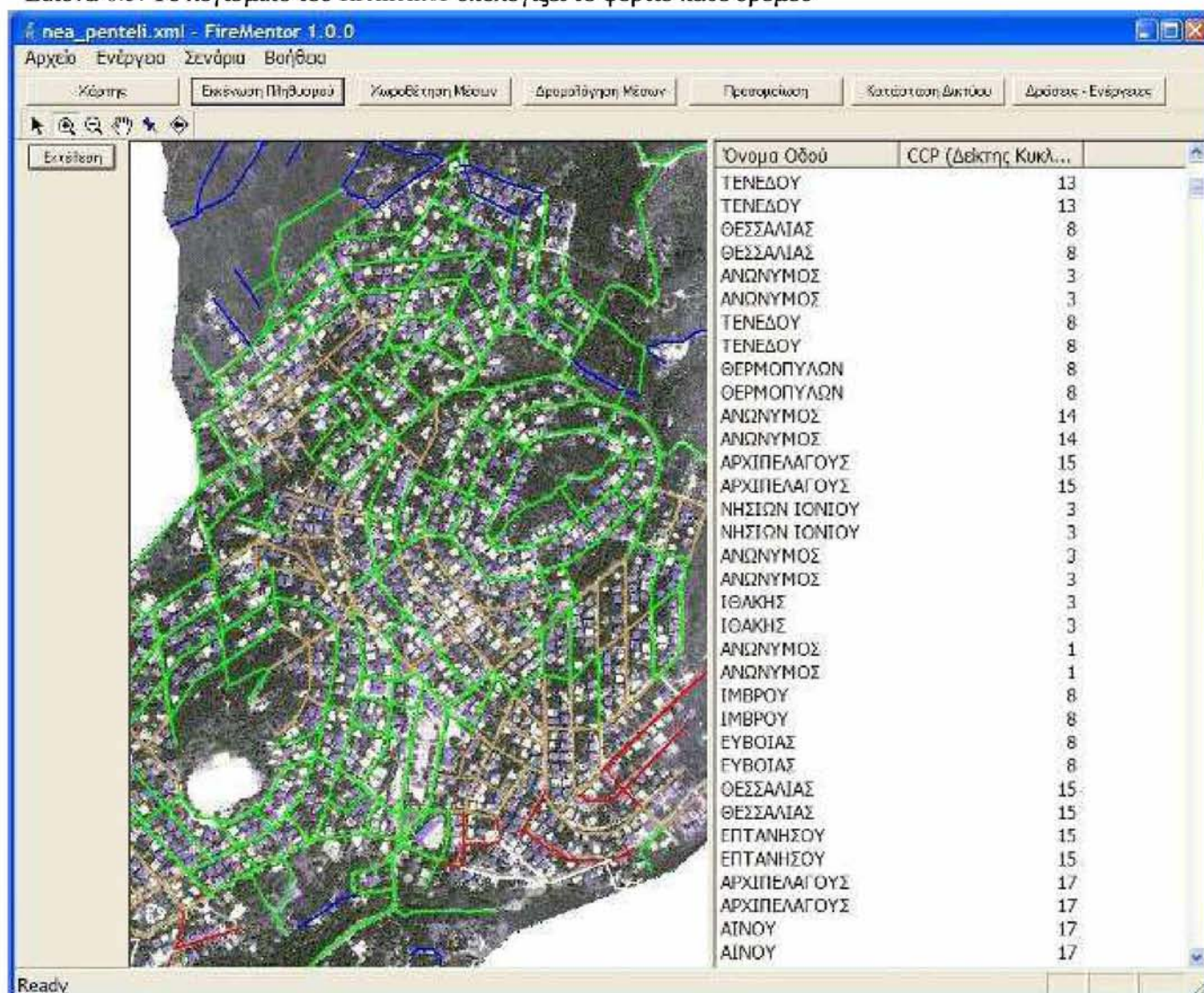
Μέσω της κατάστασης των αισθητήρων είτε σε πραγματικό χρόνο ή χρησιμοποιώντας το λογισμικό, καθορίζονται ένα ή περισσότερα σημεία όπου εκδηλώνεται πυρκαγιά, καθώς και οι τρέχουσες μετεωρολογικές συνθήκες. Το λογισμικό, λαμβάνοντας υπόψη το χάρτη καύσιμης ύλης της περιοχής, προσομοιώνει την εξέλιξη πυρκαγιάς χρησιμοποιώντας κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα, με παραμέτρους τα στοιχεία του ανέμου, τη θερμοκρασία-υγρασία, και το χρονικό βήμα της προσομοίωσης. Για την πρόβλεψη της εξέλιξης σε περίπτωση λειτουργίας σε πραγματικό συμβάν, λαμβάνεται επιπλέον υπόψη η κατάσταση του δικτύου

αισθητήρων. Η εξέλιξη απεικονίζεται σε μορφή χάρτη που μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί στη διαχείριση σεναρίων (<http://www.firementor.gr/>).

Εκτίμηση ρίσκου κατά την ανεξέλεγκτη εκκένωση

Ένα σημαντικό στοιχείο για την προετοιμασία της προστασίας του πληθυσμού για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών είναι η αποτίμηση του ρίσκου κατά την ανεξέλεγκτη εκκένωση περιοχών. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πληθυσμού και του οδικού δικτύου της περιοχής, το λογισμικό υπολογίζει το φορτίο που θα υποστεί κάθε δρόμος κατά τη δημιουργία πανικού (Εικόνα 6.5). Η δυνατότητα διαχείρισης σεναρίων του λογισμικού επιτρέπει στο χρήστη να εκτιμήσει τις επιπτώσεις διάνοιξης νέων δασικών ή αστικών δρόμων, καθώς και τη δέσμευση οδών από τις Αρχές (<http://www.firementor.gr/>).

Εικόνα 6.5: Το λογισμικό του firementor υπολογίζει το φορτίο κάθε δρόμου



Πηγή: <http://www.firementor.gr/>

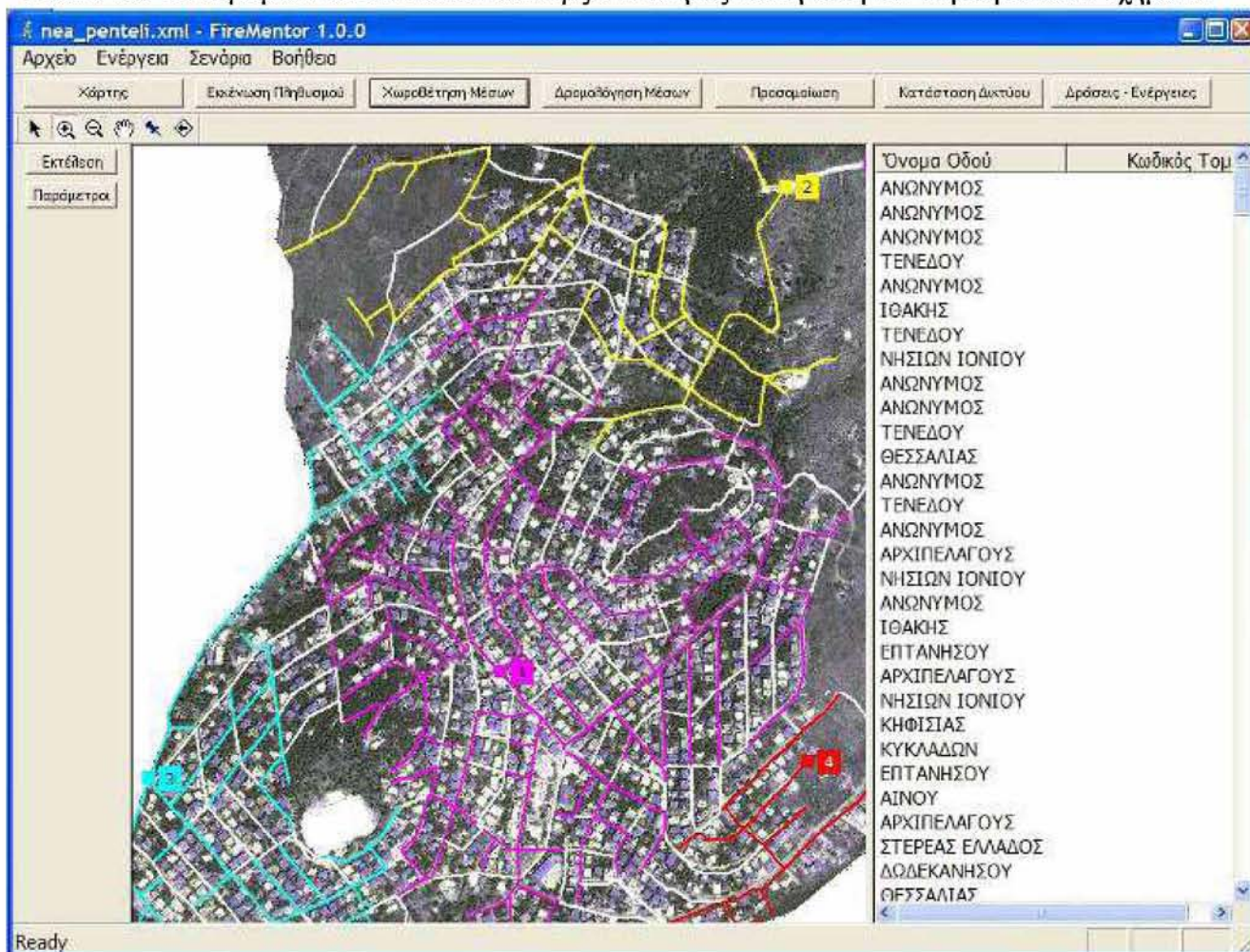
Χωροθέτηση οχημάτων καταστολής ή πολιτικής προστασίας

Στις περιαστικές περιοχές όπου υπάρχουν κατοικίες και δρόμοι μέσα σε πυκνή βλάστηση είναι χρήσιμη η τοποθέτηση των προσωρινών κινητών σταθμών πυρόσβεσης ή άλλων μέσων όπως ασθενοφόρα, με κριτήριο τη μέγιστη δυνατή κάλυψη στο ελάχιστο χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι ένα όχημα να πρέπει να μπορεί να φτάσει στον ελάχιστο χρόνο σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου, που καλύπτεται, είτε για την καταστολή πυρκαγιάς, είτε για άλλο σκοπό προστασίας του πληθυσμού (<http://www.firementor.gr/>).

Το λογισμικό υπολογίζει το πλήθος και την τοποθέτηση των κινητών σταθμών με κριτήριο την βελτιστοποίηση της πρόσβασης σε οποιοδήποτε σημείο. Ο χρήστης καθορίζει τη μέγιστη απόσταση που θέλει να διανύει κάθε όχημα, και το σύστημα υπολογίζει το πλήθος και τη θέση των σημείων στάθμευσης των οχημάτων έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή κάλυψη (Εικόνα 6.6).

Η λειτουργία διαχείρισης σεναρίων του λογισμικού επιτρέπει στο χρήστη να δοκιμάσει την επίπτωση ανοίγματος ενός νέου δρόμου ή την κατάργηση κάποιου άλλου και να αποθηκεύσει τα αποτελέσματα της εκτέλεσης.

Εικόνα 6.6: Το λογισμικό του firementor υπολογίζει το πλήθος και τη θέση των πυροσβεστικών οχημάτων



Πηγή: <http://www.firementor.gr/>

Δρομολόγηση στόλου οχημάτων καταστολής ή πολιτικής προστασίας

Με παραμέτρους τις θέσεις των μόνιμων σταθμών οχημάτων πυρόσβεσης, ασθενοφόρων κλπ, καθώς και τα σημεία του μετώπου της πυρκαγιάς ή άλλα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την προστασία του πληθυσμού, το λογισμικό επιλύει το πρόβλημα της δρομολόγησης των οχημάτων στα σημεία αυτά. Οι διαθέσιμοι δρόμοι είναι διαφορετικοί για κάθε σενάριο εξέλιξης πυρκαγιάς.

Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δοκιμάσει εναλλακτικές τοποθετήσεις μόνιμων και προσωρινών σταθμών πυρόσβεσης και να μελετήσει πώς μεταβάλλεται η όδευση των οχημάτων σε επιλεγμένα σημεία υποθετικών μετώπων πυρκαγιάς ή και ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, όπως σχολεία, νοσοκομεία κ.ά.. Όπως και στις άλλες λειτουργίες, το λογισμικό μπορεί να αποθηκεύσει σε σενάρια τα σχήματα και τα αποτελέσματα που αντιστοιχούν στις διάφορες εκτελέσεις της λειτουργίας αυτής (<http://www.firementor.gr/>).

Διαχείριση γνώσης και σεναρίων

Τα αποτελέσματα της εκτέλεσης των υπηρεσιών του λογισμικού που περιγράφηκαν μπορούν να αξιοποιηθούν σε συνδυασμό με καταγεγραμμένη γνώση για την αντιμετώπιση καταστάσεων που προκύπτουν σε δασικές πυρκαγιές, για την εκπόνηση σχεδίων, καθώς και την εκπαίδευση και την υποστήριξη αποφάσεων αρμόδιων φορέων. Το λογισμικό του συστήματος Firementor παρέχει τη δυνατότητα αυτή υποστηρίζοντας τη διαχείριση συνθηκών - δράσεων και τη δόμησή τους σε σεναρία (<http://www.firementor.gr/>).

Ως συνθήκη νοείται μια υποθετική μακροσκοπική κατάσταση που περιγράφεται από συγκεκριμένες παραδοχές και από τιμές μεγεθών θερμοκρασίας – υγρασίας – ανέμου – βλάστησης, καθώς και μια υποθετική επιχειρησιακή κατάσταση ή κατάσταση πληθυσμού. Δράση είναι μια στοιχειώδης ενέργεια που μπορεί να λάβει χώρα για την καταστολή της πυρκαγιάς ή την προστασία του πληθυσμού. Οι συνθήκες αντιστοιχίζονται σε δράσεις με διαφορετικούς βαθμούς εμπιστοσύνης. Το λογισμικό υποστηρίζει τον ορισμό σεναρίων και παράγει αναφορές από αυτά σε μορφή HTML. Κάθε σενάριο είναι μια υποθετική κατάσταση, στην οποία ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς με βάση τις οποίες εκτελούνται μία ή περισσότερες από τις λειτουργίες του λογισμικού, μαζί με τα αποτελέσματά της εκτέλεσής τους (<http://www.firementor.gr/>).

Η προσέγγιση αυτή μπορεί να υποστηρίξει την επιχειρησιακή δράση για παρόμοιες πραγματικές συνθήκες, την ενημέρωση σε θέματα Πολιτικής Προστασίας, την εκπαίδευση εθελοντών, καθώς και τη λήψη αποφάσεων επιχειρησιακού σχεδιασμού ή τοπικής οργάνωσης.

6.3.1.3 Αξιοποίηση του συστήματος

Οι υπηρεσίες που παρέχει το σύστημα εξαρτώνται από την πληρότητα και την ακρίβεια των ψηφιακών δεδομένων της περιοχής την οποία εποπτεύει. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να συγκεντρωθούν από διάφορες πηγές, η δε δυνατότητα χρήσης κάθε συγκεκριμένης λειτουργίας του λογισμικού, καθώς και η ποιότητα των αποτελεσμάτων καθορίζεται από την ποιότητα των ψηφιακών δεδομένων.

Τέλος, τα απαιτούμενα ψηφιακά δεδομένα είναι τα εξής (<http://www.firementor.gr/>):

- Τρισδιάστατος ψηφιακός χάρτης της περιοχής
- Δορυφορικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας
- Οικοδομικά τετράγωνα και πληθυσμός
- Ψηφιακοί χάρτες οδικού δικτύου
- Χάρτης καύσιμης ύλης
- Ροή μετεωρολογικών δεδομένων

Το σύστημα μπορεί να αξιοποιηθεί σε πλήρη έκδοση ή σε περιορισμένες εκδόσεις, τόσο για επιχειρησιακούς, όσο και για μη-επιχειρησιακούς σκοπούς. Δυνατοί χρήστες του είναι Φορείς Προστασίας του Περιβάλλοντος, Αρχές Διαχείρισης Δασών, Τοπικές Αρχές, Ομάδες Πολιτικής Προστασίας, Σώματα Πυρόσβεσης, Παρατηρητήρια Πυρκαγιών, Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, Σώματα Εθελοντών, κ.ά.

Τελειώνοντας, ορισμένες χαρακτηριστικές περιπτώσεις χρήσεων του συστήματος είναι (<http://www.firementor.gr/>):

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

- i. Εντοπισμός και εποπτεία φωτιάς σε πραγματικό χρόνο
 - άμεσος εντοπισμός, προειδοποίηση πιθανότητας φυσικής εκδήλωσης πυρκαγιάς
 - ακριβής κατεύθυνση πυροσβεστικών αεροσκαφών στο μέτωπο
- ii. Προσομοίωση πυρκαγιάς
 - άμεσος εντοπισμός κινδύνων πολιτικής προστασίας
 - αξιοποίηση πραγματικών δεδομένων κατάστασης
- iii. Διαχείριση γνώσης
 - υποστήριξη και παροχή επιχειρησιακών δράσεων
- iv. Διαχείριση σεναρίων
 - συσχέτιση επιχειρησιακών καταστάσεων με δουλεμένα σενάρια

ΜΗ-ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

i. Εκπαιδευτικό εργαλείο

- υποστήριξη της κατανόησης δασικών πυρκαγιών
- εκπαίδευση εθελοντών και ομάδων πυρόσβεσης
- ενημέρωση πολιτών σε περιοχές κινδύνου

ii. Εργαλείο για τη διαμόρφωση πολιτικών

- υποστήριξη τοπικών αρχών στην προετοιμασία αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών

iii. Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων

- για την υποστήριξη των αρχών πυρόσβεσης και επιχειρήσεων

6.3.2 Σύστημα SCIER

Το πρόγραμμα SCIER (Sensor and Computing Infrastructure for Environmental Risks) "Σύστημα αισθητήρων και υπολογιστών για περιβαλλοντικούς κινδύνους", ήταν ένα ερευνητικό πρόγραμμα διάρκειας 30 μηνών, που χρηματοδοτήθηκε από το 6ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έμπιπτε στην προτεραιότητα "Τεχνολογίες της Κοινωνίας της Πληροφορίας". Το πρόγραμμα ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2006 και ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 2008. Συντονιστής του έργου ήταν η εταιρία Epsilon International SA., ενώ οι χώρες που μετείχαν ήταν η Τσεχία, η Αγγλία, η Ελβετία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ελλάδα. Από την Ελλάδα, συμμετείχαν επίσης το Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου της Αθήνας, το οποίο έχει αναλάβει και τον τεχνικό συντονισμό του έργου, το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΙΜΔΟ & ΤΔΠ) και το Ελληνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009).

Ο στόχος του SCIER είναι να καταστήσει ασφαλέστερες, σε θέματα φυσικών κινδύνων ή καταστροφών, τις περιοχές στη ζώνη μίξης δασών – οικισμών, όπου τα δάση και οι αγροτικές καλλιέργειες έρχονται σε άμεση επαφή με σπίτια και άλλες υποδομές. Οι περιοχές μίξης δασών – οικισμών αντιμετωπίζουν αυξημένα προβλήματα, γιατί η ανάπτυξη και η οικοδόμηση γίνεται πολλές φορές χωρίς να

λαμβάνεται υπόψη η ασφάλεια των πολιτών και των περιουσιών τους σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, όπως οι πυρκαγιές και οι πλημμύρες. Για το σκοπό αυτό, στο πλαίσιο του SCIER, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα αισθητήρων για τον έγκαιρο εντοπισμό μιας επερχόμενης καταστροφής και την άμεση αντίδραση. Το σύστημα των αισθητήρων συνδυάζεται με υποδομή δικτύωσης και ανάλυσης της πληροφορίας τους, με στόχο (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009):

- ◆ την πρόβλεψη, ανίχνευση και επιβεβαίωση της εμφάνισης του κινδύνου
- ◆ την αποδοτική προσομοίωση εναλλακτικών σεναρίων της εξέλιξής του
- ◆ την έγκαιρη ενημέρωση τόσο των αρχών όσο και των πολιτών
- ◆ την υποστήριξη της λήψης των απαραίτητων αποφάσεων για την καλύτερη διαχείριση της κρίσης

Το SCIER χρησιμοποιεί τεχνολογία αιχμής συνδυάζοντας (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009):

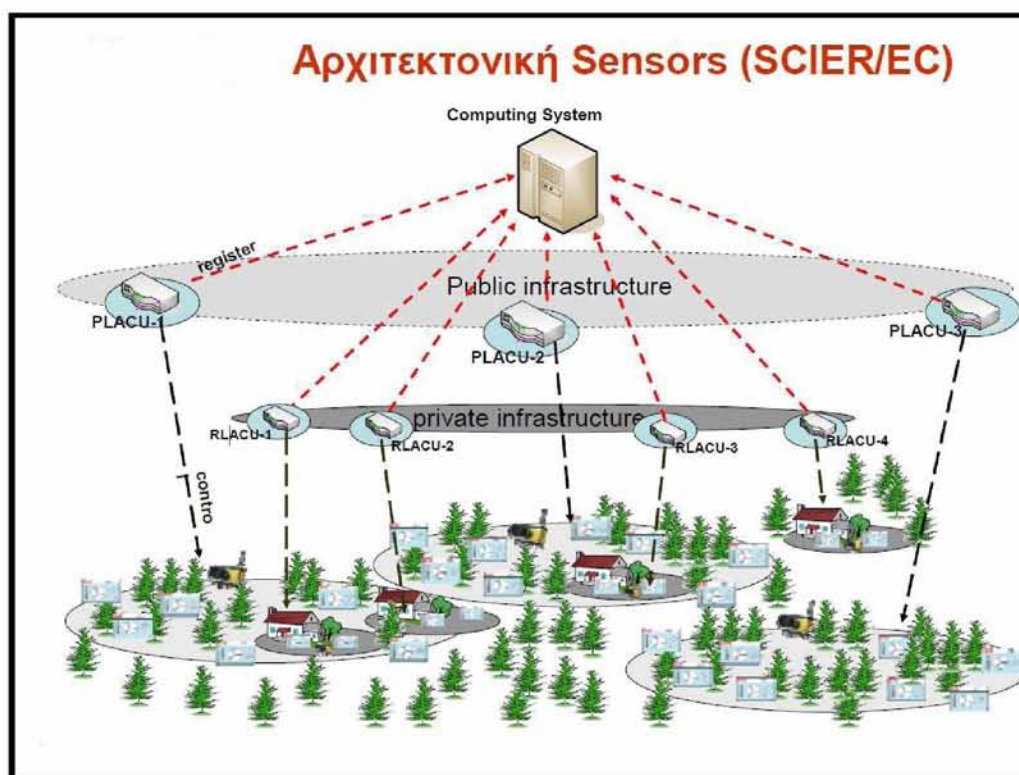
- ❖ Αυτόνομα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων για την ανίχνευση και επιβεβαίωση της εμφάνισης ενός φυσικού κινδύνου, τα οποία ελέγχουν από μόνα τους την οργάνωσή τους, διορθώνουν τα όποια προβλήματα τους (ή τα αναφέρουν στο σύστημα διαχείρισης) και επιτρέπουν την αναδιαμόρφωση της διάρθρωσής τους σε περίπτωση προβλήματος.
- ❖ Προηγμένη ανάλυση και διαχείριση των δεδομένων των αισθητήρων για την αυτόματη εξαγωγή πληροφοριών, που επιτρέπουν την παρακολούθηση της εξέλιξης του φυσικού κινδύνου.
- ❖ Μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης της εξέλιξης του κινδύνου, που επλύονται ταυτόχρονα για πολλαπλά πιθανά σενάρια εξέλιξης των συνθηκών στις επόμενες ώρες, αξιοποιώντας την αυξημένη υπολογιστική ισχύ που παρέχει ένα πλέγμα υπολογιστών.

Σημαντικό και αρκετά πρωτότυπο στοιχείο στο πλαίσιο του SCIER είναι η προσπάθεια για τη συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, συμπεριλαμβάνοντας τον ιδιωτικό τομέα (ιδιοκτήτες οικίας και γης, εταιρίες security) ως "ενεργό φορέα"

στην προστασία ζώνης μίξης δασών – οικισμών και τον έλεγχο των επικίνδυνων γεγονότων.

Επίσης, το πρωτότυπο σύστημα SCIER ενσωματώνει αισθητήρες τελευταίας τεχνολογίας (π.χ. αισθητήρες όρασης, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων με πολύ χαμηλές ανάγκες σε ενέργεια) στην υποδομή ενός έξυπνου δικτύου. Η ανάλυση των δεδομένων και ιδίως των περιβαλλοντικών μοντέλων πρόβλεψης της εξέλιξης πυρκαγιών και πλημμυρών γίνεται με τη βοήθεια ενός δικτύου υπολογιστών (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009).

Εικόνα 6.7: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SCIER αποτελούμενη από ιδιωτική (private) και δημόσια (public) υποδομή αισθητήρων



Πηγή: Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009

Μια πιλοτική εφαρμογή του συστήματος, που αποτέλεσε και το τελικό αποτέλεσμα του προγράμματος, παρουσιάστηκε και αξιολογήθηκε σε τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες (Ελλάδα, Γαλλία, Τσεχία και Πορτογαλία) κατά τη διάρκεια του 2008 και μάλιστα σε περιοχές, που είχαν στο παρελθόν πληγεί από δασικές πυρκαγιές ή/και πλημμύρες. Ειδικότερα στην Ελλάδα, το σύστημα εγκαταστάθηκε σε συνεργασία με ιδιοκτήτες κατοικιών και με συμβολή εταιρείας ασφάλειας (security), στην περιοχή της Σταμάτας, στην Αττική (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2009).

Επιπλέον, μετά από επί τόπου μετρήσεις στη περιοχή αυτή, δημιουργήθηκαν τυπικές περιγραφές (μοντέλα) καύσιμης ύλης για τη βλάστηση και με βάση αυτά δημιουργήθηκε χάρτης καύσιμης ύλης, που είναι απαραίτητος για την προσομοίωση της εξάπλωσης πιθανής πυρκαγιάς.

Έπειτα, έγινε εγκατάσταση των αισθητήρων, των καμερών αλλά και ενός μετεωρολογικού σταθμού στην περιοχή, σε θέσεις που κρίθηκαν πλέον κατάλληλες. Τέλος, το καλοκαίρι του 2008 το σύστημα τέθηκε σε πιλοτική λειτουργία με πολύ θετικά αποτελέσματα.

6.3.3 Σύστημα Virtual Fire

Το Virtual Fire αποτελεί μια Πλατφόρμα Διαδικτυακού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Web GIS) για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών, που υλοποιήθηκε για το νησί της Μυτιλήνης, με συντελεστές από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, το Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Διεθνές Τμήμα Έρευνας της Microsoft (Microsoft Research), τη Microsoft Ελλάς και το Κέντρο Καινοτομίας της Microsoft (<http://www.zougla.gr>).

Η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Γεωγραφίας Φυσικών Καταστροφών του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, που έχει την επιστημονική ευθύνη του έργου, ανέπτυξε ένα γεωγραφικό διαδικτυακό σύστημα υποστήριξης των αποφάσεων και των δράσεων σχετικά με την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών.

Η πλατφόρμα, που αναπτύχθηκε, βασίζεται στις τεχνολογίες της γεωπληροφορικής και της δορυφορικής τηλεπισκόπησης, ενώ χρηματοδοτήθηκε από το Διεθνές Τμήμα Έρευνας της Microsoft (<http://techblog.gr>).

Το σύγχρονο πιλοτικό αυτό σύστημα αναπτύχθηκε με εργαλεία και μεθόδους τελευταίας τεχνολογίας και βασίζεται στο λογισμικό Microsoft® Bing Maps™, το οποίο παρέχει υπηρεσίες γεωπληροφορικών συστημάτων Web-GIS με χρήση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών μεγάλης διακριτικής λεπτομέρειας (<http://www.zougla.gr>).

Ειδικότερα, η πλατφόρμα μπορεί να παρέχει τις εξής πιλοτικές υπηρεσίες για το νησί της Μυτιλήνης (<http://techblog.gr>):

- Γεωγραφική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο οχημάτων (π.χ. πυροσβεστικά οχήματα και υδροφόρες) και αεροπλάνων που λαμβάνουν μέρος στην πυρόσβεση, καθώς και άλλων χρήσιμων γεωγραφικών πληροφοριών (π.χ. σημεία με δεξαμενές νερού, δρόμοι, κλπ.), ώστε να παρέχεται η δυνατότητα συντονισμού από το Κέντρο Επιχειρήσεων, αλλά και άντλησης πληροφοριών (εντοπισμού-απεικόνισης σημείων) για τους πυροσβέστες. Η θέση όλων αυτών των υποδομών, καθώς και ζωντανή σύνδεση με βιντεοκάμερες εμφανίζεται αυτόματα επάνω σε έναν ηλεκτρονικό χάρτη (βλ. εικόνα 6.8), που μπορεί να προβληθεί σε μία μεγάλη ψηφιακή οθόνη (π.χ. στο Κέντρο Επιχειρήσεων της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας).

Εικόνα 6.8: Ο ηλεκτρονικός χάρτης του VirtualFire με τη θέση διάφορων υποδομών



Πηγή: <http://195.251.137.205/virtualfire/>

- **Γεωγραφική αποτύπωση της πιθανότητας εμφάνισης πυρκαγιάς και αναγνώριση των περιοχών υψηλού κινδύνου.** Η βασική διαφορά από τα υπάρχοντα συστήματα είναι η χρήση πολλαπλών παραμέτρων στον αλγόριθμο ποσοτικού υπολογισμού του κινδύνου, η παροχή υψηλής γεωγραφικής ανάλυσης, καθώς και η δυνατότητα ανανέωσης της πρόβλεψης εντός της ημέρας. Για την επίτευξη των παραπάνω, λαμβάνονται υπόψη διάφορες μετεωρολογικές (ταχύτητα ανέμου, υγρασία καύσιμης ύλης, βροχόπτωση κ.α.), κοινωνικοοικονομικές (αποστάσεις από οικισμούς, δρόμους, ηλεκτροφόρα καλώδια, χωματερές κ.α.) και βιοφυσικές (τύποι εδαφοκάλυψης βλάστησης, μοντέλα καύσιμης ύλης, τοπογραφία κ.α.) παράμετροι. Παράλληλα, πέντε αυτόματοι τηλεμετρικοί μετεωρολογικοί σταθμοί και ένα σύστημα πρόβλεψης καιρού, στηριγμένο στο μοντέλο SKIRON της Ομάδας Ατμοσφαιρικών Μοντέλων και Πρόγνωσης Καιρού του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, παρέχουν ηλεκτρονικά όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την έγκαιρη διάγνωση του κινδύνου πυρκαγιάς και την αποτροπή του, τα οποία, μέσω του Virtual Fire, μπορούν να διανεμούνται στους τελικούς χρήστες.

- **Γεωγραφική αποτύπωση της έναρξης, της έντασης και της πιθανής εξάπλωσης της πυρκαγιάς,** με τη χρήση ειδικών λογισμικών, παρέχοντας μια πρώτη εκτίμηση και αποτύπωση της εξέλιξης της πυρκαγιάς στο χώρο και στο χρόνο.

Ακόμα, οι φορείς – χρήστες του συστήματος έχουν τη δυνατότητα, χωρίς την ανάγκη γνώσης χειρισμού πολύπλοκων και εμπορικών λογισμικών γεωπληροφορικής (GIS), να (<http://techblog.gr>):

- εφαρμόζουν και να αξιολογούν εύκολα εφαρμογές, όπως πλοήγηση
- υποβάλλουν ερωτήματα σε βάσεις δεδομένων και να λαμβάνουν άμεσα απαντήσεις
- εντοπίζουν τα σημεία ενδιαφέροντός τους
- συνδέουν φορητούς H/Y και GPS με το σύστημα
- λαμβάνουν πληροφορίες, που διανέμουν οι διαχειριστές του συστήματος

Συνοψίζοντας, το Virtual Fire αναπτύσσει και οπτικοποιεί μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών με βάση μετεωρολογικά και γεωγραφικά δεδομένα, σε συνδυασμό με προσομοίωση της

διάδοσης της πυρκαγιάς, ώστε να υπάρξει έγκαιρη ενημέρωση του τρόπου και του τόπου της εξάπλωσης της φωτιάς με βάση τα πραγματικά μετεωρολογικά στοιχεία, τη βλάστηση και τη μορφολογία του τοπίου. Οι προγνώσεις αυτές μαζί με μια πληθώρα άλλων πληροφοριών που αφορούν π.χ. τους δρόμους, τη θέση των δεξαμενών νερού, τη θέση των πυροσβεστικών αεροσκαφών και οχημάτων, τους τύπους βλάστησης και τα μετεωρολογικά δεδομένα εμφανίζονται σε ηλεκτρονικούς χάρτες, επιτρέποντας στους πυροσβέστες στα κέντρα ελέγχου ή στην ύπαιθρο μέσω φορητών συσκευών να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις δασικές πυρκαγιές και να αντιμετωπίζουν τυχόν άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και πολιτικής προστασίας. Το σύστημα αυτό, το οποίο ελέγχθηκε το καλοκαίρι του 2010 για τα απαιτητικά υπολογιστικά και απεικονιστικά καθήκοντα, που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών, προσφέρει μια πολλά υποσχόμενη λύση για τους φορείς προστασίας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, που είναι φυσικό να μην διαθέτουν όλη τη σύγχρονη τεχνογνωσία των γεωπληροφορικών συστημάτων διαχείρισης των κινδύνων (<http://www.zougla.gr>).

6.3.4 Σύστημα ΣΙΘΩΝ

Το σύστημα ΣΙΘΩΝ δημιουργήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος «Εφαρμογή και αξιολόγηση επίγειων και εναέριων μεθόδων τηλεματικής στον έγκαιρο εντοπισμό - αναγγελία – παρακολούθηση των δασικών πυρκαγιών», ενώ παράλληλα αποτελεί μία σύγχρονη, ευέλικτη και αποτελεσματική πρόταση διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών. Σχεδιάστηκε για την πρόληψη και έγκαιρη καταστολή των δασικών πυρκαγιών στη χερσόνησο της Σιθωνίας, ενώ ολοκληρώθηκε το καλοκαίρι του 2006 έπειτα από τριετή εντατική εργασία Ελλήνων ερευνητών.

(<http://www.halkidikinews.gr/>)

Σκοπός λοιπόν του συγκεκριμένου προγράμματος ήταν να αναπτύξει μεθόδους άμεσου εντοπισμού των δασικών πυρκαγιών, να μειώσει το χρόνο λήψης αποφάσεων του συντονιστή μιας δασικής πυρκαγιάς, να δημιουργήσει κοινή βάση πληροφοριών προσβάσιμη από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στην πρόληψη και καταστολή των πυρκαγιών και τέλος να δημιουργηθεί ένας διάυλος μεταφοράς πιστοποιημένης γνώσης προς τους πολίτες σε θέματα δασικών πυρκαγιών.

(<http://www.halkidikinews.gr/>)

Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο του προγράμματος «ΣΙΘΩΝ» εξετάστηκαν, μεταξύ άλλων, η ανάπτυξη συστημάτων επίγεια και εναέριας τηλεανίχνευσης των δασικών πυρκαγιών, η αξιολόγηση των δυνατοτήτων που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία στις τοπικές συνθήκες της χώρας μας, η σύγκριση επιχειρησιακά και οικονομικά των νέων μεθόδων με το υπάρχον σύστημα του δικτύου πυροφυλακίων, η μείωση στο ελάχιστο του χρόνου επέμβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος πληροφοριών κατάλληλο για την ανάπτυξη της στρατηγικής κατάσβεσης, ο μηδενισμός του χρόνου καθορισμού των προτεραιοτήτων προστασίας, εξεύρεσης των συντομότερων οδών προσέγγισης, των πηγών τροφοδοσίας νερού των πυροσβεστικών οχημάτων κ.λ.π. Για τις ανάγκες του προγράμματος «ΣΙΘΩΝ» χαρτογραφήθηκε η καύσιμη ύλη και αξιολογήθηκε ο κίνδυνος πυρκαγιάς στην περιοχή προστασίας. Η καλή γνώση του είδους της καύσιμης ύλης είναι απαραίτητη για κάθε αποδοτικό σχεδιασμό πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών, καθώς καθορίζει τις μεθόδους δασοπυρόσβεσης (άμεσες ή έμμεσες, ξηρές ή υγρές, εναέριες ή επίγειες). Παράλληλα, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μια αξιόπιστη βάση δεδομένων όπου εισήχθησαν όλες οι πληροφορίες που κρίθηκαν απαραίτητες στη δασοπυρόσβεση, όπως το είδος και η ποσότητα της καύσιμης βιομάζας, οι δασικοί οδοί, οι θέσεις αποθεμάτων νερού, οι αντιτυρικές ζώνες, οι κατασκηνώσεις, οι οικισμοί και οι μεμονωμένες κατοικίες, οι αποθήκες καυσίμων, οι αρχαιολογικοί χώροι, οι θέσεις των δασοπυροσβεστικών δυνάμεων κ.λ.π. Η βάση δεδομένων αποτελεί το βασικό εργαλείο του Συντονιστικού Κέντρου του Πυροσβεστικού Σώματος, όσο και του τοπικού συντονιστή της κατάσβεσης (<http://www.halkidikinews.gr/>).

Επίσης, στην περιοχή έρευνας και εφαρμογής (χερσόνησο Σιθωνίας) δημιουργήθηκε ένα μόνιμο δίκτυο ασύρματων εικονοληπτών σταθερής βάσης. Οι εικονολήπτες τοποθετήθηκαν σε καίρια σημεία της περιοχής έρευνας και σάρωναν όλες τις δασικές και αστικές εκτάσεις, ενώ οι εικόνες στέλλονταν σε πραγματικό χρόνο στο κέντρο συντονισμού του προγράμματος. Παράλληλα, τοποθετήθηκε υπέρυθρος εικονολήπτης σε ειδικά εξοπλισμένο αεροπλάνο και σχεδιάστηκαν πτήσεις για τη μελέτη των δυνατοτήτων μετάδοσης ψηφιοποιημένων σημάτων και καταγραφών σε πραγματικό χρόνο προς την επίγεια βάση (κέντρο συντονισμού).

Τέλος, την ανάπτυξη του συστήματος συγχρηματοδότησαν η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (61%) στο πλαίσιο του «Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητας» (ΕΠΑΝ), όπως και εμπλεκόμενοι ιδιωτικοί φορείς (39%). Συνολικά, στη δημιουργία του συστήματος, που κόστισε 1.453.000 €, συμμετείχαν έντεκα φορείς, οι οποίοι είναι οι εξής: Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, το Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ., το Τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, το Ινστιτούτο Διαστημικών Ερευνών και Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, το Ινστιτούτο Επιταχυντικών Συστημάτων & Εφαρμογών, η ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ Ε.Π.Ε., TELENET WIRELESS TELECOMMUNICATION SYSTEMS, η ΟΛΥΜΠΙΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΗ Α.Ε.Ε., η ΟΡΓΑΝΟΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε. ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, το Πυροσβεστικό Σώμα και η Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικών Πόρων. Στο πρόγραμμα συμμετείχαν 39 επιστήμονες και εξειδικευμένα στελέχη, ενώ ο συνολικός αριθμός των εμπλεκόμενων ανήλθε σε 70 άτομα (<http://www.halkidikinews.gr/>).

6.4 Προηγμένα συστήματα πρόληψης δασικών πυρκαγιών άλλων χωρών

INPAS - Integral Forest Fire Monitoring System (Ακέραιο Σύστημα Παρακολούθησης Δασικών Πυρκαγιών). Η Κροατία ως μία χώρα με υψηλό κίνδυνο δασικών πυρκαγιών δημιούργησε το σύστημα παρακολούθησης INPAS, το οποίο τοποθετεί τηλεκατευθυνόμενες κάμερες σε συγκεκριμένα σημεία στο δάσος. Έτσι δεν χρειάζεται να βρίσκεται στο δάσος ο παρατηρητής, αλλά σε ένα κέντρο ελέγχου με το οποίο επικοινωνούν οι κάμερες ενσύρματα ή ασύρματα, όπου και αποθηκεύονται τοπικά τα βίντεο (<http://library.thinkquest.org/07aug/01254/preventiongr.html>).

Τα πλεονεκτήματα αυτής της παρακολούθησης είναι ότι:

- ο παρατηρητής μπορεί να παρακολουθεί μεγαλύτερο εύρος περιοχής
- οι κάμερες είναι εξοπλισμένες με δυνατότητα ζουμ και μεγαλύτερης εστίασης σε ύποπτες περιοχές
- αποθηκεύονται τα βίντεο για μερικές μέρες σε περίπτωση που χρειαστούν πληροφορίες για την πυρκαγιά

Εικόνα 6.9: Πειραματικοί σταθμοί ελέγχου τοποθετημένοι σε πύργους παρατήρησης πυρκαγιάς στη Κροατία



Πηγή: http://www.fesb.hr/~ljiljana/radovi/279548.TIEMS_-_Stipanicev_i_ostali.pdf

NLNT - National Lookout Towers Network (Εθνικό Δίκτυο Πύργων Επιφυλακής).

Το NLNT είναι ένα σύστημα που εφαρμόζεται στην Πορτογαλία με 236 παρατηρητήρια, τα οποία τοποθετήθηκαν τα τελευταία χρόνια δημιουργώντας ένα σχεδόν άρτιο δίκτυο. Δυστυχώς όμως, εντοπίζεται μόνο ένα μικρό ποσοστό των πυρκαγιών με αποτέλεσμα να προτείνονται συνεχώς μέθοδοι βελτιστοποίησης, όπως με τη βοήθεια της τεχνολογίας GIS (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών) (<http://library.thinkquest.org/07aug/01254/preventiongr.html>).

Ανιχνευτές φωτιάς. Μία σουηδική εταιρεία σχεδίασε ανιχνευτές φωτιάς που τοποθετούνται στα δέντρα και φέρουν μία ηλεκτρονική ταυτότητα πάνω τους. Με την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας που οφείλεται στη φωτιά, ο αισθητήρας στέλνει σήμα με ένα μοναδικό κωδικό για να ανιχνευτεί η τοποθεσία της πυρκαγιάς (<http://library.thinkquest.org/07aug/01254/preventiongr.html>).

Forest Watch. Το Forest Watch είναι ένα σύστημα ανίχνευσης καπνού από φωτιά στο δάσος μέσω ενός λογισμικού που χρησιμοποιεί αλγόριθμους κίνησης. Η διαδικασία ανίχνευσης καπνού και καταγραφής γεωγραφικών αναφορών γίνεται με ανθρώπινη επίβλεψη από ένα κέντρο ελέγχου. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα δίκτυο μηχανών βιντεοσκόπησης τοποθετημένες σε πύργους μέσα στο δάσος, ένα πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας, αλλά και τεχνολογία μετάδοσης δεδομένων που συνδέει τους σταθμούς ανίχνευσης με ένα κεντρικό γραφείο.

Εικόνα 6.10: Πύργος ανίχνευσης καπνού



Πηγή: <http://fire.feric.ca/36152002/36152002.asp>

Η δυνατότητα παρακολούθησης του ForestWatch είναι 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα, ενώ παράλληλα λειτουργεί με μεγάλη ακρίβεια και τη νύχτα με κάθε κάμερα να μπορεί να καταγράψει εικόνα σε απόσταση μέχρι και 40 χλμ. (<http://library.thinkquest.org/07aug/01254/preventiongr.html>).

Τέλος, αντίστοιχα συστήματα του Forest Watch έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν με ευεργετικά αποτελέσματα στον Καναδά, το Όρεγκον και το Σακραμέντο των ΗΠΑ, τη Χιλή και τη Νότιο Αφρική (<http://www.attiko-prasino.gr>).

Fire Watch. Το Fire Watch είναι ένα σύστημα έγκαιρης ανίχνευσης καπνού που εφαρμόζεται από το 2002 στη Γερμανία. Το σύστημα λειτουργεί με οπτικές ίνες και αισθητήρες, οι οποίοι εντοπίζουν τον καπνό μέσα σε 4 λεπτά από την εκδήλωση της φωτιάς. Έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν καπνό σε περίμετρο 15 χιλιομέτρων από το σημείο στο οποίο έχουν τοποθετηθεί, ενώ στη συνέχεια αποστέλλουν αυτομάτως φωτογραφίες και συντεταγμένες στα κέντρα συντονισμού της κατάσβεσης. Το σύστημα είναι περιζήτητο από αρκετά κράτη του εξωτερικού, με την Τσεχία, την Εσθονία και την Αυστραλία να εκδηλώνουν σοβαρό ενδιαφέρον, ενώ εφαρμόζεται πειραματικά σε χώρες της Νότιας Ευρώπης (<http://www.ethnos.gr>).

Δορυφορικά Συστήματα. Οι δορυφόροι αποτελούν εξαιρετικά εργαλεία για τη πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Αυτό ισχύει γιατί «βλέπουν» στο σκοτάδι, αποτυπώνουν τα πύρινα μέτωπα με λεπτομέρειες και δίνουν στοιχεία για τη διεύθυνση που φαίνεται να ακολουθεί η φωτιά, ενημερώνοντας για τις περιοχές που κινδυνεύουν να έρθουν αντιμέτωπες με τις φλόγες.

Εικόνα 6.11: Δορυφόροι



Πηγή: <http://teamnirvana.com/blog/>

Οι δορυφόροι, που αξιοποιούνται στην Ιταλία και την Ισπανία, αλλά και σε άλλες χώρες που αντιμετωπίζουν εκτεταμένο πρόβλημα δασικών πυρκαγιών, παρέχουν στους αρμοδίους σαφείς πληροφορίες καθ όλη τη διάρκεια του 24ώρου ακόμη και εν μέσω πυκνού καπνού. Έτσι, βοηθούν την πυροσβεστική υπηρεσία να καθοδηγήσει σωστά και αποτελεσματικά τις δυνάμεις της. Προληπτικά, υποδεικνύουν μέσω πολύπλοκων συστημάτων τις περιοχές που είναι πιο επίφοβες για πυρκαγιά (<http://www.ethnos.gr>).

Συστήματα Υπέρυθρης Ακτινοβολίας. Χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ, την Αυστραλία, την Ιταλία (Σύστημα BSDS- *Bright Spot Detection System*) και την Ισπανία (Σύστημα Bosque), καθώς θεωρούνται άριστο εργαλείο τόσο για την πρόληψη όσο και για την κατάσβεση δασικών πυρκαγιών. Σύμφωνα με τους ειδικούς, με τη βοήθεια των υπέρυθρων ακτινών παρέχεται η δυνατότητα ακριβούς εντοπισμού της πύρινης εστίας παρά την ύπαρξη καπνού, ώστε να καθίστανται αποτελεσματικότερες οι ρίψεις νερού από εναέρια μέσα. Παράλληλα, το σύστημα καταγράφει πλήρως το πύρινο μέτωπο, επιθεωρεί σταθερά προκαθορισμένες περιοχές, σημαίνει συναγερμό σε περίπτωση που ανιχνεύσει υπέρβαση της φυσιολογικής θερμοκρασίας στην περιοχή και στέλνει λεπτομερή στοιχεία στους χειριστές των εναέριων μέσων, ώστε να διευκολύνει το έργο τους. Αντίστοιχη είναι η λειτουργία και των θερμικών καμερών που τοποθετούν αρκετές χώρες του εξωτερικού επάνω σε ελικόπτερα που συμμετέχουν σε επιχειρήσεις κατάσβεσης πυρκαγιών (<http://www.kireas.org/dasos.htm> & <http://www.ethnos.gr>).

7. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

Δυστυχώς στην Ελλάδα οι μέθοδοι αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών δε βρίσκονται και στο καλύτερο επίπεδο, κάτι που αποδεικνύεται πανηγυρικά κάθε χρόνο από τις μεγάλες καταστροφές που προκαλούν οι πυρκαγιές. Παρόλο που στο εξωτερικό υπάρχει σημαντική τεχνογνωσία σε ότι αφορά την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών, η χώρα μας δεν διαθέτει ούτε την εμπειρία, ούτε την εκπαίδευση, αλλά ούτε και τους πόρους για να την εφαρμόσει.

Σήμερα ο κύριος τρόπος κατάσβεσης πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι οι ρίψεις μεγάλων ποσοτήτων νερού από ειδικά αεροσκάφη και ελικόπτερα, σε συνδυασμό με συμπαιγείς εκτοξεύσεις νερού υπό πίεση με τη βοήθεια αντλιών των πυροσβεστικών οχημάτων. Ακόμα, δίνεται υπερβολική έμφαση στα εναέρια μέσα, τα οποία δεν μπορούν να επιχειρούν συνέχεια, ούτε να βρίσκονται παντού. Εξάλλου αποτελούν μέσα ελέγχου της πυρκαγιάς και όχι πλήρους κατάσβεσης, καθώς σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις μια δασική πυρκαγιά σβήνει μόνο με εναέρια μέσα.

Τέλος, ενώ στη χώρα μας υπάρχει αξιόλογο επιστημονικό δυναμικό, το οποίο εργάζεται ερευνητικά σε ιδρύματα και πανεπιστήμια και ειδικεύεται στις δασικές πυρκαγιές, αφήνεται ανεκμετάλλευτο χωρίς να εφαρμόζονται ποτέ οι καινοτόμες προτάσεις του.

7.1 Παραδείγματα αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών στο εξωτερικό

Η γρήση του «αντιπύρ»

Όπως αναφέραμε και στο κεφάλαιο 5 το «αντιπύρ» είναι ένας βασικός τρόπος αμυντικής πυρόσβεσης. Συνήθως εφαρμόζεται σε μεγάλες πυρκαγιές δασών ή θαμνότοπων και όταν η πυρκαγιά έχει πολύ μεγάλη έκταση και ένταση. Πρόκειται για τη δημιουργία αντιπυρικής ζώνης με ελεγχόμενη καύση. Ειδικά εκπαιδευμένοι πυροσβέστες και δασολόγοι καίνε μια μικρή έκταση σε στρατηγικό σημείο και όταν η κυρίως πυρκαγιά φτάσει εκεί, δεν έχει κάτι άλλο να αποτεφρώσει και σβήνει. Σε

άλλες περιπτώσεις καίγονται μικρές εκτάσεις περιμετρικά της φωτιάς, ώστε να δημιουργηθούν αντιτυρικές ζώνες σε περίπτωση που αλλάξει η φορά του ανέμου. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτείται σχεδιασμός, εκπαίδευση και υποστήριξη από εναέρια μέσα. Τέλος, το «αντιπύρ» απαγορεύεται στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται, όμως, ευρέως στην Κύπρο, στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες του εξωτερικού, ενώ θεωρείται μια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ελέγχου των πύρινων μετώπων (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004 & <http://www.ethnos.gr/>).

Οι «Δασοκομάντος»

Εκτός από την αξιοποίηση της υπερσύγχρονης τεχνολογίας, αρκετά κράτη που αντιμετωπίζουν συχνά πυρκαγιές διαθέτουν και ομάδες δασοκομάντος, οι οποίες μεταβαίνουν ταχύτατα σε δύσβατα σημεία όπου μαίνονται εστίες, έχοντας ως αποστολή την κατάσβεση της φωτιάς μέσα σε πολύ λίγη ώρα (<http://www.ethnos.gr/>). Έτσι, βασικός σκοπός των αερομεταφερόμενων δασοπυροσβεστών είναι η κατάσβεση της δασικής πυρκαγιάς εν τη γενέσει της, χωρίς να αφήνονται περιθώρια περεταίρω εξάπλωσής της (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2010) .

Συνεχίζοντας, στις Η.Π.Α., Καναδά, Ρωσία για την κατάσβεση μικρών πυρκαγιών σε μακρινές και απροσπέλαστες, χωρίς δρόμους περιοχές, χρησιμοποιούνται μικρές ομάδες δασοπυροσβεστών - αλεξιπτωτιστών. Οι δασοπυροσβέστες στην αρχή ήταν πραγματικά αλεξιπτωτιστές και έφεταν από μικρά αεροπλάνα με αλεξίπτωτα, 2-3 χιλιόμετρα μακριά από το μέτωπο της πυρκαγιάς, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως ελικόπτερα, που κατεβάζουν τους δασοπυροσβέστες, με ειδική συσκευή, με συρματόσχοινο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, ρίχνουν τους πρώτους δασοπυροσβέστες με αλεξίπτωτο, όπως και τους σάκους, που έχουν τα εργαλεία τους (σκαπτικά, αλυσοπρίονα κ.λ.π.) και αυτοί κατασκευάζουν πρώτα ένα πρόχειρο ελικοδρόμιο, για την προσγείωση των ελικοπτέρων (Καϊλίδης - Καρανικόλα, 2004).

Εικόνα 7.1: «Δασοκομάντος» εν δράσει



Πηγή: <http://www.ethnos.gr/>

Τώρα, οι πιο άρτια εκπαιδευμένοι και εξοπλισμένοι δασοκομάντος στο κόσμο θεωρούνται οι Καναδοί, οι οποίοι δεν πέφτουν με αλεξίπτωτα στο μέτωπο της πυρκαγιάς, αλλά κατεβαίνουν με σκοινιά λόγω της ιδιαίτερα πυκνής δασικής βλάστησης της χώρας. Πέρα από τους επινώτιους (δηλ. φοριούνται στη πλάτη) εκτοξευτήρες νερού που γεμίζουν από τις δεξαμενές του ελικοπτέρου, οι Καναδοί δασοκομάντος είναι εφοδιασμένοι με φορητές αντλίες νερού (βάρους 26 κιλών) τις οποίες χρησιμοποιούν για να αντλούν νερά από λίμνες και ποτάμια κοντά στην εστία, ώστε να τα χρησιμοποιούν στην πυρόσβεση. Την ίδια ώρα ελικόπτερα πραγματοποιούν ρίψεις νερού βάρους 1,5 τόνου, και όχι 6 τόνων όπως συμβαίνει στην Ελλάδα, για να μην κινδυνεύουν οι δασοκομάντος που επιχειρούν από κάτω (http://monazyga.blogspot.com/2007/09/blog-post_02.html).

Η χώρα μας λοιπόν διαθέτει μονάδες δασοκομάντος, οι όποιοι μάλιστα έδρασαν με μεγάλη επιτυχία στα μέτωπα πυρκαγιών κατά τη περίοδο 1993-1997 (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2010).

Δυστυχώς, η λειτουργία των αερομεταφερόμενων ομάδων δασοπυρόσβεσης διακόπηκε με την ανάληψη της ευθύνης της δασοπυρόσβεσης από το Πυροσβεστικό Σώμα (ΠΣ) το 1998. Η λειτουργία των Ειδικών Μονάδων Αντιμετώπισης Καταστροφών (ΕΜΑΚ) του ΠΣ δεν μπόρεσε να αναπληρώσει το κενό καθώς δεν ήταν αερομεταφερόμενοι ούτε υπήρχε το ίδιο πνεύμα δράσης με τους δασοκομάντος. Η έλλειψη των δασοκομάντος φάνηκε ιδιαίτερα στις δύσκολες αντιτυρικές περιόδους του 2000 και του 2007, οπότε πολλές πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν σε υψηλά δάση δεν αντιμετωπίστηκαν εγκαίρως και έκαιγαν επί πολλές ημέρες, καθώς δεν ήταν δυνατή η κατάσβεσή τους μόνο με ρίψεις νερού και χωρίς τη χρήση επίγειων μεθόδων καταστολής με χειρωνακτικά μέσα (Ξανθόπουλος και άλλοι, 2010).

Τέλος, με τη διάλυση των Ελλήνων δασοκομάντος λόγω της πολυέξοδης εκπαίδευσης και χρησιμοποίησής τους στη πράξη χάθηκε το στρατηγικό πλεονέκτημα επέμβασης στην πυρκαγιά τα 10-15 πρώτα λεπτά, με αποτέλεσμα σήμερα να ζητείται βοήθεια από τα συγκεκριμένα ειδικά σώματα του εξωτερικού.

(http://monazyga.blogspot.com/2007/09/blog-post_02.html)

«Βόμβες» νερού

Μια εναλλακτική μέθοδος κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών αποτελούν οι ρίψεις νερού από αέρος, στις εστίες πυρκαγιάς, όχι πλέον με τον τρόπο που συνηθίζεται σήμερα, αλλά με τη βοήθεια ειδικών κατασκευών, οι οποίες μοιάζουν στην εξωτερική τους εμφάνιση με βόμβες.

Εικόνα 7.2 : «Βόμβες» νερού



Πηγή: <http://www.chiosnews.com/>

Το αεροσκάφος προσεγγίζει την καιόμενη περιοχή από συγκεκριμένη διεύθυνση, π.χ. αυτή του ανέμου, ώστε να μπορεί να υπολογισθεί πιο εύκολα η ακριβής τροχιά που θα ακολουθήσει η “βόμβα” με το αλεξίπτωτο (Εμμανουηλάκης, 2007).

Υπάρχουν αρκετοί τύποι τέτοιων βόμβων, με πιο χαρακτηριστική αυτή της αμερικανικής εταιρείας εμπορίας ξύλου Weyer-haeuser, η οποία είναι ένας σάκος διαστάσεων 1,2 επί 1,2 μέτρα, ο οποίος μπορεί να κρατήσει 900 κιλά νερού ή επιβραδυντικού υγρού. Κάθε σάκος συσκευάζεται σε ένα κιβώτιο του οποίου το καπάκι γίνεται ένα αλεξίπτωτο, μόλις η τσάντα βρεθεί στον αέρα από την κεκλιμένη ράμπα που βρίσκεται στο οπίσθιο τμήμα του αεροπλάνου. Στη συνέχεια, τα σκοινιά που συνδέονται με το αλεξίπτωτο τραβούν ένα φερμουάρ του σάκου απελευθερώνοντας το νερό σε ένα ύψος περίπου 70 μέτρων (<http://www.imerisia.gr/>).

Τέτοια βόμβα όμως, κατασκεύασε πρόσφατα και η Ρωσία, η οποία ονομάζεται «αεροπορικό μέσο κατάσβεσης πυρός διαμετρήματος 500 κιλών» ή ASP-500. Η ASP-500 ρίχνεται στην εστία της πυρκαγιάς, κατά την κρούση της οποίας λειτουργεί το σύστημα πυροδότησης του γεμίματος και γίνεται η έκρηξη. Στη συνέχεια δημιουργείται ένα νέφος μείγματος αέρα και νερού, το οποίο λόγω του κύματος κρούσης διασκορπίζεται σε ορισμένη απόσταση καταστρέφοντας τις εστίες της φωτιάς. Από την έκρηξη εξασφαλίζεται διασπορά 400 λίτρων πυροσβεστικού υγρού και έτσι απομονώνονται οι βασικές εστίες φωτιάς, ενώ μετά σε συνδυασμό με τη δράση των βομβών μπορούν να δράσουν αεροσκάφη και ελικόπτερα, τα οποία διασφαλίζουν πιο εντατική κατάσβεση της πυρκαγιάς. Μια τέτοια βόμβα μπορεί να εξασφαλίσει την εξάλειψη της πυρκαγιάς σε έκταση χιλίων τετραγωνικών μέτρων (<http://greek.ruvr.ru/2010/08/16/15956555.html>).

Τα πλεονεκτήματα λοιπόν που προκύπτουν από τη χρήση “βομβών” νερού ως μέσου κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών είναι (Εμμανουηλάκης, 2007 & <http://www.imerisia.gr/>):

- Οι εστίες της πυρκαγιάς καταπολεμούνται εκ του σύνεγγυς.
- Η μεγάλη διασπορά των σταγόνων νερού επιτρέπει να πραγματοποιηθούν κατά ιδανικό τρόπο οι διαδικασίες κατάσβεσης.
- Μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν και τα ταχέως κινούμενα πολεμικά αεροσκάφη (καταδιωκτικά – βομβαρδιστικά - ελικόπτερα) ακόμα και παλιάς τεχνολογίας, των όποιων ο αριθμός που διαθέτει η κάθε χώρα είναι πολλαπλάσιος από των εν χρήσει πυροσβεστικών.
- Δίνεται η δυνατότητα στους πιλότους να αποφεύγουν τους επικίνδυνους ελιγμούς κοντά στο έδαφος, κατά τη διάρκεια των οποίων πολλά βυτιοφόρα πυροσβεστικά αεροσκάφη έχουν συντριβεί.
- Οι βόμβες μπορούν να καταπέφτουν από μεγαλύτερο ύψος ακόμη και τη νύχτα, αλλά και ανάμεσα σε πυκνούς καπνούς, κάτι που δε μπορούν να κάνουν τα συμβατικά πυροσβεστικά αεροσκάφη.

Τέλος, τέτοιου τύπου βόμβες με επιβραδυντικές ουσίες χρησιμοποιούνται πειραματικά και στην Ισπανία. Όταν η φωτιά φτάσει κοντά, εκρήγνυνται και τα επιβραδυντικά δημιουργούν αντιπυρική ζώνη. Αντίστοιχη τεχνική δοκιμάζεται στη Γερμανία, μόνο που οι «βόμβες» είναι σωλήνες νερού, με μήκος 300 μέτρα και διάμετρο 1 μέτρο (http://monazyga.blogspot.com/2007/09/blog-post_02.html).

7.2 Εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών από Έλληνες επιστήμονες

Αναχαίτιση πυρκαγιών με πυράντοχους φράκτες

Έπειτα από πολυετή έρευνα, καθηγητές της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ κατάφεραν να αναπτύξουν ένα νέο τρόπο αντιμετώπισης πυρκαγιών κυρίως για περιοχές με σχετικά χαμηλή βλάστηση, αλλά και για εγκαταστάσεις και οικισμούς, που στηρίζεται στη χρήση πυράντοχων φρακτών. Οι πυράντοχοι φράκτες αποτελούνται από υλικά υψηλού Σημείου Τήξεως, έχοντας

Εικόνα 7.3: Πυράντοχοι φράκτες σε δοκιμή



Πηγή: <http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>

ο καθένας 2 μέτρα μήκος και 3 μέτρα ύψος, ενώ παράλληλα υπάρχει δυνατότητα να ενώνονται μεταξύ τους δίνοντας έτσι οποιοδήποτε επιθυμητό μήκος (<http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>).

Οι λόγοι λοιπόν για τους οποίους οι φλόγες δεν διαπερνούν τους φράκτες και σβήνουν, είναι οι εξής (<http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>):

- ◆ Τα αντιπυρικά υλικά απορροφούν τη θερμότητα της επερχόμενης φλόγας, λόγω της υψηλής θερμοχωρητικότητας που έχουν, ελαττώνοντας έτσι τη διαθέσιμη θερμότητα, η οποία είναι απαραίτητη για την περαιτέρω καύση και διάδοση της φλόγας.
- ◆ Η φλόγα διαχωρίζεται σε πολυάριθμους μικρούς καυστήρες, η διάμετρος των οποίων είναι μικρότερη της απόστασης ψύξης.
- ◆ Τυχόν φλεγόμενη βιομάζα και καύτρες που παρασύρονται από τον άνεμο, συγκρατούνται από τον φράχτη και δεν μεταδίδουν την πυρκαγιά.

Αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών με επιβραδυντές μακράς διάρκειας

Για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές με σημαντικότερη τη χρήση χημικών ουσιών όπως: επιβραδυντικά βραχείας και μακράς δράσης, διαβρεκτικά, βελτιωτικά ροής, ξηρή σκόνη κλπ. Τα επιβραδυντικά μακράς

Εικόνα 7.4: Ρίψη επιβραδυντικών πυρκαγιάς



Πηγή: <http://www.chem.uoa.gr/chemicals/>

δράσης είναι ουσίες, οι οποίες όταν ρίχνονται στην δασική ύλη δρουν και μετά την εξάτμιση του νερού. Χρησιμοποιούνται για έμμεση επέμβαση στην πυρκαγιά και η δράση τους μπορεί να διαρκέσει αρκετές ημέρες ή εβδομάδες ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, ενώ απομακρύνονται με τη βροχή ή μηχανικά από τον άνεμο. Τέλος, εφαρμόζονται μπροστά από το μέτωπο της φωτιάς για την ελαχιστοποίηση της εξάπλωσης της πυρκαγιάς και της σφοδρότητας της καύσης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα δραστικά συστατικά των χημικών επιβραδυντών μακράς διάρκειας είναι άλατα του αμμωνίου, του φωσφορικού ή του θειικού οξέος (λιπάσματα). Οι παραπάνω ενώσεις αλλάζουν το μηχανισμό θερμικής διάσπασης των δασικών υλών, συμβάλλοντας στο σχηματισμό νερού (H₂O), διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), και καρβουνώδους υπολείμματος (char), με ταυτόχρονη κατανάλωση των εύφλεκτων αερίων συστατικών. Η μεγάλη αποτελεσματικότητα των φωσφορικών αλάτων του αμμωνίου (π.χ. DAP), οφείλεται στη συνέργεια της επιβραδυντικής δράσης του αζώτου και του φωσφόρου, ενώ των θειικών αλάτων του αμμωνίου (π.χ. AS) στη συνέργεια αζώτου και θείου (<http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>).

Παρόλο που οι παραπάνω επιβραδυντές παρουσιάζουν ικανοποιητική επιβραδυντική απόδοση, έχουν αρκετά υψηλό κόστος. Επιπλέον, η χρήση τους έχει διαπιστωθεί ότι προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα (π.χ. οξίνιση του εδάφους⁵ και

⁵ Η οξίνιση του εδάφους είναι το αίτιο απελευθέρωσης μεγάλης ποσότητας κατιόντων στο εδαφικό διάλυμα όπως σιδήρου, αργιλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και βαρέων μετάλλων. Αυτή η διαδικασία επιταχύνεται τα τελευταία χρόνια από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως οι εκπομπές ενώσεων θείου και αζώτου από τη καύση ορυκτών καυσίμων και από βιομηχανικές δραστηριότητες. Μπορεί ακόμα να επιταχυνθεί από τη χρήση λιπασμάτων και το συνεχές ξέπλυμα του εδάφους. Η μεγαλύτερη επίπτωση της οξίνισης είναι η μετακίνηση των όξινων συστατικών από το έδαφος στα υπόγεια νερά (http://www.c-geoponoi.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=356&Itemid=98).

έκπλυση βαρέων μετάλλων στο υδροφόρο ορίζοντα) (<http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>).

Έτσι, για το λόγο αυτό επιστήμονες της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ δημιούργησαν στο εργαστήριο νέες επιβραδυντικές ουσίες δασοπυρόσβεσης, με χαμηλό κόστος, οι οποίες είναι και φιλικές στο περιβάλλον. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εφαρμογή ανθρακικών ορυκτών ελληνικής προέλευσης, όπως του υδρομαγνησίτη ($Mg(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$) και του χουντίτη ($Mg_3Ca(CO_3)_4$). Πολύ σημαντικό είναι ότι η εξόρυξη των συγκεκριμένων ορυκτών σε μεγάλες ποσότητες από ελληνικά ορυχεία σε συνδυασμό με το σχετικά χαμηλό κόστος, ενισχύει σημαντικά την εμπορική χρήση τους ως επιβραδυντές (<http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html>).

Εικόνα 7.5: Ορυκτό Χουντίτης



Πηγή: http://www.sme.gr/xountitis_gr.html

Εικόνα 7.6: Ορυκτό Υδρομαγνησίτης



Πηγή: <http://www.flickr.com/photos/jakeslagle/3432490818/>

8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΗΜΕΡΙΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στην Ελλάδα από τη δεκαετία του '80 και μετά υπάρχει σχεδόν εκθετική αύξηση του αριθμού των δασικών πυρκαγιών και των καμένων δασικών εκτάσεων. Από τα επίσημα στατιστικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας παρατηρείται μεγάλη αύξηση τα τελευταία 25 χρόνια, ιδίως σε περιόδους ξηρασίας ή πολιτικών δραστηριοτήτων (1981, 1985, 1988, 1998, 2000), όπου οι ετησίως καμένες εκτάσεις ξεπέρασαν το 1.000.000 στρέμματα. Οι δασικές πυρκαγιές του καλοκαιριού του 2000 ξεπέρασαν κάθε προηγούμενο, τόσο σε καμένες εκτάσεις όσο και σε αξία των δασών που κάηκαν. Τη χρονιά αυτή χάθηκαν δάση «μνημεία» για τη χώρα μας, όπως είναι μέρος των δασικών συμπλεγμάτων της Βορείου Πίνδου, του Μαινάλου, της Σάμου και του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Το πιο ανησυχητικό στοιχείο όμως είναι πως οι καμένες εκτάσεις της τελευταίας δεκαετίας είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτές της προηγούμενης. Είναι χαρακτηριστικό, πως μόνο το 2000 κάηκαν όσες εκτάσεις είχαν καεί συνολικά στη δεκαετία του 1970. Το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών πολλές χρονιές λαμβάνει διαστάσεις εθνικής καταστροφής, παρά τη βελτίωση των πυροσβεστικών μέσων που διαθέτει η χώρα (Δημητρακόπουλος, 2008).

Η περίοδος 2001-2006 παρουσίασε μεγάλη ύφεση με περίπου 100.000 στρέμματα καμένων δασικών εκτάσεων κατά μέσο όρο ετησίως, αλλά, δυστυχώς, το 2007 υπήρξε η χειρότερη χρονιά για την Ελλάδα από άποψη δασικών πυρκαγιών. Τη χρονιά αυτή κάηκαν περίπου 2.000.000 στρέμματα (πανευρωπαϊκή πρωτιά), ενώ η απώλεια 63 ανθρώπινων ζώων στις μεγάλες δασικές πυρκαγιές της Πελοποννήσου και της Ευβοίας αποτελεί θλιβερό παγκόσμιο ρεκόρ του 20^{ου} αιώνα. Επίσης, καταστράφηκαν δάση – σύμβολα στην Ελλάδα, όπως ο Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας (<http://el.wikipedia.org>). Είναι φανερό λοιπόν, ότι το σύστημα πυροπροστασίας της χώρας δεν λειτουργεί σωστά στην πράξη και για να διορθωθεί πρέπει να επισημανθούν τα βασικά κενά που υπάρχουν.

Προχωρώντας τώρα στις αδυναμίες του συστήματος σε όλα τα στάδια αντιμετώπισης, όσον αφορά αρχικά την **πρόληψη** των δασικών πυρκαγιών, παρατηρούνται τα εξής προβλήματα (WWF Ελλάς, 2008):

- ✚ Έλλειψη χρηματικών πόρων για τα έργα πρόληψης, που δίνονται στους αρμόδιους φορείς από το κράτος.
- ✚ Η Δασική Υπηρεσία αντιμετωπίζει σημαντικά κενά προσωπικού και εξοπλισμού, ενώ παρατηρείται έλλειψη συνεννόησης και συντονισμού ανάμεσα στην κεντρική υπηρεσία, που λαμβάνει τις επιτελικές αποφάσεις και εκτελεί το σχεδιασμό, και στις αποκεντρωμένες υπηρεσίες, που καλούνται να υλοποιήσουν το σχεδιασμό αυτό.
- ✚ Ο συντονισμός των υπηρεσιών δεν φαίνεται να αποδίδει για πρακτικά ζητήματα και όπου αποδίδει, αυτό γίνεται λόγω προσωπικών επαφών και όχι λόγω καλού σχεδιασμού.
- ✚ Η διαχείριση των χερσαίων οικοσυστημάτων δεν γίνεται σωστά και υποχωρεί συνεχώς με συνέπεια την αύξηση και συσσώρευση της καύσιμης ύλης. Ειδικά για τις προστατευόμενες περιοχές υπάρχει έλλειψη σχεδίων διαχείρισης και πυροπροστασίας.
- ✚ Δεν γίνεται χρήση νέων τεχνολογιών και της σχετικής γνώσης, όπως π.χ. η αξιοποίηση προηγμένων συστημάτων διαχείρισης πυρκαγιών από επιστήμονες ειδικούς σε δασικές πυρκαγιές, οι οποίοι εργάζονται ερευνητικά σε ιδρύματα και πανεπιστήμια.
- ✚ Υπάρχει μεγάλο κενό πληροφόρησης και συνειδητοποίησης ανάμεσα στις τοπικές κοινωνίες για τα μέτρα πρόληψης και προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνονται, καθώς και για τους τρόπους αποφυγής των πυρκαγιών.
- ✚ Δεν υπάρχει ή δεν εφαρμόζεται ο σχεδιασμός πολιτικής προστασίας (π.χ. εκκένωσης οικισμών) σε οικισμούς και χωριά.

Για την **προετοιμασία της καταστολής** επισημαίνονται συμπερασματικά τα εξής κενά (WWF Ελλάς, 2008):

- ✚ Η εκπαίδευση του προσωπικού των αρμοδίων υπηρεσιών και ειδικότερα του ΠΣ (Πυροσβεστικό Σώμα) σε θέματα δασικών πυρκαγιών είναι ελλιπής. Το έκτακτο προσωπικό και οι εθελοντές δεν δέχονται καμία εκπαίδευση, ενώ σε επίπεδο μόνιμου προσωπικού μόνο οι αξιωματικοί μαθαίνουν να χειρίζονται τη βλάστηση.
- ✚ Η πρόσληψη των εποχικών γίνεται πολύ αργά και αυτοί δεν προλαβαίνουν να εγκλιματιστούν, να εξοπλιστούν και να εκπαιδευτούν.
- ✚ Το προσωπικό του ΠΣ δεν είναι αρκετό ή είναι άνισα κατανομημένο ανάμεσα σε μεγάλες πόλεις και περιφέρειες.
- ✚ Η επικοινωνία μεταξύ ΠΣ και Δασικής Υπηρεσίας για την εκατέρωθεν ενημέρωση είναι ανύπαρκτη και περιορίζεται σε τυπικές διαδικασίες, ή σε αυθόρμητη υποστήριξη σε περίπτωση συμβάντων.

Για την **καταστολή** από την αναγγελία της πυρκαγιάς μέχρι και τη φύλαξη των αναζωπυρώσεων, τα κυριότερα κενά που επισημαίνονται είναι (WWF Ελλάς, 2008):

- ✚ Η έλλειψη συγκέντρωσης των απαραίτητων γνώσεων (συνεργασία ΠΣ με Δασική Υπηρεσία και ΟΤΑ) κατά τον συντονισμό της κατάσβεσης, έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια χρόνου και ίσως της δυνατότητας καλύτερης επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας.
- ✚ Η κατανομή των μέσων (κυρίως εναέριων) σε κάθε περιφέρεια εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ΜΜΕ, τους πολιτικούς και τη κοινή γνώμη.
- ✚ Το ΠΣ σπάνια χρησιμοποιεί μηχανισμούς χειρισμού βλάστησης (περιορισμός καύσιμης ύλης) για την καταστολή και σπάνια επεμβαίνει σε μέρος που δεν

έχει δρόμο. Αυτό καθυστερεί την πρώτη προσβολή. Επίσης, δεν φαίνεται να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό τα πεζοπόρα τμήματα, όπου υπάρχουν.

- ✚ Δεν δίνεται η απαραίτητη σημασία στην προστασία από αναζωπυρώσεις και πολλές πυρκαγιές αρχίζουν από παλαιότερες που δεν έχουν πλήρως κατασβεστεί.
- ✚ Δίνεται υπερβολική έμφαση στα εναέρια μέσα, τα οποία δεν μπορούν να επιχειρούν συνέχεια, ούτε να βρίσκονται παντού.
- ✚ Γενικά ο συντονισμός των δυνάμεων των ΟΤΑ, των ενόπλων δυνάμεων και των σωμάτων ασφαλείας δεν φαίνεται να λειτουργεί, καθώς η παρέμβασή τους είναι συχνά καθυστερημένη ή άστοχη.

Για την **αποκατάσταση** των καμένων εκτάσεων τα πράγματα γίνονται ακόμα πιο πολύπλοκα, καθώς υπάρχει μια ισχυρή κοινωνική και οικονομική διάσταση, που εκτυλίσσεται συχνά μέσα από τις θεσμικές αδυναμίες της ελληνικής πολιτείας. Σε γενικές γραμμές, τα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι (WWF Ελλάς, 2008):

- ✚ Η πολιτεία και οι αρμόδιες υπηρεσίες (κυρίως δασικές) αδυνατούν να προστατεύσουν τις καμένες εκτάσεις από αλλαγή χρήσης ή παράνομες δραστηριότητες (π.χ. παράνομη υλοτόμηση, βόσκηση, συλλογή βιολογικού υλικού). Αυτό συμβαίνει και σε προστατευόμενες περιοχές, όπου οι περισσότεροι ΦΔ (όπου υπάρχουν) έχουν οικονομικές και οργανωτικές αδυναμίες.
- ✚ Η κοινή γνώμη και οι πολιτικές πιέσεις οδηγούν συχνά σε αυθαίρετες και συχνά μαζικές αναδασωτικές παρεμβάσεις χωρίς επιστημονικό σχεδιασμό και συντονισμό.
- ✚ Η επιλογή των ειδών και η προέλευση τους είναι συχνά άστοχη λόγω της επικρατούσας τάσης, ή αδυναμίας εξεύρεσης σωστού φυτευτικού υλικού.

- ✚ Δεν υπάρχουν στην Ελλάδα αρκετά φυτώρια με τα κατάλληλα τοπικά φυτά που χρειάζονται στις αναδασώσεις, καθώς αυτά στρέφονται στα καλλωπιστικά (συχνά εισαγωγής) είδη. Επίσης, η συλλογή σπόρων ή μοσχευμάτων γίνεται εμπειρικά και λανθασμένα.

Ακόμα, κάποιες άλλες ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι (Δημητρακόπουλος, 2008 & <http://mahitotekmirio.wordpress.com/category/09-δασοπροστασία/>):

1) Η Ελλάδα είναι η μοναδική χώρα της Ευρώπης που δεν έχει ολοκληρώσει το εθνικό της κτηματολόγιο και δεν έχει δασολόγιο (χάρτες δημοσίων και ιδιωτικών δασών και δασικών εκτάσεων). Η έλλειψη εθνικού κτηματολογίου και δασολογίου καθιστά εύκολη και δυνατή την καταπάτηση και οικειοποίηση καμένων δημοσίων δασικών εκτάσεων για αλλαγή της χρήσης τους, γεγονός που δίνει ένα ισχυρό κίνητρο στους επίδοξους εμπρηστές. Αυτό συμβαίνει κυρίως σε περιοχές μεγάλης οικιστικής πίεσης και τουριστικής ανάπτυξης, όπου τα δάση καίγονται για να οικοπεδοποιηθούν. Επίσης, σε αγροτικές περιοχές η χρήση φωτιάς είναι μέσο εκχέρσωσης δασών και μετατροπής δασικών εκτάσεων σε γεωργικές καλλιέργειες. Η απουσία εθνικού κτηματολογίου – δασολογίου καθιστά δυσχερέστατη την απόδειξη της δημόσιας ιδιοκτησίας και του δασικού χαρακτήρα των διεκδικούμενων καμένων δασικών εκτάσεων από καταπατητές.

2) Έλλειψη ολοκληρωμένων αντιτυρικών σχεδίων για όλες τις δασικές εκτάσεις σε επίπεδο νομού ή/και δασικού συμπλέγματος. Η ύπαρξη σύγχρονων αντιτυρικών σχεδίων που επιτυγχάνουν την αριστοποίηση της κατανομής των δασοπυροσβεστικών δυνάμεων στο δάσος κατά την αντιτυρική περίοδο, καθώς και η ύπαρξη σχεδίων αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών σε δασικές περιοχές αυξημένης πυρο-επικινδυνότητας είναι απαραίτητα. Η δημιουργία, και ανανέωση σύγχρονων αντιτυρικών σχεδίων ανά νομό θα βοηθήσει στην οργανωμένη καταστολή των δασικών πυρκαγιών με προδιαγεγραμμένες ενέργειες. Επίσης, θα πρέπει να γίνει για όλη την Ελλάδα τυποποίηση (μοντέλα) της δασικής καύσιμης ύλης για τη χρήση θερμοδυναμικών μοντέλων προσομοίωσης της συμπεριφοράς επίγειων και επικόρυφων δασικών πυρκαγιών κατά το στάδιο του αντιτυρικού σχεδιασμού. Εδώ

υπάγεται και η δημιουργία σχεδίων εκκένωσης του πληθυσμού που κινδυνεύει κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών με σχεδιασμό δρόμων διαφυγής, χώρων συγκέντρωσης, χώρων πρώτων βοηθειών κλπ.

3) Το 98% των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι ανθρωπογενείς, και σχεδόν μία στις δύο πυρκαγιές οφείλεται σε εμπρησμό. Τα δάση καίγονται είτε σκόπιμα είτε από αμέλεια. Η αυξημένη συχνότητα πυρκαγιών που προκαλείται από τον άνθρωπο είναι αυτή που δημιουργεί το πρόβλημα, καθώς έτσι ξεπερνιούνται κατά πολύ οι φυσικές αντοχές των οικοσυστημάτων.

4) Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα της Ευρώπης που δεν έχει σύστημα πρόγνωσης κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών που να βασίζεται στις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος της πυρκαγιάς (μετεωρολογία, υγρασία δασικής καύσιμης ύλης, ανθρωπογενείς δραστηριότητες). Η προσαρμογή και υιοθέτηση ενός τέτοιου συστήματος σε επίπεδο νομού θα συνεισφέρει στην αυξημένη επαγρύπνηση του πληθυσμού και στην ετοιμότητα των δασοπυροσβεστικών δυνάμεων. Η επιστημονική έρευνα έχει αποδείξει ότι επιτυχημένα συστήματα πρόγνωσης της πυρο-επικινδυνότητας του εξωτερικού μπορούν να εφαρμοστούν και στην Ελλάδα.

5) Έλλειψη ενιαίου φορέα δασοπυρόσβεσης. Στην καταστολή των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα εμπλέκονται πολλοί φορείς και δημόσιες υπηρεσίες (Πυροσβεστικό Σώμα, Δασική Υπηρεσία, Τοπική Αυτοδιοίκηση, Αεροπορία, Στρατός, Αστυνομία, Εθελοντικές Οργανώσεις κλπ) με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα οργάνωσης, συντονισμού, ιεραρχίας, αρμοδιότητας και συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων κατά τη διάρκεια καταστολής των δασικών πυρκαγιών. Στην Ελλάδα θεσμικά η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών είναι αποκλειστική ευθύνη της δασικής υπηρεσίας ενώ η καταστολή τους ανήκει από το 1998 και μετά στο Πυροσβεστικό Σώμα. Αυτό δημιουργεί προβλήματα ενιαίου αντιπυρικού σχεδιασμού (πρόληψη – καταστολή) και συνεργασίας μεταξύ Δασικής Υπηρεσίας και Πυροσβεστικού Σώματος κατά την καταστολή όπου η γνώση του δασικού οδικού δικτύου και των συνθηκών βλάστησης είναι παντελώς άγνωστη στις ενεργούσες πυροσβεστικές δυνάμεις. Επιπρόσθετα, η διασπορά των επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων και μέσων στο πυροσβεστικό σώμα και την τοπική αυτοδιοίκηση, καθώς και η αποκλειστική δικαιοδοσία για τη χρήση εναέριων μέσων

στο Υπουργείο Γεωργίας δημιουργούν σύγχυση, ασυνεννοησία και διαπληκτισμούς κατά τη διάρκεια της καταστολής των δασικών πυρκαγιών. Η έλλειψη ιδιαίτερης τεχνικής εκπαίδευσης των πυροσβεστών σε όλη την ιεραρχία, όσον αφορά θέματα καταστολής δασικών πυρκαγιών, επιδεινώνει το πρόβλημα. Η σύσταση ενός ενιαίου φορέα αντιπυρικής προστασίας των δασών της Ελλάδας με συγκεκριμένο πλαίσιο ιεραρχίας και κατανομής αρμοδιοτήτων αποτελεί τη μοναδική λύση για την οργανωμένη και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών.

6) Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα στην Ευρώπη όπου η αναλογία των δαπανώμενων κονδυλίων μεταξύ καταστολής και πρόληψης των δασικών πυρκαγιών είναι περίπου 7:1. Η αύξηση των δαπανών για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών (διαχείριση της δασικής καύσιμης ύλης, επαύξηση του δασικού οδικού δικτύου, δημιουργία συστημάτων πρόγνωση και προσομοίωσης δασικών πυρκαγιών, δημιουργία μέσων υδροληψίας στο δάσος, επαυξημένο προσωπικό πυρανίχνευσης κατά τη διάρκεια αντιπυρικής περιόδου, κλπ) έχει επιστημονικά αποδειχθεί ότι θα προκαλέσει έγκαιρη κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών και, συνεπώς, μείωση των καμένων δασικών εκτάσεων και του κόστους δασοπυρόσβεσης.

Κάθε χρόνο περισσότερα και καλύτερα αντιπυρικά μέσα διατίθενται για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών. Παρά το γεγονός αυτό, οι πυρκαγιές συνεχίζουν να καταστρέφουν, έχοντας πολλές φορές σύμμαχο τις καιρικές συνθήκες. Κι αυτό γιατί η πυροπροστασία των δασών δεν είναι μόνο θέμα του μηχανισμού καταστολής, αλλά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, και κυρίως από το γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης και προστασίας της ελληνικής υπαίθρου.

Το γεγονός ότι οι ετησίως καμένες εκτάσεις στην Ελλάδα παρουσιάζουν αυξητική τάση παρά τη σαφή βελτίωση των μέσων καταστολής, τονίζει και την κοινωνικοπολιτική συνιστώσα των πυρκαγιών, που σχετίζεται με την άναρχη επέκταση της δόμησης γύρω από τα αστικά κέντρα και την αδυναμία της δασικής νομοθεσίας να αποτρέψει τον αποχαρακτηρισμό των δασικών εκτάσεων.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας απαιτεί αναδιοργάνωση και επανασχεδιασμό του συστήματος πυροπροστασίας, καθώς και της πολιτικής για την προστασία των δασών σε εθνικό επίπεδο, για να εξασφαλιστεί με αυτό τον τρόπο, ένας σταθερός κύκλος διαχείρισης στην πρόληψη, τη προετοιμασία καταστολής, τη καταστολή και την αποκατάσταση των καμένων περιοχών. Η αναδιοργάνωση της πολιτικής για τη προστασία των δασών θα πρέπει να γίνει με βάση επιστημονικά δεδομένα και όχι με βάση πολιτικά κριτήρια.

Ο στόχος λοιπόν του σημερινού συστήματος πυροπροστασίας είναι η εξάλειψη των δασικών πυρκαγιών με μέριμνα πρώτα για την προστασία των ανθρώπινων ζωών, έπειτα των περιουσιών και τέλος του φυσικού πλούτου. Η πολιτική όμως αυτή αποδείχτηκε ότι δεν κατόρθωσε να μειώσει τον αριθμό των δασικών πυρκαγιών ούτε να περιορίσει την έκταση των καμένων εκτάσεων και το μέγεθος των κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω ιεράρχηση των στόχων της δασοπυρόσβεσης, όπως αυτή ισχύει σήμερα, αν και είναι κοινωνικά αυτονόητη και αναμενόμενη, είναι στη βάση της λανθασμένη. Η δασική πυρκαγιά εκδηλώνεται και γρήγορα λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις στον φυσικό χώρο. Ο πιο σίγουρος τρόπος προάσπισης της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας είναι η κατά προτεραιότητα αντιμετώπιση της πυρκαγιάς στον χώρο εκδήλωσής της, δηλαδή στο δάσος.

Ακόμα, υπάρχει μεγάλη πολυδιάσπαση αρμοδιοτήτων στον κρατικό μηχανισμό και στις αρμόδιες υπηρεσίες με παντελής έλλειψη κοινής στρατηγικής, ενώ το βάρος του σχεδιασμού έχει πέσει λανθασμένα στην καταστολή (πυρόσβεση) της πυρκαγιάς και όχι στην πρόληψη και την προστασία του φυσικού μας πλούτου.

Επίσης, προτού προταθούν λύσεις και μέτρα για τις δασικές πυρκαγιές είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τρία βασικά χαρακτηριστικά τους κατά την τελευταία δεκαπενταετία (WWF Ελλάς, 2008):

Το **πρώτο** από αυτά αφορά την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών, η οποία ξεπερνά κατά πολύ τις φυσικές αντοχές των οικοσυστημάτων. Η

αυξημένη αυτή συχνότητα οφείλεται κατά κύριο λόγο στη διασπορά της ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας στους φυσικούς χώρους, η οποία κατά κανόνα εκδηλώνεται σε κενό χωροταξικού σχεδιασμού, οργάνωσης και ελέγχου. Αυτό είναι ιδιαίτερα αισθητό στις παράλιες και περιαστικές περιοχές, όπου και οι ανθρωπογενείς πιέσεις είναι πολύ έντονες και ιδιαίτερα στις ζώνες επαφής των οικισμών με τα φυσικά οικοσυστήματα. Η προβληματική διαχείριση των απορριμμάτων με την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους στην ύπαιθρο, οι όλο και συχνότερες περίοδοι παρατεταμένων υψηλών θερμοκρασιών και ανομβρίας, όσο και οι επιζήμιες (υστερόβουλες ή ατυχείς) πρακτικές των κατοίκων αποτελούν τους κύριους παράγοντες επιδείνωσης αυτής της κατάστασης.

Το **δεύτερο** χαρακτηριστικό είναι η όλο και πιο συχνή εμφάνιση ανεξέλεγκτων πυρκαγιών μεγάλης έκτασης που πολλές φορές αποδεικνύονται ιδιαίτερα καταστροφικές. Οι πυρκαγιές αυτές οφείλονται κυρίως στην αυξημένη ύπαρξη συσσωρευμένης βιομάζας στα ελληνικά δάση, που προκύπτει από την υποχώρηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην ύπαιθρο και την εγκατάλειψη της δασικής διαχείρισης. Επιπλέον, η ολοένα και πιο συχνή εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων και κλιματικής αστάθειας, κάνει την εμφάνιση τέτοιου τύπου πυρκαγιών πιο πιθανή.

Το **τρίτο** και ιδιαίτερα ανησυχητικό χαρακτηριστικό αφορά την πρόκληση σημαντικών ζημιών στα οικοσυστήματα, είτε ως αποτέλεσμα καταστροφών σε προστατευόμενες περιοχές (θύλακες βιοποικιλότητας), είτε ως αποτέλεσμα της εκδήλωσης πυρκαγιών σε δάση μεγάλων υψομέτρων, όπου η φωτιά δεν αποτελεί μέρος του βιολογικού κύκλου τους και οι καταστροφές δεν είναι φυσικά αναστρέψιμες. Η προστασία αυτών των περιοχών και οικοσυστημάτων θα πρέπει να αποτελεί μία προφανή και άμεση προτεραιότητα.

Λύση στο πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών μπορεί να δώσει η ανάπτυξη και αξιοποίηση της υπάρχουσας τεχνολογίας και τεχνογνωσίας όπως των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), της Τηλεπισκόπησης, του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS) κ.α.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (βλ. κεφ. 6 Σύστημα Virtual Fire) κατά την πρόληψη – πυροπροστασία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον εντοπισμό των επικίνδυνων περιοχών και στη δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας, έτσι ώστε τα μέτρα προφύλαξης να εντατικοποιηθούν σε συγκεκριμένες περιοχές. Επίσης, είναι δυνατή η χωροθέτηση σταθμών πυρανίχνευσης, τόσο επανδρωμένων όσο και αυτόματων. Κατά την καταστολή, βοηθούν στο συντονισμό των δυνάμεων πυρόσβεσης. Παρέχουν στοιχεία (π.χ. μετεωρολογικά) σε πραγματικό χρόνο και χρησιμοποιώντας βάσεις δεδομένων, που έχουν πληροφορίες για την καύσιμη ύλη, τις κλιματικές συνθήκες και την τοπογραφία, μπορούν να υπολογίσουν την εξέλιξη της πυρκαγιάς με διάφορα μοντέλα διάδοσής της. Μετά την πυρκαγιά, χρησιμοποιώντας ΓΣΠ οι υπεύθυνοι διαχείρισης μπορούν να υπολογίσουν τη δασική έκταση που έχει καεί και να εκπονήσουν ένα σχέδιο ολοκληρωμένης προστασίας και διαχείρισής της.

Από την άλλη, η τηλεπισκόπηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την χαρτογράφηση της καύσιμης ύλης καθώς και των καμένων εκτάσεων, επίσης για την καταγραφή των ζημιών που προκλήθηκαν από μια δασική πυρκαγιά, όπως αυτές απεικονίζονται με τη χρήση δορυφόρων, και τέλος για τη χαρτογράφηση του τύπου και της σοβαρότητας των δασικών πυρκαγιών.

Μια από τις σημαντικές εφαρμογές των σύγχρονων τεχνολογιών αποτελούν και τα μοντέλα καύσιμης ύλης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση συμπεριφοράς πυρκαγιών, είτε σε εφαρμογές που αφορούν προληπτικό σχεδιασμό, είτε σε πραγματικές επιχειρήσεις καταστολής αυτών, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία και τις μετεωρολογικές συνθήκες .

Συνεχίζοντας, είναι αξιοσημείωτο ότι στην Ελλάδα οι Έλληνες επιστήμονες έχουν και τη γνώση και την εμπειρία, και την τεχνογνωσία, έχοντας εφαρμόσει στην πράξη έργα χαρτογράφησης, δορυφορικής παρακολούθησης, τηλεανίχνευσης με αισθητήρες, κάμερες κτλ., δίκτυα μετεωρολογικών δεδομένων, συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση των πυρκαγιών με συντονισμό επιχειρησιακού κέντρου και πυροσβεστικών δυνάμεων στο πεδίο για την ασφάλεια πυροσβεστικών αυτοκινήτων αλλά και πληρωμάτων, κ.τ.λ.

Όμως, παρόλο που υπάρχει πλεονασμός τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας, τα περισσότερα παραμένουν αναξιοποίητα. Όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 6 στην Ελλάδα εφαρμόζονται πιλοτικά και σε μικρή κλίμακα τα εξής συστήματα:

- το Firementor στο δάσος της Νέας Πεντέλης του νομού Αττικής
- το SCIER στη περιοχή Σταμάτα του νομού Αττικής
- το Virtual Fire στο νησί της Μυτιλήνης
- το ΣΙΘΩΝ στη χερσόνησο της Σιθωνίας του νομού Χαλκιδικής

Πρέπει λοιπόν να αξιοποιήσουμε αυτά τα πρωτοποριακά συστήματα που ήδη διαθέτουμε, εφαρμόζοντας τα πλήρως πλέον σε ευρεία κλίμακα (π.χ. σε επίπεδο νομού ή περιφέρειας ή/και δασικού συμπλέγματος), στηρίζοντας έτσι το ελληνικό επιστημονικό δυναμικό και το έργο του. Σε αυτή τη πορεία είναι θετικό και το γεγονός ότι πολλά από τα συστήματα αυτά έχουν πολύ χαμηλό συγκριτικά κόστος υλοποίησης, λειτουργίας και συντήρησης.

Παράλληλα, το ελάχιστο κόστος που υπάρχει για τη χρήση δορυφόρων μετεωρολογικών δεδομένων και χαρτογράφησης βοηθά ακόμη περισσότερο στο να εξετάσουμε τέτοιες λύσεις. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα χρηματοδότησης, καθώς η Ε.Ε. επιχορηγεί μέσω της Κοινωνίας της Πληροφορίας παρόμοια έργα, όπως για παράδειγμα το σύστημα SCIER, αλλά και διάφορα άλλα προγράμματα, μέσω του ΕΣΠΑ 2007-2013.

Είναι μια πρόκληση λοιπόν για τη χώρα μας να αξιοποιήσει τη γνώση των Ελλήνων επιστημόνων με τη συνολική θωράκιση της, ηλεκτρονικά, δορυφορικά, μετεωρολογικά, χαρτογραφικά, μέσω της τεχνολογίας, στο επίπεδο της πρόληψης, αλλά και της αντιμετώπισης των πυρκαγιών. Έτσι, θα προστατευτούν τα δάση και το φυσικό περιβάλλον, αλλά θα εξασφαλιστεί και ένα άλλο επίπεδο ασφάλειας για τους ίδιους τους πολίτες και τις δυνάμεις δασοπυρόσβεσης.

Σήμερα που η Ε.Ε. στηρίζει τέτοιες προσπάθειες, δεν πρέπει να χαθεί άλλη μια ευκαιρία για τη χώρα. Βέβαια πρέπει να επιτευχθεί μια συνολική και πανελλαδική αντιμετώπιση του θέματος, ώστε να μην υπάρξει πολυδιάσπαση συστημάτων, πρακτικών και πόρων. Μόνο η καθολική συνεργασία των αρμόδιων επιστημόνων, φορέων και ερευνητικών ομάδων, μπορεί να επιφέρει ένα τελικό αποτέλεσμα, που θα μειώνει στο ελάχιστο τις ατέλειες και τις αστοχίες και θα έχει έτοιμο ένα εθνικό

σχέδιο πρόληψης, δράσης, αντιμετώπισης και διαχείρισης των πυρκαγιών και ασφάλειας των ανθρώπων που επιχειρούν στη μάχη της κατάσβεσης.

Παρόλα αυτά η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών δεν μπορεί να γίνει αποτελεσματική αποκλειστικά και μονό με τη αξιοποίηση και χρήση των σύγχρονων μεθόδων και τεχνολογιών. Είναι σαφές ότι η τεχνολογία είναι άχρηστη, αν δεν στηρίζεται σε ένα οργανωμένο, ακριβές και πλήρες σύστημα πυροπροστασίας. Για αυτό κάποιες βασικές προτάσεις, ώστε να επιτευχθεί αυτό είναι οι παρακάτω:

- ✚ Δημιουργία ενός ενιαίου εθνικού φορέα δασοπροστασίας με επικεφαλής τη Δασική Υπηρεσία, ο οποίος θα είναι ο μόνος υπεύθυνος για την πρόληψη, καταστολή και αποκατάσταση από τις δασικές πυρκαγιές και θα συντονίζει όλες τις απαραίτητες ενέργειες. Σε αυτόν θα έχει θέση το Πυροσβεστικό Σώμα και η Τοπική Αυτοδιοίκηση, ενώ στην ευρύτερη οργάνωση θα συμμετέχουν και οι εθελοντές. Με τον τρόπο αυτό θα υπάρξει σύνδεση μεταξύ πρόληψης και καταστολής, ενώ θα αξιοποιηθεί στον καλύτερο δυνατό βαθμό η γνώση και εμπειρία των αρμόδιων υπηρεσιών.
- ✚ Αύξηση των δαπανών για έργα πρόληψης των δασικών πυρκαγιών και αποκατάστασης των καμένων δασικών εκτάσεων, ενώ παράλληλα δημιουργία επιχειρησιακών σχεδίων καταστολής πυρκαγιών σε όλα τα δάση της χώρας με βάση τις τελευταίες και πιο σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα αυτό.
- ✚ Αναδιάταξη της δομής του Πυροσβεστικού Σώματος, έτσι ώστε να προκύψει ένας αξιόμαχος νέος κλάδος με κύριο αντικείμενο ενασχόλησης τις δασικές πυρκαγιές. Αυτή η αναδιάρθρωση μπορεί να αφορά είτε την δημιουργία ενός «κλάδου δασικών πυρκαγιών», είτε ενός λίγο πιο διευρυμένου «κλάδου υπαίθρου». Σε κάθε περίπτωση, είναι απόλυτα αναγκαία η καλλιέργεια απόλυτης εξειδίκευσης στις δασικές πυρκαγιές μέσα στο ΠΣ, και η δημιουργία μίας σχετικής ξεχωριστής δομής, η οποία θα αντιμετωπίζει τα δασικά συμβάντα και θα φέρει την ευθύνη συνεργασίας με τους άλλους φορείς για τα μέτρα πρόληψης και την προετοιμασία της καταστολής.

- ✚ Ανασυγκρότηση της Δασικής Υπηρεσίας με διεπιστημονικό προσωπικό, αναβάθμιση των αρμοδιοτήτων της, οικονομική ενίσχυση και προμήθεια κατάλληλου εξοπλισμού, ώστε να καταστεί ικανή να αντεπεξέλθει στην ανάγκη διαχείρισης και προστασίας των ελληνικών δασών. Σήμερα, η δασική υπηρεσία αντιμετωπίζει έλλειψη πόρων και προσωπικού, με το ποσοστό του ετήσιου προϋπολογισμού που δίνεται για την ελληνική δασοπονία να φτάνει μόλις το 0,40% περίπου. Η κατάσταση επιδεινώνεται και από την ύπαρξη πολλών φορέων που εμπλέκονται στη διαχείριση και προστασία του δάσους, αφού στη χώρα μας τέσσερα Υπουργεία έχουν άμεση ή έμμεση συναρμοδιότητα σε θέματα δασών. Συγκεκριμένα, στο Υπουργείο Εσωτερικών, Αποκέντρωσης & Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ανήκει η Δασική Υπηρεσία, στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων περιλαμβάνεται η Γενική Διεύθυνση Δασών, η οποία παρέχει οδηγίες και κατευθύνσεις στις περιφερειακές δασικές υπηρεσίες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση των μέτρων πρόληψης των δασικών πυρκαγιών, στο Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη υπάγεται το Πυροσβεστικό Σώμα, οπότε και η δασοπυρόσβεση και τέλος το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών. Απαιτείται λοιπόν, στελέχωση, αναβάθμιση και εκσυγχρονισμός της Δασικής Υπηρεσίας, καθώς και η άμεση ένταξη της στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής.
- ✚ Άμεση ολοκλήρωση της καταγραφής και χαρτογράφησης του δασικού πλούτου της χώρας, δηλαδή της σύνταξης του δασολογίου, το οποίο περιλαμβάνεται στο νόμο του Εθνικού Κτηματολογίου. Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα της Ευρώπης που δεν διαθέτει δασολόγιο, ένα χάρτη δηλαδή, όπου να καταγράφονται με σαφήνεια τα όρια της δασικής γης με αστικές ή γεωργικές εκτάσεις. Έτσι, η έλλειψη αυτή διευκολύνει το έργο των καταπατητών, οι οποίοι επωφελούνται των καταστροφικών πυρκαγιών και προχωρούν σε σταδιακή νομιμοποίηση των παράνομων καταλήψεων και κτισμάτων τους.
- ✚ Αλλαγή, βελτίωση και εφαρμογή της δασικής νομοθεσίας, με πλήρη και αυστηρά κριτήρια. Να μην επαναληφθεί ποτέ πια ψήφιση νόμου όπως ο

3208/03, σύμφωνα με τον οποίο άλλαξε ο ορισμός του δάσους. Έτσι, ενώ σύμφωνα με το νόμο 998/79 το ποσοστό δασοκάλυψης έπρεπε να είναι 15% για να χαρακτηριστεί μια έκταση δάσος, με τον «δασοκτόνο» νόμο 3208 το ποσοστό ανέβηκε στο 25%, γεγονός που αποχαρακτήριζε 40.000.000 στρέμματα δασών (το 30% του εδάφους της χώρας), αναιρούσε τους υφιστάμενους χάρτες και εύλογα ξεσήκωσε έντονες διαμαρτυρίες από τον οικολογικό και επιστημονικό χώρο (<http://mahitotekmirio.wordpress.com>). Βεβαίως, η τελική λύση δόθηκε από το νόμο 3818/10, που ψηφίστηκε πριν λίγους μήνες και επανέφερε το ποσοστό του 15%, καθώς το 25% αποτελούσε πρόκληση και πανευρωπαϊκή κατακραυγή για τη χώρα μας. Τέλος, παρόλο που η δασική νομοθεσία της Ελλάδας καλύπτει σχεδόν όλα τα θέματα προστασίας και διαχείρισης των δασών, είναι αποσπασματική και περιέχει σε πολλά σημεία τροποποιήσεις (διατάξεις με "παράθυρα" παρερμηνείας και μη νόμιμες αποφάσεις), οι οποίες αμφισβητούν το νόημα της προστασίας των δασών, προσφέροντας δυνατότητες καταστρατήγησης του Συντάγματος.

- ✚ Εκπαίδευση και ενημέρωση των νέων για τη προστασία της φύσης και των δασών, όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο στις τάξεις των σχολειών, αλλά κυρίως σε πρακτικό επίπεδο με τη συμμετοχή τους σε δράσεις μέσα στο δάσος, με στόχο να αγαπήσουν οι νέοι και να συνυπάρξουν με τη φύση και το περιβάλλον. Παράλληλα, είναι σημαντικό να γίνει μια προσπάθεια δημιουργίας εθνικής συνείδησης προστασίας περιβάλλοντος, φύσης και δασών, μέσω μιας καμπάνιας άμεσης επαφής με τους πολίτες.

Για να αντιμετωπιστεί λοιπόν ένα τόσο σοβαρό πρόβλημα, όπως οι δασικές πυρκαγιές, η λύση μπορεί να δοθεί με συνδυασμένες κινήσεις, οι οποίες θα επικεντρωθούν σε δύο βασικούς άξονες: Ο πρώτος θα είναι η χάραξη μιας νέας δασικής πολιτικής, η οποία θα στηριχθεί στον εντοπισμό και στη μελέτη των πραγματικών προβλημάτων που υπάρχουν στην περιφέρεια και στα μεγάλα αστικά κέντρα, τα οποία επεμβαίνουν με διάφορους τρόπους στη εκδήλωση των δασικών πυρκαγιών. Ο δεύτερος άξονας θα είναι η δημιουργία ενός νέου συστήματος πρόληψης και καταστολής δασικών πυρκαγιών, όπου θα συνδυάζονται οι επιστημονικές γνώσεις, πάνω στη τεχνολογία διαχείρισης πυρκαγιών, με τη πείρα,

του ανθρώπινου δυναμικού της Δασικής Υπηρεσίας και του Πυροσβεστικού Σώματος.

Κλείνοντας θα ήθελα να εκφράσω την πεποίθησή μου ότι θα υπάρξει το συντομότερο δυνατό ανάλογη κινητοποίηση από όλους τους αρμοδίους και μη, γιατί χρόνο με το χρόνο τα περιθώρια στενεύουν όλο και περισσότερο. Καταστρέφοντας τα δάση, τον σημαντικότερο κρίκο της παγκόσμιας αλυσίδας της διατήρησης της ζωής, το μόνο που πετυχαίνεται είναι η ίδια η καταστροφή του ανθρώπινου είδους. Το δάσος χωρίς τον άνθρωπο μπορεί να υπάρχει, ο άνθρωπος όμως χωρίς το δάσος δεν μπορεί να ζήσει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσσα

Βακάλης Δ., (2007), *Μοντέλα για την πρόβλεψη της ταχύτητας διάδοσης δασικών πυρκαγιών και δημιουργία σεναρίων*, Πρακτικά συνεδρίου Δασοπροστασίας της Γενικής Διεύθυνσης Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικών Πόρων του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 19-24 Μαρτίου 2007, Αθήνα.

Βορίσης Δ., (2008), *Δασικές Πυρκαγιές*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.ethelontismos.gr/attachments/070_%CE%94%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82.pdf [ανακτήθηκε τη 25η Νοεμβρίου 2010].

Γκόφας Α., (2008), *Εγχειρίδιο Δασοπροστασίας*, Εκδόσεις Γιαχούδη, Αθήνα.

Δημητρακόπουλος Α., (2008), *Η συμβολή της δασολογικής επιστήμης στην αντιμετώπιση της καταστροφής των δασών από τις πυρκαγιές*, ομιλία στις 21 Μαρτίου 2008, Παγκόσμια Ημέρα Δασοπονίας.

Δινάκης Α., Παπαδημητρίου Κ., Παρασχάκης Ι., (2002), *Η χρήση τεχνολογιών GPS σε περιβάλλον GIS για την προστασία δασικού περιβάλλοντος*, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, 28 Φεβρουαρίου-1 Μαρτίου 2002.

Εμμανουηλάκης Ε., (2007), *Ο ρόλος της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος: παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Ζαγαρέλου Β., (2009), *Βιώσιμη Ανάπτυξη του Νομού Ηλείας, προοπτικές και στόχοι μετά τη καταστροφική πυρκαγιά του 2007*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Θεοδωρίδης Ν., (1999), *Ερευνα αρχικής εστίας πυρκαγιάς σε δάσος: η σωτηρία των δασών της Αττικής, μια επιτακτική κοινωνική ανάγκη*, (Άρθρο), διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.glavopoulos.gr/arthra/forest_fire.htm [ανακτήθηκε τη 10η Ιανουαρίου 2011].

Καϊλίδης Δ., (1990). *Δασικές πυρκαγιές*, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Γιαπούλη-Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Καϊλίδης Δ. - Καρανικόλα Π., (2004), *Δασικές Πυρκαγιές 1990-2000*, Εκδόσεις Γιαχούδη, Αθήνα.

Καλαμποκίδης Κ., Ρούσσου Ο., Βασιλάκος Χ., Μαρκοπούλου Δ., (2004), *Χωρική μοντελοποίηση καύσιμης ύλης και συμπεριφοράς πυρκαγιών τοπίου*, Ελληνική Γεωγραφική Εταιρεία και Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου, Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου, 14-17 Οκτωβρίου 2004, Μυτιλήνη.

Καλλιδρομίτου Δ., Παπαχρήστου Π., Μπωναζούντας Μ., Caballero D., (2001), *Σύστημα διαχείρισης και πρόληψης των δασικών πυρκαγιών*, Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις”.

Καούκης Κ., (2009), *Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα την περίοδο 1991-2004: Μηνύματα από την εξέλιξη του φαινομένου*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κούτσιας Ν., Καρτέρης Μ., (2001), *Μοντελοποίηση και χαρτογράφηση του βαθμού επικινδυνότητας έναρξης των δασικών πυρκαγιών σε εθνική κλίμακα*, Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις”. (διαθέσιμο ηλεκτρονικά στο: <http://www.gipsynoise.gr/HellasGI/1oSynedrio/papers/23koutsi/23koutsi.pdf>)

Κωνσταντινίδης Π., (2003), *Μαθαίνοντας να ζούμε με τις Δασικές Πυρκαγιές*, Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.

Εανθόπουλος, Γ., (1990), *Δυνατότητες πρόβλεψης συμπεριφοράς της πυρκαγιάς στα δάση της Ελλάδας*, Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας “Δασοπονία και Περιφερειακή Ανάπτυξη”, 7-9 Νοεμβρίου 1990, Καρπενήσι.

Εανθόπουλος Γ., Μανάση Μ., (2001), *Μεθοδολογία δημιουργίας μοντέλων καύσιμης ύλης για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών*, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Δασολογικού συνεδρίου “Προστασία δασικού Περιβάλλοντος και Αποκατάσταση Διαταραγμένων Περιοχών”, 17-20 Οκτωβρίου 2000, Κοζάνη.

Εανθόπουλος Γ., Ρούσσοι Α., Μανωλάκος Η., (2009), *Ερευνητικό πρόγραμμα SCIER “Σύστημα αισθητήρων και υπολογιστών για περιβαλλοντικούς κινδύνους”*, (Άρθρο), Τριμηνιαία έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), Αθήνα. (διαθέσιμο ηλεκτρονικά στο: <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/31/ethg31p18-19.pdf>)

Εανθόπουλος Γ., (2009), *Δασοπροστασία και Δασοπυρόσβεση*, WWF Ελλάς, Αθήνα.

Εανθόπουλος Γ., Λυριντζής Γ. & Μάντακας Γ., (2010), *Οργάνωση των πρώτων αερομεταφερόμενων δυνάμεων δασοπυρόσβεσης στην Ελλάδα*, (Άρθρο), Τριμηνιαία έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), τεύχος 39, Αθήνα. (διαθέσιμο ηλεκτρονικά στο: <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/39/ethg39p13-19.pdf>)

Παππάς Κ., (2009), *Πολυκινδυνικές Συνθήκες από Δασικές Πυρκαγιές και η Διαχείρισή τους : Η Περίπτωση της Πυρκαγιάς 2007 στην Ηλεία*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Ρήγα Χ., (2010), *Διερεύνηση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον: Η περίπτωση του Νομού Ηλείας*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Στάμου Ι., (2001), *Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των πυρκαγιών*, Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου: «Αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων», Υ.Α.Α.Τ. & ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

Στυλιανοπούλου Ε., (2008), *Μελέτη των Οικονομικών, Κοινωνικών και Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τις Πυρκαγιές στην Πελοπόννησο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2007*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας & Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Φιλίππου Ν., (2008), *Βασικές Αρχές Δασοπυρόσβεσης*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.oedd.gr/> [ανακτήθηκε τη 25η Νοεμβρίου 2010].

Χρονοπούλου Γλ., (2007), *Διαχείριση των δασικών πυρκαγιών με τη χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών: Η περίπτωση της πυρκαγιάς της 28ης Ιουνίου 2007 στο όρος Πάρνηθα*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

WWF Ελλάς, (2008), *Ένα βιώσιμο μέλλον για τα δάση της Ελλάδας-Πρόταση για ουσιαστική βελτίωση του συστήματος προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://politics.wwf.gr/images/stories/political/dasikipolitiki/protasi%20dasoprostasias_may%202008_opt.pdf [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

ΥΑ 1299/2003 «Έγκριση του από 7.4.2003 Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας με τη συνθηματική λέξη "ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ"» (ΦΕΚ 423/ 10-4-2003/ τευχ. Β).

Ξενογλώσση

Anderson H. E., (1982), *Aids to determining fuel models for estimating fire Behaviour*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report.

Arroyo L., Pascual C., Manzanera J., (2008), *Fire models and methods to map fuel types: The role of remote sensing*, Forest Ecology and Management, Technical University of Madrid (UPM), Madrid – Spain.

Birot Y., (2009), *Our life with the forest fires: The opinion of science*, discussion paper 15, European Forest Institute, Finland (διαθέσιμο ηλεκτρονικά στο: http://www.efi.int/files/attachments/publications/efi_dp15_gre_net.pdf).

Statheropoulos M., Pappa A. and Karma S., (2007), *Short and long term health impacts of forests fire smoke on the firefighters and the exposed population*, Forest Fire Net, Civil Protection, Greece, Published by European Center for Forest Fire (ECFF).

Omi P., (2005), *Forest fires*, California – Usa.

Pyne S., (1984), *Introduction to Wildland Fire: Fire Management in the United States*, J. Wiley, N.C.

Διαδικτυακοί Τόποι

Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Α'), *Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των Δασικών Πυρκαγιών*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.fria.gr/mmfrtia/index.php?id=100&catid=38&lan=GR&tl=CATEGORYID> [ανακτήθηκε τη 28η Νοεμβρίου 2010].

Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, (Β'), *Η συμπεριφορά των Δασικών Πυρκαγιών*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.fria.gr/mmfrtia/index.php?id=100&catid=40&lan=GR&tl=CATEGORYID> [ανακτήθηκε τη 28η Νοεμβρίου 2010].

Livopedia, *Ελλάδα/Χλωρίδα*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.livopedia.gr/index.php/> [ανακτήθηκε τη 25η Νοεμβρίου 2010].

Καθημερινή, Onisenko K., *Ετησίως 2.902 δασικές πυρκαγιές*, δημοσιεύτηκε στις 07-10-2010, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_el_1_07/10/2010_417755 [ανακτήθηκε τη 10η Δεκεμβρίου 2010].

Ευρωπαϊκό Πληροφοριακό Σύστημα Δασικών Πυρκαγιών (European Forest Fire Information System – EFFIS), διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/> [ανακτήθηκε τη 25η Νοεμβρίου 2010].

Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδας, *Αγροτοδασικές Πυρκαγιές (από το 2000)*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: www.fireservice.gr [ανακτήθηκε τη 25η Νοεμβρίου 2010].

Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, *Δασικές Πυρκαγιές*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: www.gscp.gr [ανακτήθηκε τη 28η Νοεμβρίου 2010].

WWF, *Πυρκαγιές*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.wwf.gr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=114&Itemid=132 [ανακτήθηκε τη 10η Ιανουαρίου 2011].

Σύλλογος Δασοφυλάκων Δημοσίων Υπαλλήλων Κεντρικής Μακεδονίας, *Νομοθεσία*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.dasofylakeskm.gr/nomothesia.htm> [ανακτήθηκε τη 10η Ιανουαρίου 2011].

Πανελλήνια Κίνηση Δασολόγων, *Δασική Νομοθεσία*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.pkd.gr/portal/> [ανακτήθηκε τη 10η Ιανουαρίου 2011].

Αττικό Πράσινο, *Επίσημη παρουσίαση συστήματος αυτόματης ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.attiko->

prasino.gr/Default.aspx?tabid=879&selectmoduleid=1475&ArticleID=128&reftab=878&language=en-US [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Σύλλογος “Περιβάλλον και Πολιτισμός” Δήμου Κηρέως, *Αντιπυρική προστασία*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.kireas.org/dasos.htm> [ανακτήθηκε τη 10η Ιανουαρίου 2011].

Forest Fires, *Προηγμένα συστήματα πρόληψης*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://library.thinkquest.org/07aug/01254/preventiongr.html> [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Το Έθνος, Ρόββα Κ., *Νέες τεχνολογίες κατά της φωτιάς*, δημοσιεύτηκε στις 29-08-2009, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.ethnos.gr/article.asp?catid=11429&subid=2&pubid=5582850> [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Μονά-Ζυγά Blog, *Πώς σβήνουν τις φωτιές αλλού*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://monazyga.blogspot.com/2007/09/blog-post_02.html [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Ημερησία, Σαραντή Τ., *Βόμβες νερού κατά των δασικών πυρκαγιών*, δημοσιεύτηκε στις 18-09-2007, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=12304&subid=2&pubid=331888> [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Η φωνή της Ρωσίας, *Βόμβες εναντίον των πυρκαγιών*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://greek.ruvr.ru/2010/08/16/15956555.html> [ανακτήθηκε τη 5η Δεκεμβρίου 2010].

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, *Πυρκαγιές: Έγκαιρη Ειδοποίηση Σχεδιασμός & Αντιμετώπιση*, Ημερίδα 15 Ιουνίου 2010, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.ntua.gr/fires/Ntua-Fires/ch2.html> [ανακτήθηκε τη 8η Δεκεμβρίου 2010].

Fire Security, *Λεξικό όρων σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.firesecurity.gr/lekdaspyr.html> [ανακτήθηκε τη 12η Ιανουαρίου 2011].

Firementor, *Επιχειρησιακό Σύστημα Σχεδιασμού Λήψης Αποφάσεων για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.firementor.gr/> [ανακτήθηκε τη 12η Ιανουαρίου 2011].

Ελευθεροτυπία, Κιούσης Γ., *Ηλεκτρονικοί δασοφύλακες*, δημοσιεύτηκε στις 10-05-2006, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://archive.enet.gr/online/online_text/c=112,dt=10.05.2006,id=25070380 [ανακτήθηκε τη 13η Ιανουαρίου 2011].

Καθημερινή, Σουλιώτης Γ., *Τα σεκιούριτι των δασών*, δημοσιεύτηκε στις 11-10-2006, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.kathimerini.gr/4Dcgi/4dcgi/_w_articles_kathcommon_1_11/10/2006_1286004 [ανακτήθηκε τη 12η Ιανουαρίου 2011].

Techblog, το δημοφιλέστερο ελληνικό blog τεχνολογίας, *Virtual Fire, Πρωτοποριακή πλατφόρμα πρόληψης και διαχείρισης δασικών πυρκαγιών για το νησί της Λέσβου*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://techblog.gr/internet/virtual-fire-microsoft-4991/> [ανακτήθηκε τη 12η Ιανουαρίου 2011].

Ζούγκλα online, *Virtual Fire: πλατφόρμα πρόληψης και διαχείρισης δασικών πυρκαγιών στη Νομαρχία Λέσβου* διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.zougla.gr/page.ashx?pid=2&aid=154504&cid=36> [ανακτήθηκε τη 12η Ιανουαρίου 2011].

Halkidikinews, Newsroom, *O BIG BROTHER... ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ*, δημοσιεύτηκε στις 06-06-2006, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.halkidikinews.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=124%3Ao-big-brother--&Itemid=12 [ανακτήθηκε τη 13η Ιανουαρίου 2011].

Βικιπαιδεία, *Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα το 2007*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://el.wikipedia.org/wiki> [ανακτήθηκε τη 14η Ιανουαρίου 2011].

Μαχητό Τεκμήριο blog, *Δασοπροστασία*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://mahitotekmirio.wordpress.com/> [ανακτήθηκε τη 14η Ιανουαρίου 2011].

Οι γεωπόνοι στο internet, *Η υποβάθμιση του εδάφους*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.e-geoponoι.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=356&Itemid=98 [ανακτήθηκε τη 18η Ιανουαρίου 2011].

Οικολογία blog, *Οι σωτήριες «παραξενιές» του νερού*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: http://www.oikologio.gr/component/option,com_smf/Itemid,27/topic,1394.0/ [ανακτήθηκε τη 18η Ιανουαρίου 2011].

The medical news, *Τρία νέα νομογραφήματα*, διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.news-medical.net/news/2009/01/23/15/Greek.aspx> [ανακτήθηκε τη 19η Ιανουαρίου 2011].