



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**“ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ”**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ - ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΚΑΙ  
ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ  
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS) - Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΤΟ  
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΤΣΙΑΝΤΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΔΑΣΟΛΟΓΟΣ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ**

**ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ**

**ΒΟΛΟΣ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021**

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με τίτλο «ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ - ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS) - Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΤΟ ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ» εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ» των τμημάτων Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΤΜΧΠΠΑ), Πολιτικών Μηχανικών (ΤΠΜ), Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος (ΤΓΦΠΑΠ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν για την υλοποίηση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Διατριβής που εκπονήθηκε στο πλαίσιο της φοίτησής μου στο Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Την κα. Χριστοπούλου Όλγα και τον κ. Σακελλαρίου Σταύρο καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν με την ανάθεση της συγκεκριμένης διατριβής, αλλά και για την πολύτιμη βοήθειά τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη και την αγάπη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται ένα από τα πλέον καταστροφικά φαινόμενα που περιλαμβάνονται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών και είναι οι δασικές πυρκαγιές. Αποτελούν έναν από τους πιο σοβαρούς κινδύνους που πλήττουν τους θερινούς μήνες κυρίως, όχι μόνο την Ελλάδα, αλλά και πολλές από τις χώρες της Μεσογείου που έχουν παρόμοιο κλίμα και βλάστηση με τη χώρα μας. Δέχονται επιρροές από διάφορους φυσικούς παράγοντες, όπως η κλιματική αλλαγή, καθώς και από ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως ο εμπρησμός. Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο, το οποίο αναπτύσσεται τόσο σε χωρική όσο και σε χρονική κλίμακα.

Παρουσιάζονται επίσης οι αιτίες που προκαλούν το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, όπως και οι επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν από το φαινόμενο αυτό στο περιβάλλον γενικότερα. Ένα καθοριστικό μέσο πρόληψης δασικών πυρκαγιών, είναι το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS), που αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην αντιμετώπιση και στη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών, αφού μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση και στην αντιμετώπιση του φαινομένου, καθώς και στην αποκατάσταση των ζημιών.

**Λέξεις κλειδιά:** Δασικές Πυρκαγιές, Διαχείριση Κινδύνου, Στατιστικά Στοιχεία, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Ελλάδα, Μάτι.

## ABSTRACT

This paper deals with one of the most catastrophic phenomena included in the category of natural disasters and that is forest fires. They constitute one of the most serious dangers that affect, mainly during the summer months, not only Greece, but also many of the Mediterranean countries that have a climate and vegetation similar to those of our country. They are affected by various natural factors, such as climate change, as well as by human interventions, such as arson. Forest fires are a phenomenon that develops both spatially and temporally.

The causes of forest fires are also presented, as well as the effects that can be caused by this phenomenon on the environment in general. A crucial means for the prevention of forest fires is the Geographic Information System (GIS), which is an important tool in dealing with and managing forest fires, as it can help in the detection and handling of the phenomenon, as well as in the restoration of damage.

**Keywords:** Forest Fires, Risk Management, Statistics Data, Geographic Information Systems, Greece, Mati.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	11
1.1. ΔΑΣΟΣ - ΔΑΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ .....	11
1.2. ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ - ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ.....	12
1.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ - ΤΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ .....	14
1.4. ΑΙΤΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.....	17
1.5. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	20
1.6. ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	21
1.7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ Η ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	23
1.7.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ .....	24
1.7.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ.....	24
1.7.3. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	25
1.8. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.....	31
2.1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ .....	31
2.2. ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	33
2.2.1. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ - ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ.....	34
2.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.....	36
2.4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.....	38
2.4.1. ΠΡΟΚΑΤΑΣΤΟΛΗ - ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ .....	38
2.5. ΕΡΓΑΛΕΙΑ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....	48
4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ - ΜΕΣΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ .....	48
4.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....	57
4.3. ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ARC GIS .....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΟ ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ .....	59
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	59
5.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ.....	60
5.3. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ .....	64
5.4. ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ.....	68
5.5. Η ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΟ ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS).....	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 : Το τρίγωνο της φωτιάς .....	14
Εικόνα 1.2 : Είδη καύσιμης ύλης δέντρων και πυρκαγιών .....	23
Εικόνα 4.1: Δεδομένα με χωρική πληροφορία που συνθέτουν μια πραγματικότητα .....	49
Εικόνα 4.2: Προσομοίωση της συμπεριφοράς της δασικής πυρκαγιάς μέσω των ΓΣΠ .....	51
Εικόνα 4.3: Ευρωπαϊκός χάρτης ημερήσιας επικινδυνότητας δασικών πυρκαγιών.....	56
Εικόνα 5.1: Δορυφορική αποτύπωση ευρύτερης περιοχής.....	59
Εικόνα 5.2: Έκταση πυρκαγιάς στα Γεράνεια όρη και στην Κινέτα .....	61
Εικόνα 5.3: Έκταση της πυρκαγιάς στον Νέο Βουτζά, στο Μάτι και στη Ραφήνα.....	62
Εικόνα 5.4: Η εξέλιξη της πυρκαγιάς στο Μάτι.....	62
Εικόνα 5.5: Η κίνηση της πυρκαγιάς σε σύγκριση με τη λεωφόρο Μαραθώνος, η οποία δεν αποτέλεσε εμπόδιο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς .....	63
Εικόνα 5.6: Καμένα σπίτια και οχήματα στο μάτι.....	64
Εικόνα 5.7: Δορυφορική εικόνα διεξόδων περιοχής που κατέκαψε η πυρκαγιά και στενών διεξόδων προς τη θάλασσα.....	65
Εικόνα 5.8: Φλεγόμενα δέντρα στο Μάτι .....	66
Εικόνα 5.9: Φλεγόμενο σπίτι στο Μάτι.....	67
Εικόνα 5.10: Κατεστραμμένες εκτάσεις στο Μάτι .....	68
Εικόνα 5.11: Η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς .....	70
Εικόνα 5.12: Η επίδραση της έντασης του ανέμου στις φλόγες.....	74
Εικόνα 5.13: Το αποτέλεσμα της πυρκαγιάς σε σπίτι στο Μάτι.....	74
Εικόνα 5.14: Δορυφορική αποτύπωση πριν την καταστροφή.....	75
Εικόνα 5.15: Η εικόνα της περιοχής μετά την καταστροφή.....	75
Εικόνα 5.16: Δορυφορική αποτύπωση μετά την καταστροφή .....	76

Εικόνα 5.17: Περιοχή μελέτης: Χάρτης περιοχής εξάπλωσης της πυρκαγιάς.....	79
Εικόνα 5.18: Περιοχή μελέτης πριν από την πυρκαγιά: Χάρτης αποτύπωσης καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά .....	80
Εικόνα 5.19: Περιοχή μελέτης: Χάρτης αποτύπωσης καλύψεων γης μετά από την πυρκαγιά - Καταστροφές που προκλήθηκαν.....	82
Εικόνα 5.20: Περιοχή μελέτης μετά την πυρκαγιά: Χάρτης διαβάθμισης των καταστροφών στο Μάτι .....	85
Εικόνα 5.21: Κτήρια - κατοικίες μετά την πυρκαγιά: Χάρτης κατάστασης κατοικιών - κτηρίων μετά την καταστροφική πυρκαγιά .....	86

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 3.1: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ «2000 - 2019» .....	43
Πίνακας 3.2: Καμένες εκτάσεις στην εικοσαετία «2000 - 2019».....	45
Πίνακας 3.3: Συνολικά Καμένες Εκτάσεις από Πυρκαγιές στην Ελλάδα «2000 - 2019»....	46
Πίνακας 3.4: Αριθμός Πυρκαγιών στην Ελλάδα «2000 - 2019» .....	47
Πίνακας 5.1: Κατανομή των καλύψεων γης σε εκτάσεις πριν από την πυρκαγιά .....	81
Πίνακας 5.2: Κατανομή των καλύψεων γης σε εκτάσεις μετά από την πυρκαγιά.....	84
Πίνακας 5.3: Κατανομή των καταστροφών που προκλήθηκαν .....	84

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ**

Γράφημα 1.1: Τα αίτια των πυρκαγιών σε ποσοστά.....	19
Γράφημα 3.1: Σύνολο καμένων εκτάσεων ανά έτος από το 2000 - 2015.....	42
Γράφημα 3.2: Σύνολο πυρκαγιών ανά έτος από το 2000 - 2015 .....	42
Γράφημα 3.3: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ «2000 - 2019» .....	44
Γράφημα 3.4: Καμένες εκτάσεις στην εικοσαετία «2000 - 2019» .....	45
Γράφημα 3.5: Συνολικά Καμένες Εκτάσεις από Πυρκαγιές στην Ελλάδα «2000 - 2019» ..	46



Γράφημα 3.6: Αριθμός Πυρκαγιών στην Ελλάδα «2000 - 2019».....	47
Γράφημα 5.1: Ποσοστιαία κατανομή καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά.....	81
Γράφημα 5.2: Ποσοστιαία κατανομή των εκτάσεων που καταστράφηκαν και αυτών που έχουν απομείνει .....	83

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φυσικές καταστροφές, οι οποίες μπορεί να οφείλονται είτε σε φυσικά είτε σε ανθρωπογενή αίτια, αποτελούν ένα από τα πιο πολύπλοκα και εντατικά θέματα που αντιμετωπίζει μέχρι και σήμερα η ανθρωπότητα.

Οι τυφώνες, οι πλημμύρες, οι σεισμοί, οι ανεμοστρόβιλοι κ.α. είναι φυσικά γεγονότα, ωστόσο αποτελούν κινδύνους που μπορούν να βλάψουν τους ανθρώπους. Αυτοί οι κίνδυνοι γίνονται καταστροφές, μόνο αν εμφανιστούν σε ευάλωτες κοινωνίες, όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα αντιμετώπισής τους (Γ.Γ.Π.Π.).

*Οι δασικές πυρκαγιές είναι αυτές που ξεχωρίζουν από το πλήθος των κατηγοριών των φυσικών καταστροφών και οι μεγάλες επιπτώσεις εκδήλωσής τους είναι αναμφίβολες. Αποτελούν έναν από τους φυσικούς κινδύνους, που μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ζημιές.*

Όπως όλες οι φυσικές καταστροφές (τσουνάμι, τυφώνες, σεισμοί), έτσι και οι πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες επιπτώσεις (τραυματίες, θύματα κ.λπ.), τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στο δομημένο ανθρωπογενές περιβάλλον (Ζαχαριάδης, 2016; Ταμπάκης, 2015).

Μια πυρκαγιά μπορεί να χαρακτηριστεί ως ανεξέλεγκτη φωτιά, όταν αυτή προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση με οξυγόνο και συνοδεύεται από μια σημαντική πρόκληση μεγάλων ποσών θερμότητας και φωτός, με αποτέλεσμα την καταστροφή του καιγόμενου υλικού. Μια πυρκαγιά για να δημιουργηθεί χρειάζονται 3 βασικοί παράγοντες: *η καύσιμη ύλη, η θερμότητα, και το οξυγόνο* (Ζαχαριάδης, 2016; Ταμπάκης & Καρανικόλα, 2015). Η καύσιμη ύλη αποτελεί την τροφή της φωτιάς. Επίσης, για να ανάψει μια φωτιά είναι αναγκαία η παρουσία θερμότητας. Ακόμη, ο αέρας που συντηρεί και εξαπλώνει τη φωτιά παρέχει το οξυγόνο, αφού αν απουσιάζει αυτό δεν μπορεί να ανάψει η φωτιά. Αν αφαιρεθεί μια από τις παραπάνω παραμέτρους, τότε δεν είναι δυνατόν να προκληθεί η φωτιά. (Γκόφας, 2001).

Η πυρκαγιά αποτελεί μια κατάσταση, κατά την οποία η φωτιά καίει αγροτικές, δασικές, καλλιεργήσιμες και μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Στις φυσικές αιτίες των πυρκαγιών συμπεριλαμβάνονται η ξηρασία και οι αστραπές, ωστόσο είναι πιθανό να ξεκινήσουν και

από εμπρησμό ή και από ανθρώπινη αμέλεια. Επιπλέον, μπορούν να προκληθούν εκτινάξεις εύφλεκτων ή φλεγόμενων υλικών, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες εστίες πυρκαγιάς (<https://el.wikipedia.org/wiki>, 2020).

Υπάρχουν χώρες και συγκεκριμένα της Νότιας Ευρώπης, που πλήττονται κάθε καλοκαίρι από πυρκαγιές. Οι πυρκαγιές εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό κατά τους θερινούς μήνες και η περίοδος εμφάνισής τους αυξάνεται συνεχώς, καθώς και η δριμύτητα των πυρκαγιών αυτών ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής, με την εμφάνιση ξηρότερων συνθηκών, με την άνοδο της θερμοκρασίας και με την αύξηση των περιόδων καύσωνα (Center for Climate and Energy Solutions, 2020).

Η Ελλάδα, καθώς και άλλες Μεσογειακές χώρες, έχει υποστεί σημαντικές καταστροφές στα δάση της εξαιτίας των πυρκαγιών. Σχεδόν κάθε χρόνο και συγκεκριμένα την περίοδο του καλοκαιριού έχουμε ανθρώπινες απώλειες, καταστροφές κατοικημένων περιοχών, δασών και μεγάλων γεωργικών εκτάσεων, καθώς και στρατιωτικών εγκαταστάσεων, που η ζημιά τους κοστολογείται σε εκατομμύρια ευρώ. Στη χώρα μας από το 1980 έως και το 2016, έχουν προκληθεί σε δάση περίπου 1.460 πυρκαγιές. Οι συνολικές δασικές εκτάσεις οι οποίες και κάηκαν στο διάστημα αυτό, έφτασαν τα 16,6 εκατομμύρια στρέμματα (Τσαγγάρη κ.α., 2011). Οι εκτάσεις αυτές αποτελούν έναν αρκετά υψηλό αριθμό, αν αναλογιστεί κανείς πως στην Ελλάδα η συνολική έκταση των δασών ανέρχεται στα 33,6 εκατομμύρια στρέμματα (Καζάνα κ.α., 2014).

Επομένως, οι καταστροφικές συνέπειες για τα δάση της χώρας μας είναι εμφανώς μεγάλες και γι' αυτό το λόγο έχει ιδιαίτερη αξία ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης μιας δασικής πυρκαγιάς, το οποίο και θα πρέπει να εκτελέσουν οι αρμόδιοι φορείς, όπως η Δασοπυροσβεστική Υπηρεσία και οι Δασικές Υπηρεσίες (Martell, 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

### 1.1. ΔΑΣΟΣ - ΔΑΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ.

Το δάσος είναι ένα οικοσύστημα που ποικίλει, με πολυσύνθετο και πλούσιο βιότοπο και περιλαμβάνει διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας. Αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στη ρύθμιση του κλίματος του πλανήτη, αφού παρέχει οξυγόνο και συγκρατεί μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, διαδραματίζει βασικό ρόλο στον υδρολογικό κύκλο, αφού αυξάνει τη διαπερατότητα των εδαφών και κατακρατεί σημαντικές ποσότητες φυσικού νερού. Παράγει προϊόντα και υπηρεσίες ανυπολόγιστης αξίας για τον άνθρωπο, με άμεσα και έμμεσα οφέλη. Στον σύγχρονο άνθρωπο όμως, το δάσος παρέχει ευεργετικές επιδράσεις κυρίως στην υγιεινή, την πνευματική και αισθητική του κατάσταση, με αποτέλεσμα να αναπτύξει την επαφή του με τη φύση.

Τα δασικά οικοσυστήματα θεωρούνται ως ένας ανεκτίμητης αξίας φυσικός πόρος που μεταξύ άλλων διαδραματίζει καίριο ρόλο στις ροές και τον παγκόσμιο προϋπολογισμό άνθρακα. Το γεγονός αυτό θεωρείται καθοριστικής σημασίας, καθώς τα οικοσυστήματα αυτά δεσμεύουν περίπου το 66% του άνθρακα που υφίσταται στην επιφάνεια του εδάφους και επιπλέον, παρουσιάζουν ισχυρό δυναμικό για την απορρόφηση μεγαλύτερων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα διαμέσου των αιώνων (Lu et al., 2006).

Στην έννοια του δάσους συμπεριλαμβάνεται και η έννοια του κινδύνου, λόγω της φύσης του. Σύμφωνα με αναφορές, ο όρος κίνδυνος (hazard) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή της προϋπόθεσης μιας διαδικασίας, αλλά και να χαρακτηριστεί η ίδια ως διαδικασία (Allgower, 2000). Έτσι, η δασική πυρκαγιά μπορεί από μόνη της να χαρακτηριστεί ως κίνδυνος. Ο κίνδυνος φωτιάς μπορεί να περιγραφεί από ένα πλήθος ορισμών και να διαφοροποιηθεί μεταξύ των εννοιών fire hazard και fire risk. Υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί για τον κίνδυνο φωτιάς (fire hazard), οι επικρατέστεροι ωστόσο είναι οι εξής:

- «Σύμπλεγμα καύσιμης ύλης που ορίζεται από την ένταση, τον τύπο, την κατάσταση, τη ρύθμιση και την τοποθεσία, όπου υποδηλώνουν το βαθμό ευκολίας της ανάφλεξης και της δυσκολίας να ελεγχθεί» (NWCG, 2003).

- «Εκφράζει την ενδεχόμενη συμπεριφορά της καύσιμης ύλης της φωτιάς, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση που ασκεί η υγρασία που περιέχεται στη σύνθεσή της και οι καιρικές συνθήκες» (Ministry of Forests, 1997).

Η εκδήλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, μπορεί αν δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως να προκαλέσει καταστροφικές συνέπειες, ακόμα και απώλεια της ανθρώπινης ζωής. Εξαιτίας των εκτεταμένων ζημιών, οι δασικές πυρκαγιές συμπεριλαμβάνονται στις φυσικές καταστροφές. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται η πλήρης υποβάθμιση των οικοσυστημάτων, εξαιτίας των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών σε κοντινές σχετικά περιόδους. Από τις πρώτες κιόλας πυρκαγιές ξεκινά και η υποβάθμιση των δασών, αφού οι πυρκαγιές μετατρέπουν τα δάση σε θαμνώδεις εκτάσεις, με συνέπεια την υποβάθμιση της παραγωγικής τους ικανότητας, κάτι που θα οδηγήσει σε αδυναμία αποκατάστασης του τοπίου και στην ερημοποίηση. Οι δασικές πυρκαγιές ωστόσο συμβάλλουν και θετικά, αφού αυξάνουν τη βιοποικιλότητα των δασικών οικοσυστημάτων. Ουσιαστικά αποτελεί ένα φαινόμενο, το οποίο συνδέεται άρρηκτα με τα Μεσογειακά οικοσυστήματα και απαιτεί άμεσα αποτελεσματική αντιμετώπιση (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER).

## 1.2. ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ - ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ.

Με τον όρο *πυρκαγιά* αναφερόμαστε σε μία φωτιά (το φαινόμενο ανάφλεξης ενός υλικού, που αναγνωρίζεται από σημαντική έκκλιση θερμότητας και της παρουσίας φλόγας) με τάσεις εξάπλωσης τέτοιας έντασης, που δεν είναι δυνατή η κατάσβεσή της από ένα άτομο με απλά μέσα (Στυλιανοπούλου, 2008). Τον Οκτώβρη του 2014 το NWCG (National Wildfire Coordinating Group) ανακοίνωσε επίσημα τον ορισμό της δασικής πυρκαγιάς, ως «μια μη προγραμματισμένη, μη επιθυμητή δασική πυρκαγιά με μη προβλεπόμενες φωτιές, που προκαλούνται από τον άνθρωπο και διαφεύγει από τα μέτρα πυροπροστασίας, που στόχο έχουν να σβηστεί η φωτιά» (NWCG, 2014).

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους για τη βιωσιμότητα και την αειφόρο ανάπτυξη των δασών με αντίκτυπο στο φυσικό περιβάλλον. Η αποτελεσματική διαχείριση των δασών θα μπορούσε να αποτρέψει καταστροφικές πυρκαγιές, διατηρώντας έτσι το απόθεμα άνθρακα (που είναι

δεσμευμένο στα δάση) και συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, που εντείνονται και από τις τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται από τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών μεγάλων διαστάσεων (Hurteau et al., 2008).

Οι δασικές πυρκαγιές παρουσιάζουν μεταβολές στη συχνότητα, τη συμπεριφορά και την εμφάνισή τους, ανάλογα με τις συνθήκες μιας περιοχής και αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην πολυπλοκότητα των μεταβολών της κλιματικής αλλαγής (Government of Canada, 2014).

Είναι βέβαια κατανοητό ότι δεν υπάρχει μόνο ένα είδος πυρκαγιάς, αφού οι αιτίες τους ποικίλουν και παρουσιάζουν διάφορες επιπτώσεις. Προκύπτει έτσι μια κατηγοριοποίηση των πυρκαγιών, που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- η προέλευσή τους,
- το μέγεθος της βλάβης που μπορούν να προκαλέσουν,
- ο τρόπος της εξάπλωσής τους,
- η ταχύτητα της διάδοσής τους κ.α.

Επίσης, είναι αυξημένες και οι πιθανότητες πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, εξαιτίας της αστικοποίησης στις περιοχές αυτές, κάτι που θα οδηγήσει σε πλημμύρες, κατολισθήσεις ή άλλου είδους φυσικές καταστροφές (Kean and Staley, 2015).

Τα τελευταία χρόνια σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες, οι πυρκαγιές έχουν αυξηθεί κατακόρυφα με τιμές που ξεπερνούν τις 50.000 και έκταση περισσότερη από 1 εκτάριο ετησίως. Στην Ευρώπη έχουν καταγραφεί δασικές πυρκαγιές με έκταση πάνω από 50 εκτάρια, καταλαμβάνοντας περίπου το 75% της ολικής καμένης έκτασης, που αντιπροσωπεύουν το 2,6% των συνολικών πυρκαγιών. Ο βασικότερος παράγοντας πρόκλησης, καθώς και εξάπλωσης του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών είναι ο άνθρωπος και στη Ρωσία συγκεκριμένα, το ποσοστό των δασικών πυρκαγιών που οφείλονται σε αυτόν ανέρχεται στο 95% (Sletnes, 2010).

### 1.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ - ΤΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ.

Τα θεμελιώδη στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους, ώστε να προκύψει η φωτιά ως αποτέλεσμα χημικής διεργασίας είναι τρία και αυτά είναι: η καύσιμη ύλη, η θερμότητα και το οξυγόνο.



Εικόνα 1.1 : Το τρίγωνο της φωτιάς (<http://www.firesecurity.gr>, 2013).

Το τρίγωνο της φωτιάς όμως, παύει να υπάρχει αν αφαιρεθεί μία από τις πλευρές του. Ακριβώς το ίδιο ισχύει και για τη φωτιά, αν αφαιρεθεί η θερμότητα, η καύσιμη ύλη ή το οξυγόνο. Σε αυτή την αρχή είναι βασισμένες οι μέθοδοι πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών. Η καύση του ξύλου αποτελεί μια εξώθερμη αντίδραση, που είναι αρκετά δύσκολο όμως να προσδιορίσουμε σε ποια ακριβώς θερμοκρασία αρχίζει (<http://www.firesecurity.gr>, 2013).

Η καύση για να αρχίσει είναι απαραίτητο η θερμοκρασία της καύσιμη ύλης να είναι σε επίπεδο ανάφλεξης, ανάλογα πάντα με την καύσιμη ύλη, αλλά και με την υγρασία της. Για να ξεκινήσει μια φωτιά υπό κατάλληλες συνθήκες, είναι μια πολλές φορές μικρή πηγή θερμότητας, όπως π.χ. ένα αποσιγάρο, ένα αναμμένο σπίρτο, ένας σπινθήρας από αλυσοπρίο, αυτοκίνητο, θεριζοαλωνιστική μηχανή, κεραυνό κ.λπ. Η ποσότητα της θερμότητας μπορεί να είναι μικρή, αν όμως αυτή είναι αρκετή και ανεβάσει μέρος της καύσιμης ύλης ως τη θερμοκρασία ανάφλεξης, τότε μπορεί να αρχίσει φωτιά. Για να ξεκινήσει η ανάφλεξη της δασικής ύλης, θα πρέπει η θερμοκρασία να φτάσει στους

300°C ή 350°C και για να συνεχίσει πρέπει να υπάρχει καύσιμη ύλη και οξυγόνο (Pyne, 1984).

**Ειδικότερα, κατά τη καύση της δασικής ύλης στην ύπαιθρο έχουμε:**

- Πρώτα το στάδιο της προθέρμανσης του υλικού, που προθερμαίνεται από τη φωτιά της πυρκαγιάς. Κατά την προθέρμανση, η καύσιμη δασική ύλη χάνει σιγά σιγά την υγρασία της. Μετά την απομάκρυνση του νερού, η προθέρμανση συνεχίζεται και έχουμε τη λεγόμενη πυρόλυση δηλ. την έκλυση πτητικών ουσιών που συμβαίνει (περίπου στους 190°C).
- Στο δεύτερο στάδιο συνεχίζεται το χάσιμο των πτητικών ουσιών και ξεκινά σιγά σιγά (στους 280°C περίπου) η πυράκτωση (κοκκίνισμα) της καύσιμη ύλης, ενώ οι πτητικές ουσίες καίγονται μεταξύ 380°C - 425°C. Η φλόγα που βλέπουμε πάνω από το ύψος των δέντρων ή μιας στοιβάδας ξύλων, είναι ακριβώς αυτή η καύση των πτητικών ουσιών, που δίνουν αόρατους υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα. Εάν η καύση δεν είναι πλήρης, τότε μέρος των πτητικών ουσιών συμπυκνώνεται σε μορφή υγρών ή στερεών σταγόνων πάνω από τη φωτιά, ενώ οι σταγόνες αυτές μας δίνουν τον καπνό. Μέρος επίσης των υδρατμών, συμπυκνώνεται και μας δίνει καπνό λευκού χρώματος.
- Στο τρίτο στάδιο το ξύλο που στην προηγούμενη φάση έγινε άνθρακας, καίγεται και αφήνει υπολείμματα στάχτης (Pyne, 1984).

Η θερμότητα της φλόγας μεταδίδεται στη γύρω καύσιμη ύλη και την προθερμαίνει, ώσπου να φθάσει και αυτή σε θερμοκρασία ανάφλεξης. Η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με τους εξής τρόπους:

- Με επαφή από ένα σημείο της καύσιμης ύλης σε ένα άλλο, χάρη στην αγωγιμότητα αυτής στη θερμότητα.
- Με επαγωγή, δηλαδή με μεταφορά και διάχυση των θερμών αερίων της καύσης.
- Με ακτινοβολία που προέρχεται από τη φλόγα (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, 2007).

Από τους παραπάνω τρόπους μετάδοσης της θερμότητας, η επαφή έχει το μικρότερο ρόλο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς, εξαιτίας της μικρής θερμικής αγωγιμότητας της δασικής καύσιμης ύλης. Η μετάδοση όμως της θερμότητας με επαγωγή (μεταφορά)



θερμών αερίων είναι περισσότερο αποτελεσματική, αφού η προσφορά της στη συνολική θερμότητα που προθερμαίνει την καύσιμη ύλη είναι ιδιαίτερα μεταβλητή. Όταν όμως στο μέτωπο της πυρκαγιάς φυσάει ισχυρός άνεμος, που μεταφέρει θερμά αέρια μπροστά από τη φωτιά, αυξάνεται σημαντικά η συνεισφορά της θερμότητας με επαγωγή και γίνεται ακόμα μεγαλύτερη, όταν η καύσιμη ύλη είναι αυξημένη. Τέλος, οι μεγάλες κλίσεις του εδάφους σε περιπτώσεις όπου ο άνεμος κατευθύνεται ανηφορικά σε μία πλαγιά, αυξάνει ακόμα περισσότερο τη συνεισφορά της επαγωγής.

Στην εξάπλωση μιας πυρκαγιάς καθοριστικό ρόλο παίζει και η ακτινοβολία που προέρχεται από τη φλόγα, αφού αποτελεί το σημαντικότερο τρόπο μετάδοσης της θερμότητας. Η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας αυξάνεται αντιστρόφως ανάλογα προς το τετράγωνο της απόστασης από την πηγή. Αυτή η αρχή έχει ιδιαίτερη σημασία για την κατανόηση της αύξησης της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στην καύσιμη ύλη, όταν μειώνεται η απόσταση της φλόγας από αυτήν. Αυτό μπορεί να συμβαίνει εξαιτίας της κλίσης του εδάφους ή εξαιτίας της κλίσης της φλόγας με την επίδραση του ανέμου (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, 2007).

- Ακόμα ένας τρόπος μετάδοσης των πυρκαγιών είναι με φλεγόμενα κομμάτια καύσιμης ύλης, τις λεγόμενες «καύτρες». Η φωτιά που ανάβει από καύτρα μπορεί να οριστεί ως η φωτιά που ανάβει έξω από την περίμετρο της κύριας πυρκαγιάς από σπινθήρες ή αναμμένα μικρά τεμάχια καύσιμης ύλης, που μεταφέρονται από τον αέρα. Υπό κατάλληλες συνθήκες που ευνοούν τον τρόπο αυτό μετάδοσης, ακόμα και πυρκαγιές που εξαπλώνονται αργά, μπορούν να γίνουν ιδιαίτερα επικίνδυνες και χωρίς προειδοποίηση, αφού είναι εφικτό να προσπερνούν τις αντιπυρικές ζώνες εγκλωβίζοντας πολίτες και δασοπυροσβέστες (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, 2007).

#### 1.4. ΑΙΤΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Η έναρξη, καθώς και η εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο εξάπλωσης και κατάσβεσής της. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις οι φωτιές προκαλούνται από τον άνθρωπο, ενώ λιγότερες είναι εκείνες που προκαλούνται από φυσικές αιτίες (Dlamini, 2010).

Οι σεισμοί, οι αστραπές, η ηφαιστιογενής δραστηριότητα και οι κατολισθήσεις, αποτελούν φυσικά αίτια εκδήλωσης μιας δασικής πυρκαγιάς (Goldammer, 2004). Οι κεραυνοί, είναι επίσης από τις πιο γνωστές φυσικές αιτίες πυρκαγιών και στην Ελλάδα ευθύνονται για το 2,2% των δασικών πυρκαγιών (Christopoulou, 2011).

Ακόμα μια σημαντική αιτία, που προκαλεί και τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια είναι η κλιματική αλλαγή. Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, όπως και η ξηρασία του εδάφους. Έτσι, είναι πιο συχνές οι περίοδοι λειψυδρίας, κάτι που οδηγεί και σε μεγαλύτερη ξηρότητα της βλάστησης (Γ.Γ.Π.Π., 2010).

Όσο για τις δασικές πυρκαγιές που μπορούν να προκληθούν από ανθρωπογενείς αιτίες, προκύπτουν είτε από αμέλεια είτε από πρόθεση (Dlamini, 2010). Οι πυρκαγιές αυτές αυξάνονται συνεχώς και προκαλούν υποβάθμιση και απώλεια της βιοποικιλότητας. Εδώ ανήκουν επίσης και οι ανεπιθύμητες μη διαχειριζόμενες/διαχειριζόμενες δασικές πυρκαγιές, καθώς και αυτές που προκαλούνται από έμπειρους εμπρηστές και αποσκοπούν στην εξυπηρέτηση των συμφερόντων τους (Dlamini, 2010). Ο εμπρησμός εξαιτίας πεταμένων σπέρτων, τσιγάρων ή σπινθήρων από καλώδια ή άλλες ηλεκτρικές συσκευές που έρχονται σε επαφή με εύφλεκτα υλικά κ.λπ., είναι κάποια από τα αίτια των μη διαχειριζόμενων πυρκαγιών (TNAU Agritech Portal, 2014). Ωστόσο στα δάση, οι πιο πολλές πυρκαγιές προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες και οι περισσότερες είναι από αμέλεια (όπως πέταμα αναμμένων τσιγάρων ή σπέρτων, άναμμα απρόσεκτα και εγκατάλειψη εστιών φωτιάς μέσα ή κοντά σε δάση, καθάρισμα χωραφιών, κάψιμο βοσκοτόπων ή σκουπιδιών, σπινθήρες μηχανημάτων κ.ά.). Αξίζει να επισημανθεί, ότι σε ετήσια βάση, οι πυρκαγιές απανθρακώνουν δασικές εκτάσεις που αντιστοιχούν στο 1% των συνολικών δασικών περιοχών σε παγκόσμια κλίμακα (Christopoulou, 2011).

**Τα αίτια των δασικών πυρκαγιών μπορούν να καταταγούν σε:**

- **Εμπρησμούς από αμέλεια:** Τα αίτια των δασικών πυρκαγιών που προκαλούνται από αμέλεια, αγγίζουν το 33% περίπου (ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ, 2016). Από αμέλεια μπορεί να επεκταθεί μια πυρκαγιά, εξαιτίας της καύσης καλαμιών ή ξηρών κλαδιών σε χωράφια, από τη ρίψη αναμμένων τσιγάρων ή την καύση σκουπιδιών. Ο άνθρωπος δε δείχνει το σεβασμό που χρειάζεται προς το δάσος και το περιβάλλον και αυτό φαίνεται και από τις αιτίες που προκαλούνται οι δασικές πυρκαγιές, ενώ γενικότερα η εύκολη πρόσβαση στα δάση από όλους τους ανθρώπους, μπορεί να γίνει αιτία πυρκαγιάς από αμέλεια (Christoroulou, 2011).
- **Εμπρησμούς από πρόθεση:** Το αίτιο αυτό είναι το πλέον καταστροφικό και προκαλεί το 45% περίπου των δασικών πυρκαγιών (ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ, 2016). Ο εμπρησμός από πρόθεση μπορεί να γίνει για τη δημιουργία βοσκοτόπων, αφού οι βοσκοί εξακολουθούν να θεωρούν τις πυρκαγιές ως μέσο βελτίωσης της τροφής, αν και η νομοθεσία όλων των μεσογειακών χωρών απαγορεύει τη χρήση πυρκαγιάς κοντά σε δασικές εκτάσεις. Επίσης, ο εμπρησμός από πρόθεση μπορεί να συμβάλει και στην παράνομη δημιουργία εργοταξίων ή στην οικοδόμηση αυθαιρέτων κατοικιών κ.ά. (Christoroulou, 2011).

**Συσσώρευση της βιομάζας:** Η εγκατάλειψη καλλιεργήσιμων εδαφών, η μείωση επενδύσεων στα δάση και στη δασική διαχείριση, η ραγδαία αστικοποίηση του πληθυσμού, η μείωση της μόνιμης παρουσίας στην ύπαιθρο, καθώς και η υποχώρηση γενικότερα του κλάδου της δασοπονίας, οδηγούν στη λανθασμένη διαχείριση του δάσους με αποτέλεσμα να αυξάνεται σημαντικά η βιομάζα, δηλαδή η βλάστηση κάθε είδους στο δάσος. Μειώνονται έτσι οι πρακτικές πρόληψης, ενώ αυξάνεται η σφοδρότητα των πυρκαγιών και δυσκολεύει η έγκαιρη αντιμετώπισή τους.

**Ακατάλληλος και ανεπαρκής σχεδιασμός χρήσης δασικής γης:** Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής δεν λαμβάνονται υπόψη και η δόμηση κοντά σε δάση είναι ανεξέλεγκτη.

**Ανεπάρκειες στην αντιμετώπιση πυρκαγιών:** Έλλειψη αξιόπιστου συστήματος, έλλειψη συνεργασίας και συντονισμού ανάμεσα στους φορείς και αρχές, έλλειψη ανταπόκρισης

και συμμετοχής των πολιτών στην διαχείριση, τον συντονισμό, την παρακολούθηση και την πρόληψη των πυρκαγιών, ακατάλληλοι τρόποι αντιμετώπισης για το είδος (δασική φωτιά) και την περιοχή, ανεπαρκής εκπαίδευση και κατάρτιση των πυροσβεστών, αλλά και των φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης (Παχίδης, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη το παρακάτω γράφημα, διαπιστώνουμε πως οι αιτίες πρόκλησης δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας που οφείλονται σε αμέλεια καταλαμβάνουν ποσοστό 33%, ενώ οι πυρκαγιές από πρόθεση καταλαμβάνουν ποσοστό 45%. Το 13% καταγράφεται σε άγνωστα αίτια, ενώ ακολουθούν οι πυρκαγιές που οφείλονται σε τυχαία αίτια με 5% και σε φυσικά αίτια με 4% (ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ, 2016).



Γράφημα 1.1: Τα αίτια των πυρκαγιών σε ποσοστά (Ιδία επεξεργασία).

### 1.5. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Οι δασικές πυρκαγιές έχουν καθοριστικό ρόλο για τη λειτουργία των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, αφού συμβάλουν στην ισορροπία τους. Υπάρχουν ωστόσο χώρες, που εκδηλώνονται μεγάλες φωτιές σε δασικές εκτάσεις και απειλούν κατοικημένες περιοχές, όπως γίνεται και στην Ελλάδα.

Οι τύποι γενικότερα των οικοσυστημάτων αυτών, που είναι προσαρμοσμένα στη φωτιά σε μεγάλο βαθμό, μπορούν άμεσα και αποτελεσματικά να αναγεννηθούν μετά από μια πυρκαγιά. Σχεδόν κάθε 100 - 150 χρόνια περίπου, εμφανίζεται μία πυρκαγιά από φυσικά αίτια σε ένα δάσος Μεσογειακού τύπου. Σύμφωνα με τα στατιστικά δεδομένα, μόλις το 5% των πυρκαγιών που ξεσπούν στην Ελλάδα οφείλονται σε *φυσικά αίτια*, ενώ το υπόλοιπο 95%, οφείλεται στην *ανθρώπινη δραστηριότητα*. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση της φυσικής ικανότητας των οικοσυστημάτων και τη διατάραξη του φυσικού ρόλου των πυρκαγιών. Οι πυρκαγιές αποτελούν πλέον την μεγαλύτερη απειλή για τα Ελληνικά Μεσογειακά δάση (Σιαφάκας, 2008).

Το κλίμα των Μεσογειακών χωρών (βροχεροί και ήπιοι χειμώνες - ξηρά και θερμά καλοκαίρια), χαρακτηρίζει παράκτιες και νησιωτικές περιοχές της χώρας μας, που έχει ως αποτέλεσμα την άνοιξη, την αύξηση της χλωρής ύλης και τη μετατροπή της το καλοκαίρι σε εύφλεκτη ύλη για την έναρξη πυρκαγιάς.

Το επίπεδο δασοκάλυψης της χώρας μας, έχει μειωθεί κάτω από το μισό τα τελευταία 100 χρόνια. Ενώ ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών παρέμενε σχετικά σταθερός έως το 1975 (700 περιστατικά περίπου ανά έτος), τα επόμενα 20 χρόνια αυξήθηκαν σε αρκετές χιλιάδες τα περαστικά. Κατά τη δεκαετία του '90 συγκεκριμένα στη χώρα μας, ο μέσος όρος των καμένων εκτάσεων έφτασε τα 500.000 στρέμματα. Από το 1998 ως το 2006, μετά τη μεταφορά της ευθύνης δασοπυρόσβεσης από τη Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα (ΠΣ), τα μεγέθη παρουσίασαν και πάλι σχετική σταθερότητα (Σιαφάκας, 2008).

Το 2006 ήταν η έκτη συνεχόμενη χρονιά με έκταση καμένων δασικών εκτάσεων, με τα πιο χαμηλά επίπεδα της τελευταίας πεντηκονταετίας (30.000 - 100.000 στρέμματα). Ωστόσο, οι μεγάλες καταστροφές που σημειώθηκαν από τις πυρκαγιές του 2007 (σε

πολλούς νομούς της Ελλάδας) με τον συνολικό αριθμό καμένων εκτάσεων να ξεπερνά τα 2,5 εκ. στρέμματα και με αποκορύφωμα βέβαια την πρωτοφανή τραγωδία στις περιοχές της Αττικής το 2018, με απολογισμό 102 ανθρώπινων θυμάτων, καθώς και τεράστιας έκτασης ζημιές στο φυσικό περιβάλλον σε δομές, υποδομές και περιουσίες πολιτών, έχουν τοποθετήσει το ζήτημα των δασικών πυρκαγιών στην κορυφή της λίστας των φυσικών καταστροφών στη χώρα. Οι δασικές πυρκαγιές έχουν προκαλέσει τεράστιες οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές στη χώρα μας και είναι επιτακτική η ανάγκη χάραξης εθνικής στρατηγικής για την προστασία από αυτόν τον κίνδυνο (Γ.Γ.Π.Π.).

### 1.6. ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

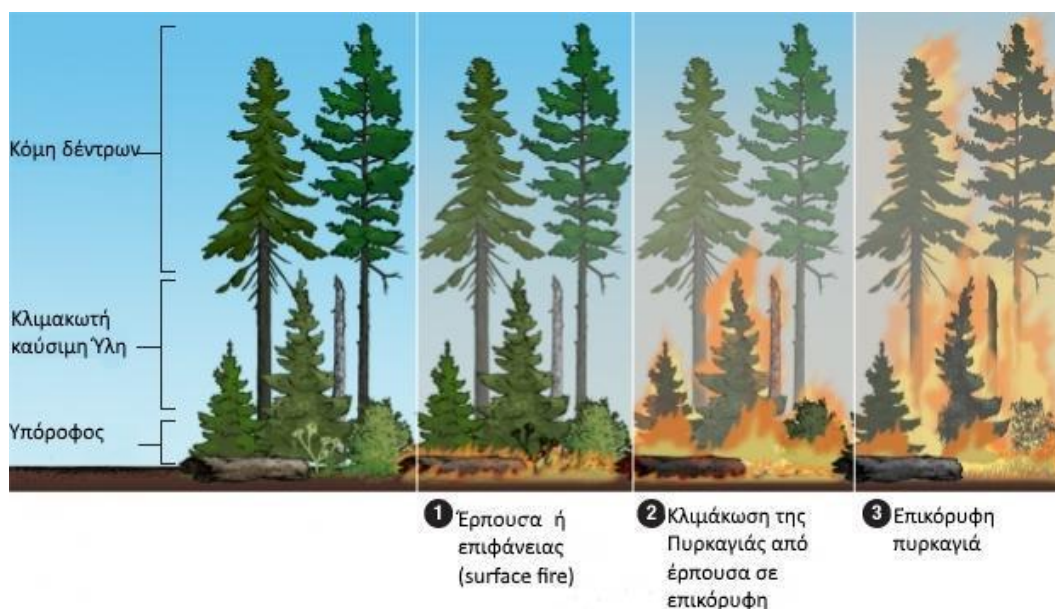
Είναι γεγονός πως δεν υπάρχει μόνο ένα είδος πυρκαγιάς, αφού ανάλογα με τις αιτίες διαφοροποιούνται και οι επιπτώσεις τους. Ουσιαστικά έχουμε μια κατηγοριοποίηση των πυρκαγιών, ανάλογα με το μέγεθος της βλάβης που προκαλούν, την ταχύτητα διάδοσής τους, τον τρόπο εξάπλωσής τους κ.λπ. (DeBano Neary and Ffolliott, 1998; Καϊλίδης, 1990).

**Ανάλογα με το τρόπο που εξαπλώνονται και τη θέση τους στην επιφάνεια του εδάφους, οι δασικές πυρκαγιές διακρίνονται σε:**

- **Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες (ground fire):** Οι πυρκαγιές αυτές διαδίδονται κυρίως κάτω από το έδαφος. Για να εξαπλωθεί μια τέτοια πυρκαγιά, η ύπαρξη οργανικής ουσίας (υπολείμματα φύλλων, δέντρων, κλαδιών κ.λπ., στην επιφάνεια του εδάφους) στο έδαφος είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Οι υπόγειες πυρκαγιές μπορούν να διεισδύσουν στο έδαφος, σε βάθος περισσότερο από 2 μέτρα και είναι από τις πιο επικίνδυνες, αφού καταστρέφουν το ριζικό σύστημα των φυτών. Στην Ελλάδα ωστόσο, αυτές οι πυρκαγιές είναι από τις πιο σπάνιες.
- **Έρπουσες ή επιφάνειας (surface fire):** Όπως δηλώνει και το όνομά τους, οι έρπουσες πυρκαγιές καταστρέφουν την οργανική ύλη και τα φυτά που βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους. Είναι από τις πιο επικίνδυνες πυρκαγιές και αποτελεί το πιο συνηθισμένο είδος δασικής πυρκαγιάς με μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης, ενώ από αυτές προέρχονται και οι πυρκαγιές κόμης.

- **Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες (crown fire):** Οι πυρκαγιές αυτές είναι από τις πιο επικίνδυνες, διότι καταστρέφουν την κόμη (φύλλωμα, κλαδιά) του δέντρου. Είναι από τις πιο συχνές στη χώρα μας, κυρίως εκεί που υπάρχουν είδη πεύκης και εξαπλώνονται πολύ πιο γρήγορα και εύκολα σε σχέση με τις υπόλοιπες.
- **Σημειακή πυρκαγιά ή πυρκαγιά καύτρας (spot fire):** Σε αυτό το είδος πυρκαγιάς μπορούν να εξελιχτούν όλα τα υπόλοιπα είδη. Αποτελεί ένα ιδιαίτερο είδος εξαιτίας του τρόπου έναρξης της πυρκαγιάς, αφού υπάρχουν οι καύτρες που εκτοξεύονται μακριά και μπορούν να προκαλέσουν νέες εστίες φωτιάς.
- **Πυρκαγιές αστραπών ή δένδρων (lightning fire):** Είναι εκείνες που εμφανίζονται πάνω σε μεμονωμένα δέντρα κατά τη διάρκεια μιας θύελλας και προέρχονται συνήθως από αστραπές, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν ανάφλεξη (Jensenius, 2015). Οι πυρκαγιές αυτές γενικά είναι ελεγχόμενες και μπορούν εύκολα να αντιμετωπιστούν (Γκόφας, 2001).
- **Πυρκαγιές οροφής (roof fire):** Είναι εκείνες οι πυρκαγιές που καταστρέφουν την βιοκοινωνία, της οποίας η αποκατάσταση θα είναι αρκετά χρονοβόρα, αφού ουσιαστικά θα ξεκινήσει από την αρχή.
- **Πυρκαγιές επιφάνειας (surface fire):** Αυτές οι πυρκαγιές ευνοούν το οικοσύστημα, διότι αυξάνουν την παραγωγικότητά του και αποτρέπουν παράλληλα τις πυρκαγιές οροφής.
- **Πυρκαγιές υψηλής έντασης (high intensity fire):** Αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες με χαμηλή υγρασία και δυνατούς ανέμους. Είναι αρκετά επικίνδυνες και είναι αδύνατο να αντιμετωπιστούν με οποιοδήποτε τρόπο κατάσβεσης.
- **Μικτές πυρκαγιές (mixed fire):** Αυτές οι πυρκαγιές αποτελούν ένα σύνολο των πιο πάνω κατηγοριών, αφού η καύσιμη ύλη διαφέρει. Είναι ίσως η πιο απειλητική κατηγορία, γιατί η μετάδοση της πυρκαγιάς είναι επικίνδυνη και βλαβερή και μπορεί να καταστρέψει κάθε είδος ζωής (Δημητρακόπουλος, 2010; Καλαμποκίδης, Ηλιόπουλος, Γλιγλίνος, 2013; Μπούσμπουρας, Ευαγγέλου, 2005).

Στην παρακάτω *εικόνα*, η κατηγοριοποίηση των πυρκαγιών προκύπτει από τον τρόπο εξάπλωσης και τη θέση τους (DeBano, 1998; Καϊλίδης, 1990).



*Εικόνα 1.2 : Είδη καύσιμης ύλης δέντρων και πυρκαγιών (Joyce, 2012).*

### 1.7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ Η ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Οι βασικοί παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη, εξάπλωση και συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών είναι:

- **Τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης** (υφή, μέγεθος, συσσώρευση, κατανομή).
- **Η τοπογραφία** (έκθεση, κλίση, υψόμετρο, διαμόρφωση εδάφους) καθορίζει πολλές φορές την επέκταση μιας πυρκαγιάς.
- **Οι μετεωρολογικές συνθήκες** (άνεμος, θερμοκρασία, σχετική υγρασία) αποτελούν τη βασικότερη αιτία έναρξης και εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών. Ο πιο σημαντικός παράγοντας εξάπλωσης των πυρκαγιών, είναι η ένταση των ανέμων και η υγρασία της καύσιμης ύλης (Καλαμποκίδης, Ρούσσου, Βασιλάκος, Μαρκοπούλου, 2004).



### 1.7.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ.

Στα δάση υπάρχει άφθονη καύσιμη ύλη, όπως δένδρα, χόρτα, θάμνοι και πόες, που είναι αναφλέξιμα υλικά. Κατά την εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς, καθοριστικό ρόλο παίζουν η ποσότητα, η ποιότητα και η διάταξη της καύσιμης ύλης (Καϊλίδης, 1990; Βορίσης, 2004). Στα δάση, υπάρχει καύσιμη ύλη που άλλοτε αυξάνεται και άλλοτε μειώνεται σε σχέση με το χρόνο. Όταν η καύσιμη ύλη είναι ομοιόμορφα κατανομημένη, τότε υπάρχει μεγαλύτερη και ταχύτερη ανάφλεξη, όταν όμως υπάρχουν πολλά διάκενα βλάστησης, τότε επηρεάζεται σημαντικά η ένταση και η ταχύτητα διάδοσης (Καλαμποκίδης, Ρούσσου, Βασιλάκος, Μαρκοπούλου, 2004).

### Τα είδη καύσιμης ύλης

Ανάλογα πάντα με τη διάταξή της στο χώρο, η καύσιμη ύλη διακρίνεται στην υποεδάφια, την επιεδάφια και την εναέρια καύσιμη ύλη.

1. **Υποεδάφια:** Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα αναφλέξιμα υλικά (όπως είναι οι νεκρές ρίζες, οι σάπιοι κορμοί, τα κλαδιά, ο χούμος, κ.ά.), που είναι κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε κατάσταση αποσύνθεσης (Βορίσης, 2004).
2. **Επιεδάφια ή καύσιμη ύλη επί του εδάφους:** Αυτή η κατηγορία περιέχει τα οργανικά υλικά, ζωντανά και νεκρά. Τα φύλλα που βρίσκονται πεσμένα στην επιφάνεια του εδάφους, οι βελόνες, καθώς και η ποώδης βλάστηση μέχρι 2 μέτρα ύψος, αποτελούν την καύσιμη ύλη (Βορίσης, 2004).
3. **Εναέρια καύσιμη ύλη:** Το βασικό της συστατικό είναι το οργανικό υλικό (το φύλλωμα και τα κλαδιά των δέντρων), το οποίο καίγεται και εντοπίζεται πάνω από το έδαφος στα δένδρα και σε ύψος πάνω από 2 μέτρα (Καϊλίδης, 1990).

### 1.7.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ.

Για τη διάδοση μιας πυρκαγιάς καθοριστικό ρόλο έχει η τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Με την αλλαγή της τοπογραφίας, μπορεί να επηρεαστεί και η εξέλιξη μιας πυρκαγιάς, διότι η φωτιά στις περισσότερες περιπτώσεις αναπτύσσεται πάνω στο έδαφος (Καλαμποκίδης, Ηλιόπουλος, Γλιγλίνος, 2013). Επομένως, η τοπογραφία

αποτελεί την πιο σταθερή παράμετρο, σε σχέση τόσο με την καύσιμη ύλη όσο και με τον καιρό και επιδρά στις πυρκαγιές με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Η συμπεριφορά και η εξέλιξη μιας πυρκαγιάς, εξαρτάται συχνά από **την έκθεση ή τον προσανατολισμό της**. Η καύσιμη ύλη σε νότιες εκθέσεις είναι πιο μικρή και λεπτή και η βλάστηση είναι φτωχότερη, σε σχέση με την παραγωγή καύσιμης ύλης σε βόρειες εκθέσεις που είναι μεγαλύτερη.
2. Η διάδοση και η ανάπτυξη της φωτιάς γίνεται ταχύτατα όταν η φωτιά κινείται σε **τοπογραφική ανωφέρεια**, γιατί εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στα χαμηλότερα τοπογραφικά σημεία, παρατηρείται ξήρανση της βλάστησης στα ανώτερα σημεία και επομένως διευκόλυνση της εξάπλωσης της φωτιάς.
3. Η συμπεριφορά μιας δασικής πυρκαγιάς επηρεάζεται άμεσα και από τη **θέση της φωτιάς**, αν δηλαδή είναι στους πρόποδες μιας πλαγιάς και σε ανώτερα σημεία υπάρχει άκαυτη καύσιμη ύλη ή στην άκρη μιας κορυφογραμμής με αλλαγές στην κλίση ή στην καύσιμη ύλη που βρίσκεται πιο μπροστά από τη φωτιά.
4. Η διαμόρφωση της βλάστησης μεταβάλλεται κάθε φορά ανάλογα με **το υψόμετρο**, αφού όταν το υψόμετρο αυξάνεται, μεγαλώνει και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

**Επίσης ισχύει ότι:** Όσο το υψόμετρο αυξάνεται και το ποσοστό εκδήλωσης πυρκαγιών μειώνεται τόσο λιγότερες είναι οι πυρκαγιές που εμφανίζονται από ανθρώπινα αίτια. Οι δυνατότητες καταστολής μιας πυρκαγιάς με υψόμετρο μειώνονται αρκετά, εξαιτίας της περιορισμένης προσβασιμότητας (Καλαμποκίδης κ.ά., 2013).

### 1.7.3. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Ο βασικός παράγοντας που ρυθμίζει την εξέλιξη και την κατεύθυνση μιας πυρκαγιάς είναι ο άνεμος. Η φωτιά επηρεάζεται άμεσα από τη θερμοκρασία του αέρα, αφού επιδρά στην υγρασία και την ατμοσφαιρική αστάθεια, ενώ ο χρόνος ανάφλεξης και καύσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της καύσιμης ύλης (Καλαμποκίδης, Ρούσσου, Βασιλάκος, Μαρκοπούλου, 2004).

**Οι παράμετροι του καιρού που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών είναι:**

- **Βροχή:** αποτελεί ένα βασικό παράγοντα που επιδρά στην έναρξη και την επέκταση μιας δασικής πυρκαγιάς και ανάλογα με την ποσότητά της αυξάνεται η υγρασία της καύσιμης ύλης ή μειώνεται η θερμοκρασία της.
- **Θερμοκρασία:** επηρεάζει δραστικά την πορεία της ξήρανσης και συγκεκριμένα της νεκρής δασικής καύσιμης ύλης.
- **Ατμοσφαιρική υγρασία:** επηρεάζει την υπάρχουσα υγρασία που περιέχεται στη δασική καύσιμη ύλη.
- **Άνεμος:** όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγάλη, αντίστοιχα είναι μεγάλη και η προσφορά του οξυγόνου που είναι αναγκαίο για την καύση, γιατί όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο πιο ισχυρή είναι η ένταση που σπρώχνονται οι φλόγες μπροστά από τη φωτιά προς τη γειτονική καύσιμη ύλη (Καλαμποκίδης, Ηλιόπουλος, Γλιγλίνος, 2013).

### 1.8. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Οι δασικές πυρκαγιές, αποτελούν ένα διαχρονικό πρόβλημα με σημαντικές επιπτώσεις στην παγκόσμια οικολογική, οικονομική και κοινωνική κλίμακα, καθώς το πλήθος τους αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια.

Όσον αφορά στις επιπτώσεις, στον ίδιο τον άνθρωπο και την κοινωνία χαρακτηρίζονται ως άμεσες, καθώς σχετίζονται με την απώλεια ανθρώπινης ζωής και περιουσιών. Οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες είναι μεγάλης σημασίας και οδηγούν σε ανεπανόρθωτες ζημιές με μεγάλο αριθμό θυμάτων, αν δεν παρθούν έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι τεράστιες και καταστρεπτικές δασικές πυρκαγιές που συνέβησαν το 2007 στην Ελλάδα, όπου τα θύματα έφτασαν τα 84 και οι ζημιές ξεπέρασαν τα 5 δις €. Οι συγκεκριμένες τιμές αντιπροσωπεύουν μόνο την αξία των χαμένων εμπορεύσιμων αγαθών και υπηρεσιών. Επομένως, η συνολική αξία της καταστροφής ξεπερνάει σε μεγάλο βαθμό την αξία που επισημοποιούν οι αρχές.

Λόγω των διαφορετικών ειδών των πυρκαγιών οι οικονομικές απώλειες διαφέρουν και η κατηγοριοποίησή τους στηρίζεται σ' αυτές που προκύπτουν ως απάντηση και συνέπεια στις πυρκαγιές (καταστολή και αποκατάσταση) και σ' αυτές που ασχολούνται με την πρόληψη (Birod and Mavsar, 2009). Μια ακόμη κατηγοριοποίηση αναφέρεται στη διάκριση του κόστους σε άμεσο (σχετίζεται με υποδομές, οχήματα, εξοπλισμό κ.λπ.) και έμμεσο (σχετίζεται με απώλεια σε χρήσεις γης, αποκατάσταση της βλάστησης κ.α.) (FAO Forestry Department, 2013).

### 1. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Εξαιτίας των πυρκαγιών καταστρέφεται η βλάστηση που προστατεύει το έδαφος, καθώς και η οργανική ουσία του εδάφους, που αποτελούν καταστροφικό παράγοντα ερημοποίησης. Η βλάστηση των οικοσυστημάτων καταστρέφεται εξαιτίας των πυρκαγιών και έτσι η διάδοχη κατάσταση σχηματίζεται από ελαφρόσπορα είδη, που μπορούν να μετακινηθούν, ώστε να επιβιώσουν. Υπάρχουν είδη που είναι πολυετή, δηλαδή με ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα και την δυνατότητα να δημιουργούν παραβλαστήματα ή να παράγουν σπόρους, που ενεργοποιούνται με τη φωτιά. Υπάρχουν ωστόσο περιπτώσεις όπου σε διάφορες περιοχές παγκοσμίως, ο συνδυασμός των δασικών πυρκαγιών με την υπερβόσκηση είχαν ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των δασικών οικοσυστημάτων, των οποίων τη θέση αντικατέστησαν πυκνοί θαμνότοποι που αποτελούνται από είδη που παραβλαστάνουν.

«Τα περισσότερα δασικά είδη που απαντώνται σε χαμηλά υψόμετρα της χώρας μας (π.χ. πεύκα), είναι προσαρμοσμένα στην πυρκαγιά και μπορούν να ανακάμψουν άμεσα με δεδομένο πάντα ότι δεν έχουν καεί επανειλημμένα στο πρόσφατο παρελθόν. Πολλές φορές μάλιστα, τα είδη αυτά μπορεί και να ωφελούνται από την ανανέωση που προκύπτει μετά από μία πυρκαγιά. 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» (Βουτυράκης, 2004).

## 2. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν διάφορες επιπτώσεις στα δασικά εδάφη με την πιο σημαντική να εστιάζεται στις φυσικές ιδιότητές τους, που έχει ως αποτέλεσμα και τη διάβρωση των εδαφών. Κατά την εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς, η δασική βλάστηση καταστρέφεται, η οργανική ουσία του εδάφους καίγεται από τις φλόγες και σε συνδυασμό με τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται σε μια πυρκαγιά, έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνοχής των εδαφών και τη μεταβολή της εδαφικής δομής τους. Παράλληλα με την απομάκρυνση της βλάστησης, το έδαφος μένει εκτεθειμένο τόσο στον αέρα όσο και στη βροχή και περιορίζει την απορρόφηση του επιφανειακού νερού, με αποτέλεσμα τα εδάφη να γίνονται πιο ευπαθή και να παρασύρονται από το νερό της βροχής που κινείται ορμητικά (<https://agropublic.gr/>, 2020).

Οι επιφανειακές κλίσεις των εδαφών μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της εδαφικής κάλυψης και σε διάσπαση των συσσωματωμάτων σε μικρότερα μόρια εδάφους, με αποτέλεσμα το κλείσιμο των επιφανειακών πόρων του εδάφους, κάτι που θα οδηγήσει στη σταδιακή μείωση της εισχώρησης του νερού της βροχής μέσα στο έδαφος, καθώς και στην ξαφνική αύξηση της επιφανειακής απορροής και την εμφάνιση καταστρεπτικών πλημμύρων.

Η διάβρωση του εδάφους προκύπτει από τις ισχυρές βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα τεράστιες ποσότητες εδαφικού υλικού και στάχτης να μεταφέρονται μέσω ενός δικτύου χειμάρρων και άλλων παραποτάμων προς τα ποτάμια και τις θάλασσες. Από τη διάβρωση του εδάφους προκύπτουν διάφορα προϊόντα, τα οποία προκαλούν «μπάζωμα» των σπιτιών και των ρυακιών. Μετά από μια πυρκαγιά, τα εδάφη παρουσιάζουν υδρόφοβο χαρακτήρα που επηρεάζει τις εδαφικές λειτουργίες, αυξάνοντας έτσι την εδαφική ροή (<https://agropublic.gr/>, 2020).

## 3. ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Ο ατμοσφαιρικός αέρας επιβαρύνεται από τις πυρκαγιές και στο μικροκλίμα ορισμένων περιοχών επιδρούν οι καταστροφές που προκαλούνται στη βλάστηση, αφού οι ευεργετικές επιδράσεις των δασικών δέντρων μειώνονται, αυξάνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ηλιακή αντανάκλαση του εδάφους. Επίσης, είναι αναγκαίο να δοθεί μεγάλη προσοχή στις ποσότητες καπνού που απελευθερώνονται από πυρκαγιές είτε μικρής είτε

μεγάλης έντασης, διότι η χημική σύνθεση του καπνού, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο περιβάλλον, αλλά κυρίως στην υγεία του ανθρώπινου πληθυσμού (<https://agropublic.gr/>, 2020).

### **Επιπτώσεις καπνού δασικής πυρκαγιάς**

Ο καπνός δασικής πυρκαγιάς που απελευθερώνεται στο περιβάλλον εξαιτίας των δασικών πυρκαγιών, μπορεί να προκαλέσει βλαβερές επιπτώσεις, που μπορεί να είναι είτε βραχυπρόθεσμες είτε μακροπρόθεσμες.

Οι βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις που προκαλούνται από τον καπνό δασικής πυρκαγιάς, περιλαμβάνουν την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), όπως και των σωματιδίων που αιωρούνται στον αέρα και βέβαια αλλαγές στο κλίμα, που επηρεάζουν και τη λειτουργία των δασικών ειδών.

Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις του καπνού οι οποίες παράγονται συνήθως από δασικές πυρκαγιές μεγάλης έντασης, περιλαμβάνουν τις μεταβολές του κλίματος σε παγκόσμιο επίπεδο. «Το τροποσφαιρικό όζον (O<sub>3</sub>) μαζί με άλλα αέρια, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) και κυρίως οι υδρατμοί (H<sub>2</sub>O), που παράγονται κατά την καύση δασικής ύλης, θεωρείται ότι συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Knicker, 2007; Ranalli, 2004).

Επιπλέον, εξαιτίας της έκθεσης του ανθρώπου στον καπνό δασικής πυρκαγιάς, μπορούν να προκληθούν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του, που έχουν άμεση σχέση με παράγοντες, όπως **ο βαθμός ευπάθειας του πληθυσμού που εκτίθεται στην πυρκαγιά** (άτομα με αναπνευστικά προβλήματα ή άσθμα, με καρδιαγγειακές ασθένειες, ηλικιωμένοι, παιδιά κ.λπ.) **η τοξικότητα των συστατικών του και τα χαρακτηριστικά της έκθεσης** (όπως διάρκεια, συχνότητα).

### **Επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους**

Τα φυτά και τα δέντρα που καίγονται, μετατρέπονται σε τέφρα και σε απανθρακωμένα υλικά. Από την καύση παράγεται μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, ωστόσο στην

τέφρα περιλαμβάνονται σε υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικά συστατικά, που με την εκχύλισή τους στο νερό ρυπαίνουν τα επιφανειακά νερά και τους υπόγειους υδροφορείς. Κατά τη διάρκεια των βροχοπτώσεων εκχυλίζονται σημαντικά φορτία αμμωνιακού αζώτου από την τέφρα, απειλώντας τους υπόγειους και τους επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες με ευτροφισμό.

Προκύπτουν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού και μολύβδου, καδμίου (επιπτώσεις στην οικολογία του ποταμού και στο πόσιμο νερό) και αρσενικού (επιπτώσεις στο πόσιμο νερό), αμμωνίας και φωσφόρου. Εκτός από την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά, θα υπάρξουν προβλήματα θολερότητας και ευτροφισμού, ενώ παρασύρονται και τόνοι στάχτης με τις βροχές επηρεάζοντας τα διάφορα είδη φυτών και ψαριών του υδάτινου περιβάλλοντος (Knicker, 2007; Ranalli, 2004).

### **Επιπτώσεις στην πανίδα**

Οι πυρκαγιές επιδρούν στην πανίδα των οικοσυστημάτων, όμως ο τρόπος είναι αρκετά σύνθετος και δεν μπορεί να αποτιμηθεί εύκολα σε γενικό επίπεδο. Υπάρχουν πολλά και μεγάλη θηλαστικά, όπως είναι τα διάφορα πτηνά που μπορούν να διαφύγουν από την περιοχή που εξελίσσεται μια πυρκαγιά, ενώ υπάρχουν και κάποια είδη ερπετών που προστατεύονται από την πυρκαγιά καλυπτόμενα στο έδαφος ή στα βράχια. Ωστόσο όμως, υπάρχουν και μικρότερα θηλαστικά τα αρθρόποδα, καθώς και μερικά άλλα είδη μικρότερων δασόβιων πουλιών και ερπετών, που είναι αδύνατο να διαφύγουν και εγκλωβίζονται.

Οι επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς στη βλάστηση ωφελούν βέβαια και ένα μεγάλο πλήθος ειδών, που βόσκουν ή γενικότερα προτιμούν ανοικτούς χώρους, ενώ αντίθετα θίγουν τα δασόβια είδη των μικρότερων θηλαστικών και των πουλιών. Ακόμα πιο σημαντικές θα είναι οι επιπτώσεις σε περίπτωση που η πυρκαγιά εμφανιστεί κατά την περίοδο της αναπαραγωγής ή αν η έκταση της πυρκαγιάς εξαπλωθεί τόσο που να καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της εξάπλωσης ενός είδους ή ακόμα χειρότερα, αν η διάσπαση του βιοτόπου είναι τέτοια που να μην επιτρέψει τη διαφυγή των ζώων και αργότερα τον επανεποικισμό τους (<https://agropublic.gr/>, 2020).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

### 2.1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ.

Η Γ.Γ.Π.Π. έχει συντάξει εγκυκλίους στη διάρκεια των ετών και συγκεκριμένα από το 1979 (Ν. 998/1979) έως το 2014 (Ν. 4280/2014), προκειμένου να υπάρχει ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης, που θα συμβάλλουν στη μείωση της επικινδυνότητας και της πιθανότητας εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς. Σκοπός τους ήταν και είναι όχι μόνο η δημιουργία ιδανικού περιβάλλοντος που θα αποτρέπει την ανάφλεξη σε ένα δάσος, αλλά ακόμα και στην περίπτωση εκδήλωσής της να είναι σε θέση να προβούν σε ένα ορθά σχεδιασμένο πρόγραμμα κατάσβεσης. Συντάχθηκαν τα εξής σχέδια με σειρά προτεραιότητας:

- Αρ. 25 του Ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289/Α') για τη δημιουργία χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς.
- Π.Δ. 575/1980 (ΦΕΚ 157/Α') «Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικίνδυνων».
- Αρ. 1 της ΚΥΑ 12030 φ. 109.1/1999 για τον καθορισμό της αντιπυρικής περιόδου.
- Π.Δ. 9/2000 (ΦΕΚ Β' 1459/30-11-2000) «Κανονισμός ρύθμισης μέτρων για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές εκτάσεις».
- Υ.Δ. 1299/2003 (ΦΕΚ 423 Β'/10-04-2003) για το Γενικό Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας με τη συνθηματική λέξη «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ».
- Υ.Δ. 3384/2006 (ΦΕΚ 776/28-06-2006), με έγκριση του Ειδικού Σχεδίου «Διαχείριση Ανθρώπινων Απωλειών».
- Εγκύκλιος αρ. 1902/16-03-2010, για το σχεδιασμό και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών.
- Γενικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών Εξαιτίας Δασικών Πυρκαγιών, Ιούνιος 2010 (1η Έκδοση).



- Εγκύκλιος αρ. 2795/29-04-2011, για την απομάκρυνση των πολιτών για λόγους προστασίας από εξελισσόμενη ή επικείμενη καταστροφή, εξαιτίας δασικών πυρκαγιών.
- Γενικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών Εξαιτίας Δασικών Πυρκαγιών, Ιούνιος 2011 (2η Έκδοση).
- Εγκύκλιος αρ. 1521/21-03-2013, για το σχεδιασμό και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων λόγω δασικών πυρκαγιών.
- Εγκύκλιος αρ. 2729/24-05-2013, για τη δημιουργία χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς.
- Γενικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών Εξαιτίας Δασικών Πυρκαγιών, Ιούνιος 2013 (3η Έκδοση).
- Ν. 4280/2014 (ΦΕΚ 159/Α'), για την «περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση-βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών-ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις».

Η Γ.Γ.Π.Π. έκρινε απαραίτητη τη σύνταξη εγκυκλίων με θέμα το σχεδιασμό και τις δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών, κατά την αντιπυρική περίοδο του 2010 στη συνέχεια της έκδοσης του σχεδίου «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ» για την πρόληψη, διαχείριση και αντιμετώπιση από τις φυσικές καταστροφές. Εφαρμόστηκε με την Υ.Α. υπ' αριθμ. 1902/16-03-2010, η οποία χωρίζεται σε τέσσερα μέρη και αφορά:

1. Την εμπλοκή των φορέων σε αντιπυρικά έργα, δράσεις και μέτρα πρόληψης και ετοιμότητας.
2. Την εμπλοκή φορέων στην αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών, λόγω δασικών πυρκαγιών.
3. Τη σύνταξη μνημονίων ενεργειών από τις Περιφέρειες και τους ΟΤΑ, για την οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών σε περίπτωση έκτακτων αναγκών.
4. Την ενημέρωση για ολοκλήρωση του σχεδιασμού και ύπαρξη τυχόν προβλημάτων και δυσκολιών στην υλοποίησή του.

Το 2011 εκδόθηκε από τη Γ.Γ.Π.Π. εγκύκλιος με θέμα την έκδοση κατευθυντήριων γραμμών για την οργανωμένη και ασφαλή απομάκρυνση των πολιτών για λόγους προστασίας, από μια εξελισσόμενη ή επικείμενη καταστροφή. Ως κατευθυντήρια γραμμή

είχε την προστασία της ζωής και της υγείας των πολιτών από φυσικές, τεχνολογικές και λοιπές καταστροφές (Υ.Α.2795/29-04-2011).

Το 2013 εκδόθηκε αντίστοιχη εγκύκλιος για την εφαρμογή σχεδιασμού και δράσεων για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών (Υ.Α. 1521/21-03-2013), ενώ παράλληλα καθιερώθηκε την ίδια χρονιά η έκδοση ημερήσιου Χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς από την Γ.Γ.Π.Π. Ο χάρτης στόχευε στην ενημέρωση των φορέων που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών για τις περιοχές που το επόμενο 24ωρο υπάρχει μεγάλη επικινδυνότητα εκδήλωσης και εξάπλωσης πυρκαγιών. Ο Ημερήσιος Χάρτης Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη χαρτογράφηση κινδύνου (αρθ. 25 του Ν. 998/1979-ΦΕΚ 289 τευχ. Α.).

Τέλος, το 2015 εκδόθηκε ακόμα ένα σχέδιο, το υπ' αριθμ. 2195/03-04-2015 από την Γ.Γ.Π.Π., με σχεδιασμό δράσεων για την αντιμετώπιση των κινδύνων από τις δασικές πυρκαγιές. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο σχέδιο, τα δασικά οικοσυστήματα που θεωρούνται πιο ευαίσθητα και επιρρεπή στην εκδήλωση μιας πυρκαγιάς, είναι όσα εντοπίζονται στην παραλιακή, στη λοφώδη και στην υπό-ορεινή περιοχή και αποτελούνται από ενώσεις φρυγάνων, πευκοδάση αλλά και διαπλάσεις αειφύλλων πλατυφύλλων. Το υψόμετρο που εμφανίζονται συνήθως οι περισσότερες δασικές πυρκαγιές, είναι η ζώνη 0-600 μ. χωρίς ωστόσο να αποκλείονται μεγαλύτερα υψόμετρα (ορεινός όγκος), ειδικά στις περιπτώσεις που έχουν δημιουργηθεί ευνοϊκές συνθήκες για ανάφλεξη. Επιπλέον, σύμφωνα με το αρθ. 1 της ΚΥΑ 12030 φ. 109.1/1999, ως αντιπυρική περίοδος θεωρείται στην Ελλάδα η 1η Μαΐου μέχρι τη 31η Οκτωβρίου.

## 2.2. ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Η πρόληψη και η γρήγορη ανίχνευση των δασικών πυρκαγιών αποτελούν όχι μόνο τα ιδανικά, αλλά και τα πιο αποδοτικά μέτρα για τη διαχείρισή τους, σε σχέση βέβαια με τα στάδια της καταστολής και αποκατάστασης (Dimitrakopoulos and Mitsopoulos, 2006). Πρώτος και βασικός στόχος της αντιπυρικής προστασίας του δασικού και κατ' επέκταση του φυσικού περιβάλλοντος, είναι η πρόληψη. Η πρόληψη ξεκινάει με τη σε βάθος γνώση του προβλήματος, αφού η γνώση των αιτιών βοηθά στη λήψη προληπτικών μέτρων (Καϊλίδης & Καρανικόλα, 2004).

Επομένως, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών είναι ένα σύνολο ενεργειών, που πραγματοποιείται πριν από την έναρξη πυρκαγιών και αποσκοπεί:

- Στη μείωση ή εξάλειψη της πιθανότητας εκδήλωσης πυρκαγιών.
- Στη μείωση της ταχύτητας εξάπλωσης σε περίπτωση εκδήλωσής τους.
- Στη μείωση της έντασης κάθε πυρκαγιάς που εκδηλώνεται.
- Στη μείωση των καταστροφών σε περίπτωση πυρκαγιάς (τριμηνιαία έκδοση του ελληνικού γεωργικού οργανισμού – Δήμητρα, 2014).

Ορίζει επίσης και την ύπαρξη ενός μηχανισμού, που έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει άμεσα οποιαδήποτε δασική πυρκαγιά που πρόκειται να εκδηλωθεί, στέλνοντας τις απαραίτητες δυνάμεις ώστε να πραγματοποιηθεί άμεσα η καταστολή της πυρκαγιάς (Καϊλίδης & Καρανικόλα, 2004).

Σκοπός της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών, είναι η μείωση του ποσοστού των ανθρώπων που εξαιτίας τους προκαλούνται δασικές πυρκαγιές σε ορισμένες περιοχές, μειώνοντας παράλληλα και τη συχνότητα των πυρκαγιών. Συμπερασματικά, δεν έχει γίνει ακόμα ιδιαίτερα αντιληπτή η έννοια της πρόληψης και για το λόγο αυτό με υποστηρικτικά προγράμματα επιδιώκουν οι οργανώσεις να προβάλουν τα οφέλη, ώστε να αποφεύγονται τέτοιου είδους καταστροφές. Στόχος στον τομέα της πρόληψης, είναι να γίνουν απόλυτα κατανοητές οι αιτίες που οδήγησαν στην εκδήλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, με σκοπό να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα (Ξανθόπουλος, 2009).

### 2.2.1. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ - ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ.

Η ανίχνευση των Δασικών πυρκαγιών, περιέχει τόσο τον εντοπισμό μιας πυρκαγιάς όσο και την αναγγελία της στην αρμόδια αρχή. Η ανίχνευση μπορεί να υλοποιηθεί με τους επόμενους τρόπους:

- **Ανίχνευση πυρκαγιών από παρατηρητήρια:** Είναι τοποθετημένα σε συγκεκριμένες θέσεις μέσα στα δάση και σε κατάλληλες θέσεις με τη μεγαλύτερη εποπτεία.

- **Χρησιμοποίηση αεροπλάνων και ελικοπτέρων:** Συχνά τα μέσα αυτά χρησιμοποιούνται συνδυαστικά με τα παρατηρητήρια εδάφους (<https://moa.gov.cy/>).
- **Δορυφόροι:** Παρέχουν πληροφορίες για πυρκαγιές που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές και είναι αδύνατη η πρόσβαση, τόσο για τα αεροπλάνα όσο και για τα ελικόπτερα.
- **Ραντάρ:** Με τα ραντάρ μπορούν να διακριθούν οι περιοχές όπου πέφτουν κεραυνοί και ουσιαστικά είναι υπαρκτός ο κίνδυνος πυρκαγιάς.

Πρωταρχικός λοιπόν στόχος είναι ο άμεσος εντοπισμός της ακριβούς τοποθεσίας και της φωτιάς στη φάση της ανάφλεξης, για να ενημερωθούν γρήγορα τα σωστικά μέσα, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές που μπορεί να προκληθούν στο περιβάλλον, το οικοσύστημα ή στις ανθρώπινες ζωές, ενώ παράλληλα θα μειωνόταν και το κόστος της δασοπυρόσβεσης (Alkhatib, 2014). Έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια διάφορα συστήματα, με σκοπό τη μείωση και τον περιορισμό μιας δασικής πυρκαγιάς, καθώς και των αναμενόμενων επιπτώσεων που πιθανόν να προκύψουν. Σε περίπτωση που μια φωτιά είναι στο πρώτο της ακόμα στάδιο, έχει αυξημένες πιθανότητες για αποτελεσματική κατάσβεση και περιορισμό των καταστροφών, ειδικά την περίοδο του καλοκαιριού που η θερμοκρασία αυξάνεται επικίνδυνα (Martell, 2001).

Τα συστήματα ανίχνευσης της φωτιάς στα δάση ποικίλουν και ο έλεγχος γίνεται από *παρατηρητές*, τόσο υπό μορφή **περιπολιών** ή **πύργων παρακολούθησης** όσο και από *αεροφωτογραφίες* ή *δορυφορικά μέσα*. Η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και έχουν δημιουργηθεί νέα συστήματα παρακολούθησης και ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών, όπως είναι για παράδειγμα οι **οπτικές κάμερες με αισθητήρες** (Alkhatib, A., 2014). Τα εθνικά μεσογειακά συστήματα *ανίχνευσης* και *παρακολούθησης*, στηρίζονται σε επανδρωμένα και κινητά μέσα ή σταθμούς, ενώ σε πολλές χώρες παγκοσμίως, τα συστήματα λειτουργούν αυτόματα μέσω υπέρυθρων αισθητήρων και τηλεπισκοπικών μέσων. Κατά τη φάση της ανίχνευσης μιας πυρκαγιάς, είναι απαραίτητη και η δημιουργία ειδικών χαρτών αξιολόγησης του κινδύνου εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, χάρη στη χρήση μετεωρολογικών και άλλων δεδομένων. Έτσι, το μοντέλο συμπεριφοράς της πυρκαγιάς προσομοιώνεται και προκύπτουν τελικά οι δείκτες

κινδύνου, με στόχο την καλύτερη διαχείριση της πυρκαγιάς (Dimitrakopoulos and Mitsopoulos, 2006).

### 2.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Ο προκατασταλτικός σχεδιασμός, καθώς και η λήψη των μέτρων σχετίζονται άμεσα με τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών, τόσο στη φάση της πρόληψης ώστε να προλαμβάνεται η ανάφλεξη και η διάδοση μιας δασικής πυρκαγιάς όσο και στη φάση καταστολής και αντιμετώπισης, όπως και της αποκατάστασης των πυρόπληκτων δασικών οικοσυστημάτων. Στην Ευρώπη, υπάρχουν πολλές χώρες στις οποίες ακολουθούνται λανθασμένες πολιτικές, διότι επικεντρώνονται σε μεγάλο βαθμό στην καταστολή των πυρκαγιών και αγνοούν το βασικό ρόλο της διαχείρισης της καύσιμης ύλης (Gabban et al., 2008).

Ως διαχείριση δασικών πυρκαγιών αναφέρονται χαρακτηριστικά «οι δραστηριότητες, που αφορούν την ασφάλεια των ανθρώπων, των ιδιοκτησιών και των δασικών περιοχών από τις δασικές πυρκαγιές και τη χρήση προδιαγεγραμμένης καύσης για τη διαχείριση του δάσους και των υπόλοιπων χρήσεων γης, ακολουθώντας μια κατάσταση που λαμβάνει υπόψη περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια». Η σωστή και αποτελεσματική διαχείριση βασίζεται σε διάφορα στοιχεία, όπως η πρόληψη, η ανίχνευση, η (προ)καταστολή και η αποκατάσταση. Κάθε ένα από τα προηγούμενα στοιχεία, είναι το ίδιο σημαντικά και αλληλεξαρτώνται μεταξύ τους. Στο αρχικό στάδιο που έχουμε την πρόληψη και την ανίχνευση της πυρκαγιάς, αξιολογείται το πόσο ευπαθές είναι το έδαφος. Με τη χαρτογράφηση μέσω του GIS, είναι δυνατόν να διακριθούν ποιες περιοχές είναι πιο ευάλωτες στις πυρκαγιές και σε ποιες ακριβώς χρονικές περιόδους (Gabban et al., 2008).

Το επόμενο στάδιο που είναι το (προ)κατασταλτικό, επικεντρώνεται κυρίως στη σωστή και αποτελεσματική αξιοποίηση των μέσων κατάσβεσης και των πόρων, όπως και στη δημιουργία κατάλληλων προϋποθέσεων ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις, ενώ μετά από ένα τέτοιο γεγονός όπως είναι η πυρκαγιά, απαιτείται αποκατάσταση του κατεστραμμένου τοπίου, όπου θα οδηγήσει και στη σταδιακή ανάκαμψή του. Ως

αναπόσπαστο τμήμα του σχεδιασμού του τοπίου, είναι αναγκαίο να θεωρείται η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στις περιοχές που εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο ανάφλεξης (Gabban et al., 2008).

Η καύσιμη ύλη αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στη συμπεριφορά της πυρκαγιάς, αφού η σωστή διαχείριση της καύσιμης ύλης, αλλά και της βιομάζας συνεπάγεται σωστό σχεδιασμό και εφαρμογή ώστε να αυξάνεται το όριο των καιρικών συνθηκών, στο οποίο η καταστολή μιας πυρκαγιάς σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή είναι αποτελεσματική. Υπάρχουν τρεις βασικές στρατηγικές, που μπορούν να εφαρμοστούν για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών και συγκεκριμένα της καύσιμης ύλης, όπως είναι η απομόνωση της καύσιμης ύλης (η αποτελεσματική λειτουργία της οφείλεται στη δημιουργία λωρίδων από εκτάσεις χωρίς βλάστηση), η διαφοροποίησή της (βασίζεται στη δημιουργία ενός μωσαϊκού τοπίου από επεμβάσεις στους ιδιαίτερα εύφλεκτους τύπους βλάστησης) στο εύρος της έκτασης της εκάστοτε περιοχής και η μετατροπή του τύπου της (με τη διαδικασία αυτή γίνεται αντικατάσταση των επικίνδυνων τύπων βλάστησης με άλλους λιγότερο εύφλεκτους, που αποδεδειγμένα επηρεάζουν την ελάττωση μιας δασικής πυρκαγιάς) (Rigolot et al., 2009).

Εκτός όμως από αυτήν την οπτική πλευρά, η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών περιέχει και άλλα συστήματα, που αποσκοπούν στη μείωση του αριθμού των ατόμων που πλήττονται από πυρκαγιές, μέσω της προώθησης συστημάτων πυρανίχνευσης. Αυτά τα συστήματα εντοπίζουν τις δασικές πυρκαγιές που είναι στο πρώτο στάδιο της ανάφλεξης, για να μην επιτρέψουν την διάδοσή τους και την καταστροφή μεγάλων εκτάσεων. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά βοηθούν στη διαχείριση και έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο για να ελαχιστοποιούν τη ζημιά που προκαλείται από τέτοιες καταστάσεις. Τέλος, αυτά τα συστήματα είναι σχεδιασμένα ώστε να λαμβάνουν αποφάσεις, επιτρέποντας όμως την πρόκληση πυρκαγιών σε δάση, ελεύθερα ή με περιορισμένη κατασταλτική δράση, όπου κρίνεται πως αυτή η δράση μπορεί να αποδώσει θετικά οφέλη (Martell, 2001).

## 2.4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Σε περίπτωση που η πυρκαγιά εντοπιστεί εγκαίρως, τότε η κατάσβεσή της μπορεί να γίνει με **άμεση προσβολή**, δηλαδή με απευθείας κατάσβεση με νερό, επιβραδυντικές χημικές ουσίες και μηχανικά μέσα. Σε πυρκαγιές μεγαλύτερης έντασης, η φωτιά είναι ιδιαίτερα δύσκολα να προσεγγιστεί, οπότε χρησιμοποιείται **η παράλληλη μέθοδος**. Σε αυτή, κατασκευάζονται παράλληλες με την πυρκαγιά αντιπυρικές γραμμές, οι οποίες αποτελούν λωρίδες με μειωμένη ποσότητα καύσιμης ύλης, που ως στόχο έχουν την επιβράδυνση της φωτιάς και την μείωση της έντασής της, ώστε να γίνει δυνατή στη συνέχεια η άμεση προσβολή της (Χατζηγεωργίου, 2011). Σε μεγάλες δασικές πυρκαγιές, όπως αυτή στην Πελοπόννησο το καλοκαίρι του 2007, χρησιμοποιείται **η έμμεση μέθοδος κατάσβεσης**. Οι δυνάμεις πυρόσβεσης, αποσύρονται κατά μήκος των δρόμων και η ενδιάμεση βλάστηση αφήνεται να καεί. Σε αυτή την κατηγορία, ανήκει και **η μέθοδος του αντιπυρός**. Σε αυτή την περίπτωση μία έκταση καίγεται υπό έλεγχο, ώστε όταν πλησιάσει η φωτιά να μην συναντήσει καύσιμη ύλη (Χατζηγεωργίου, 2011).

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω, η κατάσβεση μιας πυρκαγιάς είναι μία δύσκολη και επίπονη διαδικασία, η επιτυχία της οποίας εξαρτάται από πολλούς και αστάθμητους παράγοντες. Συμπερασματικά, η αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης εξαρτάται κυρίως, από την *πρόληψη* και την *εξασφάλιση* εκείνων των συνθηκών, που θα επιτρέψουν τον έγκαιρο εντοπισμό και την άμεση κατάσβεση (WWF Ελλάς, 2007).

Οι καταστροφές όμως δεν περιορίζονται αποκλειστικά και μόνο στις δασικές εκτάσεις, αλλά συχνά επεκτείνονται σε γειτονικές αγροτικές καλλιέργειες και οικισμούς, προξενώντας σημαντικές καταστροφές και σε αρκετές περιπτώσεις απώλεια ανθρώπινων ζώων (WWF Ελλάς, 2007).

### *2.4.1. ΠΡΟΚΑΤΑΣΤΟΛΗ – ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ.*

Η διαχείριση των φυσικών καταστροφών, στις οποίες εντάσσονται και οι δασικές πυρκαγιές, έχει ως στόχο εκτός από την πρόληψη και την ανίχνευση, τον προ-κατασταλτικό σχεδιασμό των δασικών πυρκαγιών. Όταν λοιπόν συμβεί ένα τέτοιο γεγονός, θα αναπτυχθεί σύμφωνα με τα μέτρα του προ-κατασταλτικού σχεδιασμού και η

καταστροφή δε θα ξεπεράσει τα όρια του μηχανισμού καταστολής (Πυρίντσος, 2007). Εκτός από τον όρο της καταστολής, χρησιμοποιείται και αυτός της προ-καταστολής (presuppression) (Martell, 2001). Όλες εκείνες οι ενέργειες που πραγματοποιούνται πριν από την εκδήλωση των πυρκαγιών και αποσκοπούν στην ύπαρξη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού, ώστε να εντοπιστεί άμεσα η φωτιά και να φτάσουν τα μέσα κατάσβεσης, υπάγονται στις προ-κατασταλτικές δραστηριότητες (Ξανθόπουλος, 2009).

Εκτός από την προ-καταστολή, υπάρχει και η φάση της καταστολής μιας πυρκαγιάς και εφαρμόζεται στην περίπτωση όπου μια δασική πυρκαγιά έχει ξεσπάσει και από τη στιγμή που έχει εντοπιστεί, συνεχίζει να αναπτύσσεται και να αυξάνεται η έντασή της, μέχρι τη στιγμή που θα τεθεί υπό πλήρη έλεγχο. Το πόσο αποτελεσματικές θα είναι οι δυνάμεις αντιμετώπισης αυτής της κατάστασης εξαρτάται, από το πόσο γρήγορα οι δυνάμεις αυτές θα φτάσουν στη θέση της φωτιάς, από το είδος της καύσιμης ύλης και το έδαφος της περιοχής, αλλά και από τη συμπεριφορά της φωτιάς (Martell, 2001).

Υπάρχουν διάφοροι φορείς με αλληλένδετες ευθύνες, που εμπλέκονται στην προστασία των ελληνικών δασών και οι φορείς αυτοί περιλαμβάνουν (WWF, 2010): τη Δασική Υπηρεσία, την Πυροσβεστική Υπηρεσία, τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Οργανισμούς Τοπικής Κυβέρνησης, Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, τη Γενική Διεύθυνση Δασών, την Ελληνική Αστυνομία, το Υπουργείο Εξωτερικών, Εθελοντές και Μη Κερδοσκοπικές Οργανώσεις (Christopoulou, 2011).

Η **Δασική Υπηρεσία** είναι υπεύθυνη για την πρόληψη των πυρκαγιών (π.χ. συντήρηση δασικών οδικών δικτύων, αραίωση βλάστησης, καθαρισμός λωρίδας πυρκαγιάς) και την αποκατάσταση του οικοσυστήματος (χαρτογράφηση καμένων περιοχών, έκδοση πράξεων αναδάσωσης όπου υπάρχει προστασία και είναι απαραίτητη η αποκατάσταση των καμένων δασών) (Christopoulou, 2011).

Η **Πυροσβεστική Υπηρεσία** είναι υπεύθυνη για τις προετοιμασίες καταστολής πυρκαγιών (π.χ. οργάνωση πυροσβεστικών σταθμών, πρόσληψη και διανομή εποχιακού προσωπικού, εκπαίδευση προσωπικού και εθελοντών, παρακολούθηση για επανενεργοποίηση της φωτιάς). Οι φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών, είναι υπεύθυνοι για την προετοιμασία σχεδίων διαχείρισης για τις περιοχές και για το



σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων προστασίας και αποκατάστασης καμένων προστατευόμενων περιοχών (Christopoulou, 2011).

## 2.5. ΕΡΓΑΛΕΙΑ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

### **ΦΟΡΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.**

Τα φορητά εργαλεία (κτυπήματος, κοπής, υδροφόρα, πυρπολικά κ.α.), είναι όλα αυτά που χρησιμοποιούν οι Πυροσβέστες για την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς (Πύραρχος Διονύσιος Βορίσης).

### **ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.**

Ποικίλουν οι τύποι των πυροσβεστικών οχημάτων, αφού με αυτά μεταφέρονται εργαλεία και προσωπικό κοντά στο μέτωπο της πυρκαγιάς. Επίσης, αρκετά αποτελεσματικά είναι και τα οχήματα αυτά, που έχουν κατασκευαστεί ώστε να κινούνται σε ανώμαλα εδάφη, με βασικό όμως μειονέκτημα τη μικρή ποσότητα μεταφερόμενου νερού, περίπου 1 με 2 ton. Τα οχήματα αυτά, για να αντισταθμιστεί αυτό το μειονέκτημα, θα πρέπει να υποστηρίζονται από οχήματα, που μεταφέρουν μεγαλύτερες ποσότητες νερού.

### **ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΑ.**

Τα εναέρια μέσα για τη καταστολή πυρκαγιών, χρησιμοποιούνται για τη ρίψη νερού ή επιβραδυντικού στην πυρκαγιά, αλλά και για τη μεταφορά προσωπικού, εργαλείων και μέσων στον τόπο της πυρκαγιάς. Τα πιο βασικά εναέρια μέσα πυρόσβεσης στην Ελλάδα είναι:

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

**ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ.**

Τα χωματουργικά μηχανήματα (γεωργικοί ελκυστήρες), είναι αρκετά χρήσιμα για την κατασκευή ή τη συντήρηση των αντιπυρικών ζωνών στη διάρκεια μιας πυρκαγιάς.

**ΚΑΤΑΣΒΕΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.**

Τα πιο συνηθισμένα κατασβεστικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών είναι το χώμα, το νερό, οι επιβραδυντές, τα διαβρεκτικά, οι πυροσβεστικοί αφροί χαμηλής διόγκωσης κ.α. (Βορίσης Δ., 2004).

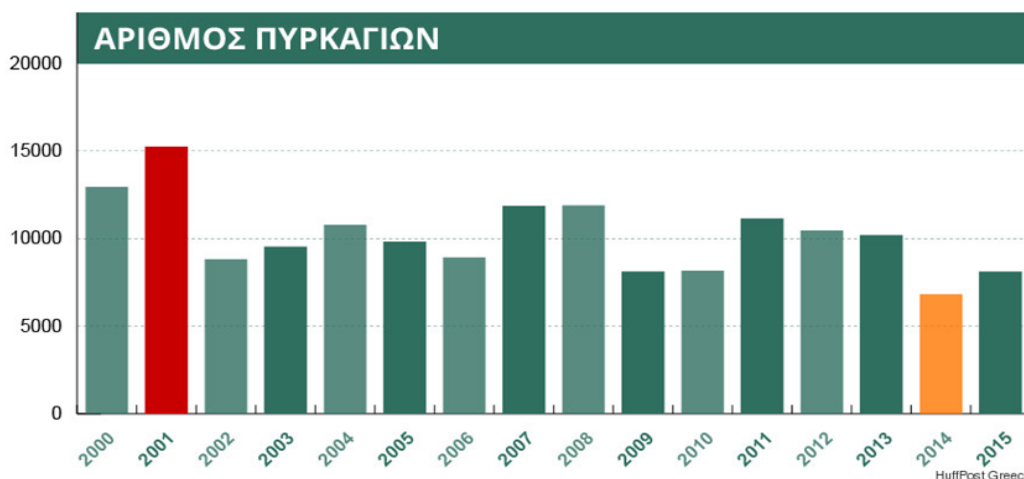
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των καμένων εκτάσεων στην Ελλάδα από το 2000 έως το 2015. Είναι εμφανής η καταστροφική χρονιά το 2007, με τον αριθμό των καμένων εκτάσεων να ξεπερνά τα 2.500.000 στρέμματα, βάζοντας τέλος με τον πλέον τραγικό τρόπο σε όποια χαραμάδα αισιοδοξίας είχε αρχίσει να διαφαίνεται.



Γράφημα 3.1: Σύνολο καμένων εκτάσεων ανά έτος από το 2000 - 2015 (Μαυραγάνης, 2016).

Στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που προκλήθηκαν στη χώρα μας από το 2000 έως το 2015.



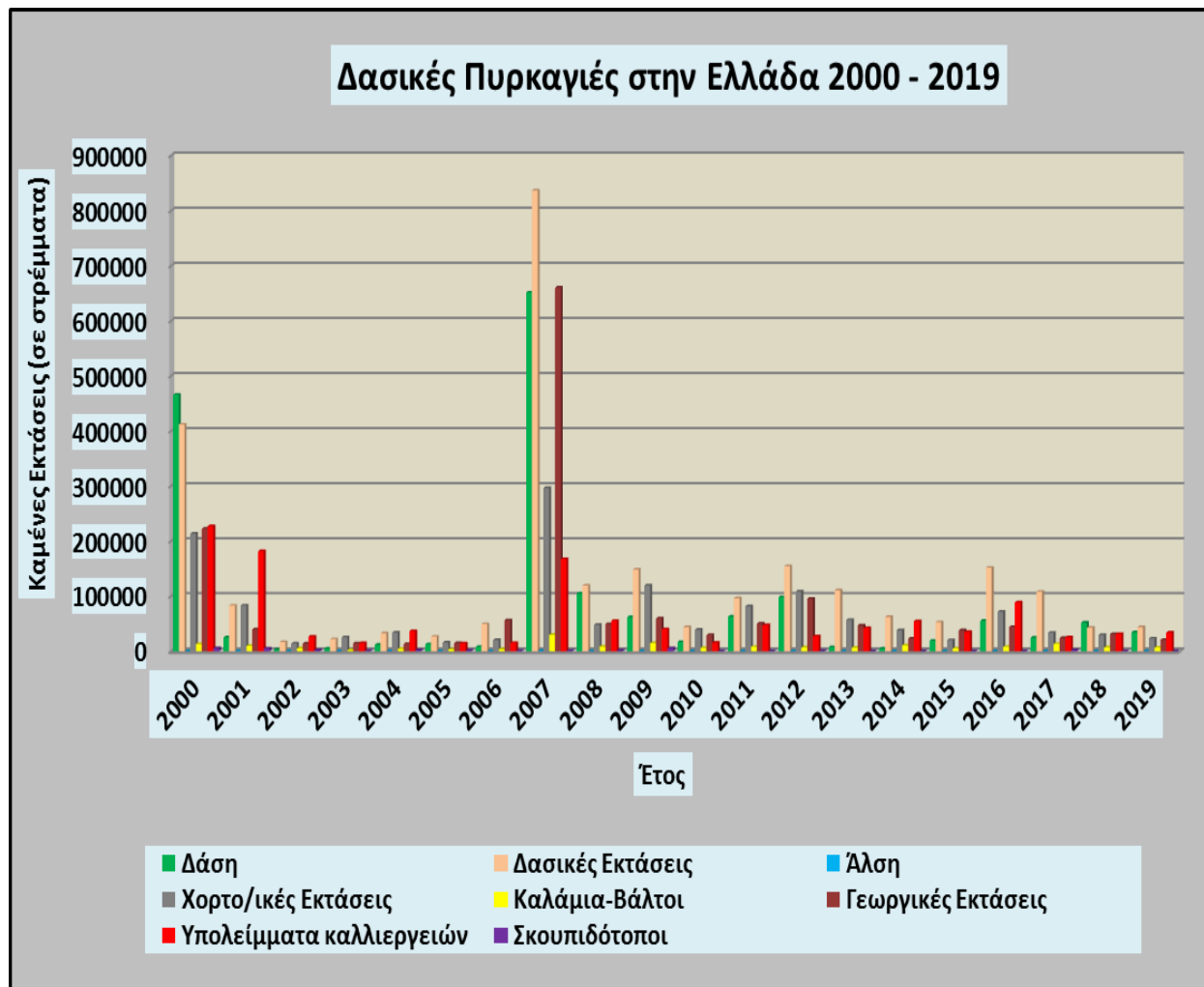
Γράφημα 3.2: Σύνολο πυρκαγιών ανά έτος από το 2000 - 2015 (Μαυραγάνης, 2016).

Στον παρακάτω **πίνακα** παρουσιάζονται οι κατηγορίες και ο αριθμός των καμένων εκτάσεων που επλήγησαν από δασικές πυρκαγιές από το 2000 έως και το 2019 στην Ελλάδα (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).

<b>ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 2000 - 2019 ΚΑΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ (σε στρέμματα)</b>								
Έτη	Δάση	Δασικές Εκτάσεις	Άλση	Χορτο/ικές Εκτάσεις	Καλάμια-Βάλτοι	Γεωργικές Εκτάσεις	Υπολείμματα καλλιεργειών	Σκουπ/τοποι
2000	465771	411667	263	213742	13026	222709	227215	5428
2001	25215	83039	384	83123	9863	39740	181539	5168
2002	2952	16765	55	13994	5417	14019	26495	2048
2003	4906	22105	165	25428	1993	14537	14670	961
2004	11729	32664	75	33882	4332	13320	36563	2007
2005	12640	26632	38	15753	3237	14811	14405	1218
2006	7937	49387	59	20493	3549	56339	14979	1042
2007	651586	836875	644	296190	29766	660357	167539	1127
2008	105014	119277	137	47968	8399	49375	55187	1457
2009	61700	148499	87	119289	14585	59690	39902	5409
2010	16653	43734	40	39171	5843	29520	15279	559
2011	62842	96323	29	81612	8106	50214	47190	487
2012	98160	154410	56	108537	7035	95389	27155	639
2013	7501	110588	45	56971	6672	46814	41942	386
2014	4838	62301	34	38040	10580	22855	54290	255
2015	19124	52806	42	20225	5085	37952	35227	397
2016	55270	151686	257	71750	7963	44050	88702	334
2017	24546	108210	281	33544	13328	24005	25217	2193
2018	51870	42653	69	29367	7039	31149	31176	492
2019	34622	43729	14	23054	6760	20565	33840	175

*Πίνακας 3.1: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ «2000 - 2019».*

Στο παρακάτω **γράφημα** παρουσιάζονται οι καταστροφές που προκλήθηκαν από τις δασικές πυρκαγιές στη χώρα μας από το 2000 έως και το 2019 και ο αριθμός των καμένων εκτάσεων ανά κατηγορία (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).



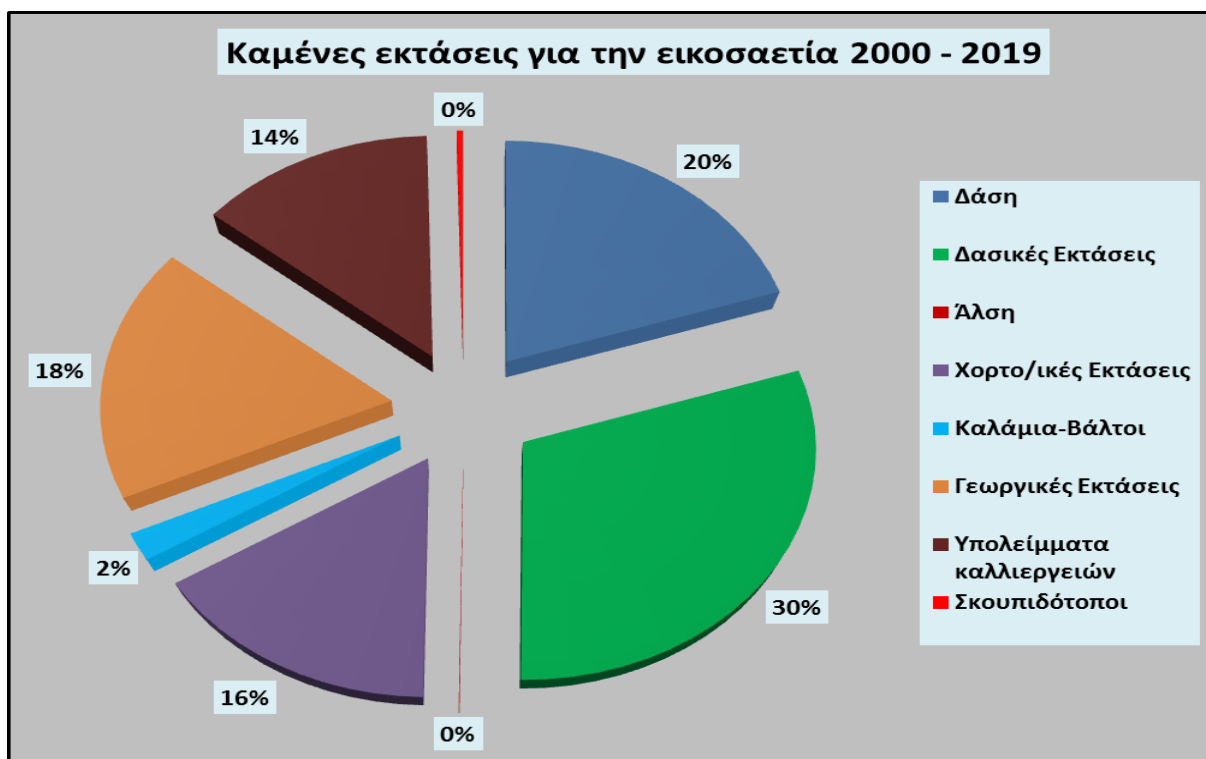
Γράφημα 3.3: ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ «2000 - 2019».

Στον επόμενο **πίνακα** παρουσιάζονται συνολικά οι καμένες εκτάσεις (σε στρέμματα) ανά κατηγορία, εξαιτίας των δασικών πυρκαγιών στην χώρας μας την εικοσαετία 2000 - 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).

Συνολικά καμένες εκτάσεις (σε στρέμματα) στην εικοσαετία "2000 - 2019"	
Δάση	1724876
Δασικές Εκτάσεις	2613350
Άλση	2774
Χορτο/ικές Εκτάσεις	1372133
Καλάμια-Βάλτοι	172578
Γεωργικές Εκτάσεις	1547410
Υπολείμματα καλλιεργειών	1178512
Σκουπιδότοποι	31782

Πίνακας 3.2: Καμένες εκτάσεις στην εικοσαετία «2000 - 2019».

Στο παρακάτω **γράφημα** παρουσιάζονται σε ποσοστιαίες μονάδες ανά κατηγορία, οι καταστροφές που προκλήθηκαν από τις πυρκαγιές στην Ελλάδα από το 2000 έως και το 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).



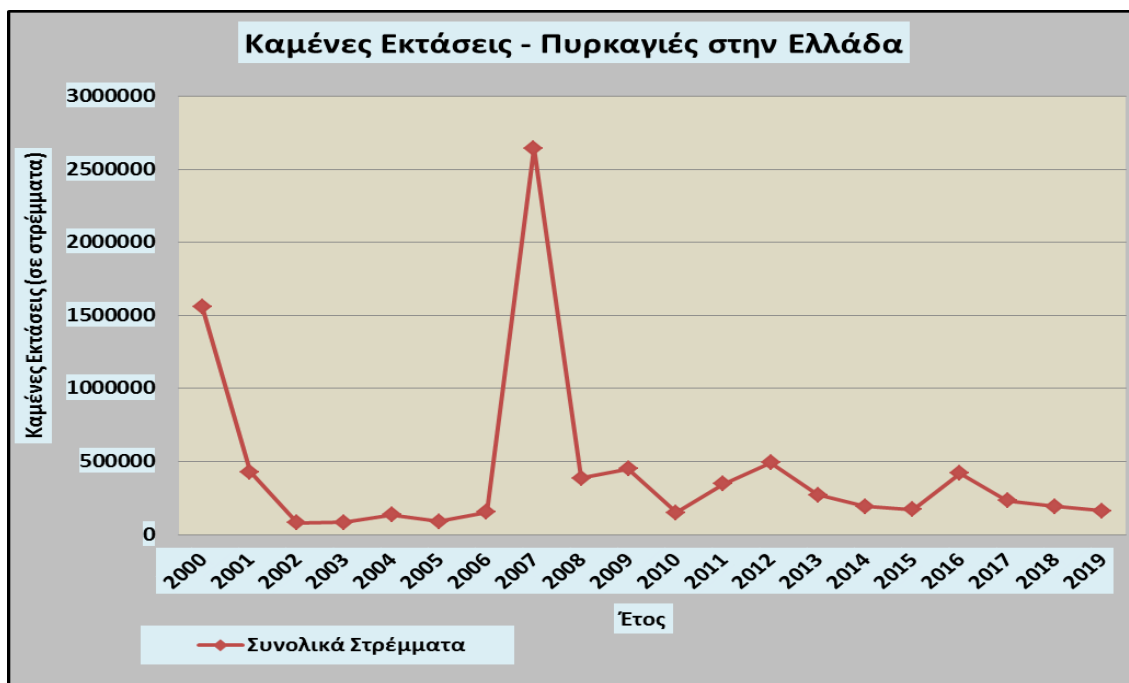
Γράφημα 3.4: Καμένες εκτάσεις στην εικοσαετία «2000 - 2019».

Στον παρακάτω **πίνακα** παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των στρεμμάτων που καταστράφηκαν ανά έτος από τις πυρκαγιές στη χώρας μας την εικοσαετία 2000 - 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).

Καμένες Εκτάσεις από Πυρκαγιές στην Ελλάδα από το 2000 έως το 2019			
Έτη	Συνολικά Στρέμματα	Έτη	Συνολικά Στρέμματα
2000	1559821	2010	150799
2001	428071	2011	346803
2002	81745	2012	491381
2003	84765	2013	270919
2004	134572	2014	193193
2005	88734	2015	170858
2006	153785	2016	420012
2007	2644084	2017	231324
2008	386814	2018	193815
2009	449161	2019	162759

Πίνακας 3.3: Συνολικά Καμένες Εκτάσεις από Πυρκαγιές στην Ελλάδα «2000 - 2019».

Στο παρακάτω **γράφημα** παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των στρεμμάτων που καταστράφηκαν ανά έτος από τις πυρκαγιές στη χώρας μας την εικοσαετία 2000 - 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).



Γράφημα 3.5: Συνολικά Καμένες Εκτάσεις από Πυρκαγιές στην Ελλάδα «2000 - 2019».

Στον παρακάτω **πίνακα** παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που προκλήθηκαν ανά έτος στη χώρας μας την εικοσαετία 2000 - 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).

Αριθμός Πυρκαγιών στην Ελλάδα 2000 - 2019			
Έτη	Αριθμός Πυρκαγιών	Έτη	Αριθμός Πυρκαγιών
2000	12958	2010	8179
2001	15247	2011	11144
2002	8835	2012	10458
2003	9539	2013	10196
2004	10798	2014	6834
2005	9827	2015	8118
2006	8925	2016	10263
2007	11868	2017	10356
2008	11908	2018	8006
2009	8124	2019	9500

Πίνακας 3.4: Αριθμός Πυρκαγιών στην Ελλάδα «2000 - 2019»

Στο επόμενο **γράφημα** παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που προκλήθηκαν ανά έτος στη χώρας μας την εικοσαετία 2000 - 2019 (<https://www.fireservice.gr/el>, Ιδία επεξεργασία).



Γράφημα 3.6: Αριθμός Πυρκαγιών στην Ελλάδα «2000 - 2019».



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

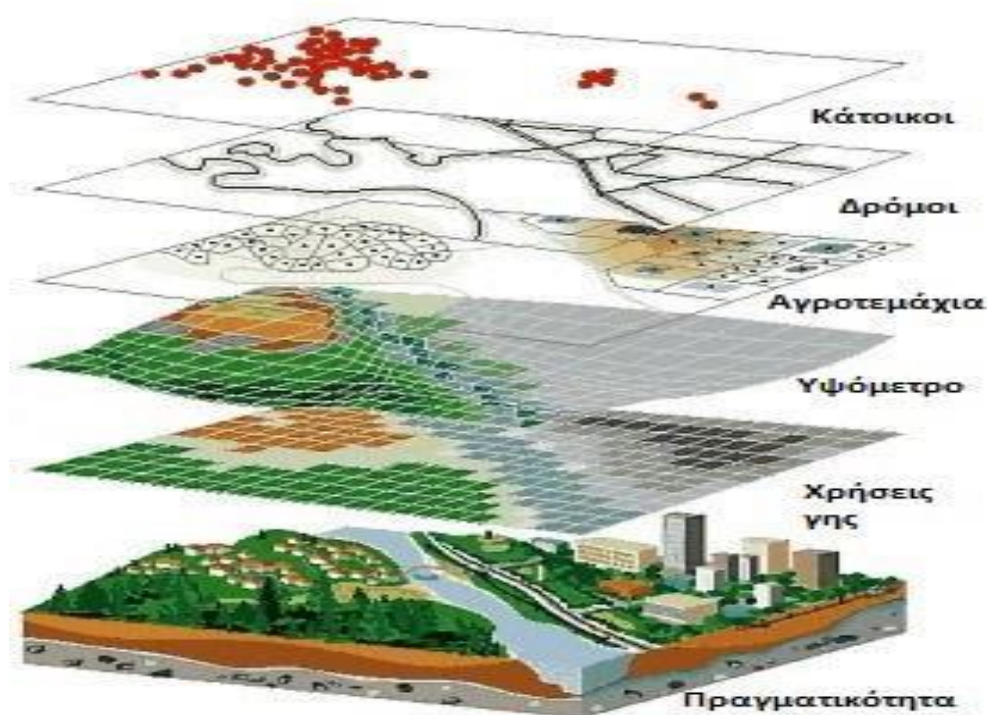
### 4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ - ΜΕΣΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ.

Τα τελευταία 30 και πλέον χρόνια, η βάση ανάπτυξης και λειτουργίας ενός πληροφοριακού συστήματος είναι οι δομές επικοινωνίας και τεχνολογίας που διαμορφώνονται σε ένα κοινωνικό σύνολο, πράγμα που οφείλεται στην ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα συστατικά στοιχεία του συστήματος αυτού είναι η ροή των πληροφοριών, η επικοινωνία και το internet. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή δεδομένων, τα οποία στην συνέχεια μπορούν να συλλεχθούν και να αναλυθούν από κάποιον χρήστη. Μία ακόμη διάσταση είναι η χωρική, που προϋποθέτει την εύρεση λύσεων σχετικών με την αντιμετώπισή της, αναπτύσσεται παράλληλα με τις απαιτήσεις από τη μεριά των χρηστών, σε επίπεδο οικονομίας και κοινωνίας. Για να παραχθεί ένας μεγάλος όγκος δεδομένων που απαιτούν λύσεις, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα σύστημα το οποίο θα λειτουργεί αποτελεσματικά, έχοντας παράλληλα την δυνατότητα να διαχειρίζεται και να επεξεργάζεται χωρικά δεδομένα. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών, το οποίο λειτουργεί στην κοινωνία αφού πρώτα ενταχθεί σε ένα δίκτυο. Ο παραπάνω όρος αποτελεί απόδοση της αγγλικής ορολογίας Geographical Information Systems (G.I.S.), εντάσσεται στον τομέα της «Γεωπληροφορικής» και περιλαμβάνει όλα τα τεχνολογικά δεδομένα χωρικού χαρακτήρα που μπορεί να βρει κανείς. Με την χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών οι χρήστες μπορούν να καταγράψουν, να διαχειριστούν, να αποθηκεύσουν, να επεξεργασθούν, να αναλύσουν και να αξιολογήσουν την χαρτογραφική απόδοση δεδομένων του γεωγραφικού χώρου (Μανιάτης, 1993).

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί όσον αφορά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ή αλλιώς G.I.S. (Geographical Informations Systems) ή Συστήματα Πληροφοριών Γης (ΣΠΓ). Ένας σχετικά ευρύς ορισμός αναφέρει πως, «ΓΣΠ είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης» (Goodchild, 1987). Εκείνον τον ορισμό όμως, που αποδέχεται περισσότερο η επιστημονική κοινότητα για τα Γεωγραφικά Συστήματα

Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι ο εξής: «Ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ), ορίζεται εκείνο «το πληροφοριακό σύστημα, το οποίο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επεξεργάζεται δεδομένα, τα οποία αναφέρονται με χωρικές ή γεωγραφικές συντεταγμένες. Ένα ΓΣΠ αποτελείται από ένα σύστημα στήριξης βάσεων δεδομένων, με συγκεκριμένες δυνατότητες για χωρικά αναφορικά δεδομένα και από ένα σύστημα λειτουργιών επεξεργασίας και απόδοσης των δεδομένων αυτών» (Burrough, 1986; Κουτσόπουλος, 1990; Star and Estes, 1990).

Μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, αλλάζει ριζικά ο τρόπος που οι άνθρωποι και η κοινωνία γενικότερα επιλύει προβλήματα χωρικού χαρακτήρα. Αυτό συμβαίνει διότι αντί να εστιάζουν στους λόγους ύπαρξης και στην φύση ενός προβλήματος, ασχολούνται περισσότερο με τα χωρικά του χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το ακριβές σημείο που εμφανίστηκε.

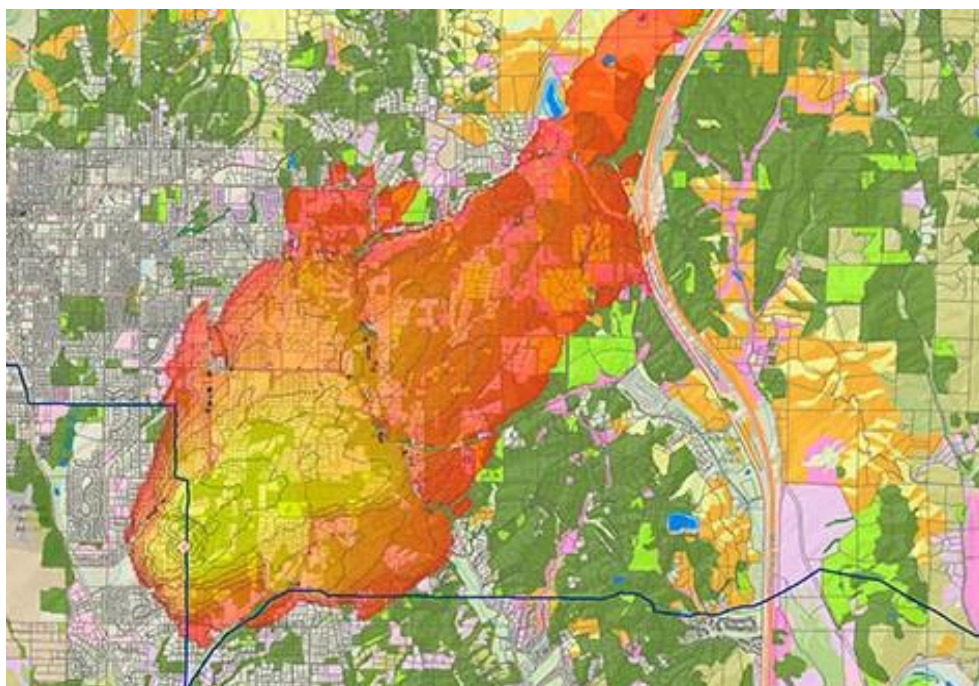


Εικόνα 4.1: Δεδομένα με χωρική πληροφορία που συνθέτουν μια πραγματικότητα.

Οι μηχανισμοί που διέπουν τις σύγχρονες πόλεις, μ' αυτό τον τρόπο γίνονται κατανοητοί, δίνοντας παράλληλα μια χωρική και χρονική υπόσταση στα διάφορα γεγονότα που διαδραματίζονται σε αυτές. Τα γεγονότα αυτά πολλές φορές σχετίζονται με φυσικά ή ανθρωπογενή φαινόμενα όπως οι φυσικές καταστροφές ή ειδικότερα οι πυρκαγιές, οι οποίες φυσικά ανήκουν στην κατηγορία των χωρικών ή γεωγραφικών δεδομένων (Καϊμάρης & Καρανικόλας, 2014).

Ένα πολύ σημαντικό εργαλείο με καθοριστική σημασία στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, αλλά και των φυσικών καταστροφών, είναι αναμφίβολά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Με την βοήθεια μιας ψηφιακής πλατφόρμας που απεικονίζει περιεχόμενο του GIS, παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα να αναλύσουν και να μοντελοποιήσουν το γεωγραφικό ανάγλυφο με αυτοματοποιημένο τρόπο, μελετώντας έτσι καλύτερα τα διάφορα φαινόμενα (Goodchild, 1987). Απώτερος σκοπός των συγκεκριμένων συστημάτων πληροφοριών, είναι να υποστηρίξουν την λειτουργία ενός συστήματος λήψης αποφάσεων αναφορικά με τις φυσικές καταστροφές, βοηθώντας στην διαχείριση, στην πρόβλεψη, στην εκτίμηση και αποκατάσταση ζημιών, στην προστασία, και στην ενημέρωση σχετικά με αυτά τα φαινόμενα (Κόγιου, 2012).

Υπάρχουν ειδικά χωρικά δεδομένα που προέρχονται είτε από τις αρμόδιες υπηρεσίες είτε από δορυφορικές πηγές, τα οποία θεωρούνται ότι επηρεάζουν περισσότερο τις διαστάσεις του φαινομένου των πυρκαγιών, όπως είναι η εκκίνηση και διάδοσή τους. Το είδος αυτών των δεδομένων σχετίζεται με φυσικούς παράγοντες όπως: οι τύποι της καύσιμης ύλης και τα χαρακτηριστικά τους ως προς την εκτιμώμενη συμπεριφορά της πυρκαγιάς, η τοπογραφία όπως το υψόμετρο, η κλίση και η έκθεση του εδάφους, αλλά και με ανθρωπογενείς παράγοντες όπως η εγγύτητα/γειτνίαση με το οικιστικό και οδικό δίκτυο (Dong et al., 2006; Jaiswal et al., 2002; Power, 2006; Sakellariou et al., 2015).



Εικόνα 4.2: Προσομοίωση της συμπεριφοράς της δασικής πυρκαγιάς μέσω των ΓΣΠ.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν το χρησιμότερο εργαλείο για την διαχείριση πληροφοριών γεωχωρικού χαρακτήρα, οι οποίες σχετίζονται με δασικές πυρκαγιές. Από τις εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών που υπάρχουν, οι σημαντικότερες είναι εκείνες που ασχολούνται με την σχεδίαση των χαρτών κινδύνου, την γραφική αναπαράσταση των πυρκαγιών (που είναι πολύ σημαντική για την διαχείρισή τους), και την κατανομή πόρων. Σε ένα τέτοιο σύστημα υπάρχουν αρκετά επίπεδα πληροφοριών, στα οποία συμπεριλαμβάνονται το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM – Digital Elevation Model) και ο δείκτης ευφλεκτότητας με τα μοντέλα διαχείρισης πυρκαγιάς. Η πολυπλοκότητα των μοντέλων αυτών ποικίλει, με τα απλά να έχουν λίγες παραμέτρους και να υλοποιούνται πολύ εύκολα ακόμη και χωρίς την βοήθεια ενός συστήματος πληροφοριών, χωρίς ωστόσο να διασφαλίζεται η αξιοπιστία τους (Asenona, 2018; Akayetal, 2017; Teodoro, 2013). Όσον αφορά τα πιο περίπλοκα μοντέλα, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται σε αυτά συνήθως δεν περιλαμβάνουν ενημερωμένες και επαρκείς πληροφορίες, με αποτέλεσμα να υπονομεύεται η αξιοπιστία τους, παρόλα τα εκτενή χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς που χρησιμοποιούν. Συνεπώς, σκοπός είναι να επιλεγθεί το καταλληλότερο κατά περίπτωση μοντέλο, το οποίο δεν θα είναι πολύ

περίπλοκο, αλλά συγχρόνως θα περιλαμβάνει και έναν ικανοποιητικό αριθμό παραμέτρων (Chuniesco, 1996; Eugenio, 2016).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, δίνουν την δυνατότητα σε όσους ασχολούνται με την διαχείριση δασικών πυρκαγιών, να διαχειρίζονται καλύτερα την καύσιμη ύλη, να κατασβήνουν πιο σύντομα την φωτιά και κατά συνέπεια να προλαμβάνουν την καταστροφή. Αυτό επιτυγχάνεται με την σχεδίαση προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας, τα οποία περιλαμβάνουν σημαντικές πληροφορίες και χάρτες σε βάσεις δεδομένων, που ανανεώνονται όταν μεταβάλλεται το περιβάλλον. Συνεπώς, μπορούν να θεωρηθούν μία πολύ χρήσιμη τεχνολογία στο κομμάτι της αποθήκευσης και ανάλυσης πληροφοριών, καθώς και στην απεικόνιση των γεωχωρικών δεδομένων, αποτελώντας σημαντικό αρωγό στον σχεδιασμό των πυρκαγιών (Hamilton, 1989). Μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων πληροφοριών, μπορούν να χαρτογραφηθούν επικίνδυνες περιοχές με υψηλό δείκτη ευφλεκτότητας, καθώς και να ανιχνευθούν και να προληφθούν οι δασικές πυρκαγιές. Επιπρόσθετα, τα συστήματα αυτά μπορούν να συνεισφέρουν στην εύρεση σημείων που θα είναι κατάλληλα για εγκατάσταση πύργων παρατήρησης (αυτόνομων ή επανδρωμένων) με σκοπό να εντοπίζονται εγκαίρως οι καταστροφές (Κόγιου, 2012).

Οι χρήστες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και δεδομένα, τα οποία τους βοηθούν να εκτιμήσουν καλύτερα το κίνδυνο πυρκαγιάς αλλά και να συντονίσουν αποτελεσματικότερα τις εμπλεκόμενες δυνάμεις τόσο πριν όσο και μετά την εκδήλωσή της. Τα δεδομένα αυτά μπορεί σχετίζονται με τον καιρό ή να προέρχονται από αισθητήρες και δορυφόρους που λειτουργούν με στόχο να ανιχνεύουν καπνό ή φωτιά και να προσδιορίζουν το ακριβές σημείο ανάφλεξης την στιγμή που αυτή θα συμβεί, σημαίνοντας ταυτόχρονα συναγερμό (Κόγιου, 2012).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο επεξεργασίας χωρικών δεδομένων, τα οποία συμβάλλουν στην επίλυση πολλών σύνθετων προβλημάτων (You et al, 2017; Guettouche et al, 2011). Αναφορικά με τις δασικές πυρκαγιές τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να:

- 1) Εκτιμηθεί ο κίνδυνος/πιθανότητα πυρκαγιάς.
- 2) Προληφθεί η πυρκαγιά και η εξάπλωσή της.
- 3) Προσομοιωθεί η πυρκαγιά.
- 4) Παρακολουθηθεί η εξέλιξή της
- 5) Εκτιμηθεί η καταστροφή μετά την πυρκαγιά
- 6) Διαχειριστούν οι καταστροφές.

Οι φορείς που είναι υπεύθυνοι για την καταγραφή των δασικών πυρκαγιών μέσω αεροφωτογραφιών είναι η δασική υπηρεσία και η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Υπάρχουν δυο μέθοδοι καταγραφής πυρκαγιών. Η πρώτη υλοποιείται μέσω αεροφωτογραφιών και ορθοφωτοχαρτών που απεικονίζουν τις συντεταγμένες των σημείων της καταστροφής, ενώ η δεύτερη μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Στην δεύτερη περίπτωση, χρησιμοποιείται ένα ειδικό λογισμικό μέσω του οποίου αποτυπώνονται ψηφιακά οι ορθοφωτοχάρτες και οι αεροφωτογραφίες, παρέχοντας έτσι μια πιο ακριβής εικόνα σχετικά με τα σημεία που καταστράφηκαν (Symeonakis et al, 2004).

Καθεμιά από τις παραπάνω μεθόδους έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Το θετικό σημείο της πρώτης μεθόδου, είναι το γεγονός ότι η δασική υπηρεσία χρησιμοποιεί ειδικά όργανα καταγραφής συντεταγμένων (GPS) και κάμερες εγκατεστημένες σε αεροπλάνα, καταγράφοντας επιτόπου τις καμένες εκτάσεις και κάνοντας μια άμεση αποτίμηση της καταστροφής. Στον αντίποδα, η δασική υπηρεσία αντιμετωπίζει πολλές ελλείψεις σε προσωπικό και υλικοτεχνικές υποδομές, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατον να καταγραφεί το σύνολο των εκτάσεων που καταστράφηκαν. Συνεπώς αρκετές καμένες περιοχές παραμένουν αχαρτογράφητες, ή δεν έχουν σωστές συντεταγμένες επειδή δεν λειτουργεί σωστά το ηλεκτρονικό υλικό της δασικής υπηρεσίας.

Για να μπορέσει το δασικό οικοσύστημα μετά από μια πυρκαγιά να επανέλθει στην πρότερή του κατάσταση, θα πρέπει να παρέλθει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, της τάξεως των 10 ετών ή και περισσότερο. Η αποκατάσταση αυτή, επιτυγχάνεται συνήθως μέσω της φυσικής αναγέννησης, η οποία είναι δυνατόν να μελετηθεί με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να είναι διαθέσιμα αρκετά δεδομένα των πληττόμενων περιοχών, ώστε να υπάρχει μια ξεκάθαρη εικόνα του πως ήταν πριν την πυρκαγιά, μετά από αυτήν, καθώς και την στιγμή που μελετώνται. Δύο στοιχεία που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτήν την διαδικασία και είναι ζωτικής σημασίας να παρατηρηθούν, είναι η μεταβολή του ρυθμού αύξησης των δέντρων, καθώς και της πυκνότητάς τους πριν και μετά την πυρκαγιά. Ένα ακόμη πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η φυσιολογία των δέντρων, με αποτέλεσμα να θεωρείται απαραίτητη η λήψη δείγματος από τους κορμούς για να διαπιστωθεί αν επήλθε κάποια μεταβολή σε αυτό το κομμάτι μετά την καταστροφή. Το αποτέλεσμα της μελέτης των παραπάνω στοιχείων, θα δείξει την ενδεχόμενη μεταβολή του οικοσυστήματος, η οποία οφείλεται στην καταστροφή που υπέστη (Arianoutsou et al, 2011).

Λόγω της ικανότητάς τους να αποκτούν και να συνδυάζουν ένα διαφορετικό εύρος πληροφοριών τα ΓΣΠ, για τη χαρτογραφική αναπαράσταση χρησιμοποιήθηκαν σε τεράστιο βαθμό σε περιβαλλοντικές εφαρμογές. Σε παγκόσμια κλίμακα, οι ρύποι που προκύπτουν από μια πυρκαγιά, έχουν άμεσες και πολύ σημαντικές επιπτώσεις στον ατμοσφαιρικό και βιοχημικό κύκλο, αλλά και στην παγκόσμια οικονομία. Η φωτιά αναλύεται σε χρονική και χωρική κλίμακα ως προς την αιτιότητά της και αποτελεί σημαντικό κομμάτι της διαχείρισης και έρευνας του οικοσυστήματος (Lentile et al, 2006). Στον τομέα των δασικών πυρκαγιών σύμφωνα με έρευνες που έχουν συνταχθεί, τα ΓΣΠ αξιοποιήθηκαν αφενός για τον σχεδιασμό μιας άριστης κατανομής παρατηρητηρίων στις δασικές περιοχές και αφετέρου στη χαρτογράφηση των φυσικών πόρων της χλωρίδας και πανίδας, που απειλούνται από εξαφάνιση. Οι διαδικασίες στοχεύουν σε μια οικολογική ανάκαμψη μετά από πυρκαγιά και στη γρήγορη αντιμετώπιση, μέσω της προσομοίωσης της εξέλιξης της πυρκαγιάς και της έγκαιρης κατάσβεσής της (Pawlina et al, 1990).

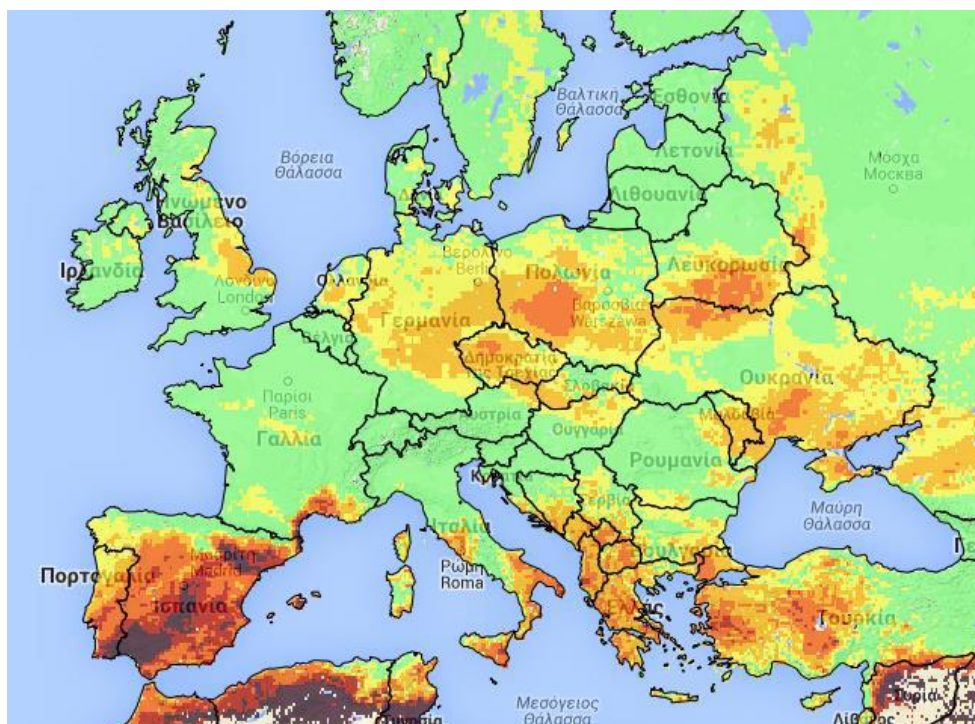
Η χρήση των ΓΣΠ, προτείνεται για πολλές εφαρμογές στον περιβαλλοντικό τομέα, αλλά και σε άλλους, κυρίως με σκοπό την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων, όπως το φαινόμενο της εγκληματικότητας (από εμπρησμούς). Με τη χρήση των ΓΣΠ και μέσω των κατάλληλων εξισώσεων και υπολογισμών του μαθηματικού προγραμματισμού, είναι εφικτό να υπολογιστεί η γρηγορότερη και η λιγότερο κοστοβόρα διαδρομή για την άμεση αποστολή των πυροσβεστικών μονάδων σε μια περιοχή (Sakellariou et al., 2015). Σύμφωνα με τους Chuvieco και Salas (1996), τα ΓΣΠ θεωρούνται τα καταλληλότερα συστήματα σε θέματα κατανομής κινδύνων σχετικά με τις πυρκαγιές στα δάση, πράγμα που επιτυγχάνεται μέσω χαρτογράφησης της κατανομής των κινδύνων στον χώρο. Μάλιστα, εφάρμοσαν και ένα παράδειγμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από μια περιοχή της Ισπανίας, εξετάζοντας τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων αυτών. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σχετίζονταν με τον καιρό, τους ανθρωπογενείς κινδύνους και την καύσιμη ύλη. Το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης εφαρμογής, ήταν η δημιουργία τριών (3) χαρτών επικινδυνότητας, απεικονίζοντας την κατανομή των κινδύνων για φωτιά στον χώρο, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό της προστασίας από τέτοια φαινόμενα και των διαδικασιών αντιμετώπισής τους (Chuvieco et al, 1996).

Ακόμη ένας τρόπος εντοπισμού των σημείων πυρκαγιάς, είναι οι υπέρυθροι σαρωτές, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά το 1960. Αφού έγινε εφικτή η παρατήρηση της επιφάνειας της γης μέσω δορυφόρων, διεξήχθησαν κάποιες μελέτες σχετικά με τον όγκο των εκτάσεων που κάηκαν και το πλήθος των πυρκαγιών. Για τον σκοπό αυτόν αναπτύχθηκαν καινοτόμες για την εποχή τεχνολογίες, με σκοπό να καταγραφούν και να διαχειριστούν τα χωρικά δεδομένα και οι πληροφορίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, χρησιμοποιούνται για το στάδιο της πρόληψης και δημιουργούν χάρτες ανάλυσης της επικινδυνότητας για τον κίνδυνο της πυρκαγιάς. Ένας τέτοιος χάρτης, είναι δυνατό να λειτουργήσει καθοριστικά αλλά και ανασταλτικά, ενώ το χρονικό διάστημα που απαιτεί για τη δημιουργία του, είναι ελάχιστο (Santiago and Kheladze, 2011).

Επιπλέον, τα δεδομένα που κρίνονται ως κρίσιμα για την παραγωγή του χάρτη, είναι διαθέσιμα στους χρήστες και αφορούν την τοπογραφία, το υψόμετρο, ιστορικά στοιχεία



πυρκαγιών, χρήσεις γης, μετεωρολογικά δεδομένα κλπ. Η ποικιλία των παραγόντων που ενεργοποιούν μια δασική πυρκαγιά, είναι τεράστια και η δυναμικότητα ενός τέτοιου φαινομένου απαιτεί την πολύτιμη βοήθεια των συστημάτων αυτών (Santiago and Kheladze, 2011).



Εικόνα 4.3: Ευρωπαϊκός χάρτης ημερήσιας επικινδυνότητας δασικών πυρκαγιών.

(Ημ/νια: 16/05/2015). Οι σκουρόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα για πυρκαγιά. Παρέχεται από την Παγκόσμια πλατφόρμα πληροφόρησης δασικών πυρκαγιών (Global Wildfire Information System), παρέχοντας στοιχεία όπως η επικινδυνότητα, οι καμένες εκτάσεις και τα σημεία ανάφλεξης.

Ο συνδυασμός των μέσων Τηλεπισκόπησης και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, είναι γεγονός ότι αποτελούν τις κατευθυντήριες γραμμές για τέτοιου είδους περιβαλλοντικά φαινόμενα και καταστροφές. Τα μέσα τηλεπισκόπησης έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται κατά κόρον τα τελευταία χρόνια στο κομμάτι της μελέτης των δασικών πυρκαγιών. Μάλιστα, με την ανάπτυξη νέων αισθητήρων και την συνεργασία των μέσων αυτών με παγκόσμια προγράμματα παρατήρησης της Γης, αυξάνεται ολοένα και περισσότερο η χρήση τους (Casanova, 2006).

Αναφορικά με τις δασικές πυρκαγιές, η τηλεπισκόπηση επικεντρώνεται κυρίως στον κίνδυνο εξάπλωσης της πυρκαγιάς, στον εντοπισμό των σημείων αυξημένης θερμότητας, στις παραμέτρους της φωτιάς και στην χαρτογράφηση των πληττόμενων περιοχών. Σημαντικά άμεσα αποτελέσματα, έχουν αποφέρει τα μέσα Τηλεπισκόπησης που χρησιμοποιούνται γι' αυτόν τον σκοπό, σε πραγματικό χρόνο (Casanova, 2006). Επιπλέον, τα ΓΣΠ, παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες τους να ανανεώνουν και να ανακτούν τα χωρικά δεδομένα και τα χαρτογραφικά μοντέλα, συνδυάζοντας πολλές και διαφορετικές πληροφορίες από διάφορα επίπεδα μιας Γεωβάσης (Barry, 2014).

Βάσει όλων των παραπάνω, συμπεραίνεται πως η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί ένα πολύπλοκο και ιδιαίτερο πρόβλημα, το οποίο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα. Όπως αναφέρει και ο Chou (1991), τα ΓΣΠ αποτελούν ένα εργαλείο επεξεργασίας και μοντελοποίησης χωρικών δεδομένων του περιβάλλοντος, τα οποία σχετίζονται με την εκτίμηση του κινδύνου από τις πυρκαγιές και ανάλυση εμφάνισής τους σε γεωγραφικό επίπεδο. Τέλος, με όποια μέθοδο και αν προσεγγιστούν, οι διάφορες μεταβλητές μπορούν να συνδυασθούν και να μοντελοποιηθούν αποτελεσματικότερα με την χρήση των ΓΣΠ. Οι μονάδες των μεταβλητών αυτών, μπορούν να εκφραστούν είτε με τη μορφή κανάβου (raster data) ή με διανύσματα δεδομένων (vector data) (Κούτσιας & Καρτέρης, 2001).

#### 4.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Τα ΓΣΠ στηρίζονται σε μια βάση δεδομένων, που αποτελείται από μια σειρά πληροφοριακών επιπέδων, τα οποία αφορούν την ίδια γεωγραφική περιοχή. Τα επίπεδα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν είτε μη επεξεργασμένα δεδομένα, όπως τοπογραφικά, δορυφορικά κ.λπ. είτε θεματικές πληροφορίες, όπως είδος βλάστησης, τύπος εδαφών, κλίση και έκθεση του ανάγλυφου, αποτελέσματα ταξινόμησης δορυφορικών δεδομένων κ.α. (Αστάρας, 2007). Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που περιλαμβάνει ένα σύστημα GIS, είναι σε ψηφιακή μορφή. Η λειτουργία των ΓΣΠ στηρίζεται στην σύνδεση χωρικών και περιγραφικών πληροφοριών, που οδηγεί σε χωρικές αλληλοσυσχετίσεις, δηλαδή στην ανάπτυξη χωρικών σχέσεων μεταξύ των γεωγραφικών δεδομένων (Αστάρας, 2007).

#### 4.3. ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ARC GIS.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών περιλαμβάνουν βιολογικές, γεωλογικές, φυσικές, πολιτισμικές, δημογραφικές και οικονομικές πληροφορίες, που αποτελούν μοναδικά εργαλεία σε όλες τις επιστήμες, στις επιχειρήσεις και στον σχεδιασμό (Mark et al, The GIS History Project). Έχουν επίσης τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά και με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα, αλλά και ένα ακόμα χαρακτηριστικό, αυτό της ύπαρξης της χωρικής διάστασης. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών σύμφωνα με την F.I.G. (Federation Internationale des Geometres, 1983), αποτελούν ένα εξαιρετικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη, που αποτελείται από μια βάση δεδομένων, που σχετίζεται με τη γη και από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων.

Από τη σύνθετη πραγματικότητα του γήινου περιβάλλοντος με διαδικασίες αφαίρεσης ή και απλοποίησης, ο χρήστης μέσα από ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, έχει τη δυνατότητα της πληροφόρησης γύρω από τα αντικείμενα, τα φαινόμενα και τα μεγέθη που τον ενδιαφέρουν. Επομένως, ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, δεν αποτελεί μόνο ένα μέσο με το οποίο παράγονται χάρτες, διαγράμματα ή κατάλογοι ποιοτικών χαρακτηριστικών, αλλά μία νέα ολοκληρωμένη τεχνολογία, απαραίτητη για την ανάλυση και μελέτη του χώρου, καθώς και τη λήψη αποφάσεων που αφορούν τη γη, το περιβάλλον και τον άνθρωπο (Μανιάτης, 1996).

Ορισμένες από τις **κατηγορίες εφαρμογών** ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών είναι:

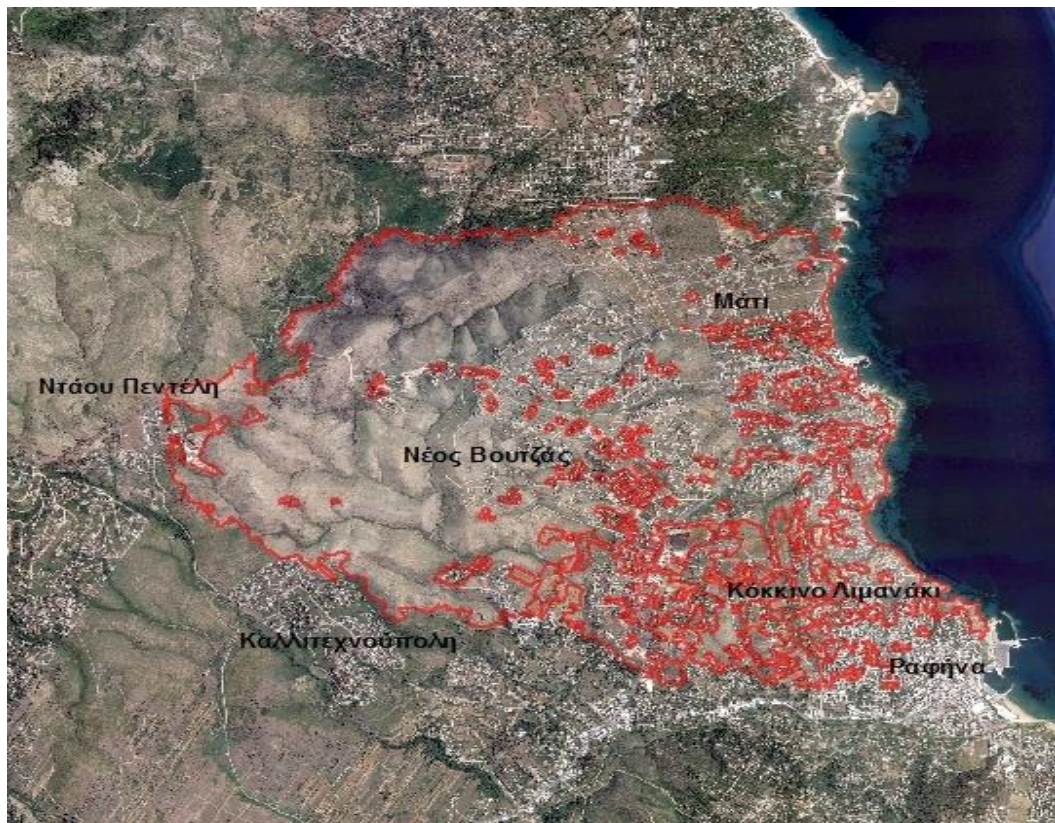
- Πολεοδομικός και Χωροταξικός σχεδιασμός.
- Καταγραφή, προστασία και διαχείριση ιδιωτικής, δημόσιας και δημοτικής ακίνητης περιουσίας.
- Δίκτυα Κοινής Ωφέλειας (ύδρευση, αποχέτευση, ηλεκτρισμός, τηλεπικοινωνίες, φυσικό αέριο).
- Παρακολούθηση και προστασία περιβάλλοντος.
- Σχεδιασμός και προγραμματισμός χρήσεων γης.
- Κυκλοφοριακές και συγκοινωνιακές μελέτες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΟ ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ.

### 5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Η πρωτόγνωρη τραγωδία στο Μάτι ήταν μια τεράστια καταστροφή, ενώ δεν ήταν λίγοι και οι παράγοντες αυτοί που οδήγησαν τους κατοίκους της περιοχής στον πύρινο όλεθρο.

Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται η περιοχή όπου εξαπλώθηκε η πυρκαγιά στο Μάτι Αττικής το καλοκαίρι του 2018. Ξεκίνησε από την Πεντέλη και επεκτάθηκε στις περιοχές: Μάτι, Νέο Βουτζά, Κόκκινο Λιμανάκι και Ραφήνα (Ιδία επεξεργασία).



*Εικόνα 5.1: Δορυφορική αποτύπωση ευρύτερης περιοχής.*

## 5.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ.

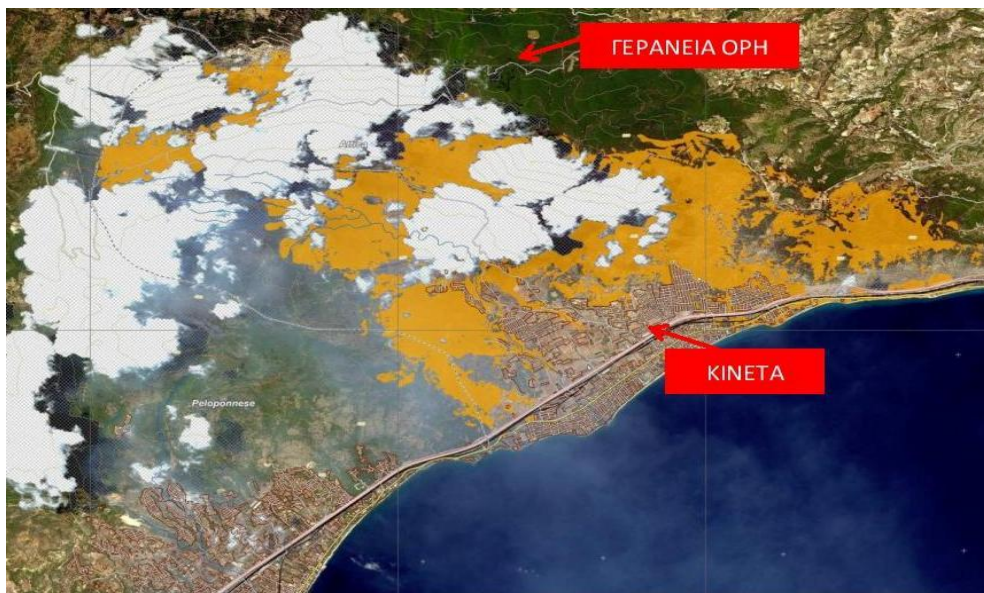
Η κατηγορία του κινδύνου για τις πυρκαγιές στις περιφέρειες της Αττικής τη Δευτέρα 23 Ιουλίου 2018, ήταν στο «4 - Πολύ υψηλή» σύμφωνα με την Γ.Γ.Π.Π., με το μέγιστο στην κλίμακα να είναι το «5 - Κατάσταση συναγερμού». Στην Αττική, η πρόγνωση του καιρού από το Εθνικό Μετεωρολογικό Κέντρο, προβλέπονταν άνεμοι Δυτικοί ή Δυτικοί - Βορειοδυτικοί έντασης έως 6 Μποφόρ. Οι άνεμοι γενικότερα κινήθηκαν σε αυτά τα επίπεδα μέχρι το μεσημέρι, όμως από τις 16:45 ξεκίνησαν άνεμοι άνω των 7 μποφόρ, με σταδιακή αύξηση και ανέμους που έφτασαν σε ένταση τα 9 και 10 μποφόρ στην ανατολική Αττική και τα ορεινά αυτής, στις περισσότερες περιοχές ρεκόρ οκταετίας.

Στις 12:03 ξεκίνησε πυρκαγιά σε δασική περιοχή ψηλά στα Γεράνεια Όρη, λίγο πάνω από την περιοχή της Κινέτας. Εξαιτίας της έντασης και της ταχύτητας των ανέμων, η φωτιά κατέβαινε με ταχύτητα 100 χλμ/ώρα προς τους οικισμούς. Στη συνέχεια, η φωτιά πέρασε πάνω από την Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου έχοντας καταστρέψει τους οικισμούς Πανόραμα 1, 2, και 3 και Γαλήνη, κατακαίοντας σπίτια και στην Κινέτα. Υπήρξε παρέμβαση της πυροσβεστικής υπηρεσίας και μία επιτυχημένη οργανωμένη απομάκρυνση των πολιτών από τους απειλούμενους γύρω οικισμούς (Γκουρμπάτσης, 2018). Σύμφωνα με τις δηλώσεις του Δημάρχου Μεγαρέων Γ. Σταμούλη, η πυρκαγιά έκαψε δασικές εκτάσεις περίπου 60.000 στρεμμάτων (<https://el.wikipedia.org/wiki,> 2020).

Μετά το μεσημέρι στις 16:41, ξέσπασε μία δεύτερη πυρκαγιά κοντά στον απόμακρο οικισμό Νταού Πεντέλης, βόρεια της κεντρικής πλατείας του χωριού. Αρχικά, φαινόταν πως η πυρκαγιά κατευθυνόταν με φυσιολογικούς ρυθμούς προς την περιοχή του Διονύσου, καίοντας χαμηλή βλάστηση. Λίγο αργότερα στις 17:10 με 17:30, ο άνεμος ξαφνικά έγινε πιο ισχυρός και άλλαξε απότομα κατεύθυνση προς τα ανατολικά, με αποτέλεσμα η πυρκαγιά να βγει πολύ γρήγορα εκτός ελέγχου, ενώ ταυτόχρονα είχε βγει εκτός ελέγχου και η πυρκαγιά στην Κινέτα (<https://el.wikipedia.org/wiki,> 2020).

Ταχύτατα εξαπλώθηκε και η φωτιά στην Πεντέλη, εξαιτίας των ασυνήθιστα ακραίων ταχυτήτων των ανέμων, αφού στο βουνό οι άνεμοι έφτασαν ως και τα 124 χιλιόμετρα την ώρα (δηλαδή 12 Μποφόρ, που είναι ο μέγιστος βαθμός στην κλίμακα), σε συνδυασμό και με υψηλές θερμοκρασίες, κοντά στους 40°C (πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς, η θερμοκρασία στον σταθμό της Ραφήνας έφτασε στους 39°C, που ήταν η μέγιστη τιμή για όλο το καλοκαίρι σε όλη την Αττική, ενώ η σχετική υγρασία ήταν μόλις στο 19%). Καθοριστικό ρόλο έπαιξε στην ενίσχυση του ανέμου και η τοπογραφία, καθώς και το μικροκλίμα της περιοχής, τα οποία ευθύνονταν για τη δημιουργία ισχυρών καταβατικών ανέμων, κατά μήκος του παραλιακού μετώπου από τη Ραφήνα μέχρι τη Νέα Μάκρη. Η πυρκαγιά κατέκαψε τη βόρεια πλευρά του χωριού του Νταού και κινήθηκε μέσω της Ιεράς Μονής Παντοκράτορος, προς την ευρύτερη περιοχή της Ραφήνας, στους οικισμούς Νέος Βουτζάς αρχικά και Κόκκινο Λιμανάκι και Μάτι μετέπειτα, μέσα σε λίγα λεπτά. Περίπου στις 18:15 η φωτιά είχε φτάσει στη θάλασσα (<https://el.wikipedia.org/wiki>, 2020).

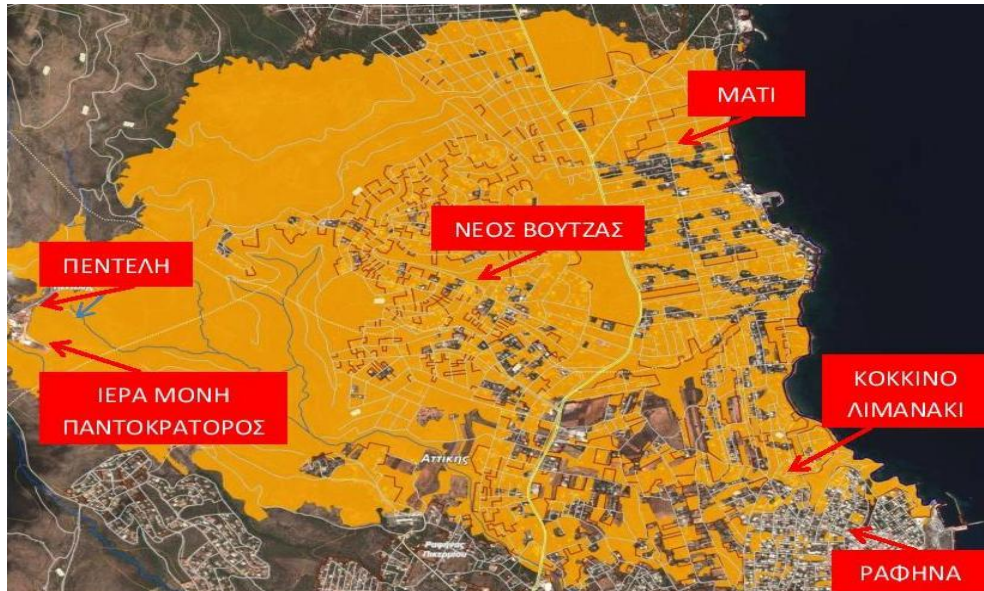
Στην **εικόνα 5.2** παρουσιάζεται η εξάπλωση της πυρκαγιάς σε δασική περιοχή στα Γεράνεια Όρη και στην περιοχή της Κινέτας. Η φωτιά πέρασε πάνω από την Εθνική Οδό Αθηνών – Κορίνθου και έκαψε σπίτια και στην Κινέτα. Η έκταση που έκαψε η πυρκαγιά, ανερχόταν σε 60.000 στρέμματα.



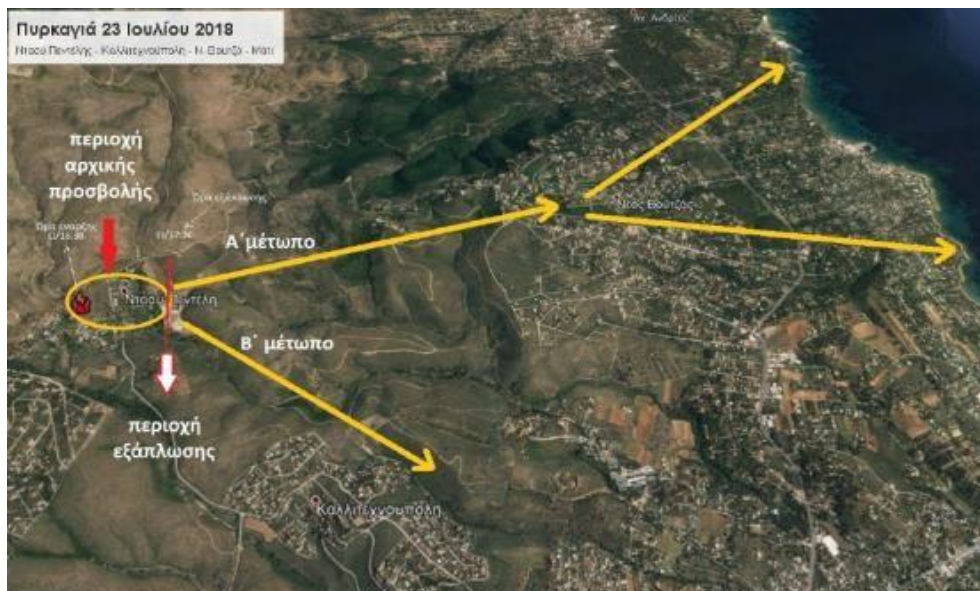
*Εικόνα 5.2: Έκταση πυρκαγιάς στα Γεράνεια όρη και στην Κινέτα*

(<https://emergency.copernicus.eu/mapping/>).

Στην **εικόνα 5.3** παρουσιάζεται η περιοχή που επεκτάθηκε η φωτιά στο Μάτι Αττικής. Ξεκίνησε από το Νταού στην Πεντέλη και εξαπλώθηκε ταχύτατα δια μέσου της Ιεράς Μονής Παντοκράτορος, προς την ευρύτερη περιοχή της Ραφήνας, στους οικισμούς Νέος Βουτζάς και Κόκκινο Λιμανάκι και μετέπειτα στο Μάτι.



Εικόνα 5.3: Έκταση της πυρκαγιάς στον Νέο Βουτζά, στο Μάτι και στη Ραφήνα (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>).



Εικόνα 5.4: Η εξέλιξη της πυρκαγιάς στο Μάτι (Lekkas et al., 2018).

Με την βοήθεια των ανέμων η φωτιά έλαβε ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Οι εκκενώσεις των κατασκηνώσεων της περιοχής, αλλά και του Λυρείου Ιδρύματος, ήταν επιτυχημένες χωρίς να υπάρξουν ανθρώπινα θύματα, επειδή υπήρξε έγκαιρη προειδοποίηση. Δυστυχώς όμως μεγάλο μέρος των πολιτών των περιοχών αυτών εγκλωβίστηκε (Lekkas et al., 2018; Γκουρμπάτσης, 2018) με τραγικά αποτελέσματα.

Η αναχαίτιση της φωτιάς, η οποία κινούνταν με πολύ μεγάλη ταχύτητα απέτυχε, αλλά υπήρχε ακόμη η λεωφόρος Μαραθώνος η οποία εθεωρείτο μία εν δυνάμει ισχυρή αντιπυρική ζώνη. Η φωτιά όμως η οποία είχε πάψει να είναι «έρπουσα» και είχε μεταβληθεί σε «επικόρυφη» πέρασε στα σημεία που συνεχιζόταν η δασική βλάστηση με χαρακτηριστική ευκολία και διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην έκβαση της πυρκαγιάς αυτό το πέρασμα της λεωφόρου. Στο πέρασμά της μέχρι τότε είχε κάψει κατοικίες, κτίσματα, δένδρα και περνώντας την λεωφόρο εισέβαλε στον οικισμό Μάτι, χωρίς οι κάτοικοι να έχουν την παραμικρή ειδοποίηση ότι η φωτιά είχε φθάσει μέσα στο σπίτι τους και φυσικά ήταν εντελώς ανέτοιμοι για να αντιμετωπίσουν μια τέτοια κατάσταση (Lekkas et al, 2018).



*Εικόνα 5.5: Η κίνηση της πυρκαγιάς σε σύγκριση με τη λεωφόρο Μαραθώνος, η οποία δεν αποτέλεσε εμπόδιο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς (Lekkas et al, 2018).*



### 5.3. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ.



*Εικόνα 5.6: Καμένα σπίτια και οχήματα στο μάτι.*

Το Μάτι είναι ένας παραθεριστικός κυρίως οικισμός, ο οποίος ανήκει στον Δήμο του Μαραθώνα. Χωρίς να χάσει τον παραθεριστικό του χαρακτήρα, από την δεκαετία του 2000, ο οικισμός έχει σημειώσει μεγάλη ανάπτυξη. Η δόμησή του είναι άναρχη σε αγροτική περιοχή, με πολλά πεύκα, εκτός σχεδίου πόλεως, με στενούς δρόμους, πολλά αδιέξοδα και προβληματικές εξόδους προς την θάλασσα.

Εξαιτίας της ταχύτατης εξάπλωσης της πυρκαγιάς, πολλοί κάτοικοι της περιοχής, αλλά και παραθεριστές - οι οποίοι ελάχιστα γνώριζαν τον οικισμό χωροταξικά - δυστυχώς δεν πρόλαβαν να αντιδράσουν, με αποτέλεσμα να εγκλωβιστούν στα σπίτια τους ή στην προσπάθειά τους να διαφύγουν πεζοί ή με τα αυτοκίνητά τους, παγιδεύτηκαν λόγω του μπουτλιαρίσματος που προκλήθηκε και κάηκαν ζωντανοί (Lekkas et al., 2018). Οικογένειες ολόκληρες εγκλωβίστηκαν και χάθηκαν στις φλόγες. Θύματα υπήρξαν παντού. Στους δρόμους, στις αυλές των σπιτιών, στα αδιέξοδα προς την θάλασσα, μέσα στα αυτοκίνητα, στην ακτή μπροστά από το Κόκκινο Λιμανάκι. Μέσα σε ένα οικόπεδο δίπλα στη θάλασσα βρέθηκαν νεκροί 26 άνθρωποι, οι οποίοι στην προσπάθειά τους να ξεφύγουν από τις φλόγες εγκλωβίστηκαν εκεί και έχασαν τη ζωή

τους (Γκουρμπάτσης, 2018), ενώ ακόμα 9 άνθρωποι πνίγηκαν στη θάλασσα όταν επιχείρησαν να γλιτώσουν από την πύρινη λαίλαπα (<https://www.protothema.gr/>, 2018).



*Εικόνα 5.7: Δορυφορική εικόνα διεξόδων περιοχής που κατέκαψε η πυρκαγιά και στενών διεξόδων προς τη θάλασσα (Lekkas et al., 2018).*

Ο ανθρώπινος παράγοντας υπήρξε καθοριστικός, καθώς η άναρχη δόμηση της περιοχής, είχε οδηγήσει σε δρόμους «παγίδες» που οδηγούσαν σε αδιέξοδα, ή σε κατασκευές που εμπόδιζαν την πρόσβαση στη θάλασσα. Ήταν γενικώς δύσκολο να προσεγγιστούν οι απότομες και κρημνώδεις ακτές της περιοχής, ιδιαίτερα από ηλικιωμένους και γυναίκες (Lekkas et al., 2018).



*Εικόνα 5.8: Φλεγόμενα δέντρα στο Μάτι.*

Στο Νταού στην Πεντέλη, εκεί που ήταν το σημείο μηδέν, η πυρκαγιά αντιμετωπίστηκε με σχετική ευκολία, με αποτέλεσμα οι ζημιές περιοριστούν αρκετά. Πιο συγκεκριμένα, ένα σπίτι καταστράφηκε, ενώ άλλα τέσσερα έπαθαν υλικές ζημιές. Επίσης, οι παιδικές κατασκηνώσεις στον Άγιο Ανδρέα εκκενώθηκαν προληπτικά αρκετή ώρα πριν φτάσει η φωτιά σε εκείνο το σημείο, με αποτέλεσμα εκατοντάδες μαθητές να ξεφύγουν από τον κίνδυνο (Lekkas et al., 2018).

Αντίστοιχη ήταν και η εκκένωση που πραγματοποιήθηκε στα παραθεριστικά θέρετρα της Πολεμικής Αεροπορίας στο Ζούμπερι και του Στρατού Ξηράς στον Άγιο Ανδρέα. Σκάφη του Λιμενικού, του Πολεμικού Ναυτικού, πλοία της γραμμής, ψαράδες και ιδιωτικά σκάφη, ανέλαβαν να σώσουν όσους ανθρώπους αναζήτησαν σωτηρία στη θάλασσα. Κατά την διάρκεια της εκκένωσης 45 ατόμων από ένα ξενοδοχείο στο Μάτι, εκ θαλάσσης, ένα από τα πλοία που συμμετείχε στη διάσωση βυθίστηκε, με αποτέλεσμα και οι 10 επιβάτες εκ των οποίων 2 Πολωνοί τουρίστες να πνιγούν (<https://el.wikipedia.org/wiki/>, 2020).



*Εικόνα 5.9: Φλεγόμενο σπίτι στο Μάτι.*

Από την πυρκαγιά στο Μάτι έχασαν τη ζωή τους 102 άνθρωποι και οι περισσότεροι από τους νεκρούς ήταν Έλληνες. Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας 17 ημέρες μετά την εθνική τραγωδία έδωσε στη δημοσιότητα τη λίστα με τα θύματα από τη φωτιά στο Μάτι (Γ.Γ.Π.Π., 2018). Καταγράφηκαν 164 ως τραυματίες, εκ των οποίων 23 παιδιά (Lekkas et al., 2018).

Η πυρκαγιά εκτός από τις ανθρώπινες απώλειες, είχε ως αποτέλεσμα και την αποτέφρωση τεράστιων εκτάσεων πευκοδάσους, ενώ τεράστιες ήταν και οι υλικές καταστροφές, αφού όλο το Μάτι, καθώς και οι παρακείμενες περιοχές αποτεφρώθηκαν πλήρως. Από τις αυτοψίες των πρώτων ημερών σε 3.236 κτίρια, τα 1657, ποσοστό δηλαδή 51,21%, βρέθηκαν μη κατοικήσιμα και 320 οχήματα καταστράφηκαν. Επιπλέον, οι πυρκαγιές προκάλεσαν μεγάλες ζημιές στο δίκτυο ηλεκτροδότησης, τηλεπικοινωνιών και ύδρευσης (Lekkas et al., 2018).

Ωστόσο, οι απότομες και κρημνώδεις ακτές που εμπόδιζαν την πρόσβαση στη θάλασσα λειτούργησαν αντίστροφα, όσον αφορά την προστασία των ατόμων τα οποία είχαν ήδη εισέλθει στο νερό, καθώς εμπόδισαν την μεταφορά εύφλεκτης ύλης

και παρ' ότι υπήρξαν πνιγμοί, σώθηκαν περίπου οκτακόσια (800) άτομα, διαφορετικά οι ανθρώπινες απώλειες θα ήταν πολύ μεγαλύτερες (Lekkas et al., 2018).



*Εικόνα 5.10: Κατεστραμμένες εκτάσεις στο Μάτι.*

#### 5.4. ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ.

Η πυρκαγιά στην Ανατολική Αττική που εξελίχθηκε σε μικτή ζώνη δάσους και αστικής ανάπτυξης, αποτελεί χαρακτηριστική ενεργή πυρκαγιά κόμης. Είναι πολύ πιθανόν, τέτοιου είδους πυρκαγιές να προκαλέσουν ανθρώπινες απώλειες. Με πρωτοφανείς ταχύτητες ανέμου (πάνω από 80 km/h) εκδηλώθηκε η συγκεκριμένη πυρκαγιά, υπό ακραίες καιρικές συνθήκες και σπάνιους για την περιοχή ανέμους (δυτικοί), οι οποίοι συνέβαλαν στην ταχύτερη εξάπλωσή της, σε συνδυασμό με την μορφολογία και τη βλάστηση της περιοχής, ελαχιστοποιώντας το χρόνο αντίδρασης των πολιτών και της πολιτείας (Lekkas et al., 2018).

Η έλλειψη ενημέρωσης και οργανωμένης εκκένωσης των πολιτών από την πολιτεία διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο. Τεράστιο πρόβλημα αποτέλεσε η άναρχη πολεοδομία της περιοχής, διότι δεν υπήρχε παράλληλη οδός προς την ακτή, δεν

υπήρχαν χώροι συγκέντρωσης (πλατείες, γήπεδα), υπήρχαν πολλά αδιέξοδα και μεγάλα οικοδομικά τετράγωνα, χωρίς παράλληλους δρόμους τα οποία προκάλεσαν μποτιλιαρίσματα εγκλωβίζοντας τους κατοίκους στα αυτοκίνητά τους. Κατά τον απολογισμό διαπιστώθηκε ότι πολλά κτίρια είχαν σοβαρές αδυναμίες ενάντια σε πυρκαγιά, καθώς δεν ήταν κατασκευασμένα από μπετόν και είχαν πολλά ανοίγματα (Lekkas et al., 2018). Στην πυρκαγιά της Κινέττας (την ίδια μέρα) σύμφωνα με επίσημες ανακοινώσεις της πυροσβεστικής, επιχειρούσε τριπλάσια δύναμη της πυροσβεστικής και εθελοντών, καταδεικνύοντας ότι η δύναμή της ήταν διασπασμένη. Επισημαίνεται μάλιστα, ότι ένα εναέριο πυροσβεστικό μέσο επιχειρούσε τα κρίσιμα λεπτά, όπου η φωτιά δεν είχε επεκταθεί και κινηθεί ανατολικά (Γκουρμπάτσης, 2018).

Η καταστροφή του περιβάλλοντος και ο τραγικός απολογισμός σε ανθρώπινες απώλειες από την πυρκαγιά της 23ης Ιουλίου 2018 αναμφίβολα, οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στις «ακραίες» καιρικές συνθήκες που επικράτησαν (Lekkas et al., 2018), όπως και στην πολυδιασπασμένη δύναμη της πυροσβεστικής υπηρεσίας, η οποία αντιμετώπιζε το δεύτερο πύρινο μέτωπο στην Κινέττα της Αττικής (Γκουρμπάτσης, 2018). Ο πανικός των κατοίκων και των επισκεπτών, πολλοί από τους οποίους μάλιστα αγνόησαν τις οδηγίες των αστυνομικών οργάνων, διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο (Λέκκας, 2018). Δεν διατάχθηκε ποτέ, αλλά και δεν επιχειρήθηκε οργανωμένη εκκένωση της περιοχής από την πλευρά της πολιτικής προστασίας (Lekkas et al., 2018). Μία μέθοδος πληροφόρησης, με τη χρήση μαζικών μηνυμάτων SMS στα κινητά τηλέφωνα των πολιτών (mass alert), που ήταν διαθέσιμη, δε χρησιμοποιήθηκε για την εκκένωση (Γκουρμπάτσης, 2018).

Στην εικόνα 5.7 παρουσιάζεται η εξάπλωση της φωτιάς στο Μάτι και στην ευρύτερη γενικότερα περιοχή, καθώς και η ταχύτητα επέκτασης της φωτιάς σε σχέση με τη χρονική εξέλιξη της πυρκαγιάς.



Εικόνα 5.11: Η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς.

Περισσότερο φως στα αίτια, τις συνθήκες και τα αποτελέσματα της φονικής πυρκαγιάς στην Αν. Αττική ρίχνει η πρώτη επιστημονική έρευνα που εκπονήθηκε γι' αυτό το θέμα, από το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, με μια ομάδα ειδικών επιστημόνων με επικεφαλής τον καθηγητή Ευθύμη Λέκκα και το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων», σε συνεργασία με το Εθνικό Αστεροσκοπείο. Στο πόρισμα που παραδόθηκε στον Πρόεδρο της Δημοκρατίας, τονίζεται ότι ο πληθυσμός που βρισκόταν κοντά στην παραλία είχε στη διάθεσή του σχεδόν μηδενικό χρόνο για να αποφασίσει πώς θα αντιδράσει. Ως βασικοί λόγοι της μεγάλης τραγωδίας και της εκατόμβης θυμάτων επισημαίνονται οι ισχυροί άνεμοι, η πυκνή δόμηση, η απουσία παράλληλης μεγάλης οδού προς διπλανούς οικισμούς, η έλλειψη διεξόδων προς τη θάλασσα, η άτακτη διαφυγή με σχεδόν μηδενικό χρόνο αντίδρασης και η μη έγκαιρη προειδοποίηση από κάποιο φορέα.

**Στο κείμενο του πορίσματος της ομάδας των ειδικών επιστημόνων του ΕΚΠΑ αναφέρονται μεταξύ άλλων τα εξής:**

1. Το φαινόμενο, είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση πυρκαγιάς σε ζώνη μίξης δασών - οικισμών (wildlandurbaninterface - MUI), η οποία έδρασε ως ενεργή πυρκαγιά κόμης. Οι ζώνες αυτές είναι από τις περιοχές με την υψηλότερη πιθανότητα ανθρώπινων απωλειών παγκοσμίως, καθώς και στον ελληνικό χώρο. Υπάρχουν δε πολυάριθμες περιπτώσεις τέτοιων ζωνών στην Ελλάδα.
2. Οι ισχυροί κατά διαστήματα δυτικοί άνεμοι, που κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς έφτασαν ακόμη και πάνω από 90km/h (μεταξύ 17.00 - 21.00 στις 23/7/2018), καθώς και η αλληλεπίδρασή τους με την τοπογραφία της περιοχής, έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην ταχύτατη εξάπλωση της πυρκαγιάς και την διάδοσή της σε χαμηλότερα υψόμετρα.
3. Λόγω της γρήγορης εξάπλωση της πυρκαγιάς, ο διαθέσιμος χρόνος αντίδρασης ήταν ελάχιστος, κάτι που συντέλεσε στον μεγάλο αριθμό των θυμάτων.
4. Ο πληθυσμός που βρισκόταν κοντά στην παραλία, ενημερώθηκε για το γεγονός πως η φωτιά πλησιάζει προς την ακτή, όχι όμως με τη μορφή μιας έγκαιρης προειδοποίησης από κάποιο φορέα, αλλά από άτομα που εκκένωναν το δυτικότερο κομμάτι του οικισμού Μάτι.
5. Η ιδιαίτερη πολεοδομική διάταξη του οικισμού, λειτούργησε ως «παγίδα» για όσους προσπάθησαν να διαφύγουν. Κάποια από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του ήταν: οδοί μικρού πλάτους, πολυάριθμα αδιέξοδα, ιδιαίτερα επιμήκη οικοδομικά τετράγωνα, χωρίς δυνατότητα πλευρικής διαφυγής, απουσία χώρων συγκέντρωσης (π.χ. πλατεία, γήπεδο). Το ρόλο της οδού διαφυγής, θα μπορούσε να παίξει μια οδός παράλληλη προς την ακτογραμμή, αλλά μεγάλου πλάτους, που να μεταβαίνει σε διπλανούς οικισμούς.
6. Διαπιστώθηκαν επίσης αδυναμίες στις κατασκευές, με ευαίσθητα σημεία στη στέγη, τα κουφώματα, τους περιβάλλοντες χώρους και άλλα μέρη. Καταγράφηκε ωστόσο και ένας μεγάλος αριθμός κτηρίων που καταστράφηκαν ολοκληρωτικά.
7. Παρατηρήθηκε αρχικά, πως επηρεάστηκαν κυρίως οι κατοικίες και τα κτήρια που ήταν υπερυψωμένα ή με ορόφους, ενώ μικρότερες ζημιές είχαν τα ισόγεια και τα υπόγεια, τυπικό δείγμα μιας πυρκαγιάς κόμης. Παρατηρήθηκαν βέβαια και



- σημαντικές διαφορές μεταξύ των κτηρίων σε ότι αφορά τις επιπτώσεις, που πιθανότατα σχετίζονται με τα υλικά κατασκευής και την παρακείμενη βλάστηση.
8. Από τα πρώτα κιόλας συμπεράσματα προέκυψε, ότι η προσπάθεια διαφυγής από τον οικισμό ήταν άτακτη, δεν συνιστούσε οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών, προκάλεσε κυκλοφοριακή συμφόρηση, λόγω και της μεγάλης συγκέντρωσης πληθυσμού και του πανικού που επικράτησε. Εκτός όμως από τους κατοίκους, υπήρχαν και επισκέπτες - τουρίστες, σημαντικό ποσοστό των οποίων δε γνώριζαν την γεωγραφία της περιοχής.
  9. Η μορφολογία της ακτογραμμής έκανε δύσκολη την πρόσβαση στην παραλία στα περισσότερα σημεία (κρημνώδεις ακτές), ήταν περιορισμένες οι προσβάσιμες παραλίες, γεγονός που σε συνδυασμό με την ελάχιστη ορατότητα και την αποπνικτική ατμόσφαιρα, συντέλεσε στον εγκλωβισμό μεγάλου αριθμού πολιτών.
  10. Εξαιτίας της αλλαγής του τύπου της βλάστησης που καίγονταν, είναι πιθανό να οφείλεται η αλλαγή της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά άρχισε από περιοχές που είχαν καεί στο παρελθόν με χαμηλή βλάστηση και μεγάλη ταχύτητα και διαδόθηκε σε ένα χώρο που δεν είχε καεί σε πρόσφατη πυρκαγιά με μεγάλη ποσότητα καύσιμης ύλης. Αυτό, οδήγησε στην τροφοδότηση της πυρκαγιάς και την έκλυση υψηλότερης ενέργειας από το Νέο Βουτζά και μέχρι την ακτή. Η πυρκαγιά ανατολικά της Λεωφ. Μαραθώνος, μετατράπηκε σε πυρκαγιά που σάρωνε το σύνολο της επιφανειακής βλάστησης και των υψηλών δέντρων (ενεργή πυρκαγιά κόμης), ως ένας «τοίχος φωτιάς», ο οποίος καθοδηγούνταν από τον άνεμο και επιπλέον μετέδιδε αρκετές δεκάδες καύτρες προς την ακτή.
  11. Σε κτήρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες πλήρωσης που είχαν κλειστά παράθυρα, η φωτιά δεν εισχώρησε στο εσωτερικό των κτηρίων, με μοναδικό αποτέλεσμα μια εξωτερική επιδερμική παραμόρφωση των επιχρισμάτων, χωρίς όμως αυτό να επηρεάσει τη στατικότητα των κτηρίων, λόγω της μικρής διάρκειας της φωτιάς.
  12. Αντίθετα, σε όμοια κτίρια που διέθεταν πλαστικά ή ξύλινα και ανοιχτά παράθυρα, η φωτιά εισχώρησε στο εσωτερικό τους και η επίδρασή της ήταν μεγαλύτερη, αναπτύχθηκαν υψηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα από την καύση του εξοπλισμού στο εσωτερικό των κτηρίων και δημιουργήθηκαν ρωγμές

που μπορούν να επηρεάσουν, όχι μόνο τα μη δομικά στοιχεία των κατασκευών, αλλά και τον φέροντα οργανισμό τους.

13. Αυτές οι ρωγμές δυστυχώς επιδεινώνονται κατά τη διάρκεια κατάσβεσης της πυρκαγιάς, που έχει εκδηλωθεί σε μια κατασκευή ως εξής: το τσιμέντο λόγω της πυρκαγιάς έχει αναπτύξει θερμότητα. Κατά την ρίψη νερού, πραγματοποιείται ταχεία ψύξη και η θερμοκρασία του φέροντος οργανισμού πέφτει απότομα κατά περίπου 50-55°C. Η πτώση της θερμοκρασίας δημιουργεί νέες ρωγμές ή διευρύνει τις ήδη υπάρχουσες.
14. Τα καλά δομημένα κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος, που ήρθαν σε επαφή με τη φωτιά είτε με καύτρες είτε με έκθεση μέσω θερμικής ακτινοβολίας είτε με απευθείας επαφή με τις φλόγες, αλλά αυτή δεν εισήλθε στα κτίρια, συμπεριφέρθηκαν πολύ καλά με μικροβλάβες στα εξωτερικά μη δομικά στοιχεία τους, κυρίως μικρορωγμές στις τοιχοποιίες πλήρωσης και αποκόλληση των επιχρισμάτων λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύχθηκαν εξωτερικά του κτιρίου.
15. Η στατικότητα των κτιρίων που επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά, εξαρτάται από τη διάρκεια καύσης στο εξωτερικό του κτιρίου, από το αν το σκυρόδεμα έχει ασβεστοποιηθεί και σε ποιο βάθος ή αν ο χάλυβας βρίσκεται σε καλή κατάσταση λόγω της μεγάλης διάρκειας καύσης εντός του σπιτιού (<https://www.sofokleousin.gr/>, 2018).



*Εικόνα 5.12: Η επίδραση της έντασης του ανέμου στις φλόγες.*



*Εικόνα 5.13: Το αποτέλεσμα της πυρκαγιάς σε σπίτι στο Μάτι.*



*Εικόνα 5.14: Δορυφορική αποτύπωση πριν την καταστροφή (<https://www.skai.gr/>, 2018).*



*Εικόνα 5.15: Η εικόνα της περιοχής μετά την καταστροφή (<https://www.protothema.gr/>, 2018).*



Εικόνα 5.16: Δορυφορική αποτύπωση μετά την καταστροφή (<https://www.skai.gr/>, 2018).

#### 5.5. Η ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΟ ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS).

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μέσω χαρτών και γραφημάτων η τεράστια καταστροφή, που προκλήθηκε από την πυρκαγιά στο Μάτι Αττικής, στις 23 Ιουλίου 2018.

Για την υλοποίηση των παρακάτω αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ή αλλιώς G.I.S. (Geographical Informations Systems) ή Συστήματα Πληροφοριών Γης (ΣΠΓ), που αποτελούν ένα πληροφοριακό σύστημα, το οποίο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επεξεργάζεται δεδομένα, τα οποία αναφέρονται με χωρικές ή γεωγραφικές συντεταγμένες.

Αρχικά, οι πληροφορίες και τα δεδομένα για τη διεξαγωγή των παρατιθέμενων αποτελεσμάτων, έχουν αντληθεί από το **Copernicus** (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/> - <https://land.copernicus.eu/>), που αποτελεί ένα πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την παρακολούθηση της Γης από το διάστημα. Η συλλογή δεδομένων γίνεται από ένα σύνθετο σύστημα

δορυφόρων, αλλά και δεδομένων πεδίου, που καλύπτουν έξι θεματικές περιοχές: **ξηρά, θάλασσα, ατμόσφαιρα, κλίμα, διαχείριση εκτάκτων αναγκών και ασφάλεια.**

Από τις παραπάνω επιμέρους *θεματικές περιοχές* του προγράμματος, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην διαχείριση **εκτάκτων αναγκών**, δηλαδή στη θεματική περιοχή «Copernicus - Emergency Management Service (EMS)» (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>).

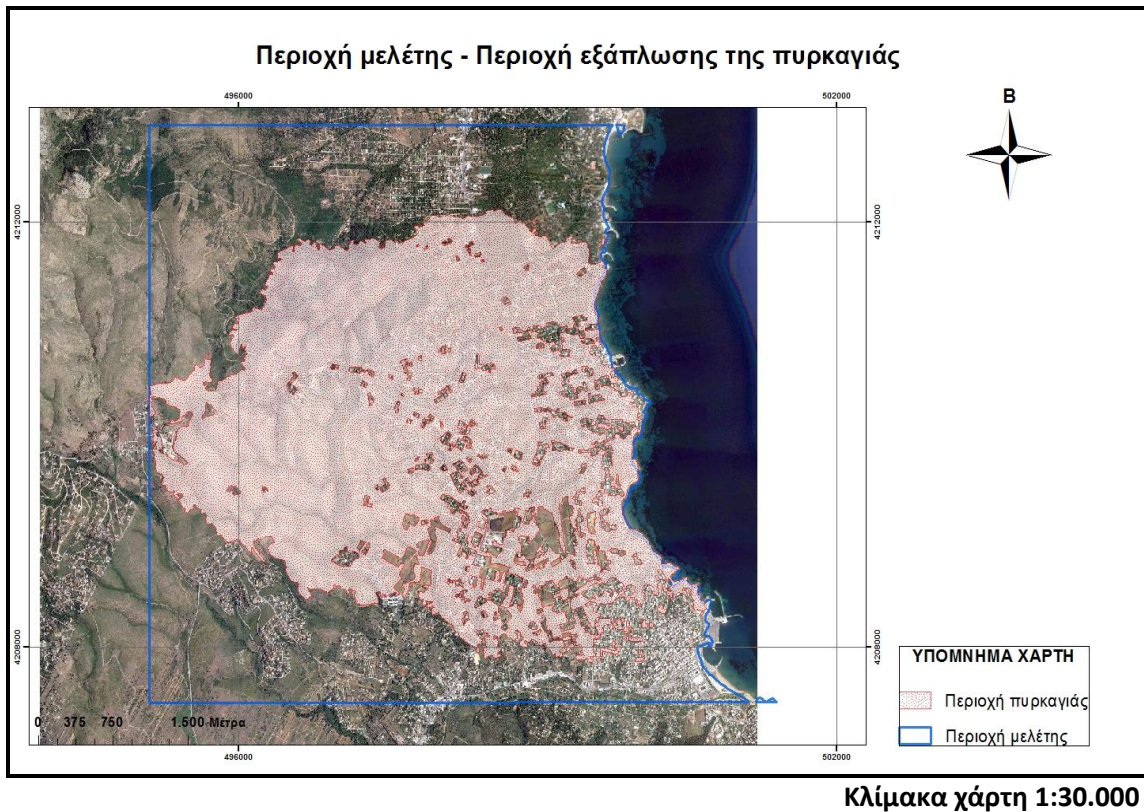
Στο πλαίσιο του προγράμματος **Copernicus**, υλοποιείται το Corine Land Cover (CLC). Το CLC είναι ένα πρόγραμμα χαρτογράφησης κάλυψης/χρήσεων γης σε ευρωπαϊκό όμως επίπεδο. Παράγει χωρικά δεδομένα σχετικά με την κάλυψη/χρήση γης και τις μεταβολές τους στο χρόνο (<https://land.copernicus.eu/>).

Στην προκειμένη περίπτωση για την καταστροφή στο Μάτι Αττικής, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν δημοσιεύθηκαν στις 22/08/2018 (1 μήνα μετά την πυρκαγιά) από το **Copernicus** (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>).

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (G.I.S.), έγινε η μετατροπή του προβολικού συστήματος, από το *Παγκόσμιο Προβολικό Σύστημα* στο *Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 ή ΕΓΣΑ'87* (που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα από το 1990). Ως σύστημα αναφοράς στη Γεωδαισία, καλούμε εκείνο το πλαίσιο παραμέτρων και συστημάτων συντεταγμένων, που συνδέεται με μία συγκεκριμένη περιοχή ή με ένα συγκεκριμένο χώρο ή και με ολόκληρη τη γη και ως προς το οποίο καθορίζονται οι θέσεις σημείων και αντικειμένων της φυσικής γήινης επιφάνειας ή/και μελετάται η κίνηση και δυναμική συμπεριφορά τους με τον χρόνο.

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων χρειάστηκε να γίνει *αποκοπή* (με την εντολή **Clip**) οντοτήτων από το αρχικό επίπεδο επεξεργασίας (δημιουργείται μια βάση χωρικών δεδομένων στα όρια της περιοχής μελέτης, ενώ υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα από μια ευρύτερη περιοχή) και *υπέρθυση* (με την εντολή **Intersect**) δύο ή περισσότερων επιπέδων (διατηρούνται στο παραγόμενο επίπεδο μόνο οι οντότητες ή τμήματα αυτών, οι οποίες βρίσκονται στον κοινό χώρο εμφάνισης των επιπέδων - γεωμετρική τομή των επιπέδων). Επίσης, χρειάστηκε να γίνει *συγχώνευση* οντοτήτων (με την εντολή **Dissolve**) σ' ένα επίπεδο με βάση κάποια κοινή ιδιότητά τους, όπως

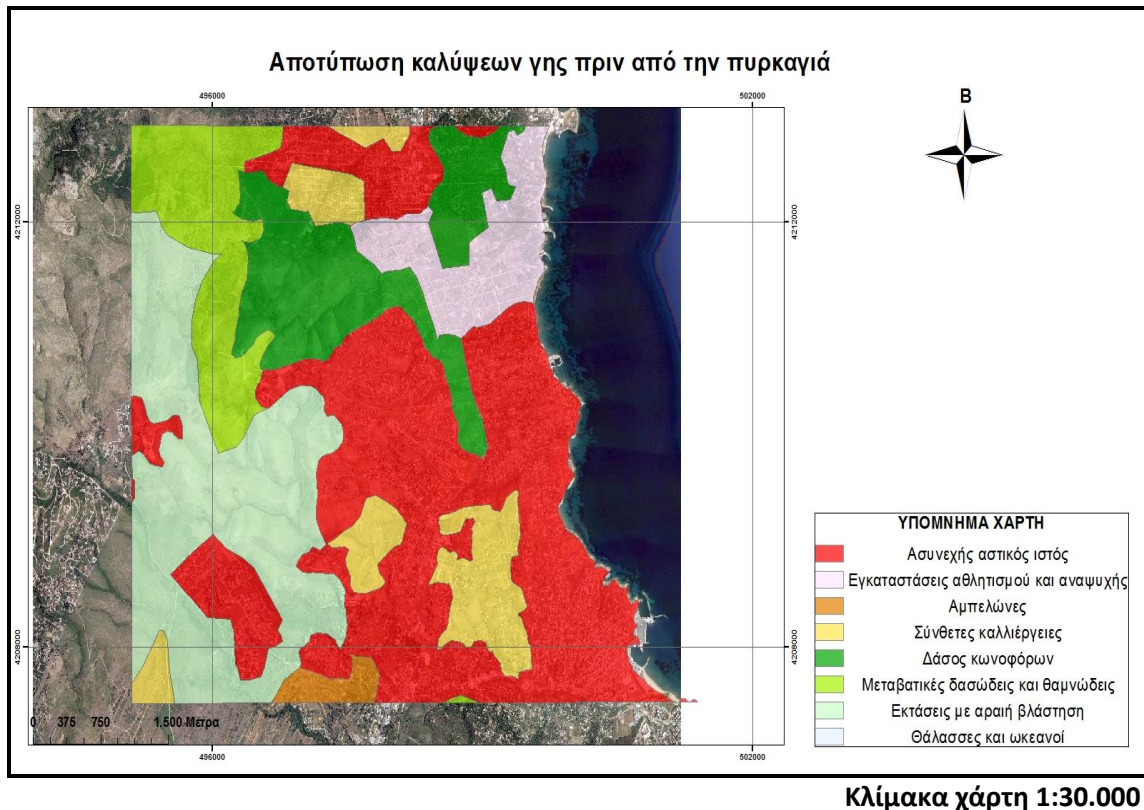
και *απαλοιφή* οντοτήτων (με την εντολή **Erase**) οι οποίες επικαλύπτονται με τις οντότητες του επιπέδου επεξεργασίας (Κουτσόπουλος & Ανδρουλάκης, 2003; Χαλκιάς & Γκούσια, 2015; Σακελλαρίου, 2016).



*Εικόνα 5.17: Περιοχή μελέτης: Χάρτης περιοχής εξάπλωσης της πυρκαγιάς  
(<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, Ιδία επεξεργασία).*

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνεται η συνολική περιοχή μελέτης, καθώς και η περιοχή εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Η περιοχή μελέτης έχει έκταση 2.672ha. Η έκταση της περιοχής που εκδηλώθηκε η πυρκαγιά ανέρχεται σε 1.272ha. Η περιοχή όπου εκδηλώθηκε η πυρκαγιά κάλυψε το 47% της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης.

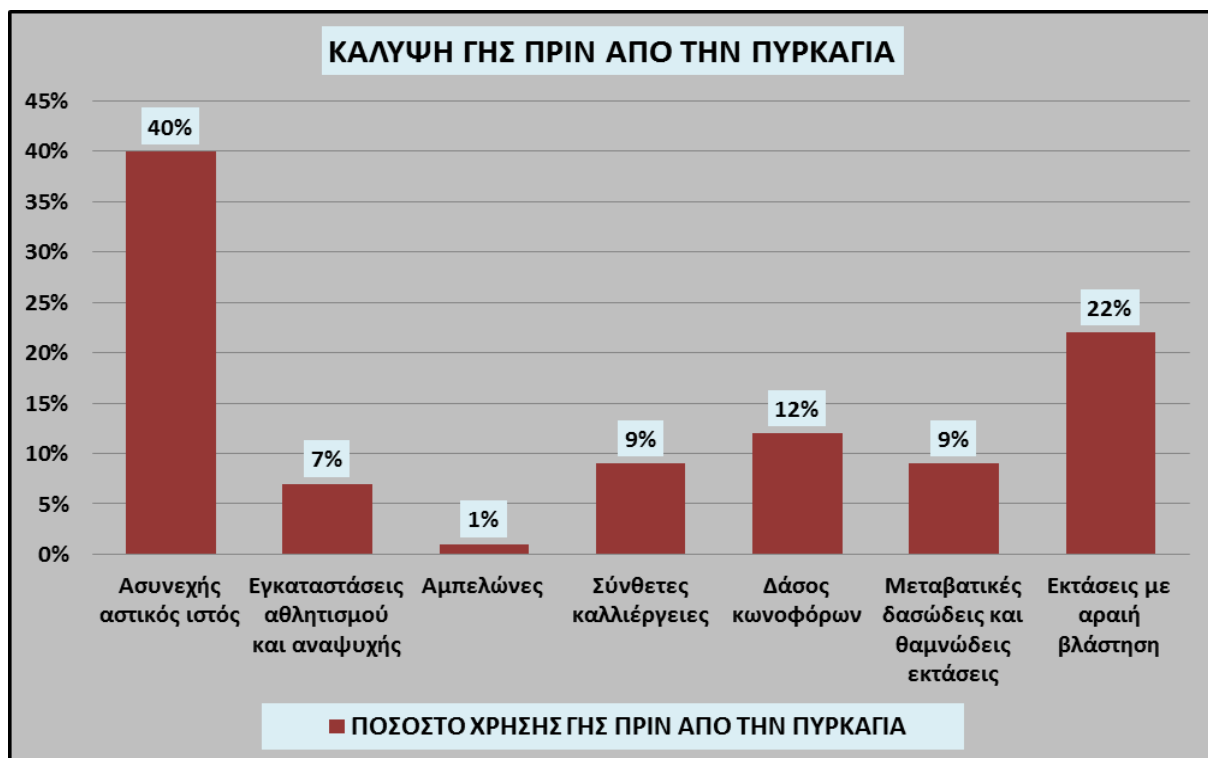




*Εικόνα 5.18: Περιοχή μελέτης πριν από την πυρκαγιά: Χάρτης αποτύπωσης καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, Ιδία επεξεργασία).*

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνεται η κάλυψη γης πριν από την πυρκαγιά σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Η περιοχή καλύπτεται στην μεγαλύτερη έκτασή της από αστικό ιστό με ποσοστό 40%, καθώς και από εκτάσεις με αραιή βλάστηση σε ποσοστό 22%. Το μικρότερο ποσοστό με 1% αντιστοιχεί στις εκτάσεις που καλύπτονται από αμπελώνες.

Ο χρωματισμός του παραπάνω χάρτη έγινε σύμφωνα με το *Corine land cover classes and RGB color codes* (Κατηγορία κάλυψης γης Corine και κωδικοί χρώματος RGB) (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>).

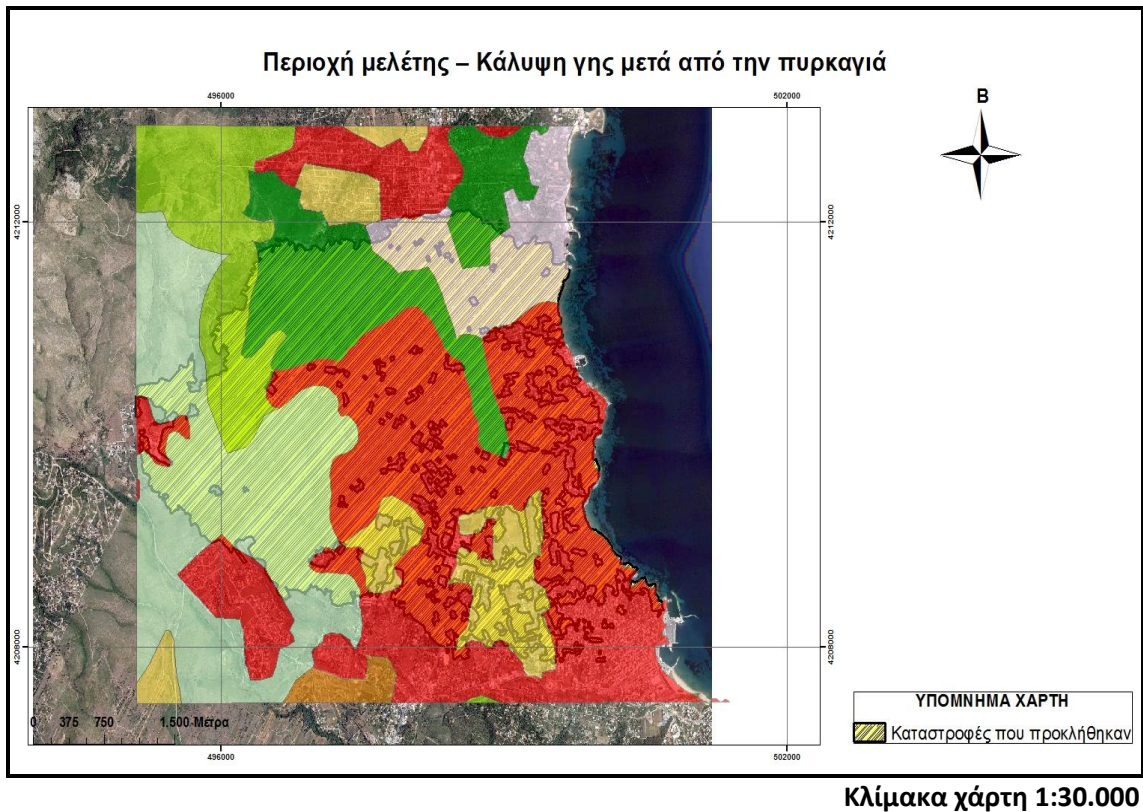


Γράφημα 5.1: Ποσοστιαία κατανομή καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).

Στο **γράφημα 5.1** παρουσιάζονται τα ποσοστά (%) καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Ο **πίνακας 5.1** περιέχει τις εκτάσεις (σε εκτάρια ha) και τα ποσοστά καλύψεων γης πριν από την πυρκαγιά. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν μετά από επεξεργασία των αρχικών δεδομένων (οι καλύψεις γης από το <https://emergency.copernicus.eu/>).

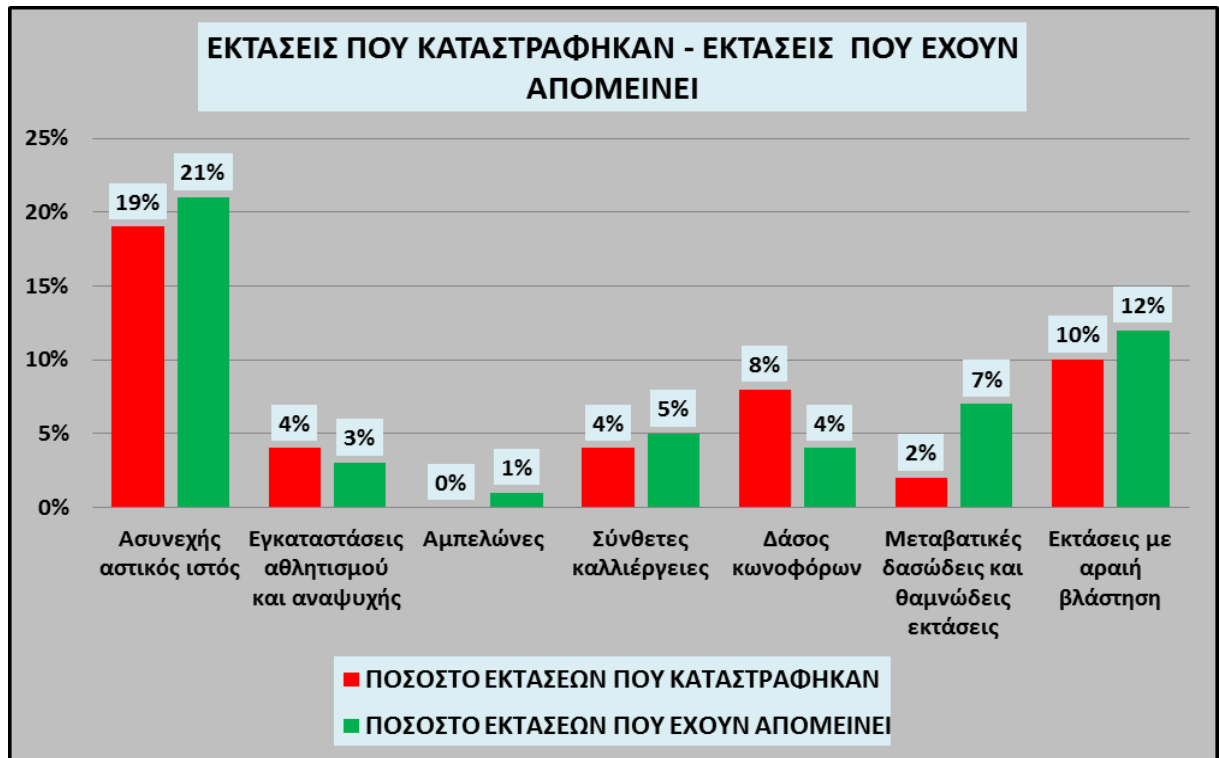
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΕΚΤΑΡΙΑ (HA)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΡΗΣΗΣ ΓΗΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ
Ασυνεχής αστικός ιστός	1069	40%
Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	182	7%
Αμπελώνες	34	1%
Σύνθετες καλλιέργειες	229	9%
Δάσος κωνοφόρων	330	12%
Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	248	9%
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	580	22%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.672</b>	<b>100%</b>

Πίνακας 5.1: Κατανομή των καλύψεων γης σε εκτάσεις πριν από την πυρκαγιά (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).



*Εικόνα 5.19: Περιοχή μελέτης: Χάρτης αποτύπωσης καλύψεων γης μετά από την πυρκαγιά - Καταστροφές που προκλήθηκαν (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).*

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνεται η περιοχή μελέτης - η κάλυψη της γης, ενώ με διαγραμμίσεις παρουσιάζονται οι καταστροφές που προκλήθηκαν μετά από την πυρκαγιά. Οι περιοχές που δεν έχουν επισημανθεί με διαγράμμιση δεν έχουν υποστεί ζημιές εξαιτίας της πυρκαγιάς.



Γράφημα 5.2: Ποσοστιαία κατανομή των εκτάσεων που καταστράφηκαν και αυτών που έχουν απομείνει (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).

Στο **γράφημα 5.2** παρουσιάζονται τα ποσοστά (%) των εκτάσεων που καταστράφηκαν από την πυρκαγιά, καθώς και αυτών που έχουν απομείνει σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης.

Ο **πίνακας 5.2** περιέχει τις εκτάσεις (σε εκτάρια ha) και τα ποσοστά (%) που έχουν απομείνει σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν μετά από επεξεργασία των αρχικών δεδομένων (οι καλύψεις γης από το <https://emergency.copernicus.eu/>).

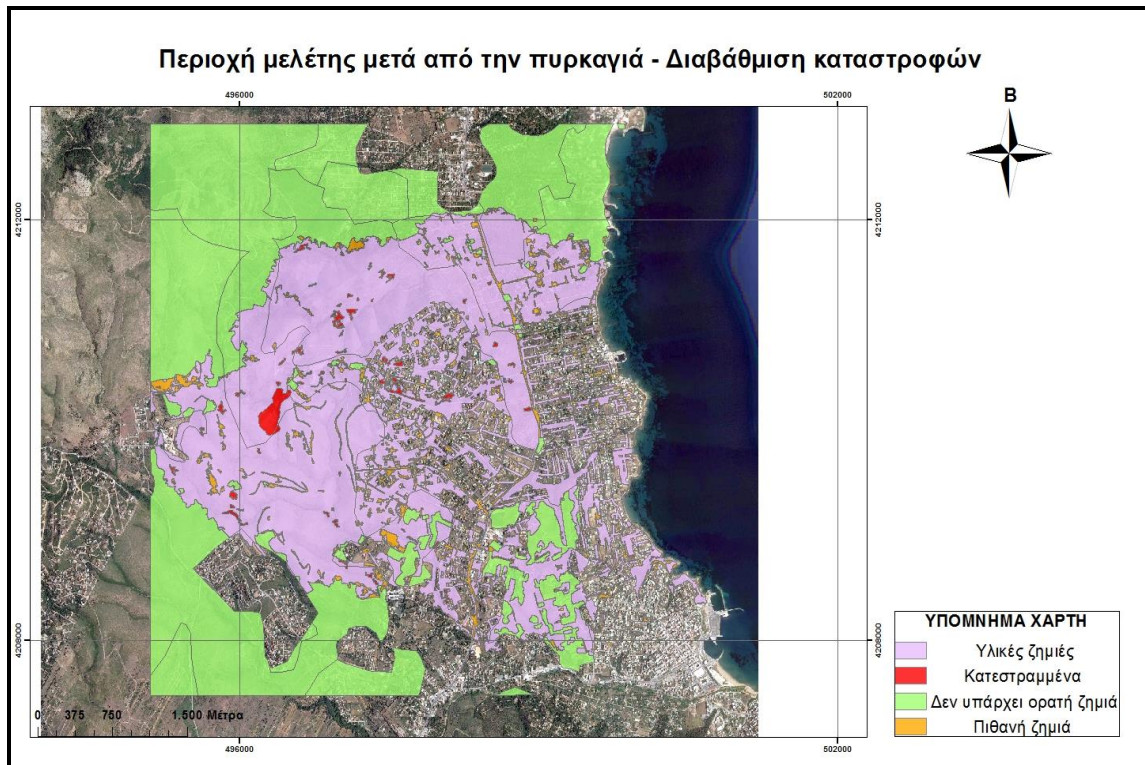
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΑΠΟΜΕΙΝΕΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΟΙ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΑΠΟΜΕΙΝΕΙ ΣΕ ΕΚΤΑΡΙΑ (HA)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΑΠΟΜΕΙΝΕΙ
Ασυνεχής αστικός ιστός	550	21%
Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	67	3%
Αμπελώνες	34	1%
Σύνθετες καλλιέργειες	146	5%
Δάσος κωνοφόρων	109	4%
Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	182	7%
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	312	12%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1.400</b>	<b>53%</b>

*Πίνακας 5.2: Κατανομή των καλύψεων γης σε εκτάσεις μετά από την πυρκαγιά (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).*

Ο **πίνακας 5.3** περιέχει τις εκτάσεις (σε εκτάρια ha) και τα ποσοστά (%) που καταστράφηκαν σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν μετά από επεξεργασία των αρχικών δεδομένων (οι καλύψεις γης από το <https://emergency.copernicus.eu/>).

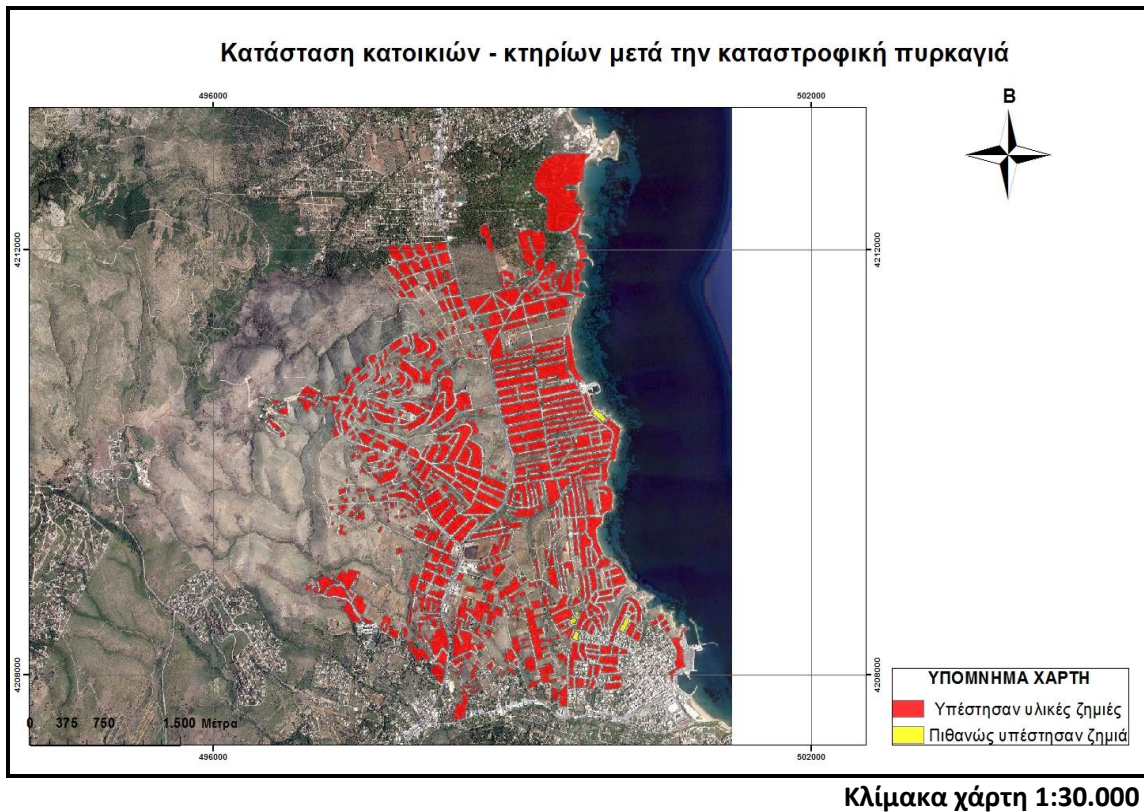
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΑΦΗΚΕ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΟΙ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΑΦΗΚΑΝ ΣΕ ΕΚΤΑΡΙΑ (HA)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΑΦΗΚΑΝ
Ασυνεχής αστικός ιστός	519	19%
Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	115	4%
Αμπελώνες	-	-
Σύνθετες καλλιέργειες	83	4%
Δάσος κωνοφόρων	221	8%
Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	66	2%
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	268	10%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1.272</b>	<b>47%</b>

*Πίνακας 5.3: Κατανομή των καταστροφών που προκλήθηκαν (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).*



*Εικόνα 5.20: Περιοχή μελέτης μετά την πυρκαγιά: Χάρτης διαβάθμισης των καταστροφών στο Μάτι (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).*

Στον παραπάνω χάρτη παρουσιάζονται οι διαβαθμίσεις των καταστροφών που προκλήθηκαν από την φονική πυρκαγιά. Όπως φαίνεται και στο χάρτη, ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 1% της ολικής έκτασης καταστράφηκε πλήρως, ενώ μόλις το 5% της συνολικής έκτασης υπέστη πιθανή ζημιά από την πυρκαγιά. Παρατηρείται ότι τη μεγαλύτερη καταστροφή υπέστησαν εκτάσεις με υλικές ζημιές σε ποσοστό 49%, ενώ υπήρξαν και εκτάσεις που δεν επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά με ποσοστό 45%.



*Εικόνα 5.21: Κτήρια - κατοικίες μετά την πυρκαγιά: Χάρτης κατάστασης κατοικιών - κτηρίων μετά την καταστροφική πυρκαγιά (<https://emergency.copernicus.eu/mapping>, ίδια επεξεργασία).*

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνονται οι κατοικίες - τα κτήρια που υπέστησαν καταστροφές από την πυρκαγιά. Σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης, το 99% των κτηρίων υπέστησαν υλικές ζημιές (άλλα περισσότερο και άλλα λιγότερο), ενώ μόλις το 1% υπέστησαν πιθανή ζημιά.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.**

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο που εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών και μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικές συνέπειες. Όπως είναι γνωστό, οι δασικές πυρκαγιές είναι δυνατόν να προκληθούν είτε από φυσικά αίτια είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στη χώρα μας, ο κίνδυνος εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς από ανθρώπινες δραστηριότητες έχει διαπιστωθεί ότι είναι μεγάλος. Δεν έχει αυξηθεί ιδιαίτερα ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, ωστόσο όμως η μέση καιγόμενη επιφάνεια έχει σχεδόν τριπλασιαστεί. Έχουμε ουσιαστικά ένα μικρό αριθμό από πυρκαγιές, που καίνε μεγάλες εκτάσεις στη χώρα μας.

Για να αντιμετωπιστεί λοιπόν το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, είναι απαραίτητο όσο είναι δυνατόν να περιοριστούν οι αιτίες που τις δημιουργούν, καθώς και να μειωθεί η ποσότητα των καύσιμων υλών. Για την αποτελεσματική επίλυση του προβλήματος, κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη ενός ορθού σχεδιασμού διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών.

Είναι επιτακτική ανάγκη να αρχίσουν να εφαρμόζονται στην Ελλάδα ενέργειες, που εντάσσονται στην φάση πριν από την καταστροφή. Να δοθεί δηλαδή, έμφαση σε μέτρα που να αφορούν στην πρόληψη και την ανίχνευση της πυρκαγιάς και όχι μόνο στην καταστολή.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, χρησιμοποιούνται κυρίως στη φάση της πρόληψης και δημιουργούν χάρτες ανάλυσης της επικινδυνότητας για τον κίνδυνο της πυρκαγιάς.

Η ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών παίζει σημαντικό ρόλο όσον αφορά τον άμεσο εντοπισμό και τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών. Ίσως ο κυριότερος παράγοντας αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών είναι η άμεση και ορθολογική τους διαχείριση.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών με την συνεχή τους αναβάθμιση, έρχονται να δώσουν λύσεις στη διαχείριση των πυρκαγιών, αφού όσοι σχετίζονται με τη



διαχείριση δασικών πυρκαγιών, έχουν τη δυνατότητα να διαχειρίζονται καλύτερα την καύσιμη ύλη, ώστε να εμποδίσουν την καταστροφή που μπορεί να προκληθεί.

Στο Μάτι Αττικής η γρήγορη εξάπλωση της πυρκαγιάς εξαιτίας των ισχυρών ανέμων, είχε ως αποτέλεσμα τόσο οι κάτοικοι της περιοχής όσο και οι επισκέπτες να μην προλάβουν να αντιδράσουν με αποτέλεσμα να εγκλωβιστούν στην προσπάθειά τους να διαφύγουν.

Στο θλιβερό αυτό γεγονός συνέβαλε και η πυκνή δόμηση της περιοχής λόγω των πολλών αυθαίρετων κτισμάτων, έτσι οι κάτοικοι της περιοχής δεν κατάφεραν να την εγκαταλείψουν εγκαίρως.

Ακόμη, η έλλειψη διεξόδων προς τη θάλασσα συντέλεσαν σε αυτό το τραγικό αποτέλεσμα, αφού τα αυτοκίνητα που είχαν εγκλωβιστεί στους κεντρικούς δρόμους είχαν εμποδίσει την διέξοδο των κατοίκων προς τη θάλασσα.

Είναι βέβαιο ότι σε βάθος χρόνου, οι δασικές πυρκαγιές θα εξελίσσονται με μεγαλύτερη δυναμικότητα από ότι στο παρελθόν. Σε αυτό συντελούν πολλοί παράγοντες, με βασικότερο εξ αυτών την κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή, επηρεάζει λόγω των όλο και υψηλότερων θερμοκρασιών που παρατηρούνται κάθε χρόνο και λόγω της παρατεταμένης διάρκειας του καλοκαιριού (σε θερμοκρασίες) έναντι του φθινόπωρου και της άνοιξης.

Δεδομένου ότι στο μέλλον οι φυσικές καταστροφές θα εκδηλώνονται με μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση, εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών, κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη, την καταστολή και την αποκατάσταση από μελλοντικούς φυσικούς κινδύνους.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.****ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Αστάρης Θ. Καθηγητής Γεωλογίας Α.Π.Θ., (2007). «Ψηφιακή χαρτογραφία και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.)», Ψηφιακές Διδακτικές Σημειώσεις
- [2] Βορίσης Δ. Πύραρχος - Δασολόγος - Διδάκτωρ του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π, (2004). Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών, Αθήνα, Τυπογραφείο Α.Π.Σ.
- [3] Γ.Γ.Π.Π., (2010). Διαθέσιμο από: [www.gscrp.gr](http://www.gscrp.gr)
- [4] Γ.Γ.Π.Π., (2015). Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών, Αθήνα: Γ.Γ.Π.Π.
- [5] Γ.Γ.Π.Π., (2018). Διαθέσιμο από: <https://www.protothema.gr>
- [6] Γκουρμπάτσης Α., (2018). Η διερεύνηση των αιτιών και των συνθηκών της καταστροφικής - θανατηφόρου δασικής πυρκαγιάς, που εκδηλώθηκε την 23<sup>η</sup> Ιουλίου 2018 και ώρα 16:49 στην περιοχή Νταού Πεντέλης. Προκαταρκτική Τεχνική Έκθεση, Αθήνα
- [7] Γκόφας Α., (2001). Εγχειρίδιο δασοπροστασίας, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη
- [8] Δημητρακόπουλος Π., «Δασικές πυρκαγιές». Διαθέσιμο από: [www.e-zine.gr](http://www.e-zine.gr), 2 Ιουλίου 2010
- [9] Ζαχαριάδης Θ., (2016). Δασικές πυρκαγιές και οικονομικές επιπτώσεις. Διαθέσιμο από: <http://www.sigmalive.com>
- [10] Καζάνα Β., (12.2014). Γνωσιακό σύστημα για εκτίμηση και παρακολούθηση εφαρμογής αειφορικής δασικής διαχείρισης στην Ελλάδα, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης/ Τμήμα Δασοπονίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος
- [11] Καϊλίδης, (1990). Δασικές Πυρκαγιές. Τρίτη επιμ. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη - Γιαπούλη
- [12] Καϊλίδης & Καρανικόλα, (2004). Δασικές πυρκαγιές 1900 - 2000. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη

- [13] Καϊμάρης και Καρανικόλας, (2014). Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών - Θεωρητική προσέγγιση και εργαστηριακές ασκήσεις. ΖΗΤΗ επιμ. Θεσσαλονίκη
- [14] Καλαμποκίδης Κ., Ρούσσου Ο., Βασιλάκος Χ., Μαρκοπούλου Δ., (2004). Χωρική μοντελοποίηση καύσιμης ύλης και συμπεριφοράς πυρκαγιών τοπίου. Ελληνική Γεωγραφική Εταιρία και Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου
- [15] Καλαμποκίδης Κ., Ηλιόπουλος Ν., Γλιγλίνος Δ., (2013). Πυρο - Μετεωρολογία και Συμπεριφορά Δασικών Πυρκαγιών σε ένα Μεταβαλλόμενο Κλίμα. Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ, Αθήνα
- [16] Καρτέρης Μ., Μάλλινης Γ., Κούτσιας Ν., (2001). «Εφαρμογές δορυφορικών δεδομένων υψηλής και πολύ υψηλής ευκρίνειας στη χαρτογράφηση και παρακολούθηση καμένων εκτάσεων», Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- [17] Κόγιου, (2012). Μοντελοποίηση κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, Σέρρες: ΤΕΙ Σερρών
- [18] 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»
- [19] Κουτσόπουλος Κ., (1990). Γεωγραφία: Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου (Αθήνα : Εκδόσεις Συμμετρία), σελ. 459
- [20] Κουτσόπουλος και Ανδρουλάκης, 2003: Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS, Εκδόσεις Παπασωτηρίου
- [21] Λέκκας Ε., (2018). Φυσικές Καταστροφές: Πρόληψη, Πολιτική Προστασία & Έργα Υποδομής. Ετήσιο Συνέδριο ΚΕΔΕ - Καινοτόμος Πολιτική για την Πολιτική Προστασία. Αθήνα: ΚΕΔΕ
- [22] Μανιάτης, (1993). Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Ζήτη επιμ. Θεσσαλονίκη
- [23] Μανιάτης Γ., (1996). «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης και Κτηματολογίου»

- [24] Μαυραγάνης Κ., (2016). Τα γραφήματα των πυρκαγιών: Στοιχεία για τις δασικές φωτιές από το 2000 έως το 2015. Διαθέσιμο από: [https://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies\\_n\\_11292464.html](https://www.huffingtonpost.gr/2016/08/04/grafhmata-pyrkagies_n_11292464.html)
- [25] Μπούσμπουρας Δ., Ευαγγέλου Χ., (2005). Φωτιά και Ζωή, ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ
- [26] Ξανθόπουλος, (2009). Πρόληψη δασικών πυρκαγιών. Διαθέσιμο από: Δασοπροστασία και Δασοπυρόσβεση. Αθήνα: WWF Ελλάς, p. 154
- [27] Παχίδης Π., «Παράγοντες που ένα δάσος κινδυνεύει», άρθρο στην Αρκαδική Επικαιρότητα, 15 Ιουλίου 2010. Διαθέσιμο από: [www.civilprotection.gr](http://www.civilprotection.gr)
- [28] Πυρίντσος, (2007). Τεχνικές Τηλεπισκόπησης και GIS στη δημιουργία χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς στο Χολομώντα Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ.
- [29] Σακελλαρίου, Σ., 2016. Σχεδιασμός και ανάπτυξη χωρικού συστήματος λήψης αποφάσεων για την πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών. Η περίπτωση των δασικών πυρκαγιών στη Θάσο. Διδακτορική διατριβή ΤΜΧΠΠΑ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- [30] Σιαφάκας Β., «Ένα βιώσιμο μέλλον για τα δάση της Ελλάδος» άρθρο στην Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, 21 Μαΐου 2008
- [31] Στυλιανοπούλου Ε., (2008). Μελέτη των κοινωνικών, Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τις πυρκαγιές στην Πελοπόννησο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού του 2007
- [32] Ταμπάκης Σ., Καρανικόλα, Π., (2015). Δασικές Πυρκαγιές και Κοινωνία, Έκδοση Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης
- [33] ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ - ΔΗΜΗΤΡΑ ΤΕΥΧΟΣ 6 ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΜΑΙΟΣ - ΙΟΥΝΙΟΣ 2014
- [34] Τσαγγάρη Γ., Καρέτσος Γ., (2011). Δασικές πυρκαγιές Ελλάδας 1983 - 2008, Αθήνα
- [35] Υπουργείο Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, (2003). ΦΕΚ 423 Β'/10-04-2003. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 10 Απρίλιος, Issue Δεύτερο, p. 40

- [36] Χαλκιάς, Χ., Γκούσια, Μ., 2015. Γεωγραφική ανάλυση με την αξιοποίηση της γεωπληροφορικής. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών
- [37] Χατζηγεωργίου Γ., (2011). Η επιχείρηση κατάσβεσης δασικής πυρκαγιάς στο δάσος της Φολόης το 2007
- [38] WWF Ελλάς, 2007. «Οικολογικός απολογισμός των καταστροφικών πυρκαγιών του Αυγούστου 2007 στην Πελοπόννησο»

### **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Akay A. E., Erdoğan, A., (2017). GIS-based multi-criteria decision analysis for forest fire risk mapping. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. IV-4/W4, 4th International GeoAdvances Workshop, 14 - 15 October 2017, Safranbolu, Karabuk, Turkey
- [2] Alkhatib A., (2014). A review on Forest Fire Detection Techniques. International Journal of Distributed Sensor Networks, 5 March. p. 12
- [3] Arianoutsou M., Koukoulas S., Kazanis D., (2011). Evaluating post-fire forest resilience using GIS and multi-criteria analysis: An example from Cape Sounion National Park, Greece, Environmental Management, 47(3), 384 - 397
- [4] Asenova M., (2018). Assessment and mapping of forest fire risk-using GIS: A case study of Bulgaria. Proceedings, 7th International Conference on Cartography and GIS, 18 - 23 June 2018, Sozopol, Bulgaria
- [5] A scientific journey to Natural Hazards and Disasters, «Φυσικοί κίνδυνοι: Πυρκαγιές»
- [6] Allgower B., (2000). Crossing the Millennium: Integrating Spatial Technologies and Ecological Principles for a New Age in Fire Management. The University of Idaho and the International Association of Wildland Fire ed. Moscow: Neuenschwander L. Ryan K. Golberg G
- [7] Barry, (2014). Science for disaster risk reduction, Belgium: European Commission

- [8] Birot and Mavsar, (2009). Επιπτώσεις δασικών πυρκαγιών σε τρεις διαστάσεις: περιβάλλον, οικονομία, κοινωνία. In: Η ζωή μας με τις δασικές πυρκαγιές: η άποψη της επιστήμης. Φινλανδία: European Forest Institute, p. 90
- [9] Burrough P. A., (1986). Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment (New York: Oxford University Press), p. 193
- [10] Casanova, C., (2006). Forest fires and remote sensing. In: Integration of information for enviromental security. Tistanbul: Springer, p. 478
- [11] Chou, (1991). Delineation of critical zones of fire danger. Missoula, Montana, 11th Conference on fire and forest meteorology, pp. 42 – 49
- [12] Christopoulou O.G., 2011. Deforestation / Reforestation in Mediterranean Europe: The Case of Greece. Soil Erosion Studies. Dr. Danilo Godone (Ed.), ISBN: 978-953-307-710-9, InTech, DOI: 10.5772/23466. Διαθέσιμη από: <http://www.intechopen.com/books/soil-erosion-studies/deforestation-reforestation-in-mediterranean-europe-the-case-of-greece>
- [13] Chuvieco Salas and Vega, (1996). Remote sensing and GIS for longterm fire risk mapping. In: E. Chucievo, ed. A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires. Alcala de Henares, pp. 91 - 108
- [14] DeBano, Neary and Ffolliott, (1998). Fire effects on ecosystems. Canada: John Wiley and Sons
- [15] Dimitrakopoulos and Mitsopoulos, (2006). Global forest resources assessment 2005-reports on fires in the Mediterranean region, Rome: Forestry Department
- [16] Dlamini W., (2010). Natural and Anthropogenic Disasters: vulnerability, preparedness and mitigation. West Bengal: Springer
- [17] Dong X.U., Shao G., Dai L., Hao Z., Tang L. and Wang H., 2006. Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. Science in China: Series E Technological Sciences 49: 140-149
- [18] Eastman, (1997). Applications of Geograpshic Information Systems (GIS) technology in environmental risk assessment and management. Environment Information and Assessment Division
- [19] Eugenio F.C., dos Santos A.R., Fiedler N.C., Ribeiro G.A., da Silva A.G., dos Santos A.B., Paneto G.G., Schettino V.R., (2016) .Applying GIS to develop a model for

forest fire risk: A case study in Espirito Santo, Brazil. *Journal of Environmental Management*, p. 173, 65 - 71

[20] FAO Forestry Department, (2013). Fire effects on the natural environment. In: *International handbook on forest fire protection*. France: FAO, p. 163

[21] Forestry Department, (2010). *Global forest resources assessment 2010*, Rome

[22] Gabban A., San-Miguel - Ayanz J. and Viegas D., (2008). Assessment of forest fire risk in the European Mediterranean region: comparison of satellite - derived and meteorological indices, Italy: European Communities

[23] Geospatial Application Papers, Natural Hazard Management. Διαθέσιμο από: [http://www.gisdevelopment.net/application/natural\\_hazards/overview/nho0004.htm](http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/overview/nho0004.htm).

[24] Goodchild M. F., (1987). A spatialanalytical perspective on geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, Τόμος 1, pp. 327 - 334

[25] Government of Canada, (2014). Climate change and fire. *Natural Resources*

[26] Hamilton Salazar and Palmer, (1989). *Geographic Information Systems: providing information for wildland fire planning*. Διαθέσιμο από: K. A. Publishers, επιμ. Fire Technology. California: s.n., pp. 5 – 23

[27] Hurteau M.D., Koch G.W. and Hungate B.A., 2008. Carbon protection and fire risk reduction: toward a full accounting of forest carbon offsets. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 493–498.

[28] Jaiswal R.K., Mukherjee S., Raju K.D., Saxena R., 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4: 1–10

[29] Jensenius, (2015). A detailed analysis of lightning deaths in the United States from 2006 through 2014, USA: National Weather Service, NOAA

[30] Johann G Goldammer, C. d. R., (2004). *Wildland Fire Handbook of Sub - Saharan Africa*. Freiburg: Global Fire Management Center

[31] Kean J. and Staley D., (2015). *Post - Wildfire Landslide Hazards*

- [32] Lekkas, E., Carydis, P., Lagouvardos, K., Mavroulis, S., Diakakis, M., Andreadakis, E., Papagiannaki, K. (2018). The July 2018 Attica (Central Greece) Wildfires - Scientific Report (Version 1.0). Newsletter of Environmental, Disaster and Crisis Management Strategies, 8
- [33] Lentile L. et al., (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post - fire effects. International Journal of Wildland fire, 15(194), pp. 319 – 345
- [34] Lu, A., Tian H., Liu M., Liu J. and Melillo J. M., 2006. Spatial and temporal patterns of carbon emissions from forest fires in China from 1950 to 2000, Journal of Geophysical Research 111, D05313, DOI: 10.1029/2005JD006198
- [35] Martell D. L., (2001). Forest fire management. Διαθέσιμο από: Forest fires - behavior and ecological effects. Ontario: Academic Press, p. 594
- [36] Ministry of Forests, (1997). Glossary of Forest Terms, Province of British Columbia, Canada: Ministry of Forests
- [37] NWCG, (2003). Glossary of Wildland Fire Terminology, Boise: Data Standards and Terminology Subcommittee
- [38] NWCG, (2014). GLOSSARY OF WILDLAND FIRE TERMINOLOGY, BOISE: DATA STANDARDS AND TERMINOLOGY SUBCOMMITTEE. Glossary of wildland fire terminology, Boise: Data Standards and Terminology Subcommittee
- [39] Pawlina Buckley and Strickland, (1990). Automatic of visible area mapping for fire detection lookouts. Vancouver, GIS'90 Symposium
- [40] Power C.J., 2006 A spatial decision support system for mapping bushfire hazard potential using remotely sensed data. In Proceedings of Bushfire Conference 2006 - Life in a Fire-Prone Environment: Translating Science Into Practice. Brisbane, 6–9 June 2006
- [41] Pyne S.J., (1984). Introduction to Wildland Fire, Fire Management in the United States, pp. 1 - 455. J. Wiley, N.C
- [42] Rigolot Fernandes and Rego, (2009). Διαχείριση κινδύνου δασικών πυρκαγιών: πρόληψη, καταστολή. Στο: Η ζωή μας με τις δασικές πυρκαγιές: η άποψη της επιστήμης. Joensuu: European Forest Institute, p. 90



- [43] Sakellariou S., Samara F., Tampekis S., Sfougaris A. and Christopoulou O., 2015(a). Targeting to an efficient prevention strategy of forest fires, estimating the fire hazard on islands. The case study of Thasos island, Greece. *International Journal of Advanced Engineering and Nanotechnology* 2(11): 27-32
- [44] Santiago F. I. and Kheladze N., (2011). GIS wildland fire hazard modeling in Georgia, Georgia: Caucasus Environmental NGO Network
- [45] Sletnes A. I., (2010). Assessment of forest fire risks and innovative strategies for fire prevention
- [46] Star J. and J. Estes, (1990). *Geographic Information Systems : An Introduction* (New Jersey: Prentice-Hall, Inc.), p. 303
- [47] Symeonakis E., Koukoulas S., Calvo-Cases A., Arnau-Rosalen E., Makris I., (2004). A landuse change and land degradation study in Spain and Greece using remote sensing and GIS, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 35, 553 - 558
- [48] Teodoro A.C., Duarte L. (2013). Forest fire risk maps: a GIS open source application - a case study in Norwest of Portugal, *International Journal of Geographical Information Science*, 27(4), 699 - 720
- [49] You W., Lin L., Wu L., Ji Z., Yu J., Zhu J., Fan Y., He D., (2017). Geographical information system-based forest fire risk assessment integrating national forest inventory data and analysis of its spatiotemporal variability. *Ecological Indicators*, 77, 176 – 184

#### **ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ (URL)**

- [1] <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [2] [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82\\_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD\\_%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CF%84%CE%BF\\_2018](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%AD%CF%82_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%84%CE%BF_2018)
- [3] <https://agropublic.gr/arthra-apopseis/oi-epiptoseis-apo-tis-foties-stin-ygeia-tou-anthrwpu-kai-to-oikosysthma/>
- [4] <http://www.fria.gr/mmfría/index.php?id=100&catid=38&lan=GR&tl=CATEGOR YID>

- [5] [https://www.efsyn.gr/kosmos/158786\\_i-deyteri-pio-foniki-pyrkagia-ston-21o-aiona-pagkosmios](https://www.efsyn.gr/kosmos/158786_i-deyteri-pio-foniki-pyrkagia-ston-21o-aiona-pagkosmios)
- [6] <https://www.skai.gr/news/greece/to-mati-prin-kai-meta-tin-fotia-mesa-apo-doryforikes-eikones>
- [7] <https://www.protothema.gr/tag/fwta-sto-mati/>
- [8] <https://www.sofokleousin.gr/pos-i-pyrkagia-egine-anekselegkti-to-apokalyptiko-vinteo-tou-aste>
- [9] <https://mirc.ntua.gr/natural-disasters-metsovo/wildfires>
- [10] <https://www.civilprotection.gr/el>
- [11] <https://www.sofokleousin.gr/epitropi-eidikon-giati-itan-toso-foniki-i-pyrkagia-sto-mati>
- [12] <http://www.firesecurity.gr/dasikespol.html>
- [13] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-250-m-version-9-2007/corine-land-cover-2000-classes-and-rgb-color-codes>
- [14] <https://emergency.copernicus.eu/mapping/#zoom=2&lat=13.54457&lon=27.49718&layers=0BT00>
- [15] [https://www.fireservice.gr/el\\_GR/stoicheia-symbanton](https://www.fireservice.gr/el_GR/stoicheia-symbanton)
- [16] <https://gfmcc.org/>
- [17] [http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/fd51\\_gr/fd51\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/fd51_gr/fd51_gr?OpenDocument)
- [18] [https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems-product-component/EMSR300\\_02RAFINA\\_02GRADING\\_MAP/2](https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems-product-component/EMSR300_02RAFINA_02GRADING_MAP/2)
- [19] <https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems/emergency-management-service-mapping>
- [20] <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/>