



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**<< Μελέτη των επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές σε περιαστικές περιοχές στην ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές >>**



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

ΤΕΡΤΙΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ-ΒΑΙΟΣ

ΑΜ:272017122

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Αιγάλεω, Ιούλιος 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

**<<Investigation of the impact of suburban forest fires on urban air quality>>**



STUDENT NAME -SURNAME

TERTIKAS CHRISTOS VAIOS

REGISTRATION NUMBER: 272017122

SUPERVISOR

Dr. MOUSTRIS KONSTANTINOS

Aigaleo, July 2024

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδέκτη και βαθμολογήθηκε από την ακόλουθη τριμελή επιτροπή :

A/A	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Καθηγητής)	
2	ΝΤΟΥΡΟΥ ΚΛΕΟΠΑΤΡΑ (ΕΔΠ)	
3	ΤΣΙΤΣΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (ΕΔΠ)	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Τερτίκας Χρήστος Βάιος, με αριθμό μητρώου 272017122 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο δηλών

ΤΕΡΤΙΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ ΒΑΙΟΣ

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 .....	10
1.1 Εισαγωγή - Περιγραφή προβλήματος.....	10
Κεφάλαιο 2 .....	13
2.1 Ορισμός των δασικών πυρκαγιών και των επιπτώσεών τους.....	13
2.1.1 Αιτίες.....	13
2.1.2 Διάδοση φωτιάς.....	14
2.1.3 Πρόληψη.....	15
2.1.4 Ανίχνευση.....	16
2.1.5 Μοντελοποίηση .....	17
2.2.5 αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών.....	18
2.3 Οι μεγαλύτερες φωτιές κοντά σε αστικές περιοχές στην Ευρώπη.....	20
Κεφάλαιο 3 Επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές σε περιαστικές περιοχές.....	27
3.2 Αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα.....	32
3.3 Προβλήματα υγείας.....	33
3.4 Μειωμένη ορατότητα .....	34
3.5 Επιπτώσεις στην υδροκαλλιέργεια.....	35
3.6 Επιπτώσεις στην οικονομία.....	36
Κεφάλαιο 4 Οι φωτιές στην Ελλάδα .....	40
4.1 Εισαγωγή.....	40
4.2 Πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021 .....	41
4.3 Μόλυνση αέρα στην Αθήνα .....	44
4.4 Συγκεντρώσεις PM και ανθρακούχων αερολυμάτων για την πόλη της Αθήνας .....	45
4.5 Οι φωτιές την Ρόδο το 2023 .....	48
4.6 Η πυρκαγιά του Έβρου Σεπτέμβριος 2023.....	52
4.7 Η πυρκαγιά της Πάρνηθας το 2023.....	54
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....	57
Βιβλιογραφία .....	59

## Περίληψη

Η διπλωματική εργασία αναλύει εκτενώς τις δασικές πυρκαγιές και τις επιπτώσεις τους, εστιάζοντας σε διάφορες πτυχές. Στο κεφάλαιο 2, παρέχεται ένας ολοκληρωμένος ορισμός των πυρκαγιών, εξετάζονται οι αιτίες, η διάδοση της φωτιάς, οι προληπτικές μέθοδοι, η ανίχνευση, και η μοντελοποίηση. Επίσης, αναλύονται πέντε αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών, και παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες φωτιές κοντά σε αστικές περιοχές στην Ευρώπη.

Στο κεφάλαιο 3 εστιάζεται στις πυρκαγιές στην Ελλάδα, αναλύοντας τη μόλυνση του αέρα και τις συγκεντρώσεις σωματιδίων (PM) και ανθρακούχων αερολυμάτων. Εξετάζονται συγκεκριμένα περιστατικά όπως οι πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021, οι πυρκαγιές στη Ρόδο το 2023, και οι πυρκαγιές του Έβρου και της Πάρνηθας.

Στο κεφάλαιο 4, εξετάζονται εκτενώς οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών σε περιαστικές περιοχές. Συγκεκριμένα, αναλύονται οι υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων (PM), η αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα, τα προβλήματα υγείας, η μειωμένη ορατότητα, οι επιπτώσεις στην υδροκαλλιέργεια και η επίδραση στην οικονομία.

Τέλος, στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας, αναδεικνύοντας τη σοβαρότητα του προβλήματος και την ανάγκη για συντονισμένες προσπάθειες σε επίπεδο πρόληψης, αντιμετώπισης και ανάκαμψης.

Συνολικά, η εργασία παρέχει ένα πλήρες και λεπτομερές πλαίσιο για τον αναγνώστη, εξερευνώντας τις πολλαπλές διαστάσεις των δασικών πυρκαγιών και των επιπτώσεών τους.

## Abstract

The thesis extensively examines forest fires and their impacts, focusing on various aspects. Chapter 2 provides a comprehensive definition of wildfires, exploring their causes, fire spread, prevention methods, detection, and modeling. Additionally, five negative impacts of wildfires are analyzed, and significant fires near urban areas in Europe are presented.

Chapter 3 shifts the focus to wildfires in Greece, analyzing air pollution and concentrations of particulate matter (PM) and carbonaceous aerosols. Specific incidents, such as the fires near Athens in August 2021, the fires in Rhodes in 2023, and the fires in Evros and Parnitha, are examined.

In Chapter 4, the thesis thoroughly examines the impacts of forest fires on urban areas. Specifically, it delves into high concentrations of particulate matter (PM), increased levels of air pollutants, health problems, reduced visibility, impacts on hydroculture, and economic consequences.

Finally, Chapter 5 presents the conclusions of the research, highlighting the severity of the problem and the need for coordinated efforts in prevention, mitigation, and recovery.

Overall, the thesis provides a comprehensive and detailed framework, exploring the multiple dimensions of forest fires and their impacts.

## Ευχαριστίες

Με μεγάλη χαρά και ειλικρινή εκτίμηση, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για την ευκαιρία που μου παραχωρήθηκε να ασχοληθώ με τη διπλωματική μου εργασία.

Θέλω να ευχαριστήσω καταρχάς τον Επιβλέποντα μου, κ. Μουστρή Κωνσταντίνο , για την υποστήριξη, την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας. Οι πολύτιμες συμβουλές και η εποικοδομητική κριτική σας συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση και την εξέλιξη της διπλωματικής μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τους συναδέλφους μου και τους φίλους που παρείχαν υποστήριξη και έμπνευση κατά τη διάρκεια της έρευνας και της συγγραφής. Η συνεργασία μας ήταν κρίσιμη για την επίτευξη επιτυχούς ολοκλήρωσης αυτού του εγχειρήματος.



## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Μοντελοποίηση πυρκαγιάς 17

Εικόνα 2: Μια πυρκαγιά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του αέρα σε ακτίνα εκατοντάδων χιλιομέτρων, όχι μόνο στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πυρκαγιά. 19

Εικόνα 3: Η διάβρωση αποτελεί σοβαρή ανησυχία μετά από εξαιρετικά καταστροφικές πυρκαγιές. **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

Εικόνα 4: Τοποθεσία των πυρκαγιών της Ευρώπης και της Μεσογείου από τις 19 Ιουλίου 2022  
21

Εικόνα 5: Αεροφωτογραφία των πυρκαγιών στα δάση κοντά στο La Teste-de-Buch και το Landiras, 15 Ιουλίου 22

Εικόνα 6: Δορυφορικές εικόνες που δείχνουν τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στη Ζιρόντ μεταξύ 12 και 17 Ιουλίου 2022 24

Εικόνα 7: Σύννεφα πυροκάλυψης πάνω από την πυρκαγιά κοντά στη Σαλαμάνκα, 13 Ιουλίου  
**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

Εικόνα 8: Δορυφορικές εικόνες πάνω από την κεντρική Ελλάδα (συμπεριλαμβανομένων των περιοχών Αττικής και Εύβοιας) που ελήφθησαν από το NOAA-20 VIIRS, οι οποίες δείχνουν τη θέση των πυρκαγιών και τη μεταφορά των έντονων καπνών πάνω από την Αθήνα σε συγκεκριμένες ημέρες τον Αύγουστο του 2021. 44

Εικόνα 9: Ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> (α) και της κατανομής του αριθμού των σωματιδίων κατά την περίοδο 1-20 Αυγούστου (β) από τις μετρήσεις GRIMM OPC. Οι γκρίζες περιοχές υποδηλώνουν τις ημέρες καύσης βιομάζας  
**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

Εικόνα 10: Ωριαία διακύμανση των συγκεντρώσεων BC, BC<sub>ff</sub>, BC<sub>bb</sub> και BB% στην Αθήνα κατά τη διάρκεια της περιόδου 1-20 Αυγούστου 2021. Οι γκρίζες περιοχές υποδηλώνουν τις ημέρες καύσης βιομάζας. 48

Εικόνα 11: Καταγραφή ΠΠ που επηρεάστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή της Ρόδου  
50

Εικόνα 12: Καμένες εκτάσεις στην Ρόδο 51

Εικόνα 13: Καταγραφή συσχετιζόμενων πυρκαγιών στη Ρόδο για την τελευταία 20ετία 51

Εικόνα 14: Καταγραφή ΠΠ που επηρεάστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή του Έβρου  
53

Εικόνα 15: Καταγραφή συσχετιζόμενων πυρκαγιών στον Έβρο για την τελευταία 20ετία 54

Εικόνα 16: Καταγραφή ΠΠ που επηρεάστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή της Πάρνηθας  
56

Εικόνα 17: Καταγραφή πυρκαγιών στον ορεινό όγκο Πάρνηθας για την τελευταία 20ετία 56

# Κεφάλαιο 1

## 1.1 Εισαγωγή - Περιγραφή προβλήματος

Η συνεχής αύξηση των δασικών πυρκαγιών αναδεικνύει ένα κρίσιμο και επίκαιρο περιβαλλοντικό ζήτημα, το οποίο απειλεί την ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος και έχει άμεσες επιπτώσεις στις αστικές περιοχές. Η παρούσα έρευνα αφορά τη μελέτη των επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές στην ποιότητα του αέρα στις περιαστικές περιοχές, εστιάζοντας στην ανάλυση των μεταβολών που παρατηρούνται μετά από τέτοια φαινόμενα.

Οι δασικές πυρκαγιές, ενώ ανήκουν στη φυσική δυναμική του οικοσυστήματος, έχουν γίνει περισσότερο απειλητικές λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας και των αλλαγών στο κλίμα. Η συχνότητα και η ένταση των πυρκαγιών έχουν αυξηθεί, με αποτέλεσμα την καταστροφή τεράστιων εκτάσεων δασών και την απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων καυσαερίων στην ατμόσφαιρα.

Η ποιότητα του αέρα αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για την υγεία του ανθρώπου και των οικοσυστημάτων. Η εκπομπή αερίων και σωματιδίων κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς δημιουργεί έναν σύνθετο συνδυασμό ρύπων, περιλαμβανομένων των επικίνδυνων σωματιδίων PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>, καθώς και πτητικών οργανικών ενώσεων και αζώτου. Αυτά τα ρυπογόνα στοιχεία μπορούν να έχουν αρνητικές επιδράσεις στην αναπνευστική υγεία, το περιβάλλον και τη γενική ποιότητα ζωής.

Σε αυτό το πλαίσιο, η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές αναδεικνύεται ως ένα πολυσύνθετο και σημαντικό πρόβλημα. Είναι απαραίτητο, συνεπώς, να κατανοήσουμε πλήρως τις διαδικασίες που σχετίζονται με τις πυρκαγιές και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν τον αέρα που αναπνέουμε, προκειμένου να αναπτύξουμε αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης και αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος.

Στα πλαίσια αυτής της έρευνας, θα εξετάσουμε προσεκτικά τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στον ατμοσφαιρικό αέρα των αστικών περιοχών, εστιάζοντας στις αλλαγές στη σύνθεση των αερίων και των σωματιδίων κατά τη διάρκεια και μετά από αυτές τις φυσικές καταστροφές. Με αυτόν τον τρόπο, επιδιώκουμε να αναδείξουμε τη συνολική επίδραση των πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα και να προσφέρουμε στοιχεία που θα υποστηρίξουν την ανάπτυξη πολιτικών και πρακτικών μέτρων για την αντιμετώπιση αυτής της σοβαρής περιβαλλοντικής πρόκλησης [1].

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αντιμετώπιση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες, και η ερευνητική αυτή προσπάθεια αποτελεί ένα βήμα προς την κατεύθυνση της κατανόησης και της αντιμετώπισης αυτού του παγκόσμιου προβλήματος.

## Σκοπός και Στόχος της Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να αναδείξει και να κατανοήσει τις συνέπειες των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα σε περιαστικές περιοχές. Πέρα από την αντιμετώπιση των άμεσων καταστροφικών επιπτώσεων στον φυσικό χώρο, επικεντρώναστε στην πολυπλοκότητα των ανακτημένων ατμοσφαιρικών συνθηκών και των ρύπων που παράγονται κατά τη διάρκεια και μετά από τις πυρκαγιές.

Συγκεκριμένα, οι βασικοί στόχοι της έρευνας μας περιλαμβάνουν:

1. Ανάλυση των Συνιστωσών της Ατμόσφαιρας κατά τη Διάρκεια Δασικών Πυρκαγιών:
  - Εξέταση των αερίων και σωματιδίων που εκπέμπονται κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς.
  - Ανάλυση των χαρακτηριστικών και των ποσοτήτων των εκπομπών.
2. Μελέτη των Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Αέρα στις Περιαστικές Περιοχές:
  - Αξιολόγηση του πώς οι εκπομπές από δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα σε περιαστικές περιοχές.
  - Κατανόηση της μεταβολής της σύνθεσης του ατμοσφαιρικού αέρα και των επιπτώσεών του στην υγεία.
3. Ανάπτυξη Στρατηγικών για την Πρόληψη και Αντιμετώπιση:
  - Προτάσεις για αποτελεσματικά μέτρα πρόληψης δασικών πυρκαγιών.
  - Προτάσεις για τη βελτίωση των συστημάτων αντιμετώπισης και της διαχείρισης των εκπομπών κατά τη διάρκεια και μετά από πυρκαγιές.
4. Συστηματική Καταγραφή και Ανάλυση Περιστατικών:
  - Καταγραφή και ανάλυση περιστατικών δασικών πυρκαγιών και των αντίστοιχων επιπτώσεων στην ποιότητα του αέρα.
  - Συστηματική σύγκριση διαφόρων περιοχών και περιστάσεων.

Μέσω αυτών των στόχων, επιδιώκουμε όχι μόνο να κατανοήσουμε τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα αλλά και να παράσχουμε πρακτικές και πολιτικές προτάσεις για την αντιμετώπιση και πρόληψη αυτών των καταστροφικών φαινομένων. Η εφαρμογή αυτών των μέτρων θα συμβάλει στην προστασία των κοινοτήτων και του φυσικού περιβάλλοντος, ενισχύοντας παράλληλα την αειφορία και τη βιωσιμότητα.

## Σημασία του Θέματος

Η επιλογή του θέματος για τη μελέτη των επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές στην ποιότητα του αέρα στις περιαστικές περιοχές είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επικεντρώνεται σε ένα θέμα που επηρεάζει τόσο το φυσικό όσο και το ανθρώπινο περιβάλλον. Η σημασία αυτού του θέματος εκτείνεται σε πολλούς τομείς:

1. Ανθρώπινη Υγεία:
  - Οι εκπομπές αέριων και σωματιδίων κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς συνδέονται άμεσα με αναπνευστικά προβλήματα και άλλες ασθένειες. Η κατανόηση του πώς οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα είναι ζωτική για την προστασία της υγείας του πληθυσμού.
2. Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα:
  - Οι πυρκαγιές συμβάλλουν στην απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων και τη μείωση της βιοποικιλότητας. Η μείωση των εκπομπών και η ανάπτυξη αποτελεσματικών προληπτικών μέτρων είναι ουσιαστικές για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος.
3. Πολιτικές Αποφάσεις και Διαχείριση Κρίσεων:
  - Η κατανόηση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη αποτελεσματικών πολιτικών αποφάσεων και τη διαχείριση κρίσεων κατά τη διάρκεια πυρκαγιών.
4. Κοινωνική Δικαιοσύνη:
  - Οι επιπτώσεις των πυρκαγιών δεν κατανομούνται ομοιόμορφα. Ορισμένες κοινότητες είναι περισσότερο εκτεθειμένες στις επιπτώσεις αυτές, υπογραμμίζοντας τη σημασία της κοινωνικής δικαιοσύνης στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος [2].
5. Επιστημονική Εξέλιξη:
  - Η έρευνα αυτή συμβάλλει στην επιστημονική γνώση και στην ανάπτυξη τεχνολογικών λύσεων για την πρόληψη και διαχείριση των επιπτώσεων των πυρκαγιών.

Επομένως, η σημασία της έρευνας αυτής υπερβαίνει τα όρια μιας απλής εξέτασης ενός προβλήματος. Αντιθέτως, προσφέρει τη δυνατότητα για πολυδιάστατη κατανόηση και αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τις δασικές πυρκαγιές και τις συνέπειές τους στην ανθρώπινη κοινότητα και το φυσικό περιβάλλον[2,3].

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Ορισμός των δασικών πυρκαγιών και των επιπτώσεών τους

Οι δασικές πυρκαγιές αναφέρονται σε φωτιές που εκδηλώνονται σε δασικές περιοχές, εκτείνοντας τον κίνδυνο σε έκταση μεγάλη και ποικίλη. Η κατηγοριοποίησή τους μπορεί να βασίζεται στον τύπο της βλάβησης, τις καιρικές συνθήκες και τις αιτίες ανάφλεξης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των δασικών πυρκαγιών περιλαμβάνουν την ύπαρξη εύφλεκτου υλικού στο έδαφος, όπως ξηρά χόρτα, ξύλο ή κλαδιά, και την παρουσία καταλληλότερων συνθηκών για τη διάδοση της φωτιάς, όπως υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή υγρασία. Επιπλέον, η ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως ανάφλεξη απορριμμάτων ή αμέλεια καπνιστών, μπορεί να αποτελεί συχνή αιτία εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών.

Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών είναι ποικίλες και επηρεάζουν τόσο το φυσικό όσο και το ανθρώπινο περιβάλλον.

1. **Καταστροφή της Φυσικής Βλάβησης:** Δασικές πυρκαγιές ενδέχεται να καταστρέψουν μεγάλα τμήματα φυσικής βλάβησης, προκαλώντας απώλεια βιοποικιλότητας και αλλοίωση του οικοσυστήματος.
2. **Επιπτώσεις στην Ατμόσφαιρα:** Η καύση δασικών περιοχών εκπέμπει μεγάλες ποσότητες καυσαερίων, προκαλώντας αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας και συμβάλλοντας στην αλλαγή του κλίματος.
3. **Απώλεια Περιουσιών:** Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν τεράστιες οικονομικές απώλειες, καθώς καταστρέφουν δάση, καλλιέργειες, κατοικημένες περιοχές και υποδομές.
4. **Ανθρώπινες Ζωές και Υγεία:** Οι δασικές πυρκαγιές απειλούν την ασφάλεια του πληθυσμού, καθώς ενδέχεται να οδηγήσουν σε απώλεια ανθρώπινων ζώων και προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα λόγω των καυσαερίων.
5. **Επιπτώσεις στα Οικοσυστήματα:** Η καύση επηρεάζει την ισορροπία των οικοσυστημάτων, επηρεάζοντας τις ποпуλαριστικές δυνάμεις και τις σχέσεις των ειδών.
6. **Επίδραση στον Εδαφικό Χαρακτήρα:** Οι πυρκαγιές μπορούν να οδηγήσουν σε εδαφική αποδενδροποίηση, αυξάνοντας τον κίνδυνο ερημοποίησης και εκτεταμένων διαβρώσεων.
7. **Διαχείριση Υδάτινων Πόρων:** Οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν τον κύκλο του νερού, επηρεάζοντας τη συγκράτηση νερού στο έδαφος και αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών και εκτροπών ποταμών.

Οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών περιλαμβάνουν στρατηγικές πρόληψης, παρακολούθησης και κατάσβεσης, καθώς και προγράμματα αναδάσωσης για την αποκατάσταση των πληγέντων περιοχών. Επιπλέον, η ευαισθητοποίηση του κοινού και η εφαρμογή κατάλληλων κανονισμών μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου και των επιπτώσεων από τις δασικές πυρκαγιές[4].

#### 2.1.1 Αιτίες

Οι αιτίες που προκαλούν τις δασικές πυρκαγιές είναι ποικίλες και πολύπλοκες, εκτείνονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες έως φυσικούς παράγοντες. Η κατανόηση αυτών των αιτιών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών πρόληψης και διαχείρισης. Ας εξετάσουμε λεπτομερώς κάποιες από τις κύριες αιτίες που συμβάλλουν στην εκδήλωση δασικών πυρκαγιών:

1. **Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες:** Η ανθρώπινη δραστηριότητα αποτελεί κύρια αιτία δασικών πυρκαγιών. Η αμέλεια καπνιστών, η ανάφλεξη απορριμμάτων, η χρήση ανοικτής φωτιάς και η ανεύθυνη χρήση πυροτεχνημάτων μπορούν να οδηγήσουν σε εκτάκτους πυρκαγιές.
2. **Περιβαλλοντικοί Παράγοντες:** Φυσικοί παράγοντες, όπως οι κεραυνοί, μπορούν να αναφλέξουν δάση. Ειδικά σε περιοχές με υψηλή αστάθεια και έντονα καύσιμα υλικά, οι κεραυνοί μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές πυρκαγιές.
3. **Κλιματολογικές Συνθήκες:** Οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν τον κίνδυνο δασικών πυρκαγιών. Υψηλές θερμοκρασίες, χαμηλή υγρασία και έντονοι άνεμοι δημιουργούν ευνοϊκό περιβάλλον για τη διασπορά της φωτιάς.
4. **Αλλαγές στη Χρήση του Εδάφους:** Οι αλλαγές στη χρήση του εδάφους, όπως η αποψίλωση των δασών για γεωργική ή οικοδομική χρήση, αυξάνουν τον κίνδυνο δασικών πυρκαγιών.
5. **Εγκατάλειψη της Φροντίδας των Δασών:** Η έλλειψη φροντίδας και συντήρησης των δασών, όπως η αφέλεια ξύλων και κλαδιών, δημιουργεί μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμων, αυξάνοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς.
6. **Καταστροφικές Επιπτώσεις Ζωικής Δραστηριότητας:** Ορισμένα ζώα μπορούν να δημιουργήσουν πυρκαγιές με τον τρόπο που αντιδρούν στο περιβάλλον, όπως η εκστρατεία για τροφή.
7. **Πυρκαγιές που προκαλούνται από Ανθρώπινη Δραστηριότητα:** Πέρα από την αμέλεια, οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως οι εκρήξεις πυροτεχνημάτων κατά τη διάρκεια ξηράς περιόδου, η κατασκευή πυρήνων, και η κακή διαχείριση των φωτιών κατά την ανασκαφή για ορυκτά, επιδεινώνουν τον κίνδυνο.

Η κατανόηση των παραπάνω αιτιών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη προληπτικών μέτρων και τη βελτίωση της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών. Απαιτείται η συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων φορέων και η υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών για τη διατήρηση της ασφάλειας και της υγείας των οικοσυστημάτων και των κοινοτήτων [5].

### 2.1.2 Διάδοση φωτιάς

Η διάδοση της φωτιάς στις δασικές πυρκαγιές είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των καιρικών συνθηκών, των χαρακτηριστικών της βλάστησης, του εδάφους και της τοπογραφίας. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διάδοση της φωτιάς είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών πρόληψης, κατάσβεσης και διαχείρισης. Ας εξετάσουμε λεπτομερώς τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση της φωτιάς σε δασικό περιβάλλον:

1. **Καιρικές Συνθήκες:** Οι καιρικές συνθήκες είναι κρίσιμες για τη διάδοση της φωτιάς. Υψηλές θερμοκρασίες, χαμηλή υγρασία και έντονοι άνεμοι δημιουργούν ένα ευνοϊκό περιβάλλον για τη γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς.
2. **Τοπογραφία:** Η μορφολογία του εδάφους επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο διαδίδεται η φωτιά. Οι πλαγιές μπορούν να επιταχύνουν την κίνηση της φωτιάς, ενώ οι κοιλάδες μπορεί να την επιβραδύνουν.
3. **Τύπος Βλάστησης:** Ο διάφορος τύπος βλάστησης επηρεάζει την ταχύτητα διάδοσης της φωτιάς. Πυκνές δασικές περιοχές με πολλά κλαδιά και υποστρώματα προσφέρουν περισσότερα καύσιμα για τη φωτιά.
4. **Σύνθεση του Καυσίμου:** Το καύσιμο που είναι διαθέσιμο για τη φωτιά επηρεάζει τη διάδοσή της. Τα ξηρά χόρτα, τα κλαδιά και οι ξηρές φύλλων παρέχουν εξαιρετικά εύφλεκτα υλικά.

5. **Σκόνη και Καπνός:** Η παραγωγή σκόνης και καπνού από τη φωτιά μπορεί να επηρεάσει την ορατότητα, καθιστώντας πιο δύσκολο τον έλεγχο της φωτιάς και την εκτίμηση του μεγέθους της.
6. **Ελεγχόμενες Πρακτικές Καύσης:** Η προηγούμενη ελεγχόμενη καύση, που περιλαμβάνει τον έλεγχο των μικρότερων φωτιών, μπορεί να μειώσει τη διαθέσιμη καύσιμη ύλη και να περιορίσει τη διάδοση της φωτιάς.
7. **Επιδράσεις του Ανέμου:** Ο άνεμος επηρεάζει σημαντικά τη διάδοση της φωτιάς. Οι ισχυροί άνεμοι μπορούν να μεταφέρουν εξαιρετικά θερμή αέρια και σπίθες, επιταχύνοντας την εξάπλωση της πυρκαγιάς.
8. **Διαθέσιμα Μέσα Κατάσβεσης:** Η γρήγορη και αποτελεσματική αντίδραση με διαθέσιμα μέσα κατάσβεσης, όπως αεροσκάφη πυρόσβεσης και πυροσβεστικά οχήματα, μπορεί να περιορίσει τη διάδοση της φωτιάς.

Η συνδυασμένη επίδραση αυτών των παραγόντων καθορίζει το πώς μια φωτιά εξαπλώνεται σε ένα δασικό περιβάλλον. Η εφαρμογή στρατηγικών για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση της διάδοσης της φωτιάς είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των ανθρώπινων ζώων, της περιουσίας και του περιβάλλοντος[6].

### 2.1.3 Πρόληψη

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί ζωτικό κομμάτι της διαχείρισης των φυσικών περιβαλλοντικών κινδύνων. Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε οικοσυστήματα, ανθρώπινες κοινότητες και οικονομίες. Για να επιτευχθεί αποτελεσματική πρόληψη, απαιτείται ένα συνδυασμένο και συνεκτικό σύνολο πρακτικών που καλύπτουν διάφορες πτυχές της πυρκαγιάς. Ας εξετάσουμε λεπτομερώς τις στρατηγικές πρόληψης στις δασικές πυρκαγιές:

1. **Συνειδητοποίηση και Εκπαίδευση:** Η πρόληψη ξεκινά από τη συνειδητοποίηση. Η εκπαίδευση του κοινού, των αγροτών, των δασοκόμων και των πυροσβεστών είναι κρίσιμη για την κατανόηση του κινδύνου και των βέλτιστων πρακτικών.
2. **Ελέγχου Καυσίμων:** Η απομάκρυνση ή η ελέγχου της καύσιμης ύλης στο περιβάλλον, όπως το κούρεμα των χόρτων, η κοπή κλάδων και η απομάκρυνση ξύλινων υπολειμμάτων, μειώνει τη διαθεσιμότητα υλικού για τη φωτιά.
3. **Πυροτεχνικά Έργα:** Η δημιουργία πυροτεχνικών έργων, όπως πυροσβεστικοί διάδρομοι και πυροσβεστικές γραμμές, μπορεί να διακόψει την πορεία της φωτιάς και να παρέχει ένα ασφαλές μέσο για τον έλεγχο της.
4. **Ελεγχόμενες Καύσεις:** Η πρακτική της ελεγχόμενης καύσης προβλέπει την ελαχιστοποίηση της φωτιάς μέσω της σκόπιμης ανάφλεξης μικρότερων πυρκαγιών, μειώνοντας την καύσιμη ύλη.
5. **Προγράμματα Αντιμετώπισης Κινδύνου:** Τα προγράμματα που στοχεύουν στην αναγνώριση και τον έλεγχο των περιοχών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς μπορούν να προσφέρουν έγκαιρες λύσεις για την πρόληψη.
6. **Αεροπορικά και Εδαφικά Μέσα Κατάσβεσης:** Η χρήση αεροπορικών και εδαφικών μέσων κατάσβεσης, όπως πυροσβεστικά αεροσκάφη και οχήματα, μπορεί να επιταχύνει τον έλεγχο της φωτιάς.
7. **Προστασία Δομών:** Οι οικοδομικοί κώδικες πρέπει να προβλέπουν την κατασκευή δομών ανθεκτικών στη φωτιά και την διατήρηση προστατευόμενων χώρων γύρω από αυτές.
8. **Κοινωνικά Προγράμματα:** Προγράμματα που ενθαρρύνουν τη συνεργασία της κοινότητας, όπως οι ομάδες εθελοντών πυροσβεστών, μπορούν να συμβάλουν στην πρόληψη.

9. **Έρευνα και Καινοτομία:** Η σταθερή έρευνα για νέες τεχνολογίες και καινοτόμες μεθόδους πρόληψης μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες αντίδρασης.
10. **Εποπτεία και Επιτήρηση:** Η συστηματική εποπτεία των δασικών περιοχών μπορεί να ανιχνεύσει έγκαιρα ενδείξεις κινδύνου και να οδηγήσει σε γρήγορη αντίδραση.

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών απαιτεί συνεργασία και δράση σε πολλά επίπεδα. Με συνεπείς προσπάθειες και εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών, μπορούμε να μειώσουμε τους κινδύνους και να διασφαλίσουμε την ασφάλεια των κοινοτήτων και του φυσικού περιβάλλοντος[7].

#### 2.1.4 Ανίχνευση

Η έγκυρη ανίχνευση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί κρίσιμο στάδιο για τον έγκαιρο εντοπισμό και τον αποτελεσματικό έλεγχο των πυρκαγιών. Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών και συστημάτων παίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτήν τη διαδικασία, εξασφαλίζοντας όχι μόνο την ασφάλεια των ανθρώπων και των περιουσιών αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. Ας εξετάσουμε λεπτομερώς πώς επιτυγχάνεται η έγκυρη ανίχνευση των δασικών πυρκαγιών:

1. **Δορυφορική Επισκόπηση:** Οι δορυφόροι παρέχουν υψηλή ανάλυση εικόνων που μπορούν να ανιχνεύσουν από τον ουρανό ενδείξεις πυρκαγιάς. Η χρήση ειδικών αλγορίθμων ανάλυσης εικόνας μπορεί να εντοπίσει τον καπνό, τις φλόγες και τις περιοχές υψηλής θερμοκρασίας.
2. **Θερμικές Κάμερες:** Οι θερμικές κάμερες, είτε εγκατεστημένες σε εδάφη είτε επάνω σε αεροπορικά μέσα, ανιχνεύουν τις θερμές περιοχές που σχετίζονται με τις πυρκαγιές, ακόμη και κατά τη διάρκεια νυχτερινών ωρών.
3. **Συστήματα Ανίχνευσης Καπνού:** Εξελιγμένα συστήματα ανίχνευσης καπνού, που χρησιμοποιούν λέιζερ και αισθητήρες, μπορούν να εντοπίσουν τον καπνό που προκαλείται από τις πυρκαγιές.
4. **Δίκτυα Αισθητήρων:** Συστήματα παρακολούθησης με δίκτυα αισθητήρων μπορούν να εντοπίσουν την αυξημένη θερμοκρασία, τον καπνό και άλλες ενδείξεις πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο.
5. **Καταγραφή Δεδομένων:** Συστήματα καταγραφής δεδομένων σε συνδυασμό με αισθητήρες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τις κλιματολογικές συνθήκες και την πυκνότητα της βλάστησης που επηρεάζουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς.
6. **Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση:** Η χρήση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης επιτρέπει στα συστήματα να αναγνωρίζουν πρότυπα και ανωμαλίες στα δεδομένα, βελτιώνοντας την ευαισθησία και την ακρίβεια των προβλέψεων.
7. **Κοινωνικά Δίκτυα και Συμμετοχική Εποπτεία:** Η χρήση κοινωνικών δικτύων και της συμμετοχικής εποπτείας επιτρέπει στο κοινό να μεταφέρει γρήγορα πληροφορίες για ενδεχόμενες πυρκαγιές.
8. **Υπολογιστική Ενσωμάτωση Δεδομένων:** Η συλλογή και η ενσωμάτωση δεδομένων από διάφορες πηγές, όπως αισθητήρες, δορυφορικές εικόνες και μοντέλα κλιματολογίας, μπορεί να παράσχει πλήρη και έγκυρη εικόνα του περιβάλλοντος.
9. **Επικοινωνία με Συστήματα Επιχειρησιακής Διαχείρισης:** Η άμεση επικοινωνία των συστημάτων ανίχνευσης με συστήματα επιχειρησιακής διαχείρισης επιτρέπει την άμεση ενεργοποίηση των δυνάμεων πυρόσβεσης.
10. **Συνεργασία Διεθνών Οργανισμών:** Η διεθνής συνεργασία με χρήση κοινών προτύπων και διαμοιραζόμενων δεδομένων ενισχύει την ικανότητα ανίχνευσης και πρόληψης πυρκαγιών σε παγκόσμιο επίπεδο.

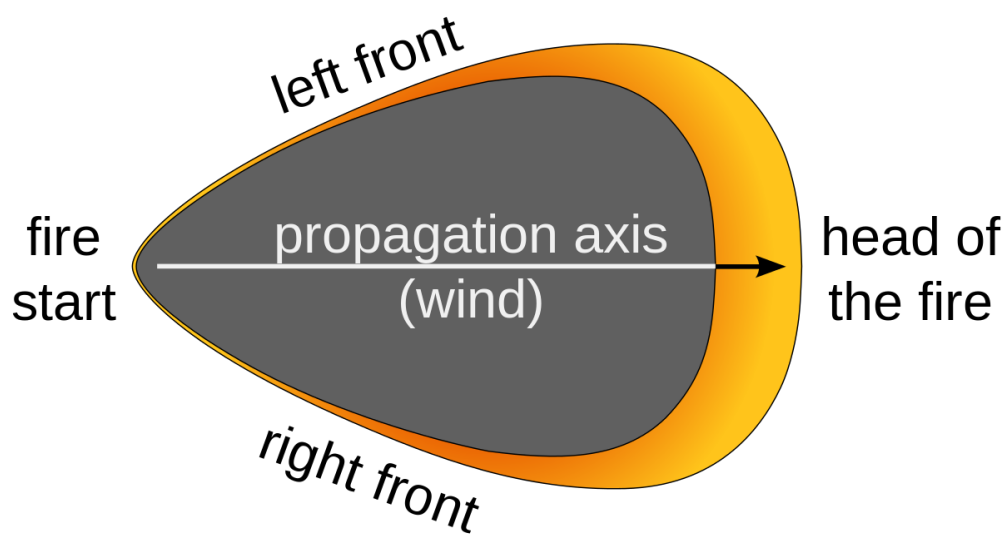


Η συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών και πρακτικών εξασφαλίζει την εγκυρότητα της ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών, επιτρέποντας την άμεση και αποτελεσματική αντίδραση σε περιπτώσεις κινδύνου[7].

### 2.1.5 Μοντελοποίηση

Η μοντελοποίηση των πυρκαγιών αφορά την αριθμητική προσομοίωση των πυρκαγιών με σκοπό την κατανόηση και την πρόβλεψη τις συμπεριφοράς των πυρκαγιών. Η μοντελοποίηση πυρκαγιών αποσκοπεί στην υποβοήθηση τις καταστολής πυρκαγιών, στην αύξηση τις ασφάλειας των πυροσβεστών και του κοινού και στην ελαχιστοποίηση των ζημιών. Χρησιμοποιώντας την υπολογιστική επιστήμη, η μοντελοποίηση πυρκαγιών περιλαμβάνει τη στατιστική ανάλυση παλαιότερων συμβάντων πυρκαγιών για την πρόβλεψη των κινδύνων κηλίδων και τις συμπεριφοράς του μετώπου. Στο παρελθόν έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα διάδοσης πυρκαγιών, συμπεριλαμβανομένων απλών ελλείψεων και μοντέλων σε σχήμα αυγού και βεντάλιας.

Οι πρώτες προσπάθειες προσδιορισμού τις συμπεριφοράς των πυρκαγιών υπέθεταν ομοιομορφία του εδάφους και τις βλάστησης. Ωστόσο, η ακριβής συμπεριφορά του μετώπου μιας πυρκαγιάς εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, τις η ταχύτητα του ανέμου και η κλίση τις πλαγιάς. Τα σύγχρονα μοντέλα ανάπτυξης χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό παλαιότερων ελλειψοειδών περιγραφών και τις αρχής του Huygens για να προσομοιώσουν την ανάπτυξη τις πυρκαγιάς ως ένα συνεχώς επεκτεινόμενο πολύγωνο. Η θεωρία ακραίων τιμών μπορεί τις να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του μεγέθους μεγάλων πυρκαγιών. Ωστόσο, οι μεγάλες πυρκαγιές που υπερβαίνουν τις δυνατότητες καταστολής συχνά θεωρούνται ως στατιστικές ακραίες τιμές τις συνήθεις αναλύσεις, παρόλο που οι πολιτικές πυρκαγιών επηρεάζονται περισσότερο από τις μεγάλες πυρκαγιές παρά από μικρές πυρκαγιές [7].



Εικόνα 1: Μοντελοποίηση πυρκαγιάς[7]

### 2.2.5 αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές έχουν εκτεταμένες και σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη κοινωνία. Αυτές οι επιπτώσεις καλύπτουν πολλούς τομείς και προκαλούν μακροπρόθεσμες δυσμενείς επιπτώσεις. Ας εξετάσουμε κάποιες από τις κυριότερες αρνητικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών:

1. **Απώλεια Βιοποικιλότητας:** Οι πυρκαγιές μπορούν να καταστρέψουν εκτεταμένες περιοχές δάσους, οι οποίες συχνά αποτελούν σπίτι για πολυάριθμα είδη φυτών και ζώων. Η απώλεια του φυσικού τους περιβάλλοντος μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της βιοποικιλότητας και ακόμη και στην εξαφάνιση ορισμένων ειδών.
2. **Ατμοσφαιρική Ρύπανση:** Κατά την καύση των φυτών, απελευθερώνονται διάφορα ρυπογόνα, όπως διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, και σωματίδια. Αυτές οι ουσίες συνεισφέρουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση, με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.
3. **Απώλεια Εδαφικής Σταθερότητας:** Η καύση της φυτικής ύλης μειώνει την πυκνότητα των φυτών και των ριζών στο έδαφος, αυξάνοντας τον κίνδυνο εδαφικής διάβρωσης και στρώσης.
4. **Απώλεια Υδάτινων Πόρων:** Οι πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν τους υδάτινους πόρους, καθώς η μείωση του δασικού καλύμματος μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της ροής των υδάτινων ερειπίων και τη μείωση της σταθερότητας των ρυάκων.
5. **Επιδείνωση του Κλίματος:** Η απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς συνδράμει στην αύξηση του θερμοκηπίου και στην επιδείνωση των κλιματικών συνθηκών.
6. **Απώλεια Οικονομικών Πόρων:** Οι πυρκαγιές προκαλούν σημαντικές οικονομικές απώλειες, καθώς καταστρέφουν καλλιεργήσιμα εδάφη, δασικούς πόρους και περιουσίες, επηρεάζοντας τη γεωργία, τον τουρισμό και άλλους τομείς.
7. **Κίνδυνος για την Υγεία:** Η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από τις πυρκαγιές αποτελεί σοβαρή απειλή για την υγεία του ανθρώπου, ειδικά για το αναπνευστικό σύστημα.
8. **Απώλεια Κατοικισιμότητας:** Οι πυρκαγιές μπορούν να καταστρέψουν κατοικήσιμες περιοχές, προκαλώντας απώλεια σπιτιών και υποδομής και αποτελώντας απειλή για την ασφάλεια του πληθυσμού.
9. **Κοινωνικές Επιπτώσεις:** Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν ψυχολογική και κοινωνική οδύνη στους ανθρώπους που επηρεάζονται, εκθέτοντας τους σε αναστάτωση και αβεβαιότητα.

Συνολικά, οι αρνητικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών είναι πολυδιάστατες και απαιτούν ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για την πρόληψη και τη διαχείρισή τους[8].



Εικόνα 2: Μια πυρκαγιά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του αέρα σε ακτίνα εκατοντάδων χιλιομέτρων, όχι μόνο στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πυρκαγιά. [8]

## 2. Υγεία: Αναπνευστικό και καρδιαγγειακό

Οι πυρκαγιές μπορεί να έχουν επικίνδυνες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, ιδίως στο αναπνευστικό και το καρδιαγγειακό σύστημα.

### Αναπνευστικό σύστημα

Η εισπνοή του καπνού και των λεπτών σωματιδίων που παράγονται από τις πυρκαγιές προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα. Τα ζητήματα αυτά μπορεί να κυμαίνονται από ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος (μύτη, στόμα, λαιμός και πνεύμονες) έως σοβαρά προβλήματα όπως βρογχίτιδα ή άσθμα.

### Καρδιαγγειακό

Λόγω της έλλειψης οξυγόνου από την εισπνοή καπνού, οι άνθρωποι μπορεί να αντιμετωπίσουν σοβαρά καρδιαγγειακά προβλήματα, όπως καρδιακή προσβολή ή καρδιακή ανεπάρκεια, εξαιτίας των πυρκαγιών.

## 3. Ιδιοκτησία: Απώλεια περιουσίας, καλλιεργειών, ζώων, πόρων

Μία από τις σημαντικότερες αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών είναι η απώλεια γης και περιουσίας, συμπεριλαμβανομένων σπιτιών, καλλιεργειών, ζώων και πόρων.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι πυρκαγιές καίνε κατά μέσο όρο 7,4 εκατομμύρια στρέμματα ετησίως. Το 2020, σχεδόν 18.000 κατασκευές καταστράφηκαν εξαιτίας πυρκαγιών, και το 54% αυτών ήταν κατοικίες.

Σε αυτό το στατιστικό στοιχείο δεν περιλαμβάνεται ο αριθμός των κατοικίδιων ζώων, των γεωργικών καλλιεργειών και άλλων τύπων απώλειας περιουσίας που έχουν βιώσει οι άνθρωποι που ζουν και εργάζονται στον απόηχο της καταστροφής από τις πυρκαγιές.

#### 4. Οικολογία: Επιπτώσεις στα ζώα και τα φυτά

Οι πυρκαγιές αποτελούν φυσικό μέρος πολλών οικοσυστημάτων και είναι απαραίτητες για την ευημερία ορισμένων ειδών. Ωστόσο, μπορούν επίσης να διαταράξουν τη ζωή των ζώων και των φυτών εάν καίγονται στο ίδιο μέρος για παρατεταμένο χρονικό διάστημα.

##### Ζώα

Οι έντονες πυρκαγιές μπορούν να κάψουν ολόκληρα δέντρα καθώς και τη βλάστηση του εδάφους. Μπορούν επίσης να σκοτώσουν ή να εκτοπίσουν ζώα - τόσο άγρια όσο και οικόσιπα. Το 2018, περίπου 10.000 ζώα στην Καλιφόρνια εκτοπίστηκαν ως αποτέλεσμα των πυρκαγιών.

Επιπλέον, όπως μάθαμε νωρίτερα σε αυτό το άρθρο, οι ρύποι από τις πυρκαγιές μπορούν να μολύνουν τις πηγές νερού. Αυτοί οι ρύποι μπορούν να βλάψουν τα ψάρια, τη φυτική ζωή και άλλους οργανισμούς διαταράσσοντας το υδάτινο οικοσύστημα [9,10].



Εικόνα 3: Η διάβρωση αποτελεί σοβαρή ανησυχία μετά από εξαιρετικά καταστροφικές πυρκαγιές[9]

### 2.3 Οι μεγαλύτερες φωτιές κοντά σε αστικές περιοχές στην Ευρώπη

Στην περιοχή της Krasta και της Krujë στην Αλβανία, περισσότερα από 50 εκτάρια δάσους καταστράφηκαν από πυρκαγιές. Αναφέρθηκαν επίσης μεγάλες πυρκαγιές στην κομητεία Lezhë. Στην Αλγερία, τον Αύγουστο του 2022, πυρκαγιές προκάλεσαν τον θάνατο τουλάχιστον 38 ανθρώπων και τραυμάτισαν περισσότερους από 200, με σοβαρές ζημιές και εκκενώσεις περιοχών. Στην Κροατία, τρεις μεγάλες πυρκαγιές κατέστρεψαν περίπου 20 σπίτια στο χωριό Ρασλίνα. Στην Κύπρο, μια πυρκαγιά στις 23 Ιουνίου κατέστρεψε τουλάχιστον 10.000 στρέμματα δάσους. Στην Τσεχική Δημοκρατία, πυρκαγιά στο Εθνικό Πάρκο της Βοημίας Ελβετίας προκάλεσε σοβαρές ζημιές και εκκενώσεις[11].

Οι περιοχές αυτές βιώνουν την καταστροφή του φυσικού τους περιβάλλοντος και αντιμετωπίζουν πολλές αρνητικές επιπτώσεις. Η καταστροφή του δάσους συνεπάγεται σοβαρές συνέπειες για το οικοσύστημα, τα οποία παρέχει καταφύγιο και τροφή για πολυάριθμα είδη φυτών και ζώων. Η απώλεια βιοποικιλότητας είναι ανησυχητική, με ορισμένα είδη να αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο εξαφάνισης.

Επιπλέον, οι πυρκαγιές έχουν αρνητικές επιδράσεις στον ανθρώπινο πληθυσμό. Στην Αλγερία, οι πυρκαγιές σκότωσαν ανθρώπους, προκάλεσαν τραυματισμούς και ανάγκασαν ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Η ανθρώπινη ασφάλεια και η κοινωνική σταθερότητα απειλούνται όταν οι φυσικές καταστροφές χτυπούν τις κοινότητες.

Επιπλέον, οι πυρκαγιές συνεισφέρουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση, προκαλώντας προβλήματα υγείας στον ανθρώπινο πληθυσμό. Η πυρκαγιά απελευθερώνει τοξικές ουσίες στην ατμόσφαιρα, που μπορεί να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα και άλλες ασθένειες.

Συνολικά, οι πυρκαγιές αντιπροσωπεύουν μια σοβαρή απειλή για το περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα και την ανθρώπινη ασφάλεια, απαιτώντας ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για την πρόληψη, την ανίχνευση και την αντιμετώπισή τους[12].



Εικόνα 4: Τοποθεσία των πυρκαγιών της Ευρώπης και της Μεσογείου από τις 19 Ιουλίου 2022 [12]

Κατά τον Ιούλιο, υπολογίζεται ότι συνολικά περισσότερα από 20.800 εκτάρια (51.000 στρέμματα) καταστράφηκαν από πυρκαγιές στη Ζιρόντ, εκτοξεύοντας την εκκένωση περισσότερων από 36.750 ανθρώπων. Η πυρκαγιά στο La Teste-de-Buch ξεκίνησε περίπου στις 15:00 στις 12 Ιουλίου, και ο δήμαρχος Patrick Davet ανέφερε ότι η αιτία ίσως ήταν ένα όχημα με ηλεκτρικά προβλήματα που προκάλεσε πυρκαγιά κοντά σε έναν δρόμο κοντά στον αμμόλοφο του Pilat.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας, προληπτικές εκκενώσεις πραγματοποιήθηκαν σε πέντε χωριά και το χωριό Guillos κοντά στο Landiras. Πεντακόσια άτομα απομακρύνθηκαν χωρίς αναφερθεί θύμα από αυτήν την πυρκαγιά. Οι δρόμοι D115 και D125 έκλεισαν για την κυκλοφορία. Στις 13 Ιουλίου, περίπου 6.000 παραθεριστές εκκενώθηκαν από πέντε κάμπινγκ στην περιοχή κοντά στην πυρκαγιά.[13,14,15]

Στην περιοχή του Arcachon, η πυρκαγιά εξαπλώθηκε, καίγοντας περίπου 445 εκτάρια (1.100 στρέμματα) από τις 12 Ιουλίου. Μέχρι το μεσημέρι, η έκταση της πυρκαγιάς αυξήθηκε σε 700



εκτάρια. Στην πυρκαγιά Landiras, κοντά στο Λανγκόν, καταστράφηκαν 800 εκτάρια (2.000 στρέμματα) μέχρι τις 12 Ιουλίου χωρίς να αναφερθούν τραυματισμοί. Μέχρι το μεσημέρι, η έκταση της πυρκαγιάς αυξήθηκε σε 1.000 εκτάρια.

Στις πρώτες πρωινές ώρες της 14ης Ιουλίου, το Arcachon κοντά στο La Teste-de-Buch είχε καεί περίπου 1.750 εκτάρια (4.300 στρέμματα) χωρίς αναφερθεί τραυματισμός. Περίπου 5.000 άτομα εκκενώθηκαν προληπτικά. Μέχρι νωρίς το απόγευμα, περίπου 2.900 εκτάρια (7.200 στρέμματα) είχαν καεί, και περαιτέρω εκκενώσεις πραγματοποιήθηκαν.

Στο Landiras, περίπου 2.100 εκτάρια (5.200 στρέμματα) είχαν καεί κοντά στο Λανγκόν, και τα χωριά Guillos, Lahon και Hil et Petit-Hil εκκενώθηκαν. Μέχρι το βράδυ, η πυρκαγιά είχε καεί περίπου 2.400 εκτάρια (5.900 στρέμματα). Σχεδόν χίλιοι πυροσβέστες, τέσσερα Canadaïr και δύο αεροσκάφη Dash ενεργοποιήθηκαν για την κατάσβεση της πυρκαγιάς, με το διαμέρισμα Gironde να τεθεί σε πορτοκαλί συναγερμό λόγω των καιρικών συνθηκών και του κινδύνου εκδήλωσης άλλων δασικών πυρκαγιών [13,14,15].



*Εικόνα 5: Αεροφωτογραφία των πυρκαγιών στα δάση κοντά στο La Teste-de-Buch και το Landiras, 15 Ιουλίου[14]*

Έως το πρωί της 15ης Ιουλίου, είχαν καεί 3.150 εκτάρια (7.800 στρέμματα) στο La Teste-de-Buch, καθώς η πυρκαγιά είχε φτάσει μέχρι τη λίμνη στο Cazaux, με 10.000 άνθρωποι να έχουν εκκενωθεί έως τότε. Η πυρκαγιά δεν είχε ακόμη τεθεί υπό έλεγχο, και στο Cazaux είχαν καταστραφεί τρία σπίτια και δύο εστιατόρια. Χρησιμοποιήθηκαν μπουλντόζες για τη δημιουργία αντιπυρικών ζωνών, ενώ περίπου χίλιοι πυροσβέστες, τρία Canadaïr και ένα αεροσκάφος Dash κινητοποιήθηκαν για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς στις δύο περιοχές.

Οι κάτοικοι που είχαν εκκενωθεί από τις κατασκήνωσεις γύρω από το La Teste-de-Buch, επέστρεψαν στις 15 Ιουλίου για να μαζέψουν τον εξοπλισμό κατασκήνωσης και τις αποσκευές τους. Ωστόσο, οι περισσότεροι κάτοικοι του Cazaux δεν επιτράπηκαν να επιστρέψουν για να ελέγξουν τα σπίτια τους και τα κατοικίδια τους.[15,16]

Στο Landiras, 4.500 εκτάρια (11.000 στρέμματα) είχαν καταστραφεί μέχρι τότε, αλλά αυξήθηκαν σε 4.700 εκτάρια (12.000 στρέμματα) μέχρι το βράδυ. Εκτελέστηκαν περαιτέρω

εκκενώσεις στις περιοχές Louchats, Origne, Balizac και La Broque, ενώ ένα σπίτι στο Guillos είχε καταστραφεί και περισσότεροι δρόμοι έκλεισαν στην περιοχή της πυρκαγιάς.

Η Ελλάδα και η Ιταλία παρέδωσαν δύο υδροβομβαρδιστικά Canadair στη Γαλλία, τα οποία εντάχθηκαν στις προσπάθειες κατάσβεσης. Ο πρόεδρος Εμανουέλ Μακρόν επισκέφθηκε το κέντρο κρίσης για να ενημερωθεί για την κατάσταση.

Στις 16 Ιουλίου, ορισμένοι κάτοικοι του Cazaux επέτρεψαν να επιστρέψουν για να ανακτήσουν τα υπάρχοντά τους και τα κατοικίδια τους, αλλά άλλοι αντιμετώπισαν δυσκολίες λόγω των επιπτώσεων της πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά στο La Teste-de-Buch είχε περιοριστεί, αλλά ο κίνδυνος ανάφλεξης παραμένει, εξαρτώμενος από τις καιρικές συνθήκες. Η πόλη Cabanac-et-Villagrains εκκενώθηκε, και περαιτέρω εκκενώσεις πραγματοποιήθηκαν σε περιοχές όπως Louchats, Origne, Balizac και La Broque. Εναέρια βομβαρδιστικά επέστρεψαν 10.000 λίτρα πυροσβεστικού υλικού στα μέτωπα της φωτιάς. Μόνο τέσσερις πυροσβέστες τραυματίστηκαν μέχρι στιγμής, ενώ τρία από αυτά καταστράφηκαν [17].

Ο Jean-Marc Pelletant, δήμαρχος της Landiras, ανέφερε ότι μια ομάδα εισαγγελέων από το Μπορντό είχε φτάσει και ερευνούσε πιθανή εγκληματική δραστηριότητα που θα μπορούσε να συνδέεται με την πυρκαγιά, κάτι που δεν είχε γνώση. Στις 17 Ιουλίου, η εκκένωση 2.100 ανθρώπων στο Καμπανάκ ξεκίνησε κατά τη διάρκεια της ημέρας, με συνολικούς εκκενωμένους ανθρώπους να ανέρχονται σε περισσότερους από 16.000 από τις 12 Ιουλίου. Η νομαρχία ανακοίνωσε το μεσημέρι ότι περίπου 11.000 εκτάρια (27.000 στρέμματα) είχαν καεί από τις δύο πυρκαγιές, με 1.500 πυροσβέστες να επιχειρούν να τις κατασβέσουν[16,17].

Στην πυρκαγιά La Teste-de-Buch, είχαν καεί 3.400 εκτάρια (8.400 στρέμματα), ενώ στην πυρκαγιά Landiras, οι ζημιές ανέρχονταν σε 7.200 εκτάρια (18.000 στρέμματα). Η πυρκαγιά στο Landiras είχε περίμετρο 12 χιλιομέτρων επί 6 χιλιομέτρων με πολλές πύρινες κεφαλές.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, συνεχίστηκε η κατασκευή αντιπυρικών ζωνών στην πυρκαγιά La Teste-de-Buch, ενώ παράλληλα καταπολεμήθηκε η φωτιά στα αριστερά και δεξιά της προκειμένου να προστατευτούν οι κατασκηνώσεις και οι κατοικίες. Στην πυρκαγιά Landiras, η DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies) συνέχισε την κατασκευή αντιπυρικών ζωνών προς την κατεύθυνση της φωτιάς. Μέχρι το βράδυ, ο συνολικός αριθμός των καμένων εκταρίων ανήλθε σε 3.900 στην πυρκαγιά La Teste-de-Buch και 9.000 στην πυρκαγιά Landiras, με την κατάσταση να επιδεινώνεται κατά τη διάρκεια του απογεύματος. Η πυρκαγιά στο La Teste-de-Buch φαίνεται ότι φτάνει στον ωκεανό στο Banc d'Arguin και στρέφεται προς τα νότια. Στο Landiras, υπήρχαν πολλαπλά μέτωπα, ιδίως όταν οι κατευθύνσεις του ανέμου άλλαξαν[18].

Οι πόροι για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς είχαν αυξηθεί, αλλά ακόμη απαιτούνταν τρία ακόμη αεροσκάφη, διακόσιοι πυροσβέστες και έντεκα ακόμη πυροσβεστικές συσκευές. Στην περιοχή Landiras, άνοιξαν δύο νέα καταφύγια στο Langon, ενώ ένα άλλο έκλεισε στο Sau cats [19,20].



Εικόνα 6: Δορυφορικές εικόνες που δείχνουν τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στη Ζιρόντ μεταξύ 12 και 17 Ιουλίου 2022[20]

### Συμπεράσματα Κεφαλαίου

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα από τα πιο καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, με εκτεταμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία. Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε, τα κύρια συμπεράσματα σχετικά με τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στις περιαστικές περιοχές και την ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές είναι τα εξής:

#### Κατανόηση των Δασικών Πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές είναι φαινόμενα που μπορούν να ξεσπάσουν λόγω φυσικών αιτιών, όπως οι κεραυνοί, ή ανθρωπογενών αιτιών, όπως η αμέλεια και ο εμπρησμός. Η καύση βιομάζας στις δασικές περιοχές οδηγεί σε ανεξέλεγκτη εξάπλωση της φωτιάς, που επηρεάζεται από την τοπογραφία, τη βλάστηση και τις καιρικές συνθήκες. Η αντιμετώπιση των πυρκαγιών αυτών απαιτεί συνδυασμό προληπτικών μέτρων, έγκαιρης ανίχνευσης και αποτελεσματικής καταπολέμησης.

#### Αιτίες και Διάδοση

Οι φυσικές αιτίες των πυρκαγιών περιλαμβάνουν κεραυνούς και αυτόματη ανάφλεξη, ενώ οι ανθρωπογενείς αιτίες σχετίζονται με την αμέλεια και τον εμπρησμό. Οι πυρκαγιές εξαπλώνονται ταχύτερα σε περιοχές με ξηρή και εύφλεκτη βλάστηση, υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και ισχυρών ανέμων. Η κλίση του εδάφους και τα φυσικά εμπόδια επηρεάζουν επίσης την πορεία της φωτιάς.

#### Πρόληψη και Ανίχνευση

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών είναι κρίσιμη για την προστασία των δασών και των γύρω περιοχών. Η εκπαίδευση του κοινού, η καθαριότητα των δασών και η δημιουργία αντιπυρικών



ζωνών αποτελούν βασικά προληπτικά μέτρα. Η έγκαιρη ανίχνευση μέσω πυροφυλάκων, περιπολιών, δορυφόρων και drones είναι ζωτικής σημασίας για την άμεση επέμβαση και την αποτροπή καταστροφών.

#### Μοντελοποίηση και Πρόβλεψη

Η μοντελοποίηση των δασικών πυρκαγιών με τη χρήση εμπειρικών, φυσικών και στατιστικών μοντέλων συμβάλλει στην πρόβλεψη της εξάπλωσης της φωτιάς και στη λήψη προληπτικών μέτρων. Τα μοντέλα αυτά βοηθούν στην κατανόηση των δυναμικών της φωτιάς και στη βελτίωση των στρατηγικών καταπολέμησης.

#### Αρνητικές Επιπτώσεις

Οι αρνητικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών είναι πολυάριθμες και εκτεταμένες. Η απώλεια βιοποικιλότητας, η διάβρωση του εδάφους και η υποβάθμιση των υδάτινων πόρων είναι μερικές από τις σημαντικότερες οικολογικές συνέπειες. Η μόλυνση του αέρα από επικίνδυνα σωματίδια και χημικές ενώσεις έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα και άλλες παθήσεις. Επιπλέον, οι πυρκαγιές προκαλούν σημαντικές οικονομικές ζημιές, καταστρέφοντας δασικές εκτάσεις, κατοικίες και υποδομές.

#### Μεγάλες Πυρκαγιές στην Ευρώπη

Η Ευρώπη έχει βιώσει αρκετές καταστροφικές δασικές πυρκαγιές που επηρέασαν περιαστικές και αστικές περιοχές. Η πυρκαγιά στο Μάτι της Ελλάδας το 2018, η οποία προκάλεσε 102 θανάτους, αποτελεί μια από τις πιο φονικές πυρκαγιές στην Ευρώπη. Η φωτιά στο Pedrogão Grande της Πορτογαλίας το 2017, με 66 νεκρούς, και οι πυρκαγιές στη Σουηδία το 2018 και στην Ισπανία το 2012 είναι μερικά από τα παραδείγματα που δείχνουν τη σοβαρότητα και την καταστροφική δύναμη των δασικών πυρκαγιών.

#### Προοπτικές και Στρατηγικές Αντιμετώπισης

Για να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά οι δασικές πυρκαγιές, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών που περιλαμβάνουν την πρόληψη, την έγκαιρη ανίχνευση και την αποτελεσματική καταπολέμηση. Η ενίσχυση των πυροσβεστικών δυνάμεων, η χρήση προηγμένων τεχνολογιών ανίχνευσης και η εκπαίδευση του κοινού είναι καίριες προτεραιότητες. Επιπλέον, η ενίσχυση της νομοθεσίας και η εφαρμογή αυστηρών κανονισμών μπορούν να μειώσουν τις ανθρωπογενείς αιτίες των πυρκαγιών.

#### Οικονομικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις

Οι οικονομικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών είναι τεράστιες, περιλαμβάνοντας το κόστος της καταπολέμησης, την απώλεια δασικών εκτάσεων και τις ζημιές σε κατοικίες και υποδομές. Η οικονομική επιβάρυνση είναι ιδιαίτερα μεγάλη για τις τοπικές κοινότητες που επηρεάζονται άμεσα από τις πυρκαγιές. Οι κοινωνικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν την απώλεια ζώων, την αναγκαστική μετακίνηση πληθυσμών και την ψυχολογική πίεση που υφίστανται οι κάτοικοι των πληγείσων περιοχών.

#### Περιβαλλοντική Ανασυγκρότηση

Μετά από μια καταστροφική πυρκαγιά, η ανασυγκρότηση του περιβάλλοντος είναι ζωτικής σημασίας. Η αναδάσωση και η αποκατάσταση των καμένων περιοχών βοηθούν στην επαναφορά της βιοποικιλότητας και στη σταθεροποίηση του εδάφους. Η αποκατάσταση των υδάτινων πόρων και η διαχείριση των απορριμμάτων από τις καμένες εκτάσεις είναι επίσης σημαντικά βήματα για την περιβαλλοντική ανάκαμψη.

## Υγεία και Ασφάλεια

Η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές κοντά στις πυρκαγιές. Η εισπνοή καπνού και τοξικών σωματιδίων μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, καρδιαγγειακές παθήσεις και άλλες σοβαρές ασθένειες. Η προστασία της υγείας των πολιτών μέσω της ενημέρωσης και της χρήσης προστατευτικών μέσων είναι απαραίτητη σε περιόδους πυρκαγιών.

## Επιστημονική Έρευνα και Καινοτομία

Η επιστημονική έρευνα και η καινοτομία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ανίχνευσης, η βελτίωση των μεθόδων καταπολέμησης και η ενσωμάτωση των κλιματικών δεδομένων στα μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών πρόληψης και αντιμετώπισης. Η συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών κοινοτήτων, των κυβερνήσεων και των τοπικών φορέων είναι απαραίτητη για την εφαρμογή των νέων γνώσεων και τεχνολογιών.

## Διεθνής Συνεργασία

Η διεθνής συνεργασία είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, καθώς οι επιπτώσεις τους δεν περιορίζονται σε εθνικά σύνορα. Οι χώρες πρέπει να συνεργάζονται για την ανταλλαγή πληροφοριών, την κοινή χρήση πόρων και την ανάπτυξη κοινών στρατηγικών αντιμετώπισης. Η συμμετοχή σε διεθνείς οργανισμούς και η υπογραφή συμφωνιών συνεργασίας μπορούν να ενισχύσουν την παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών.

## Προστασία των Ευπαθών Ομάδων

Οι ευπαθείς ομάδες, όπως οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά και τα άτομα με αναπνευστικά προβλήματα, είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις συνέπειες των δασικών πυρκαγιών. Η προστασία τους απαιτεί ειδικά μέτρα, όπως η δημιουργία ασφαλών καταφυγίων, η παροχή υγειονομικής φροντίδας και η ενημέρωση για τους κινδύνους και τα μέτρα προστασίας. Η κοινωνική πρόνοια πρέπει να ενισχυθεί για να αντιμετωπίσει τις ανάγκες των ευπαθών πληθυσμών σε περιόδους κρίσης.

## Κλιματική Αλλαγή και Δασικές Πυρκαγιές

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη συχνότητα και την ένταση των δασικών πυρκαγιών. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, οι παρατεταμένες ξηρασίες και οι ακραίες καιρικές συνθήκες αυξάνουν τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιών. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της υιοθέτησης πρακτικών βιώσιμης ανάπτυξης είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση των κινδύνων δασικών πυρκαγιών στο μέλλον.

## Συμπερασματικά

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα σύνθετο και πολυδιάστατο πρόβλημα που απαιτεί συνδυασμένες προσπάθειες σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο. Η πρόληψη, η έγκαιρη ανίχνευση και η αποτελεσματική καταπολέμηση των πυρκαγιών, σε συνδυασμό με την ενίσχυση των νομοθετικών πλαισίων και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, είναι κρίσιμα βήματα για την προστασία των δασών και των ανθρώπων. Η ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας και η προσαρμογή στις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση αυτού του παγκόσμιου προβλήματος. Η προστασία του περιβάλλοντος, της ανθρώπινης υγείας και της οικονομίας από τις καταστροφικές επιπτώσεις των δασικών

πυρκαγιών αποτελεί κοινή ευθύνη όλων των κοινωνιών και απαιτεί συνεχή προσπάθεια και δέσμευση.

## Κεφάλαιο 3 Επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές σε περιαστικές περιοχές

Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα στις περιαστικές και αστικές περιοχές. Ορισμένες από τις κύριες επιπτώσεις περιλαμβάνουν:

### 1. Υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων (PM):

Οι δασικές πυρκαγιές συχνά παράγουν τεράστιες ποσότητες σωματιδίων (PM), αποτελούμενων κυρίως από σκόνη, καπνό και άλλα σωματίδια, τα οποία είναι γνωστά για τις επιβλαβείς επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου. Αυτά τα σωματίδια μπορούν να εισπνευστούν εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό και να προκαλέσουν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και άλλες υγειονομικές επιπτώσεις.

Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων κατά τις δασικές πυρκαγιές αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα κινδύνου για την υγεία. Τα σωματίδια PM, λόγω του μικρού τους μεγέθους, μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στα πνευμόνια και να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα υγείας. Οι κύριες επιπτώσεις περιλαμβάνουν αναπνευστικά νοσήματα όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), η ασθένεια των αεραγωγών και άλλα πνευμονικά νοσήματα. Επιπλέον, η μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις PM μπορεί να συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο για καρδιαγγειακές παθήσεις, όπως επισημαίνουν διάφορες επιστημονικές μελέτες.[21]

Οι κυριότερες πηγές σωματιδίων κατά τις δασικές πυρκαγιές είναι η καύση των φυτικών υλικών και των δασικών ενώσεων. Κατά την καύση αυτών των υλικών, παράγονται διάφορες χημικές ενώσεις και σωματίδια, συμπεριλαμβανομένων των ανόργανων και οργανικών συστατικών τους. Τα σωματίδια PM ποικίλλουν σε μέγεθος και σύνθεση, επηρεάζοντας τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν την υγεία και το περιβάλλον.

Η ανθρώπινη υγεία εκτίθεται σε αυτά τα σωματίδια κατά τη διάρκεια των δασικών πυρκαγιών, κυρίως μέσω της εισπνοής. Τα σωματίδια PM<sub>10</sub>, δηλαδή εκείνα με διάμετρο μικρότερη των 10 μικρομέτρων, μπορούν να φτάσουν στις ανώτερες αεραγωγούς και στις βαθιές περιοχές των πνευμόνων, ενώ τα σωματίδια PM<sub>2.5</sub>, με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μικρομέτρων, μπορούν να διεισδύσουν ακόμα πιο βαθιά στο πνεύμονα και να προκαλέσουν πιο σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Επιπλέον, τα νανοσωματίδια PM<sub>0.1</sub> μπορούν να εισέλθουν ακόμα πιο βαθιά στον οργανισμό και να προκαλέσουν επιπλοκές σε κυτταρικό επίπεδο.

Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, η μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων PM κατά τις δασικές πυρκαγιές συνδέεται επίσης με αυξημένο κίνδυνο για καρδιοπάθειες και άλλες σοβαρές παθήσεις. Επιπλέον, η εκτεταμένη έκθεση σε σωματίδια PM έχει συσχετιστεί με μειωμένη πνευμονική λειτουργία, αυξημένο κίνδυνο για αναπνευστικές λοιμώξεις και άλλα αναπνευστικά προβλήματα[21].

Επιπροσθέτως, η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις PM κατά τις δασικές πυρκαγιές μπορεί να επηρεάσει αρνητικά και άλλα συστήματα του οργανισμού, όπως το ανοσοποιητικό σύστημα και το ενδοκρινικό σύστημα. Συνολικά, η υγεία του ανθρώπου διατρέχει σημαντικούς κινδύνους κατά τις περιόδους δασικών πυρκαγιών λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων σωματιδίων PM που παράγονται.

Ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων στην υγεία, είναι κρίσιμο να ληφθούν μέτρα προστασίας κατά τις περιόδους δασικών πυρκαγιών, περιλαμβανομένης της πρόληψης και της προετοιμασίας για τη μείωση της έκθεσης του πληθυσμού. Εκπαιδευτικές εκστρατείες για την ενημέρωση του κοινού για τους κινδύνους των σωματιδίων PM και τα μέτρα προστασίας που μπορούν να ληφθούν είναι απαραίτητες.

Επιπλέον, η πρόληψη και ο έλεγχος των δασικών πυρκαγιών είναι καίριας σημασίας για τη μείωση των συγκεντρώσεων σωματιδίων PM στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η θέσπιση προγραμμάτων πυροπροστασίας και η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών δασικής διαχείρισης μπορούν να συμβάλουν στη μείωση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών και, συνεπώς, στη μείωση της παραγωγής σωματιδίων PM.

Συνοπτικά, οι υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων κατά τις δασικές πυρκαγιές έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η έκθεση σε αυτά τα σωματίδια μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και να αυξήσει τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές παθήσεις και άλλες χρόνιες παθήσεις. Η πρόληψη και η προστασία της υγείας κατά τις δασικές πυρκαγιές είναι κρίσιμη, ενώ η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών δασικής διαχείρισης μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών σωματιδίων PM στο περιβάλλον[21].

## 2. Αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα:

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σημαντική πηγή ρύπων αέρα, καθώς παράγουν διάφορα χημικά και παρασιτοκτόνα που εκπέμπονται στο περιβάλλον. Αυτός ο αέριος φορέας ρύπων μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα και στην ανθρώπινη υγεία, επηρεάζοντας τα επίπεδα ρύπων και δημιουργώντας αυξημένους κινδύνους για την κοινότητα.

Κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, οι φλόγες καίνε την αποσύνθεση οργανικών και ανόργανων υλικών, παράγοντας μεγάλες ποσότητες αερίων και σωματιδίων. Αυτά τα χημικά και τα σωματίδια ανακυκλώνονται στην ατμόσφαιρα και επιδρούν στην ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε. Ένα από τα κύρια προϊόντα της καύσης είναι το άνθρακας, που αποτελεί τον κύριο πηγαίο αέριο ρύπανσης. Ο άνθρακας συμβάλλει στη δημιουργία χημικού οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, που είναι ένα από τα βασικά αέρια αποβλήτων που σχετίζονται με τις κλιματικές μεταβολές.

## 3. Προβλήματα υγείας:

Η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στην υγεία των ανθρώπων αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά και επίκαιρα θέματα στον τομέα της δημόσιας υγείας και της περιβαλλοντικής ιατρικής. Η έκθεση σε καπνό και σωματίδια κατά τις δασικές πυρκαγιές μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στους ανθρώπους, επηρεάζοντας την αναπνευστική λειτουργία και προκαλώντας διάφορα υγειονομικά προβλήματα. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει αναλυτικά τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην υγεία, εστιάζοντας στις αναπνευστικές παθήσεις, τις αλλεργικές αντιδράσεις και τα γενικά υγειονομικά προβλήματα που επηρεάζουν τον πληθυσμό.

Οι δασικές πυρκαγιές είναι γνωστές για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων καπνού και σωματιδίων, τα οποία διασκορπίζονται στον αέρα και μπορούν να εισπνευστούν εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα σωματίδια PM (σωματίδια αιωρούμενα στον αέρα) είναι κρίσιμης σημασίας για την υγεία, καθώς ανάλογα με το μέγεθός τους μπορούν να φτάσουν σε διαφορετικά σημεία του αναπνευστικού συστήματος. Τα μικρότερα σωματίδια (PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>) μπορούν να διεισδύσουν στα απόφυγα των πνευμόνων και να φτάσουν ακόμα και στην αιμοφόρο ροή, ενώ τα μεγαλύτερα σωματίδια (PM<sub>10</sub>) μπορούν να επηρεάσουν την άνω αναπνευστική οδό.

Η πιο σοβαρή ανησυχία αφορά τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Ο καπνός και τα σωματίδια που παράγονται κατά τις πυρκαγιές περιέχουν διάφορες τοξικές ουσίες όπως βενζόλιο, φορμαλδεΐδη, χλωροπροπανόνη και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, τα οποία είναι γνωστά για την καρκινογενή δράση τους και την τοξικότητά τους για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επίσης, οι πτώσεις στην ποιότητα του αέρα κατά τις πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν αύξηση στον αριθμό των ημερών με επιδείνωση των αναπνευστικών συμπτωμάτων και να επιδεινώσουν τις πνευμονικές λειτουργίες σε ευαίσθητες ομάδες, όπως οι παιδικές και οι ηλικιωμένες ομάδες[22].

Οι αναπνευστικές παθήσεις είναι μία από τις κύριες επιπτώσεις των υψηλών επιπέδων σωματιδίων και καπνού κατά τις πυρκαγιές. Οι αναπνευστικές παθήσεις, όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), η βρογχίτιδα και η άσθμα, μπορούν να επιδεινωθούν σημαντικά λόγω της έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων και τοξικών αερίων κατά τις πυρκαγιές. Τα σωματίδια PM<sub>2.5</sub>, λόγω του μικρότερου μεγέθους τους, μπορούν να φτάσουν στα βαθιά μέρη των πνευμόνων και να προκαλέσουν φλεγμονές και οξειδωση στις αναπνευστικές οδούς. Το PM<sub>10</sub>, αν και μεγαλύτερο σε μέγεθος, επίσης μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς στον αναπνευστικό σύστημα και να επιδεινώσει υπάρχοντα αναπνευστικά προβλήματα.

Επιπλέον, η έκθεση σε καπνό και σωματίδια μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις σε ευαίσθητα άτομα. Ο καπνός και τα χημικά που εκπέμπονται κατά τις πυρκαγιές περιλαμβάνουν πολλούς αλλεργιογόνους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν αντιδράσεις όπως κνησμό, φαγούρα στα μάτια, ρινική ροή και δυσκοιλιότητα. Τα άτομα με ιστορικό αλλεργικών νόσων ή ασθματικών καταστάσεων είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε αυτούς τους παράγοντες και μπορεί να αντιμετωπίσουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία τους από την έκθεση κατά τις περιόδους δασικών πυρκαγιών.

Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στην αναπνευστική υγεία, οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να έχουν επίσης μακροχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού. Οι μακροχρόνιες επιδράσεις περιλαμβάνουν την αύξηση του κινδύνου για χρόνιες πνευμονικές ασθένειες, όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), καρδιακές ασθένειες και άλλα αναπνευστικά προβλήματα. Οι υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων από τις πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν την καρδιαγγειακή λειτουργία και να αυξήσουν τον κίνδυνο για καρδιακή ανεπάρκεια και εγκεφαλικά επεισόδια σε ευαίσθητες ομάδες, όπως οι ηλικιωμένοι και οι άτομα με προϋπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις.[22]

Επίσης, οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στον ψυχοκοινωνικό τομέα του πληθυσμού. Οι πολίτες που εκτίθενται σε δασικές πυρκαγιές αντιμετωπίζουν συνήθως στρες, άγχος και ανησυχία λόγω των επιπτώσεων στην υγεία τους και της αβεβαιότητας για το μέλλον. Επιπλέον, οι πυρκαγιές μπορούν να έχουν οικονομικές επιπτώσεις στις περιοχές που πλήττονται, καθώς οι καταστροφικές συνέπειες μπορούν να επηρεάσουν τον τουρισμό, τη γεωργία και άλλους τομείς της οικονομίας.

Για να αντιμετωπιστούν οι αρνητικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην υγεία, είναι απαραίτητο να ληφθούν συντονισμένες δράσεις σε πολλά επίπεδα. Η πρόληψη είναι ένας κρίσιμος παράγοντας και περιλαμβάνει την ενίσχυση της πυρασφάλειας, τη διαχείριση των πυρκαγιών και την ενημέρωση του κοινού για τους κινδύνους των πυρκαγιών. Επιπλέον, η βελτίωση των συστημάτων υγείας και η αύξηση της πρόσβασης σε υγειονομικές υπηρεσίες είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των αναγκών του πληθυσμού κατά περιόδους δασικών πυρκαγιών.

Τέλος, η έρευνα και η επιστημονική γνώση είναι ουσιώδης για την κατανόηση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην υγεία και την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών

πρόληψης και αντιμετώπισης. Η συλλογή δεδομένων, η ανάλυση των επιπτώσεων και η δημοσίευση αποτελεσμάτων αποτελούν τη βάση για τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων. Με τη σωστή αντιμετώπιση και προετοιμασία, οι κοινότητες μπορούν να μειώσουν τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην υγεία και να προστατεύσουν τους πολίτες από τους κινδύνους των πυρκαγιών στο μέλλον[23].

#### 4. Μειωμένη ορατότητα:

Η μειωμένη ορατότητα λόγω του πυκνού καπνού κατά τις δασικές πυρκαγιές αποτελεί σημαντικό πρόβλημα που επηρεάζει τόσο το έδαφος όσο και τον αέρα. Η ορατότητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ασφάλεια και την καθημερινότητα των ανθρώπων, επηρεάζοντας άμεσα την οδήγηση, τις μετακινήσεις και την ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Κατά τις περιόδους πυρκαγιών, η μειωμένη ορατότητα λόγω του καπνού προκαλεί σημαντικές δυσκολίες και απειλεί την ασφάλεια σε πολλά επίπεδα.

Ο καπνός που εκπέμπεται κατά τις δασικές πυρκαγιές προκαλεί πυκνή ομίχλη που επηρεάζει την ορατότητα στο έδαφος. Αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για τους οδηγούς και τους πεζούς, καθώς δυσκολεύει την αναγνώριση των οδικών σημάτων, των αντικειμένων και των άλλων οχημάτων. Η απότομη μεταβολή από σαφές σε πυκνό καπνό μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους οδηγούς και να οδηγήσει σε ατυχήματα ή σοβαρά περιστατικά. Ειδικά κατά τη νύχτα, η ορατότητα μπορεί να μειωθεί σε επικίνδυνα επίπεδα λόγω της ανακλαστικότητας του καπνού στο φως των φώτων των αυτοκινήτων και των δρόμων [23].

Εκτός από την επίδραση στο έδαφος, ο πυκνός καπνός μπορεί να επηρεάσει επίσης την ορατότητα στον αέρα. Αυτό συμβαίνει κυρίως σε περιοχές κοντά στις φωτιές όπου ο καπνός απλώνεται σε μεγάλες αποστάσεις, επηρεάζοντας την ατμοσφαιρική διαφάνεια και την ορατότητα γενικά. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες για την αεροπλοϊκή κυκλοφορία, τις επιχειρήσεις αεροδιαστημικών μεταφορών και την γενική ασφάλεια στον αέρα.

Η ανάγκη για προληπτικά μέτρα κατά των δασικών πυρκαγιών γίνεται πιο επιτακτική σε αυτό το πλαίσιο, καθώς η μειωμένη ορατότητα λόγω του καπνού μπορεί να επιφέρει σοβαρές συνέπειες στην καθημερινότητα των ανθρώπων και την ασφάλειά τους. Οι πολιτικές προστασίας από τις πυρκαγιές πρέπει να ενισχυθούν και να εφαρμόζονται αποτελεσματικά για να μειωθεί η έκθεση στον καπνό και να προστατευθεί η ορατότητα στο έδαφος και στον αέρα.

Οι οδηγοί αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες κατά την οδήγηση σε περιοχές με δασικές πυρκαγιές λόγω του πυκνού καπνού που μειώνει την ορατότητα. Οι οδηγοί είναι αντιμετώπιμοι με τον κίνδυνο μη αναγνώρισης οδικών σημάτων, πεζών και άλλων οχημάτων λόγω της δυσκολίας στο να δουν καθαρά μπροστά τους. Ειδικά κατά τη νύχτα, ο πυκνός καπνός μπορεί να δημιουργήσει ακόμα μεγαλύτερα προβλήματα ορατότητας λόγω της ανακλαστικότητας του στο φως των φαναριών των οχημάτων[24,25]

Η μειωμένη ορατότητα λόγω του πυκνού καπνού μπορεί επίσης να έχει ανασφαλείς επιπτώσεις στην αεροπλοϊκή κυκλοφορία. Ο καπνός που απλώνεται σε μεγάλες αποστάσεις μπορεί να μειώσει την ορατότητα στον αέρα, κάτι που απειλεί την ασφάλεια των πτήσεων και των επιχειρήσεων αεροδιαστημικών μεταφορών. Η αναγνώριση αεροδρομίων, προσγειώσεων και απογειώσεων γίνεται πιο δύσκολη και επικίνδυνη όταν η ορατότητα είναι περιορισμένη λόγω του καπνού.

Επιπλέον, η απειλή για την ασφάλεια στον αέρα δεν περιορίζεται μόνο στις εμπορικές πτήσεις αλλά αφορά και τις δραστηριότητες εκτάκτου ανάγκης και τις αεροπορικές μεταφορές προσωπικού για την κατάσβεση πυρκαγιών. Οι πυκνοί καπνοί μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των πτήσεων που διεξάγονται σε περιοχές κοντά σε φωτιές, καθιστώντας τις προσπάθειες κατάσβεσης πιο επικίνδυνες και δύσκολες[24].

## 5. Επιπτώσεις στην υδροκαλλιέργεια:

Οι πυρκαγιές αποτελούν σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων, επηρεάζοντας εκτενώς την ποιότητα του νερού στις περιοχές που επηρεάζονται. Κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών, δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα όπως η εισαγωγή τοξικών ουσιών στα ύδατα και η κατάληψη του εδάφους από τα καύσιμα και τις στάχτες, επηρεάζοντας την υδροκαλλιέργεια και τη θαλάσσια ζωή.

Τα πυρκαγιά στις δασικές περιοχές είναι γνωστό ότι προκαλούν την απελευθέρωση τοξικών αερίων και σωματιδίων που περιλαμβάνουν διοξίνες, προϊόντα καύσης και άλλες χημικές ενώσεις. Αυτά τα υλικά, όταν φθάσουν στα νερά των κοντινών υδάτινων συστημάτων, μπορούν να προκαλέσουν σημαντική ρύπανση. Τα τοξικά αυτά υλικά μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του νερού και να απειλήσουν τη ζωή των οργανισμών που εξαρτώνται από αυτό, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων και των ζώων που ποτίζονται από αυτά τα ύδατα[25].

Επιπλέον, το έδαφος που καλύπτεται από τη στάχτη και τα οστρακοειδή από τις πυρκαγιές μπορεί να επηρεάσει σοβαρά τις υδρολογικές συνθήκες της περιοχής. Οι καμένες περιοχές γίνονται ευάλωτες σε εδαφοκαταστροφές, ενώ η καταστροφή της φυτικής κάλυψης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της εκπομπής λυμάτων και εδαφικών απορροών προς τα υδατικά συστήματα. Αυτό μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού και στην οικολογική ισορροπία των υδάτων.

Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, είναι ζωτικής σημασίας να λαμβάνονται αποτελεσματικά μέτρα προστασίας και πρόληψης κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν την αποτελεσματική πυροσβεστική προστασία των δασών, την προστασία των υδατικών πόρων και την αποφυγή της ανάπτυξης των πυρκαγιών στις περιοχές που ενδέχεται να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στα ύδατα.

Επίσης, οι κάτοικοι των περιοχών που επηρεάζονται από τις πυρκαγιές πρέπει να είναι ενήμεροι για τις συνθήκες και να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία της υγείας τους. Αυτό περιλαμβάνει την αποφυγή της άμεσης έκθεσης στον καπνό των πυρκαγιών, τη χρήση προστατευτικών μάσκων και την τήρηση των οδηγιών για την υγεία που εκδίδονται από τις υγειονομικές αρχές.

Συνολικά, η προστασία της ποιότητας του νερού κατά τις πυρκαγιές απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από τις αρχές, τους επαγγελματίες της πυροπροστασίας και τους πολίτες. Μόνον έτσι μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ρύπανσης των υδάτων και να διασφαλιστεί η προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών[26].

## 6. Υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων (PM)

Η επίπτωση των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα στις περιαστικές και αστικές περιοχές αποτελεί σοβαρή ανησυχία για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Οι δασικές πυρκαγιές είναι σύνθετα φαινόμενα που προκαλούν μια σειρά από επιπτώσεις που εκτείνονται από την αύξηση των επιπέδων σωματιδίων στον αέρα μέχρι την επιδείνωση της υγείας και την αντίκτυπο σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Οι δασικές πυρκαγιές παράγουν τεράστιες ποσότητες καπνού, σωματιδίων και χημικών ουσιών που εκπέμπονται στον αέρα και επηρεάζουν την ποιότητά του. Τα σωματίδια, γνωστά και ως PM (σωματίδια αιθαλαμίου), περιλαμβάνουν τοξικές ουσίες όπως το πυρηνικό σωματίδιο, το οποίο προκαλεί ανησυχία για τις επιπτώσεις του στην υγεία του ανθρώπου. Αυτά τα σωματίδια είναι τόσο μικρά που μπορούν να εισπνευστούν βαθιά στα πνεύμονα, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα, αλλεργικές αντιδράσεις και άλλες σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία.

Οι ρύποι αέρα που παράγονται από τις πυρκαγιές περιλαμβάνουν επίσης διάφορες χημικές ουσίες, όπως το όζον, το μονοξείδιο του άνθρακα, και άλλα αέρια που μπορούν να είναι επιβλαβή για την υγεία. Η αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα σε αστικές περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε ποικίλα προβλήματα, συμπεριλαμβανομένης της επιδείνωσης υπαρχόντων αναπνευστικών προβλημάτων, όπως η ασθένεια της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας (ΧΑΠ) και η ασθένεια του αναπνευστικού.

Η εκτεταμένη έκθεση στον καπνό και τα σωματίδια μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές όχι μόνο στο αναπνευστικό σύστημα, αλλά και στον καρδιαγγειακό συστηματικό και σε άλλα όργανα του σώματος. Ειδικά οι ευαίσθητες ομάδες, όπως τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι άτομα με προϋπάρχουσες αναπνευστικές παθήσεις, είναι πιο ευάλωτες σε αυτούς τους κινδύνους.

Η μειωμένη ορατότητα λόγω του πυκνού καπνού από τις πυρκαγιές επηρεάζει επίσης τις συνθήκες οδήγησης, αυξάνοντας τον κίνδυνο αυτοκινητιστικών ατυχημάτων. Η επικοινωνία και οι μετακινήσεις των ανθρώπων επηρεάζονται, προκαλώντας αναστάτωση στην καθημερινή ζωή των πληθυσμών που ζουν σε περιοχές κοντά στις πυρκαγιές.

Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα, οι πυρκαγιές επηρεάζουν επίσης την ποιότητα του νερού στις περιοχές γύρω από αυτές. Ο καπνός και οι τοξικές ουσίες που εκπέμπονται από τις πυρκαγιές μπορούν να καταλήξουν σε υδατικούς πόρους, επηρεάζοντας την υδροκαλλιέργεια και τη θαλάσσια ζωή. Επιπλέον, η καύση των δασών μειώνει την προστασία του εδάφους από την ερημοποίηση και την καταστροφή της βιοποικιλότητας.

Για να αντιμετωπίσουμε αυτές τις επιπτώσεις, απαιτείται συντονισμένη προσπάθεια σε επίπεδο κυβερνήσεων, πυροσβεστικών αρχών και κοινοτήτων. Οι στρατηγικές για την πρόληψη των πυρκαγιών, την αποτελεσματική κατάσβεση και την προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να ενισχυθούν. Επίσης, είναι σημαντικό να υπάρχουν συστήματα προειδοποίησης και εκκένωσης για τους κατοίκους περιοχών που ενδέχεται να επηρεαστούν από πυρκαγιές, καθώς και εκπαιδευτικές εκστρατείες για την ενημέρωση του κοινού για τους κινδύνους των δασικών πυρκαγιών και τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν.

Συνολικά, οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα σε περιαστικές περιοχές είναι πολυπλοκότητα και πολυδιάστατα ζητήματα που απαιτούν ενεργό διαχείριση και πρόληψη για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος .

### 3.2 Αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα

Η αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα αποτελεί μια σοβαρή πρόκληση για την υγεία του πληθυσμού και την ποιότητα του περιβάλλοντος. Τα αίτια της αύξησης αυτής είναι πολλαπλά και ποικίλα, περιλαμβάνοντας εκπομπές από βιομηχανικές δραστηριότητες, κυκλοφοριακά μέσα, καύση στη γεωργία, απορρίμματα, και φυσικά φαινόμενα όπως οι δασικές πυρκαγιές. Η παρούσα ανάλυση επιδιώκει να εξετάσει λεπτομερώς τις συνέπειες της αύξησης των ρύπων αέρα σε αστικές περιοχές, προσδιορίζοντας τις επιπτώσεις στην υγεία, στο περιβάλλον, και στην κοινωνία.

Η ποιότητα του αέρα είναι ένα κρίσιμο θέμα για την κοινωνική υγεία, καθώς η συνεχής έκθεση σε ρυπαντικές ουσίες μπορεί να έχει επιζήμιες επιδράσεις στον οργανισμό. Οι κύριες πηγές ρύπων αέρα συνδέονται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων, τη βιομηχανική δραστηριότητα, την αγροτική εκμετάλλευση και την απόκριση του ανθρώπινου είδους στο περιβάλλον. Ωστόσο, η αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα εξαιτίας δασικών πυρκαγιών αναδεικνύει ένα επιπλέον παράγοντα που μπορεί να επιδεινώσει την ήδη ανησυχητική κατάσταση.

Οι επιπτώσεις αυτές καθίστανται εμφανείς κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών, όπου ο καπνός, τα σωματίδια και οι χημικές εκπομπές είναι έντονες. Σε αστικές περιοχές που



βρίσκονται κοντά σε αυτούς τους πυρήνες πυρκαγιών, οι κάτοικοι εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των επικίνδυνων ουσιών. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να επηρεάσουν την υγεία του πληθυσμού, την ποιότητα του αέρα και το οικοσύστημα, ενισχύοντας την ανάγκη για πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης και πρόληψης.

Η πρωταρχική επίδραση της αύξησης των επιπέδων ρύπων αέρα στην υγεία είναι στο αναπνευστικό σύστημα. Ο καπνός και τα σωματίδια που εκπέμπονται κατά τις πυρκαγιές περιέχουν τοξικές ουσίες, όπως το πυρηνικό σωματίδιο, που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα. Αυτά τα σωματίδια είναι σε μέγεθος που επιτρέπει την εισροή τους στα βαθιά μέρη των πνευμόνων, προκαλώντας φλεγμονή, αλλεργικές αντιδράσεις και αυξημένο κίνδυνο ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος. Οι άνθρωποι που έχουν προϋπάρχουσες παθήσεις, όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) ή η άσθμα, είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι σε αυτές τις επιπτώσεις.

Εκτός από τον κίνδυνο για το αναπνευστικό σύστημα, η αύξηση των ρυπογόνων ουσιών στον αέρα επιδρά επίσης στο καρδιαγγειακό σύστημα. Κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλών συγκεντρώσεων ρύπων, έχει παρατηρηθεί αύξηση των περιστατικών καρδιαγγειακών παθήσεων και επιπλοκών όπως καρδιακές προσβολές και εγκεφαλικά επεισόδια. Η έκθεση σε ορυκτό όζον και άλλα αέρια ρύπων σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο για παθήσεις του καρδιαγγειακού συστήματος, ενώ η φλεγμονή που προκαλείται από τα σωματίδια μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την καρδιαγγειακή υγεία.

Εκτός από τις επιπτώσεις στην υγεία, η αύξηση των επιπέδων ρύπων αέρα επηρεάζει και την ποιότητα του περιβάλλοντος. Η εκπομπή αέριων ρύπων, όπως το όζον και το μονοξείδιο του άνθρακα, συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην αλλαγή του κλίματος. Επίσης, η καύση των δασών συμβάλλει στην απώλεια της βιοποικιλότητας και την ερημοποίηση του εδάφους, ενώ ο καπνός επηρεάζει την ποιότητα του νερού και τη θαλάσσια ζωή.

Σε κοινωνικό επίπεδο, οι δασικές πυρκαγιές που συνοδεύονται από αυξημένα επίπεδα ρύπων αέρα δημιουργούν οικονομικές, κοινωνικές και ψυχολογικές επιπτώσεις. Οι άνθρωποι που ζουν σε πληγείσες περιοχές βιώνουν συνθήκες ανασφάλειας, απώλειας περιουσίας και απειλής για την υγεία τους[27].

### 3.3 Προβλήματα υγείας

Τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από δασικές πυρκαγιές αντιπροσωπεύουν σοβαρή απειλή για την ανθρώπινη υγεία και απαιτούν προσεκτική παρακολούθηση και αντιμετώπιση. Οι επιπτώσεις αυτές εκτείνονται από τις αναπνευστικές παρενέργειες μέχρι τις καρδιαγγειακές επιπτώσεις και τα προβλήματα ψυχικής υγείας. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τις δασικές πυρκαγιές και να αναζητήσουμε τρόπους πρόληψης και προστασίας.

Οι αναπνευστικές επιπτώσεις είναι ανάμεσα στα πιο εμφανή και ανησυχητικά αποτελέσματα των δασικών πυρκαγιών. Κατά την καύση του δάσους, παράγονται τεράστιες ποσότητες καπνού, σωματιδίων και εκπομπών, τα οποία εισέρχονται βαθιά στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα. Τα σωματίδια αιθαλαμίου (PM) είναι εξαιρετικά μικρά και μπορούν να φτάσουν στα πιο ευαίσθητα μέρη του πνευμονικού συστήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αναπνευστικά προβλήματα, όπως αναπνευστική δυσκολία, βήχας, ερεθισμός του λαϊμού και αύξηση του κινδύνου για αναπνευστικές παθήσεις όπως η ασθένεια της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας (ΧΑΠ) και η ασθένεια του αναπνευστικού.

Οι πιο ευάλωτες ομάδες πληθυσμού, όπως τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι άνθρωποι με προϋπάρχουσες αναπνευστικές παθήσεις, είναι περισσότερο επιρρεπείς σε αυτούς τους

κινδύνους. Η μακροχρόνια έκθεση σε υψηλά επίπεδα σωματιδίων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και να επιδεινώσει τις υπάρχουσες καταστάσεις υγείας. Επιπλέον, τα παιδιά, η εγκυμονούσες γυναίκες και οι άτομα με χρόνιες ασθένειες, όπως η καρδιακή νόσος, είναι επίσης ευαίσθητοι σε αυξημένους κινδύνους.

Τα χημικά που εκπέμπονται κατά την καύση του δάσους συμπεριλαμβάνουν το όζον, το μονοξειδίο του άνθρακα, τους υδρογονάνθρακες και άλλες επικίνδυνες ουσίες. Το όζον, που παράγεται από τις χημικές αντιδράσεις των εκπομπών από τις πυρκαγιές, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των αεραγωγών και να επιδεινώσει αναπνευστικά προβλήματα. Το μονοξειδίο του άνθρακα, που παράγεται κατά την ανεξέλεγκτη καύση, μπορεί να είναι δηλητηριώδες και να προκαλέσει καρδιαγγειακά προβλήματα. Οι υδρογονάνθρακες μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό των ματιών και των αεραγωγών, ενώ άλλες τοξικές ουσίες μπορεί να έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στον οργανισμό.

Επιπλέον, οι δασικές πυρκαγιές σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης πυροξυτοκικών ασθενειών. Οι πυροξυτοκίνες είναι ουσίες που παράγονται από τα κατεστραμμένα βότανα κατά την πυρκαγιά και μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές στον οργανισμό. Η έκθεση σε αυτές τις ουσίες μπορεί να συνδέεται με προβλήματα υγείας, όπως οι καρδιαγγειακές ασθένειες, η διαβήτης και η ρευματοειδής αρθρίτιδα[28,29,30]

Στον τομέα της ψυχικής υγείας, οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή ψυχολογική αγωνία και άγχος στους ανθρώπους που ζουν σε περιοχές που απειλούνται από τις φλόγες. Η απώλεια σπιτιών, προσωπικών αντικειμένων και αγαπημένων περιοχών μπορεί να οδηγήσει σε κατάθλιψη, κατάσταση τραύματος και άλλα ψυχολογικά προβλήματα. Τα παιδιά, ιδιαίτερα, μπορεί να επηρεαστούν σοβαρά από τις εμπειρίες αυτές, με δυνητικά μακροχρόνιες επιπτώσεις στην ανάπτυξη τους και στην ψυχοκοινωνική τους ευημερία.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων υγείας, είναι απαραίτητο να ληφθούν συντονισμένα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης. Οι αρμόδιες υγειονομικές αρχές πρέπει να παρακολουθούν στενά τις επιπτώσεις των πυρκαγιών και να παρέχουν πληροφόρηση και κατευθυντήριες οδηγίες στο κοινό[28,29,30].

### 3.4 Μειωμένη ορατότητα

Η μειωμένη ορατότητα λόγω του πυκνού καπνού από τις δασικές πυρκαγιές είναι ένα ζήτημα που έχει ευρύτατες επιπτώσεις σε πολλούς τομείς, από την οδική ασφάλεια μέχρι την καθημερινή λειτουργία της κοινωνίας. Η ορατότητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ασφαλή κυκλοφορία, την πρόληψη ατυχημάτων και τη γενική ευημερία της κοινότητας. Στο πλαίσιο των πυρκαγιών, η μείωση της ορατότητας λόγω του καπνού προκαλεί προκλήσεις που αντιμετωπίζονται με ενδελεχή προγραμματισμό, τεχνολογικές λύσεις και συνειδητοποίηση του κοινού[31,32].

Ο πυκνός καπνός που παράγεται κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς μπορεί να επιφέρει ορατότητα σε επίπεδα που καθιστούν την καθημερινή ζωή δυσχερή ή ακόμα και επικίνδυνη. Η επίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερα αισθητή στον τομέα των μετακινήσεων και της οδικής ασφάλειας. Κατά τη διάρκεια ενός πυρκαγιάς, ο καπνός μπορεί να εξαπλωθεί σε μεγάλες αποστάσεις, επηρεάζοντας τις πόλεις και τις κοινότητες που βρίσκονται σε απόσταση από την περιοχή της φωτιάς.

Η οδική ασφάλεια είναι ένας τομέας όπου η μειωμένη ορατότητα λόγω των πυρκαγιών μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες. Η οδήγηση σε συνθήκες με πυκνό καπνό αυξάνει τον κίνδυνο αυτοκινητιστικών ατυχημάτων λόγω της μειωμένης ορατότητας. Ο καπνός μπορεί να δημιουργήσει ένα πέπλο που καλύπτει τον οδηγό, περιορίζοντας την ορατότητα σε ελάχιστα

μέτρα. Επιπλέον, η αλλαγή στο φως λόγω του καπνού μπορεί να καθιστά δύσκολη την αντίληψη των αντικειμένων και των οδικών σημάτων.

Η ανεπαρκής ορατότητα στον τομέα των μετακινήσεων δεν επηρεάζει μόνο τους οδηγούς, αλλά επηρεάζει επίσης τις μαζικές μεταφορές, τους πεζούς και τους ποδηλάτες. Οι δημόσιες συγκοινωνίες, όπως λεωφορεία και τρένα, πιθανόν να καθυστερούν λόγω των δυσκολιών στην κυκλοφορία και την ανάγκη προσαρμογής των δρομολογίων τους για λόγους ασφαλείας. Οι πεζοί και οι ποδηλάτες, που είναι πιο ευάλωτοι σε οδικά ατυχήματα, βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών λόγω της μειωμένης ορατότητας και της αναστάτωσης της κυκλοφορίας[32,33].

Στο πλαίσιο αυτό, οι αρχές και οι οργανισμοί ασφαλείας πρέπει να λαμβάνουν έκτακτα μέτρα για τη διαχείριση του κινδύνου κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών. Τα συστήματα προειδοποίησης πρέπει να λειτουργούν αποτελεσματικά για να ενημερώνουν το κοινό για τον κίνδυνο και τις οδηγίες ασφαλούς συμπεριφοράς. Η πρόληψη ατυχημάτων απαιτεί τη συνεργασία του κοινού, των αρχών και των φορέων μεταφορών για τη δημιουργία και την υλοποίηση σχεδίων δράσης.

Επιπλέον, η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που δημιουργεί η μειωμένη ορατότητα. Σύγχρονα συστήματα προειδοποίησης και ενημέρωσης μπορούν να εφαρμοστούν με σκοπό την ενημέρωση του κοινού για τις συνθήκες οδήγησης και τις περιοριστικές μέτρησεις. Εξελιγμένα συστήματα παρακολούθησης και ανίχνευσης καπνού μπορούν να βοηθήσουν στην προσδιορισμό της έκτασης του προβλήματος και στη λήψη αποτελεσματικών μέτρων.

Είναι σημαντικό επίσης να δίνεται έμφαση στην εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τους κινδύνους της οδήγησης κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών και τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνουν. Εκπαιδευτικές εκστρατείες, σε συνεργασία με τα μέσα ενημέρωσης και τους οργανισμούς ασφαλείας, μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος όπου οι πολίτες είναι πιο ενήμεροι και προετοιμασμένοι για τις πιθανές δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν[32,33].

### 3.5 Επιπτώσεις στην υδροκαλλιέργεια

Οι δασικές πυρκαγιές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υδροκαλλιέργεια, προκαλώντας αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα του νερού, τη θαλάσσια ζωή και το οικοσύστημα γενικότερα. Αυτές οι επιπτώσεις αντιπροσωπεύουν μια σημαντική πρόκληση για τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων και την προστασία των υδατικών οικοσυστημάτων. Στην παρούσα ανάλυση, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις των πυρκαγιών στην υδροκαλλιέργεια με έμφαση στα εξής ζητήματα:

1. **Επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού:** Οι πυρκαγιές επιφέρουν αλλαγές στη σύνθεση του εδάφους, με αποτέλεσμα την αύξηση της εκπομπής σωματιδίων και χημικών ουσιών στα υδάτινα συστήματα. Ο καπνός και τα κατάλοιπα από την καύση μπορούν να εισέλθουν στα ύδατα, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα του νερού. Τα σωματίδια και οι χημικοί ρύποι μπορούν να έχουν τοξικές επιδράσεις σε ψάρια, φυτά και άλλους οργανισμούς, προκαλώντας δυσλειτουργίες στο οικοσύστημα του ύδατος.
2. **Καταστροφή του εδάφους:** Οι πυρκαγιές εκθέτουν το έδαφος σε υψηλές θερμοκρασίες, ενισχύοντας τη διαδικασία της ερημοποίησης. Το έδαφος, που αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του υδροκαλλιεργητικού οικοσυστήματος, χάνει τη φυσική του δομή και την ικανότητα να συγκρατεί νερό. Αυτό οδηγεί σε αυξημένη εκπομπή

οργανικών και ανόργανων ουσιών στα νερά των υδάτων, προκαλώντας προβλήματα στην υδατοκαλλιέργεια.

3. **Αύξηση της θερμοκρασίας του νερού:** Οι πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν τη θερμοκρασία των υδάτων, καθώς ο καπνός και τα σωματίδια που εκπέμπονται αυξάνουν την ηλιακή απορρόφηση. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στους υδατοκαλλιέργεια και τους ενδιαφερόμενους οργανισμούς, καθώς οι περισσότεροι θαλάσσιοι οργανισμοί προτιμούν σταθερές θερμοκρασίες.
4. **Καταστροφή του βιολογικού πλούτου:** Οι πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν απώλεια βιολογικού πλούτου στα υδάτινα οικοσυστήματα. Η καύση των δασών και η αποθαρρυντική επίδραση στην ανανέωση των φυσικών πόρων μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της βιοποικιλότητας στα ύδατα. Οι εκπομπές τοξικών ουσιών μπορεί να προκαλέσουν την απώλεια ή τη μείωση του αριθμού και της ποικιλίας των ειδών, επηρεάζοντας τη θαλάσσια οικολογία.
5. **Επιδείνωση της αλιείας:** Η αλιεία είναι μια βιομηχανία που συνδέεται στενά με τα υδατικά οικοσυστήματα. Οι πυρκαγιές μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην αλιεία με διάφορους τρόπους. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, η αλλαγή στη σύνθεση του νερού και η απώλεια βιοποικιλότητας μπορεί να μειώσει τα αλιεύματα και να επηρεάσει αρνητικά την αλιευτική δραστηριότητα.
6. **Αύξηση των ρύπων από τις καμένες περιοχές:** Οι πυρκαγιές προκαλούν την εκπομπή τοξικών αερίων και σωματιδίων που μπορούν να εισέλθουν στα ύδατα και να προκαλέσουν ρύπανση. Εκτός από τα σωματίδια, τα χημικά ρύπανσης όπως οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ) μπορούν να είναι ειδικά επικίνδυνα για τη θαλάσσια ζωή και τον άνθρωπο.
7. **Επιδράσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων:** Οι πυρκαγιές επηρεάζουν την ισορροπία του ύδατος στις περιοχές τους, επιδεινώνοντας τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Η αυξημένη κατακράτηση νερού από το έδαφος, η αλλαγή της ροής των υδάτων και η αύξηση της εκπομπής ρύπων μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στις υδροκαλλιέργειες, επηρεάζοντας την ποιότητα του νερού και την αειφορία των υδατικών πόρων [34].

### 3.6 Επιπτώσεις στην οικονομία

Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στην οικονομία και τις τοπικές κοινωνίες είναι πολυσύνθετες και πολυδιάστατες, αφού επηρεάζουν το εύρος των οικονομικών τομέων, την απασχόληση, τη γεωργία, τον τουρισμό, καθώς και την υποδομή και την ανθρώπινη κοινωνία. Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν μακροπρόθεσμες αναταραχές στην οικονομία και να επηρεάσουν την καθημερινή ζωή των κοινοτήτων που επηρεάζονται. Επομένως, η αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από πολλούς φορείς, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνήσεων, της τοπικής αυτοδιοίκησης, των επιχειρήσεων και της κοινωνίας των πολιτών.

Ένας από τους βασικούς τομείς που επηρεάζονται είναι ο τομέας της γεωργίας. Οι πυρκαγιές μπορούν να καταστρέψουν εκτάσεις γης που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια, την κτηνοτροφία και άλλες γεωργικές δραστηριότητες. Ο καπνός και οι τοξικές ουσίες που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ποιότητα του εδάφους, καθιστώντας το ανάρφευστο και ακατάλληλο για τη γεωργική χρήση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής τροφίμων και των εσόδων για τους γεωργούς, προκαλώντας οικονομική αβεβαιότητα στις αγροτικές κοινότητες [35,34].

Ο τομέας του τουρισμού είναι επίσης σημαντικά πληγμένος από τις δασικές πυρκαγιές. Οι φυσικές καταστροφές μειώνουν τον τουριστικό αφθονία και επηρεάζουν την ανάπτυξη των τοπικών επιχειρήσεων που εξαρτώνται από τον τουρισμό. Τα τοπικά αξιοθέατα, τα δάση και οι φυσικοί χώροι που καταστρέφονται από τις πυρκαγιές αποτρέπουν τους τουρίστες από το να επισκεφθούν την περιοχή. Αυτό έχει αρνητική επίδραση στα εσοδεία των ξενοδόχων, των εστιατορίων, των τοπικών καταστημάτων και υπηρεσιών, μειώνοντας την απασχόληση και τα εισοδήματα των κατοίκων.

Η καταστροφή των υποδομών από τις πυρκαγιές είναι ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα για τις τοπικές κοινωνίες. Σπίτια, επιχειρήσεις, δρόμοι και γέφυρες μπορεί να καταστραφούν, επηρεάζοντας την καθημερινή ζωή των κατοίκων. Η αναστήλωση και η αποκατάσταση αυτών των υποδομών απαιτούν σημαντικούς πόρους και χρόνο, ενώ η έλλειψη αναστηλωτικών πόρων μπορεί να καθυστερήσει την οικονομική ανάκαμψη. Επιπλέον, η απώλεια σπιτιών και κτιρίων συχνά συνοδεύεται από την απώλεια προσωπικών αντικειμένων και αναμνήσεων, προκαλώντας συναισθηματική και ψυχολογική θλίψη στις τοπικές κοινωνίες.

Οι επιχειρήσεις επηρεάζονται επίσης σοβαρά από τις δασικές πυρκαγιές. Οι καταστροφές που προκαλούνται σε αγροτικές περιοχές επηρεάζουν τη γεωργία και την κτηνοτροφία, αλλά και άλλες εκμεταλλεύσεις, όπως οι δασικές εκμεταλλεύσεις και οι εταιρείες ξυλείας. Η ανάκαμψη από αυτές τις απώλειες απαιτεί χρόνο και συχνά δυσκολεύεται από την ανάγκη αντικατάστασης εξοπλισμού και υλικών. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις που στηρίζονται στον τουρισμό επηρεάζονται από τη μείωση της τουριστικής επισκεψιμότητας, μειώνοντας τα έσοδα και αυξάνοντας τον κίνδυνο επιχειρηματικής αποτυχίας.

Επίσης, η αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών απαιτεί σημαντικούς πόρους από τον κρατικό προϋπολογισμό, επηρεάζοντας την οικονομική ισορροπία της χώρας. Η κυβέρνηση πρέπει να δαπανήσει σημαντικά ποσά για τη χρηματοδότηση των πυροσβεστικών επιχειρήσεων, της αντιμετώπισης των έκτακτων καταστάσεων και την ανοικοδόμηση των πληγέντων περιοχών. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες για την οικονομική σταθερότητα και τον προϋπολογισμό, ενώ παράλληλα μπορεί να επηρεάσει τις δημόσιες υπηρεσίες και τα κοινωνικά προγράμματα[36].

#### Συμπεράσματα Κεφαλαίου:

Η μελέτη των επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές στις περιστατικές περιοχές και την ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση και την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου. Στο πλαίσιο της μελέτης, εξετάστηκαν συγκεκριμένες περιπτώσεις πυρκαγιών στην Ελλάδα, όπως οι πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021, οι φωτιές στη Ρόδο το 2023, η πυρκαγιά του Έβρου και η πυρκαγιά της Πάρνηθας. Οι επιπτώσεις αυτών των πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα, με ιδιαίτερη έμφαση στις συγκεντρώσεις των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων, παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

#### Πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021

Οι πυρκαγιές που ξέσπασαν κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021 προκάλεσαν εκτεταμένες ζημιές και είχαν σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα στην πρωτεύουσα. Η έντονη ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού συνέβαλαν στην ταχεία εξάπλωση της φωτιάς, η οποία κατέστρεψε μεγάλες δασικές εκτάσεις και προκάλεσε σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Η καύση της βιομάζας απελευθέρωσε μεγάλες ποσότητες μικροσωματιδίων (PM), που είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία. Οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>

αυξήθηκαν δραματικά, υπερβαίνοντας τα ασφαλή επίπεδα και προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα στους κατοίκους της Αθήνας. Οι επιπτώσεις ήταν ιδιαίτερα έντονες για ευπαθείς ομάδες, όπως οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά και τα άτομα με προϋπάρχουσες αναπνευστικές ή καρδιαγγειακές παθήσεις.

Η πυρκαγιά στην περιοχή της Βαρυμπόμπης, για παράδειγμα, είχε ως αποτέλεσμα τη μαζική εκκένωση κατοικιών και την καταστροφή περιουσιών, ενώ η ποιότητα του αέρα στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής επιδεινώθηκε σημαντικά. Οι κάτοικοι της Αθήνας αντιμετώπισαν έντονα προβλήματα υγείας, και οι αρχές αναγκάστηκαν να εκδώσουν οδηγίες για την αποφυγή της έκθεσης στον εξωτερικό αέρα.

### Μόλυνση αέρα

Η μόλυνση του αέρα από τις δασικές πυρκαγιές είναι ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που προκύπτουν από αυτές τις καταστροφές. Η καύση βιομάζας απελευθερώνει πληθώρα τοξικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρακούχων αερολυμάτων, των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και των οξειδίων του αζώτου (NOx). Αυτοί οι ρύποι συμβάλλουν στην αύξηση των συγκεντρώσεων των PM στην ατμόσφαιρα και στην επιδείνωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές.

Η έκθεση σε αυξημένα επίπεδα PM έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας, όπως αναπνευστικές λοιμώξεις, καρδιαγγειακές παθήσεις και αυξημένη θνησιμότητα. Επίσης, οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της συνεχούς έκθεσης σε μολυσμένο αέρα περιλαμβάνουν τη μείωση της πνευμονικής λειτουργίας και την ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών.

Η ανάλυση των δεδομένων από τις πυρκαγιές στην Ελλάδα δείχνει ότι οι συγκεντρώσεις των ρύπων στην ατμόσφαιρα αυξάνονται δραματικά κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών και παραμένουν υψηλές για αρκετές ημέρες μετά την κατάσβεση των πυρκαγιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχιζόμενη επιβάρυνση της υγείας των κατοίκων και την ανάγκη για μακροπρόθεσμες πολιτικές και μέτρα για την προστασία του πληθυσμού.

### Συγκεντρώσεις PM και ανθρακούχων αερολυμάτων

Η μέτρηση των συγκεντρώσεων των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων κατά τη διάρκεια των δασικών πυρκαγιών αποδεικνύει την έντονη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας. Τα PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα λόγω του μικρού τους μεγέθους, που τους επιτρέπει να διεισδύουν βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα και να προκαλούν σοβαρές υγειονομικές επιπτώσεις.

Τα ανθρακούχα αερολύματα, που περιλαμβάνουν το μαύρο άνθρακα και την οργανική ύλη, αποτελούν σημαντικό μέρος των ρύπων που εκπέμπονται κατά την καύση της βιομάζας. Αυτά τα σωματίδια έχουν άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το κλίμα. Άμεσα, συμβάλλουν στην αύξηση των αναπνευστικών και καρδιαγγειακών προβλημάτων. Έμμεσα, τα ανθρακούχα αερολύματα επηρεάζουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία της επιφάνειας της γης, συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή.

### Οι φωτιές στη Ρόδο το 2023

Οι φωτιές στη Ρόδο το 2023 ήταν ένα άλλο σημαντικό περιστατικό που επηρέασε την ποιότητα του αέρα και την υγεία των κατοίκων. Οι εκτεταμένες δασικές πυρκαγιές προκάλεσαν καταστροφή μεγάλων δασικών εκτάσεων και ανάγκασαν πολλούς κατοίκους να εκκενώσουν τις περιοχές τους. Η καύση της βιομάζας στη Ρόδο απελευθέρωσε μεγάλες ποσότητες ρύπων, επιδεινώνοντας την ποιότητα του αέρα στην περιοχή.

Η ανάλυση των ατμοσφαιρικών δεδομένων έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> αυξήθηκαν δραματικά κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών, φθάνοντας σε επικίνδυνα επίπεδα για την ανθρώπινη υγεία. Οι αρχές αναγκάστηκαν να εκδώσουν προειδοποιήσεις προς τους κατοίκους για να περιορίσουν την έκθεσή τους στον εξωτερικό αέρα και να λάβουν μέτρα προστασίας.

Η πυρκαγιά στη Ρόδο κατέδειξε την ανάγκη για αυξημένη ετοιμότητα και καλύτερη διαχείριση των πυρκαγιών, καθώς και για τη βελτίωση των μέτρων προστασίας της δημόσιας υγείας σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Η πυρκαγιά του Έβρου

Η πυρκαγιά στον Έβρο αποτέλεσε μια από τις μεγαλύτερες και πιο καταστροφικές πυρκαγιές στην περιοχή αυτή. Οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στην ποιότητα του αέρα ήταν εξαιρετικά σοβαρές, καθώς η καύση της δασικής βιομάζας απελευθέρωσε μεγάλες ποσότητες ρύπων, συμπεριλαμβανομένων των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις των PM στην ατμόσφαιρα αυξήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς, υπερβαίνοντας κατά πολύ τα επιτρεπόμενα όρια. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ήταν άμεσες, με αναφορές για αυξημένα περιστατικά αναπνευστικών προβλημάτων και άλλων ασθενειών. Επιπλέον, η καταστροφή των δασικών εκτάσεων επηρέασε αρνητικά την τοπική οικονομία και το περιβάλλον.

Η πυρκαγιά του Έβρου ανέδειξε την ανάγκη για βελτίωση των συστημάτων έγκαιρης ανίχνευσης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών, καθώς και για την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των τοπικών αρχών και των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης.

Η πυρκαγιά της Πάρνηθας

Η πυρκαγιά της Πάρνηθας ήταν μια από τις πιο καταστροφικές πυρκαγιές που σημειώθηκαν στην περιοχή της Αττικής. Η φωτιά αυτή προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στο εθνικό πάρκο της Πάρνηθας και επηρέασε σοβαρά την ποιότητα του αέρα στην περιοχή της Αθήνας.

Οι συγκεντρώσεις των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων αυξήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς, προκαλώντας σοβαρά προβλήματα υγείας στους κατοίκους της Αθήνας. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ήταν ιδιαίτερα έντονες για ευπαθείς ομάδες, όπως τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με προϋπάρχουσες αναπνευστικές παθήσεις.

Η πυρκαγιά της Πάρνηθας ανέδειξε την ανάγκη για ενίσχυση των μέτρων πρόληψης και καταπολέμησης των πυρκαγιών, καθώς και για τη βελτίωση της ενημέρωσης και της προστασίας των κατοίκων σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Συνολικά Συμπεράσματα

Η μελέτη των επιπτώσεων από δασικές πυρκαγιές στις περιαστικές περιοχές και την ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές καταδεικνύει τη σοβαρότητα και την πολυπλοκότητα αυτού του φαινομένου. Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν εκτεταμένες ζημιές στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία, ενώ οι επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα είναι ιδιαίτερα σοβαρές και παρατεταμένες.

Οι πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα, στη Ρόδο, στον Έβρο και στην Πάρνηθα αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα των καταστροφικών επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων κατά τη διάρκεια αυτών των πυρκαγιών είχαν σοβαρές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.



Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών που περιλαμβάνουν την πρόληψη, την έγκαιρη ανίχνευση και την αποτελεσματική καταπολέμηση των πυρκαγιών. Η βελτίωση της ενημέρωσης και της εκπαίδευσης του κοινού, η ενίσχυση των πυροσβεστικών δυνάμεων και η χρήση προηγμένων τεχνολογιών ανίχνευσης είναι κρίσιμα βήματα για την προστασία των δασών και των ανθρώπων.

Η προστασία της ποιότητας του αέρα και της ανθρώπινης υγείας πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για τις αρχές και τους φορείς διαχείρισης των καταστροφών. Η συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα και η εφαρμογή μέτρων προστασίας για τους κατοίκους είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών.

Τέλος, η διεθνής συνεργασία και η ανταλλαγή πληροφοριών και τεχνογνωσίας μπορούν να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών και στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο.

## Κεφάλαιο 4 Οι φωτιές στην Ελλάδα

### 4.1 Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές που συμβαίνουν κοντά σε αστικές περιοχές έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την ποιότητα του αέρα, την οικονομία και την ανθρώπινη υγεία. Στο πλαίσιο αυτό, η μελέτη αυτή εξετάζει τις επιπτώσεις των πυρκαγιών κοντά σε αστικές περιοχές στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021. Η έρευνα εστιάζει στη χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας και στις φυσικές και οπτικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο σημείο παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στην περιοχή του Θησείου στην Αθήνα. Μετρήθηκαν συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (PM<sub>2.5</sub>), οργανικού άνθρακα (OC), στοιχειακού άνθρακα (EC) και μαύρου άνθρακα (BC), καθώς και οι οπτικές ιδιότητες των σωματιδίων, όπως οι συντελεστές σκέδασης και απορρόφησης[37].

#### Αποτελέσματα

##### 1. Αιτίες και Επιπτώσεις των Πυρκαγιών:

- Οι πυρκαγιές που έπληξαν την Αθήνα προήλθαν από τρεις κύριες περιοχές: Βαρυπόμπη, Εύβοια και Βίλια.
- Οι συνθήκες καύσωνα και χαμηλής υγρασίας ευνόησαν το ξέσπασμα των πυρκαγιών.
- Η μεταφορά καπνού από τις πυρκαγιές προκάλεσε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα στην Αθήνα.

##### 2. Συγκεντρώσεις Σωματιδίων και Αερολυμάτων:

- Οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> κυμάνθηκαν από 8.9 έως 78.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , με υψηλά επίπεδα οργανικού άνθρακα (OC).
- Κατά τις ημέρες με καπνό, οι συγκεντρώσεις μαύρου άνθρακα (BC) και BC από βιομάζα (BC<sub>bb</sub>) ήταν 2-3 φορές υψηλότερες από τα μέσα επίπεδα του Αυγούστου.



- Η απορροφητικότητα του καφέ άνθρακα (BrC) ήταν σημαντική, με χαμηλές τιμές της αναλογίας OC/EC που συνδέονταν με φλόγες καύσης.

### 3. Φυσικο-Χημικές Ιδιότητες των Σωματιδίων:

- Οι πυρκαγιές τροποποίησαν σημαντικά τα επίπεδα διαφόρων χημικών ουσιών, με αυξήσεις στα επίπεδα των  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  και οργανικών αερολυμάτων.
- Τα αιωρούμενα σωματίδια από τις πυρκαγιές είχαν υψηλές τιμές του συντελεστή σκέδασης και απορρόφησης, ενδεικτικά της μεγάλης απορροφητικότητας του αερολύματος από βιομάζα.

### 4. Κλιματικές Επιπτώσεις και Δημόσια Υγεία:

- Η μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη για πολιτικές πρόληψης και μετριασμού για την προστασία της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές.
- Τα αιωρούμενα σωματίδια από τις πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα της περιοχής, συμβάλλοντας στην αύξηση της νεφοκάλυψης και της βροχόπτωσης.

Η μελέτη καταδεικνύει τις σοβαρές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών κοντά σε αστικές περιοχές στην ποιότητα του αέρα και στις φυσικο-χημικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων στην Αθήνα. Οι πυρκαγιές του Αυγούστου 2021 οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των σωματιδίων και των απορροφητικών ιδιοτήτων των αερολυμάτων, με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το κλίμα. Η μελέτη τονίζει την ανάγκη για ενίσχυση των μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών, ιδίως στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής που αναμένεται να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των πυρκαγιών στη Μεσόγειο[37].

## 4.2 Πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021

Οι δασικές πυρκαγιές που συμβαίνουν κοντά σε αστικές περιοχές έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την ποιότητα του αέρα, την οικονομία και την ανθρώπινη υγεία. Στο πλαίσιο αυτό, η μελέτη αυτή εξετάζει τις επιπτώσεις των πυρκαγιών κοντά σε αστικές περιοχές στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021. Η έρευνα εστιάζει στη χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας και στις φυσικές και οπτικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο σημείο παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στην περιοχή του Θησείου στην Αθήνα. Μετρήθηκαν συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων ( $\text{PM}_{2.5}$ ), οργανικού άνθρακα (OC), στοιχειακού άνθρακα (EC) και μαύρου άνθρακα (BC), καθώς και οι οπτικές ιδιότητες των σωματιδίων, όπως οι συντελεστές σκέδασης και απορρόφησης.

### Αποτελέσματα

#### 1. Αιτίες και Επιπτώσεις των Πυρκαγιών:

- Οι πυρκαγιές που έπληξαν την Αθήνα προήλθαν από τρεις κύριες περιοχές: Βαρυμπόμπη, Εύβοια και Βίλια.
- Οι συνθήκες καύσιμα και χαμηλής υγρασίας ευνόησαν το ξέσπασμα των πυρκαγιών.

- Η μεταφορά καπνού από τις πυρκαγιές προκάλεσε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα στην Αθήνα.

## 2. Συγκεντρώσεις Σωματιδίων και Αερολυμάτων:

- Οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> κυμάνθηκαν από 8.9 έως 78.7 μg/m<sup>3</sup>, με υψηλά επίπεδα οργανικού άνθρακα (OC).
- Κατά τις ημέρες με καπνό, οι συγκεντρώσεις μαύρου άνθρακα (BC) και BC από βιομάζα (BC<sub>bb</sub>) ήταν 2-3 φορές υψηλότερες από τα μέσα επίπεδα του Αυγούστου.
- Η απορροφητικότητα του καφέ άνθρακα (BrC) ήταν σημαντική, με χαμηλές τιμές της αναλογίας OC/EC που συνδέονταν με φλόγες καύσης.

## 3. Φυσικο-Χημικές Ιδιότητες των Σωματιδίων:

- Οι πυρκαγιές τροποποίησαν σημαντικά τα επίπεδα διαφόρων χημικών ουσιών, με αυξήσεις στα επίπεδα των Ca<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> και οργανικών αερολυμάτων.
- Τα αιωρούμενα σωματίδια από τις πυρκαγιές είχαν υψηλές τιμές του συντελεστή σκέδασης και απορρόφησης, ενδεικτικά της μεγάλης απορροφητικότητας του αερολύματος από βιομάζα.

## 4. Κλιματικές Επιπτώσεις και Δημόσια Υγεία:

- Η μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη για πολιτικές πρόληψης και μετριασμού για την προστασία της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές.
- Τα αιωρούμενα σωματίδια από τις πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα της περιοχής, συμβάλλοντας στην αύξηση της νεφοκάλυψης και της βροχόπτωσης.

Η μελέτη καταδεικνύει τις σοβαρές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών κοντά σε αστικές περιοχές στην ποιότητα του αέρα και στις φυσικο-χημικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων στην Αθήνα. Οι πυρκαγιές του Αυγούστου 2021 οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των σωματιδίων και των απορροφητικών ιδιοτήτων των αερολυμάτων, με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το κλίμα. Η μελέτη τονίζει την ανάγκη για ενίσχυση των μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών, ιδίως στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής που αναμένεται να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των πυρκαγιών στη Μεσόγειο[37].

Πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021

Τον Αύγουστο του 2021, η περιοχή της Αθήνας επλήγη από σοβαρές δασικές πυρκαγιές που συνέβησαν κοντά στην πόλη, επηρεάζοντας σημαντικά την ποιότητα του αέρα. Συγκεκριμένα, οι πυρκαγιές ξέσπασαν σε τρεις κύριες περιοχές: στη Βαρυμπόμπη, στην Εύβοια και στα Βίλια.

### Βασικά Στοιχεία για τις Πυρκαγιές:

#### 1. Πυρκαγιά στη Βαρυμπόμπη:

- Ξέσπασε το απόγευμα της 3ης Αυγούστου.
- Έκαψε 79,334 στρέμματα, περιλαμβάνοντας δάση, βιομηχανικές και αστικές περιοχές.

- ο Χαρακτηριζόταν από μέτρια έως υψηλή ένταση καύσης, δημιουργώντας πυροσωρείτες και πυροσωρείτες-νιμβούς.

## 2. Πυρκαγιά στην Εύβοια:

- ο Ξέσπασε το βράδυ της 3ης Αυγούστου και διήρκεσε μέχρι τις 10 Αυγούστου.
- ο Έκαψε 471,233 στρέμματα, κυρίως δασικές εκτάσεις.
- ο Οι καπνοί από την πυρκαγιά επηρέασαν την Αθήνα για περίπου μία εβδομάδα.

## 3. Πυρκαγιά στα Βίλια:

- ο Έκαψε 94,000 στρέμματα και επηρέασε την ποιότητα του αέρα στην Αθήνα από τις 17 έως τις 19 Αυγούστου.

### Επιδράσεις στην Ποιότητα του Αέρα:

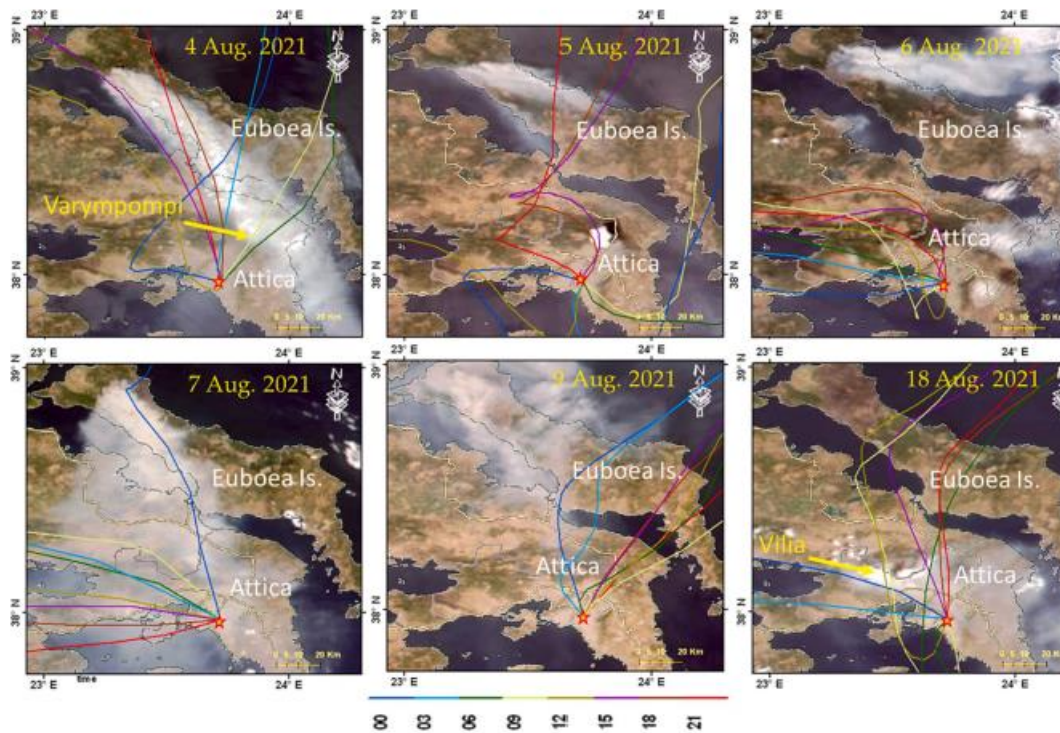
- Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM<sub>2.5</sub> αυξήθηκαν δραματικά κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών, με μέγιστες τιμές να φτάνουν τα 78.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Καταγράφηκαν υψηλά επίπεδα οργανικού άνθρακα (OC) και μαύρου άνθρακα (BC), ιδιαίτερα τις ημέρες που η Αθήνα επηρεάστηκε από τους καπνούς.
- Οι συντελεστές σκέδασης και απορρόφησης των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν εξαιρετικά υψηλοί, υποδεικνύοντας την έντονη απορροφητικότητα των αερολυμάτων από τη βιομάζα.

### Κλιματικές και Υγειονομικές Επιπτώσεις:

- Οι πυρκαγιές προκάλεσαν σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, με επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων της Αθήνας.
- Η αυξημένη συχνότητα και ένταση των πυρκαγιών στη Μεσόγειο, λόγω της κλιματικής αλλαγής, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για αποτελεσματικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των πυρκαγιών.

Οι πυρκαγιές του Αυγούστου 2021 στην Αθήνα αποτελούν ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των σοβαρών επιπτώσεων που μπορούν να έχουν οι δασικές πυρκαγιές στην ποιότητα του αέρα και στη δημόσια υγεία σε αστικές περιοχές.

Στη Δυτική Αττική (Βίλια), η πυρκαγιά που πραγματοποιήθηκε από τις 17 έως τις 19 Αυγούστου είχε καμένη έκταση 94.000 στρέμματα, επηρεάζοντας την ποιότητα του αέρα στην Αθήνα (Εικόνα. 8)[37].



Εικόνα 7: Δορυφορικές εικόνες πάνω από την κεντρική Ελλάδα (συμπεριλαμβανομένων των περιοχών Αττικής και Εύβοιας) που ελήφθησαν από το NOAA-20 VIIRS, οι οποίες δείχνουν τη θέση των πυρκαγιών και τη μεταφορά των έντονων καπνών πάνω από την Αθήνα σε συγκεκριμένες ημέρες τον Αύγουστο του 2021[37]

### 4.3 Μόλυνση αέρα στην Αθήνα

Τον Αύγουστο του 2021, η Αθήνα αντιμετώπισε σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα λόγω των ακραίων πυρκαγιών και της μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα. Οι πυρκαγιές ξέσπασαν σε τρεις κύριες περιοχές κοντά στην Αθήνα, δηλαδή στη Βαρυμπόμπη, στην Εύβοια και στα Βίλια, επηρεάζοντας την ποιότητα του αέρα από τις 3 έως τις 19 Αυγούστου. Παράλληλα, νότιοι άνεμοι μετέφεραν σκόνη από τη Σαχάρα στην Αθήνα, επιδεινώνοντας περαιτέρω την κατάσταση της ατμόσφαιρας.

Η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων που παρουσιάζονται στις ενότητες 4.3 και 4.4 βασίστηκαν σε τεχνικές και μεθοδολογίες που αντλήθηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία και δεν αποτελούν μετρήσεις που έγιναν στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής. Πιο αναλυτικά οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (PM10 και PM2.5) αυξήθηκαν δραματικά, με τα PM2.5 να ξεπερνούν τα 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  και τα PM10 να φτάνουν τα 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  σε ορισμένους σταθμούς μέτρησης. Οι υψηλές τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων σχετίζονταν άμεσα με τις ημέρες των πυρκαγιών και της μεταφοράς σκόνης. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις των νιτροδών οξέων (NO και NO2) αυξήθηκαν δραματικά κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών, με τις μέγιστες τιμές να φτάνουν τα 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  για το NO και τα 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  για το NO2. Αυτές οι υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν επίσης κατά τις ημέρες μεταφοράς σκόνης, υποδεικνύοντας μια σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ των αερολυμάτων σκόνης και των καπνών.

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των αερολυμάτων έδειξαν επίσης σημαντικές διακυμάνσεις. Οι μέγιστες τιμές της ατμοσφαιρικής οπτικής πυκνότητας (AOD) κυμάνθηκαν από 1.53 έως 3.59 κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών, ενώ κατά τη μεταφορά σκόνης η AOD έφτασε το 1.07. Η κατανομή των σωματιδίων ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση των αερολυμάτων, με λεπτόκοκκα σωματίδια από καπνό και χονδροειδή σωματίδια από σκόνη. Η οπτική

απορροφητικότητα (SSA) μειώθηκε από 0.93 στα 440 nm σε 0.86 στα 1020 nm κατά τις ημέρες των πυρκαγιών, υποδεικνύοντας την παρουσία ισχυρών απορροφητικών αερολυμάτων. Αντίθετα, κατά τις ημέρες μεταφοράς σκόνης, η SSA αυξήθηκε από 0.89 στα 440 nm σε 0.95 στα 1020 nm, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη σκέδαση προς τα εμπρός λόγω των χονδροειδών σωματιδίων.

Οι αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και άλλων αερολυμάτων από τις πυρκαγιές και τη σκόνη επηρέασαν αρνητικά την υγεία των κατοίκων της Αθήνας, αυξάνοντας τον κίνδυνο αναπνευστικών και καρδιαγγειακών προβλημάτων. Επιπλέον, η παρουσία ισχυρών απορροφητικών αερολυμάτων μπορεί να συμβάλει στην αλλαγή των τοπικών κλιματικών συνθηκών, επιδεινώνοντας τα φαινόμενα θερμικής νησίδας και τις συνθήκες ξηρασίας [37].

#### 4.4 Συγκεντρώσεις PM και ανθρακούχων αερολυμάτων για την πόλη της Αθήνας

Η πόλη της Αθήνας, όπως και πολλές άλλες αστικές περιοχές σε όλο τον κόσμο, αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) και των ανθρακούχων αερολυμάτων (οργανικός άνθρακας - OC και στοιχειακός άνθρακας - EC) αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα και την υγεία των κατοίκων. Σε αυτό το κείμενο, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις των πυρκαγιών και άλλων πηγών ρύπανσης στις συγκεντρώσεις αυτών των ρυπαντών στην Αθήνα, με βάση τα δεδομένα από τρία επιστημονικά άρθρα.

##### 1. Επιπτώσεις των πυρκαγιών του Αυγούστου 2021 στην ποιότητα του αέρα στην Αθήνα

Οι πυρκαγιές κοντά στην Αθήνα τον Αύγουστο του 2021 είχαν σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα. Οι πυρκαγιές στη Βαρυπόμπη, την Εύβοια και τα Βίλια προκάλεσαν σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις PM<sub>2.5</sub> έφτασαν τα 78.7 μg/m<sup>3</sup>, ενώ οι συγκεντρώσεις του μαύρου άνθρακα (BC) ήταν 2-3 φορές υψηλότερες από τα συνήθη επίπεδα. Οι πυρκαγιές προκάλεσαν επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις οργανικού άνθρακα (OC) και στοιχειακού άνθρακα (EC), ιδιαίτερα κατά τις ημέρες με καπνό [38].

##### 2. Πυρκαγιές στην Αττική το 2009 και οι επιπτώσεις τους

Οι πυρκαγιές στην Αττική το 2009 είχαν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα στην Αθήνα. Οι πυρκαγιές αυτές προκάλεσαν μεγάλη αύξηση στις συγκεντρώσεις PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> ξεπέρασαν τα 200 μg/m<sup>3</sup> σε ορισμένες περιοχές της Αθήνας. Οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα (OC) και του στοιχειακού άνθρακα (EC) αυξήθηκαν επίσης σημαντικά, με τις μέγιστες τιμές του OC να φτάνουν τα 13.5 μg/m<sup>3</sup> και του EC τα 1.4 μg/m<sup>3</sup> [38].

##### 3. Πηγές ανθρακούχων αερολυμάτων στην Αθήνα

Οι κύριες πηγές των ανθρακούχων αερολυμάτων στην Αθήνα περιλαμβάνουν τις εκπομπές από οχήματα, τις βιομηχανικές δραστηριότητες και τις πυρκαγιές. Τα αιωρούμενα σωματίδια από τις πυρκαγιές περιέχουν υψηλά επίπεδα οργανικού άνθρακα, που προέρχεται από την καύση βιομάζας. Οι πυρκαγιές προκαλούν επίσης εκπομπές στοιχειακού άνθρακα, ο οποίος προέρχεται από την καύση ξύλου και άλλων υλικών. Επιπλέον, οι εκπομπές από οχήματα και βιομηχανίες συμβάλλουν σημαντικά στις συγκεντρώσεις των ανθρακούχων αερολυμάτων στην πόλη.

#### **4. Ανάλυση και Σύγκριση των Μετρήσεων**

Οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων PM και ανθρακούχων αερολυμάτων στην Αθήνα δείχνουν σημαντικές αυξήσεις κατά τη διάρκεια πυρκαγιών. Οι συγκεντρώσεις των PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών στην Αττική το 2009 και τον Αύγουστο του 2021 ήταν πολύ υψηλότερες από τις συνήθεις τιμές, με τις μέγιστες τιμές να ξεπερνούν τα 200 μg/m<sup>3</sup>. Οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα (OC) και του στοιχειακού άνθρακα (EC) ήταν επίσης σημαντικά αυξημένες, με τις μέγιστες τιμές του OC να φτάνουν τα 13.5 μg/m<sup>3</sup> και του EC τα 1.4 μg/m<sup>3</sup>. Οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές της σοβαρής επίδρασης των πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα στην Αθήνα.

#### **5. Επιπτώσεις στην Υγεία και το Περιβάλλον**

Η αύξηση των συγκεντρώσεων των PM και των ανθρακούχων αερολυμάτων έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων της Αθήνας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις PM<sub>2.5</sub> συνδέονται με αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα, ενώ τα ανθρακούχα αερολύματα μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές και άλλες σοβαρές υγειονομικές επιπτώσεις. Επιπλέον, οι πυρκαγιές και οι αυξημένες συγκεντρώσεις PM έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, προκαλώντας ζημιές στα οικοσυστήματα και συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή μέσω της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου [39].

#### **6. Μέτρα για τη Μείωση της Ρύπανσης**

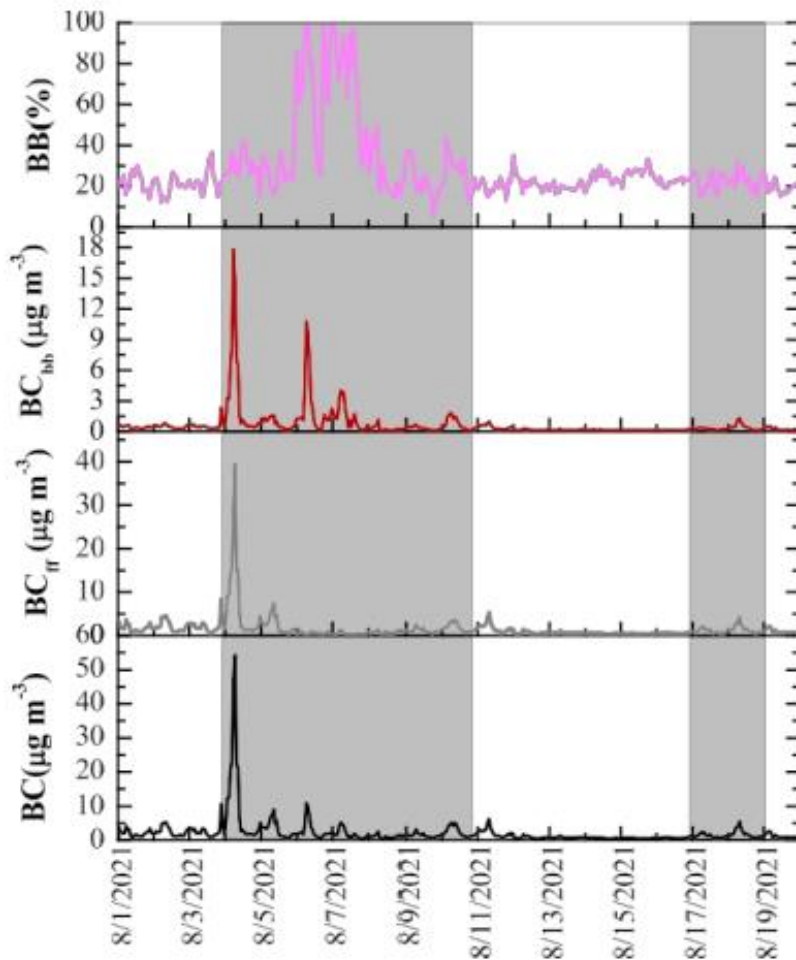
Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πυρκαγιών και άλλων πηγών ρύπανσης στην ποιότητα του αέρα στην Αθήνα, είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων για τη μείωση των εκπομπών PM και ανθρακούχων αερολυμάτων. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν την ενίσχυση των προσπάθειών για την πρόληψη των πυρκαγιών, τη βελτίωση της διαχείρισης των δασών, τη μείωση των εκπομπών από τα οχήματα και τις βιομηχανίες και την προώθηση της χρήσης καθαρών τεχνολογιών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα και η ενημέρωση του κοινού για τους κινδύνους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος [39].

Η ποιότητα του αέρα στην Αθήνα επηρεάζεται σημαντικά από τις πυρκαγιές και άλλες πηγές ρύπανσης, με τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων και των ανθρακούχων αερολυμάτων να παρουσιάζουν δραματικές αυξήσεις κατά τη διάρκεια αυτών των γεγονότων. Οι επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων και στο περιβάλλον είναι σοβαρές, καθιστώντας αναγκαία τη λήψη μέτρων για τη μείωση των εκπομπών και την προστασία της ποιότητας του αέρα. Η συνεχής παρακολούθηση και η ενημέρωση του κοινού είναι κρίσιμες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αθήνα.

	Ολόκληρη η περίοδος	Κάψιμο	Μη καύση	Αναλογία BB/μη BB
b <sub>sca,450</sub> (Mm <sup>-1</sup> )	79.6 ± 124.4	100.2 ± 159.7	52.4 ± 31.1	1.91
b <sub>abs,370</sub> (Mm <sup>-1</sup> )	30.4 ± 68.6	45.1 ± 93.4	15.6 ± 16.3	2.89
b <sub>absBrC,370</sub> (Mm <sup>-1</sup> )	10.6 ± 28.7	17.9 ± 39.2	3.27 ± 3.53	5.47
BC (μg m <sup>-3</sup> )	1.88 ± 3.99	2.59 ± 5.42	1.18 ± 1.24	2.19
BC <sub>eff</sub> (μg m <sup>-3</sup> ) 3	0.76 ± 0.89	1.63 ± 3.72	0.94 ± 1.03	1.73
BC <sub>bb</sub> (μg m <sup>-3</sup> )	0.60 ± 1.48	0.96 ± 2.02	0.24 ± 0.23	4.0
BB (%)	28.2 ± 17.3	34.1 ± 22.6	22.2 ± 4.0	1.54
SAE <sub>450-700</sub>	2.04 ± 0.26	2.17 ± 0.21	1.87 ± 0.24	1.16
AAE <sub>470-950</sub>	1.35 ± 0.18	1.41 ± 0.23	1.29 ± 0.05	1.09
SSA <sub>470</sub>	0.80 ± 0.08	0.78 ± 0.15	0.82 ± 0.10	0.95
PM <sub>1</sub> (μg m <sup>-3</sup> ) (Grimm)	18.9 ± 25.8	25.6 ± 34.7	12.4 ± 7.0	2.06
PM <sub>2.5</sub> (μg m <sup>-3</sup> )	24.2 ± 29.9	31.3 ± 39.7	17.3 ± 11.0	1.81
PM <sub>10</sub> (μg m <sup>-3</sup> )	36.5 ± 38.1	44.1 ± 48.5	29.2 ± 21.2	1.51
PM <sub>2.5</sub> (μg m <sup>-3</sup> ) (φίλτρα)	26.2 ± 18.8	35.4 ± 23.1	17.0 ± 5.1	2.08
OC (μg m <sup>-3</sup> )	6.60 ± 5.92	9.68 ± 7.18	3.52 ± 1.12	2.75
EC (μg m <sup>-3</sup> )	1.35 ± 1.80	2.14 ± 2.28	0.56 ± 0.49	3.82
OC/EC	7.11 ± 3.03	5.75 ± 2.49	8.47 ± 3.00	0.68
Na <sup>+</sup> (μg m <sup>-3</sup> ) (φίλτρα)	0.27 ± 0.18	0.26 ± 0.17	0.28 ± 0.19	0.93
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μg m <sup>-3</sup> )	0.54 ± 0.28	0.56 ± 0.20	0.52 ± 0.36	1.08
K <sup>+</sup> (μg m <sup>-3</sup> )	0.33 ± 0.28	0.46 ± 0.35	0.19 ± 0.10	2.42
Mg <sup>2+</sup> (μg m <sup>-3</sup> )	0.08 ±	0.10 ± 0.05	0.06 ±	1.67

Πίνακας 1: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των οπτικών ιδιοτήτων και των χημικών συστατικών του αερολύματος στην Αθήνα (υπερτοπική περιοχή του Θησείου), κατά τις ημέρες καύσης και μη καύσης από 1 έως 20 Αυγούστου 2021 [37]





Εικόνα 8: Ωριαία διακύμανση των συγκεντρώσεων BC, BC<sub>ff</sub>, BC<sub>bb</sub> και BB% στην Αθήνα κατά τη διάρκεια της περιόδου 1-20 Αυγούστου 2021. Οι γκριζές περιοχές υποδηλώνουν τις ημέρες καύσης βιομάζας [37]

#### 4.5 Οι φωτιές την Ρόδο το 2023

Τον Ιούλιο του 2023, η Ρόδος επλήγη από εκτεταμένες δασικές πυρκαγιές, οι οποίες προκάλεσαν σημαντική καταστροφή σε μεγάλα τμήματα του νησιού, ιδιαίτερα στις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000. Η πυρκαγιά ξεκίνησε στις 18 Ιουλίου στα Απόλλωνα και έκαψε συνολικά 177.000 στρέμματα, εκ των οποίων 4.870 στρέμματα αφορούν περιοχές Natura 2000 και 18.850 στρέμματα αποτελούν Καταφύγιο Άγριας Ζωής (KAZ).

Οι περιοχές Natura 2000 που επηρεάστηκαν περιλαμβάνουν τις περιοχές Ακραμύτης, Αρμενιστής, Αττάβυρος και Θαλάσσια Ζώνη (GR4210005 - SCI), οι οποίες φιλοξενούν 19 σημαντικούς τύπους οικοτόπων. Ιδιαίτερα επλήγησαν οι δασικοί σχηματισμοί των θερμόφιλων πεύκων (με κυρίαρχο είδος την τραχεία πέυκη), τα δάση κυπαρισσιού και τα παρόχθια δάση με ιτιές και λεύκες. Οι πυρκαγιές είχαν σοβαρές επιπτώσεις και σε άλλους τύπους οικοτόπων που περιλαμβάνουν σκληρόφυλλη μακία βλάστηση και κέδρους, οι οποίοι δεν έχουν αναπτυγμένους μηχανισμούς φυσικής αναγέννησης, καθιστώντας την αποκατάστασή τους ιδιαίτερα δύσκολη.

Η οικολογική καταστροφή στη Ρόδο δεν περιορίζεται μόνο στη γλωρίδα. Μεγάλο πλήγμα υπέστη και η πανίδα της περιοχής, με πολλά ζώα να χάνουν τα ενδιαιτήματά τους ή να βρίσκονται νεκρά. Ειδικά είδη όπως ο ενδημικός βάτραχος της Καρπάθου (*Pelophylax cerigensis*) και το τοπικό ενδημικό ψάρι γκιζάνι (*Ladigesocypris ghigi*) αντιμετωπίζουν



σοβαρές απειλές λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών και της καταστροφής των περιοδικής ροής ρεμάτων.

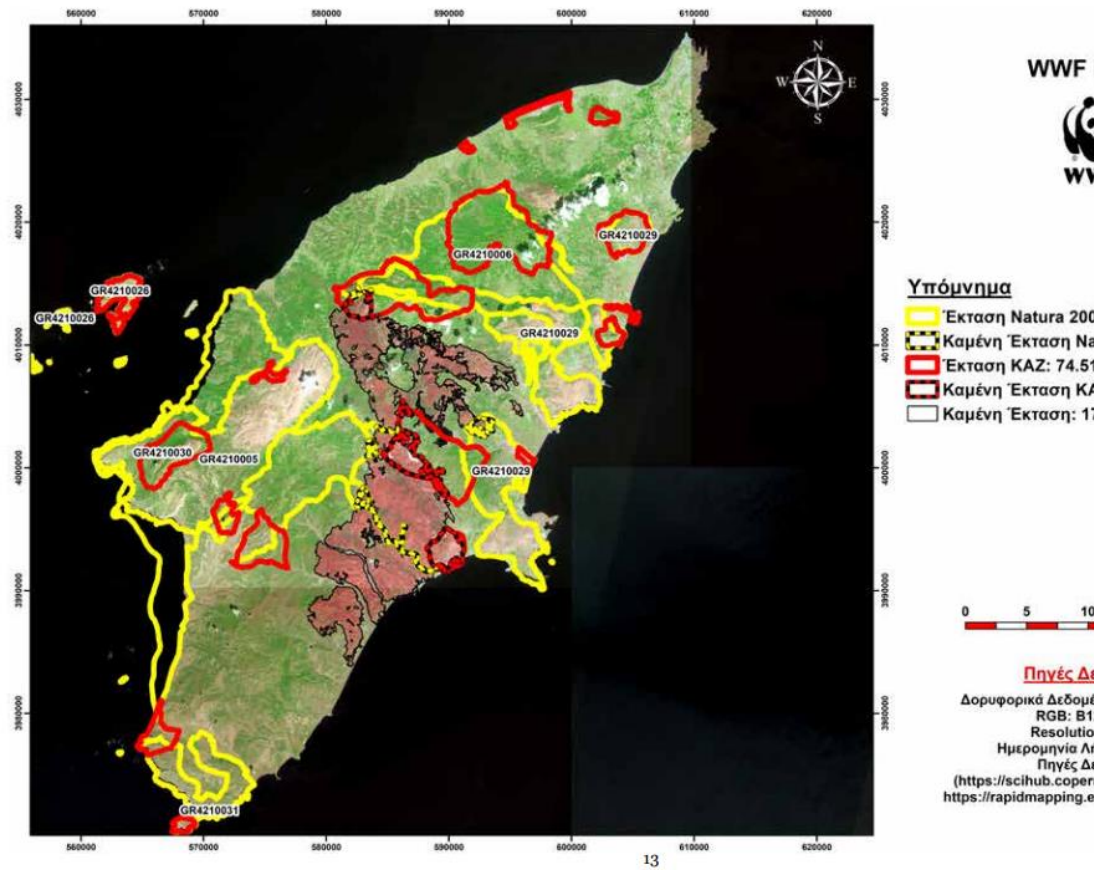
Η πυρκαγιά κατέκαψε περίπου 70.000 στρέμματα που είχαν ήδη πληγεί από πυρκαγιές τα τελευταία 20 χρόνια. Οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές εξαντλούν τους φυσικούς μηχανισμούς αναγέννησης των οικοσυστημάτων, καθιστώντας την αποκατάστασή τους εξαιρετικά δύσκολη χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Οι περιοχές αυτές θα χρειαστούν παρακολούθηση για τα επόμενα 1-2 χρόνια ώστε να διαπιστωθεί αν απαιτούνται αναδασώσεις.

### **Οικονομικές και Πολιτισμικές Επιπτώσεις**

Οι πυρκαγιές του 2023 στη Ρόδο δεν είχαν μόνο οικολογικές αλλά και οικονομικές και πολιτισμικές επιπτώσεις. Η καταστροφή των δασών επηρέασε την παραγωγή υλικών αγαθών όπως το μέλι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, καθώς και τη βόσκηση, με τις απαγορεύσεις να διαρκούν τουλάχιστον πέντε χρόνια. Επιπλέον, η καταστροφή επηρεάζει τον τουρισμό και την αναψυχή, μειώνοντας την αισθητική αξία της περιοχής και την ψυχοσύνθεση των κατοίκων και επισκεπτών.

Τα δάση της Ρόδου παίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος, της θερμοκρασίας και του υδατικού ισοζυγίου. Η καταστροφή τους θα οδηγήσει σε αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών και διάβρωσης, ενώ οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τις πυρκαγιές θα συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τις πυρκαγιές στην Ελλάδα το 2023 ανήλθαν σε περίπου 2 εκατομμύρια τόνους, σύμφωνα με την Υπηρεσία Παρακολούθησης της Ατμόσφαιρας του Copernicus (CAMS).

Οι πυρκαγιές του 2023 στη Ρόδο προκάλεσαν εκτεταμένη οικολογική και περιβαλλοντική καταστροφή, επηρεάζοντας σημαντικά την χλωρίδα, την πανίδα, τις προστατευόμενες περιοχές και την ποιότητα ζωής των κατοίκων και επισκεπτών. Η αποκατάσταση των πληγεισών περιοχών απαιτεί άμεση δράση και παρακολούθηση, καθώς και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης και πρόληψης πυρκαγιών για το μέλλον [40].

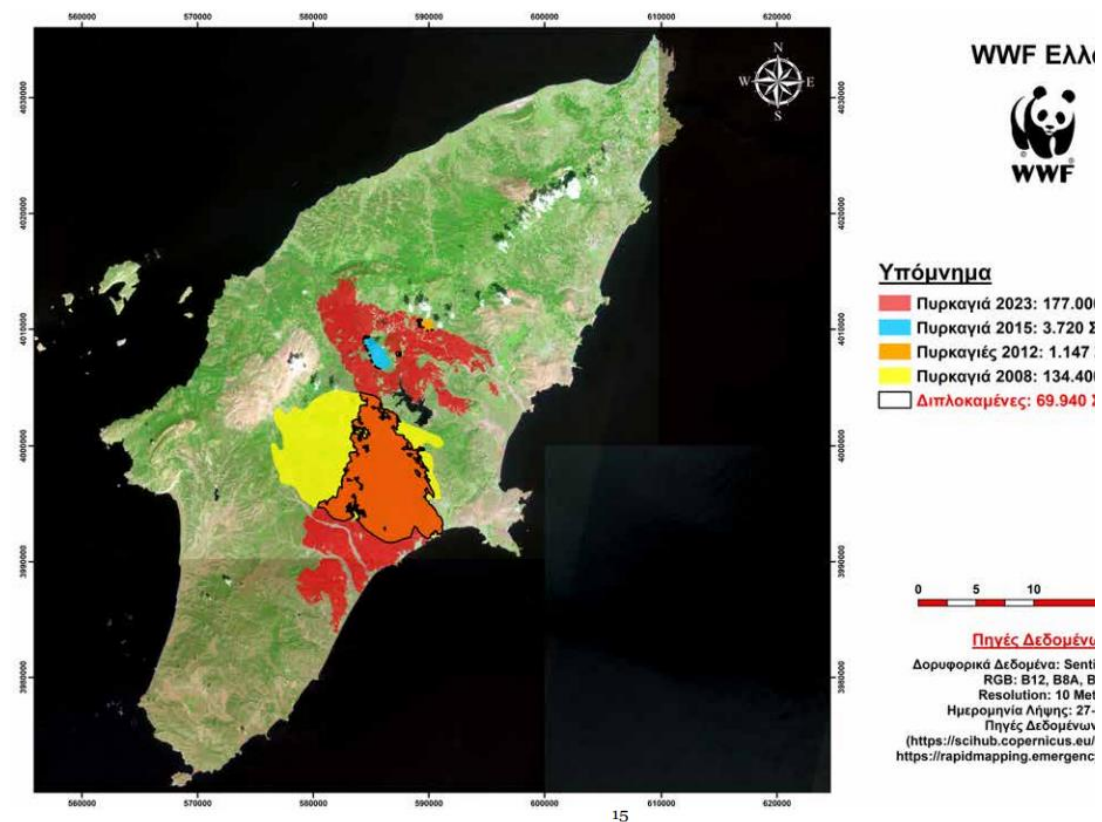


13

Εικόνα 9: Καταγραφή ΠΠ που επηρεάστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή της Ρόδου[40]



Εικόνα 10: Καμένες εκτάσεις στην Ρόδο [40]



Εικόνα 11: Καταγραφή συσχετιζόμενων πυρκαγιών στη Ρόδο για την τελευταία 20ετία [40]

#### 4.6 Η πυρκαγιά του Έβρου Σεπτέμβριος 2023

Η πυρκαγιά που ξέσπασε στον Έβρο τον Σεπτέμβριο του 2023 ήταν μία από τις μεγαλύτερες και πιο καταστροφικές στην ιστορία της Ευρώπης, χαρακτηριζόμενη ως η μεγαλύτερη πυρκαγιά που έχει καταγραφεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση από τότε που άρχισαν να μετρώνται τα σχετικά δεδομένα. Ξεκίνησε στις 19 Αυγούστου στην περιοχή της Μελίας, κοντά στην Αλεξανδρούπολη, και επεκτάθηκε ταχύτατα, ενώ ενώθηκε με άλλη πυρκαγιά που ξέσπασε στις 21 Αυγούστου στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς-Λευκίμης-Σουφλίου. Η πυρκαγιά τέθηκε υπό μερικό έλεγχο στις 4 Σεπτεμβρίου, μετά από 16 ημέρες ανεξέλεγκτης εξάπλωσης.

Η πυρκαγιά κατέκαψε πάνω από 935.000 στρέμματα, εκ των οποίων περισσότερα από τα μισά (595.000 στρέμματα) αφορούσαν προστατευόμενες περιοχές. Αυτές περιλαμβάνουν το εμβληματικό Εθνικό Πάρκο Δαδιάς-Λευκίμης-Σουφλίου, τα σημαντικά δάση για τα αρπακτικά του νότιου Έβρου και μέρος του Δέλτα Έβρου. Η καταστροφή στις περιοχές Natura 2000 του Έβρου, οι οποίες αποτελούν ένα ενιαίο σημαντικό φυσικό σύστημα, ήταν τεράστια, επηρεάζοντας συνολικά επτά περιοχές Natura 2000.

#### Οικολογικές και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Η πυρκαγιά κατέστρεψε αρχέγονα δάση οξιάς, δρυός και μαύρης πεύκης, τα οποία έχουν τεράστια γενετική ποικιλότητα και μοναδικά χαρακτηριστικά προσαρμοσμένα σε ξηροθερμικές συνθήκες. Η απώλεια αυτών των δασών είναι ανυπολόγιστης αξίας, ειδικά σε μια περίοδο κλιματικής κρίσης. Επιπλέον, οι επιπτώσεις στην πανίδα της περιοχής ήταν εξίσου σοβαρές, με πολλές θέσεις φωλεοποίησης αρπακτικών πουλιών, όπως ο μαυρόγυπας, να καταστρέφονται. Ο ασπροπάρης, ένα είδος πουλιού με μόλις πέντε ζευγάρια στην Ελλάδα, είδε το ενδιαίτημά του να επηρεάζεται δραματικά, θέτοντας σε κίνδυνο τον πληθυσμό του.

Οι πυρκαγιές προκάλεσαν επίσης προβλήματα στη βλάστηση ψυχρόβιων δασικών ειδών, όπως οι οξιές, που έχουν περιορισμένη δυνατότητα φυσικής αναγέννησης μετά από έντονες πυρκαγιές. Αυτές οι περιοχές θα χρειαστούν αυστηρή παρακολούθηση για να διαπιστωθεί αν θα χρειαστούν ανθρώπινη παρέμβαση για την αποκατάστασή τους.

#### Κοινωνικές και Οικονομικές Επιπτώσεις

Οι πυρκαγιές επηρέασαν σοβαρά τις τοπικές κοινωνίες και οικονομίες. Η καταστροφή των δασών επηρεάζει την παραγωγή υλικών αγαθών όπως το μέλι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, και τη βόσκηση, ενώ οι τοπικές οικονομίες υφίστανται σημαντική ζημιά. Το Bloomberg εκτίμησε το κόστος των πυρκαγιών στην Ελλάδα το 2023 σε περίπου 1,7 δισεκατομμύρια ευρώ, χωρίς να υπολογίζει την ανεκτίμητη αξία των οικοσυστημάτων και των οικοσυστημικών υπηρεσιών που αυτά παρέχουν.

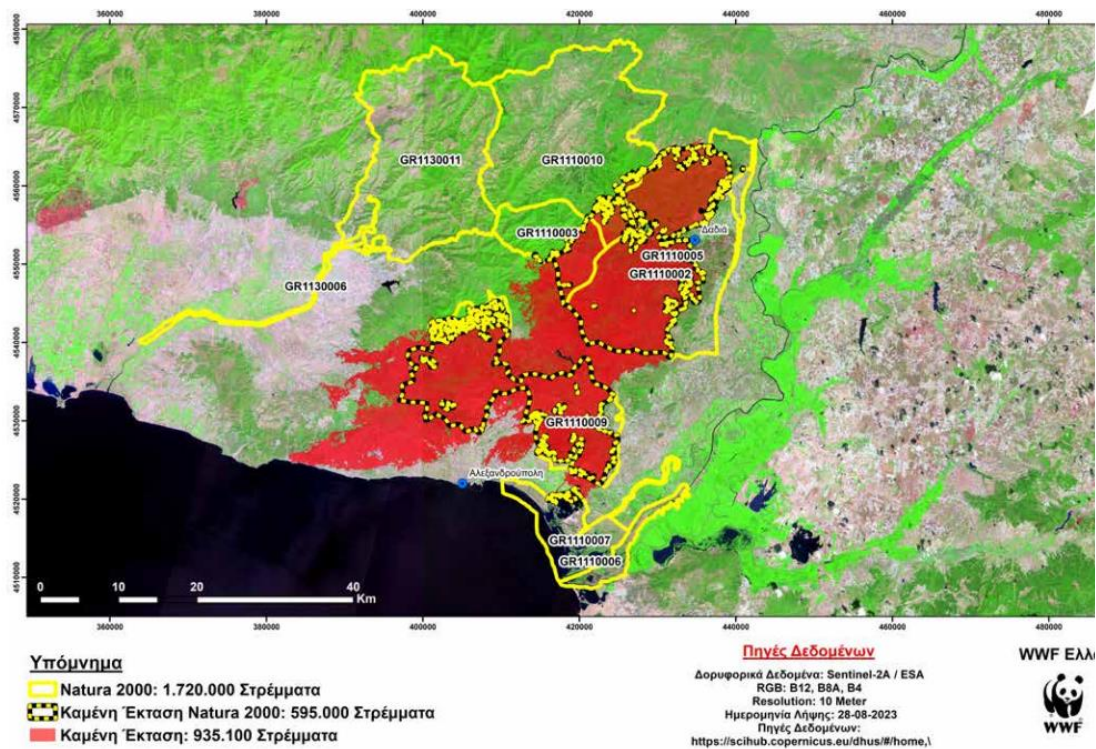
Η αποκατάσταση των πληγισμένων περιοχών απαιτεί άμεση και συντονισμένη δράση. Οι περιοχές που κάηκαν πρόσφατα στο παρελθόν (τελευταία 20ετία) θα αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην αναγέννησή τους και πιθανώς θα χρειαστούν ανθρώπινη παρέμβαση. Οι μηχανισμοί φυσικής αναγέννησης σε ορισμένα οικοσυστήματα έχουν εξαντληθεί λόγω των απανωτών πυρκαγιών, καθιστώντας απαραίτητη την εφαρμογή αναδασώσεων και άλλων διαχειριστικών μέτρων.

Η παρακολούθηση της σύνθεσης και της δομής της αναγεννώμενης βλάστησης είναι κρίσιμη για τη λήψη των κατάλληλων μέτρων αποκατάστασης. Η προστασία της ορνιθοπανίδας και των αρπακτικών πουλιών, όπως ο μαυρόγυπας και ο ασπροπάρης, θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα.

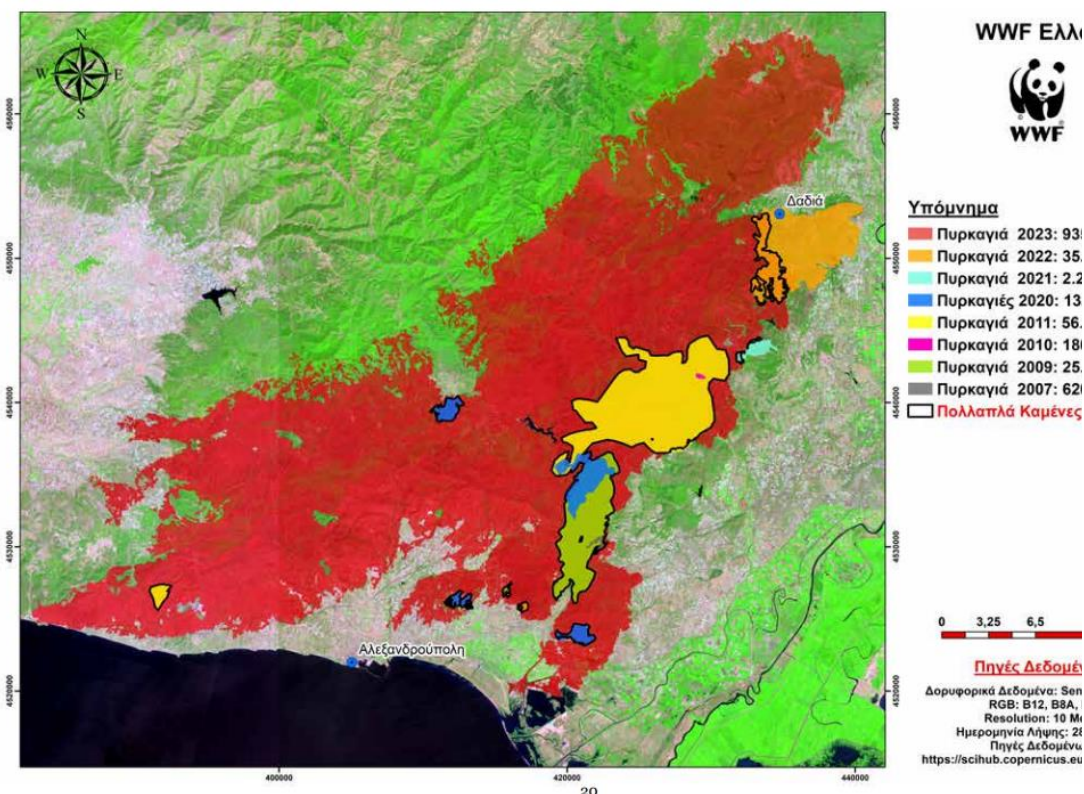
Η πυρκαγιά στον Έβρο τον Σεπτέμβριο του 2023 είχε καταστροφικές συνέπειες για τα οικοσυστήματα, τη βιοποικιλότητα και τις τοπικές κοινωνίες. Η αποκατάσταση των πληγισμένων



περιοχών απαιτεί άμεση δράση και συντονισμένη προσπάθεια για την προστασία της φυσικής κληρονομιάς της περιοχής. Η εμπειρία αυτή υπογραμμίζει την ανάγκη για αυξημένη πρόληψη και αποτελεσματική διαχείριση των πυρκαγιών σε μια εποχή κλιματικής αλλαγής, για να διασφαλιστεί ένα βιώσιμο μέλλον για τις προστατευόμενες περιοχές και την άγρια ζωή του Έβρου [40].



Εικόνα 12: Καταγραφή ΠΠ που επηρέαστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή του Έβρου[40]



Εικόνα 13: Καταγραφή συσχετιζόμενων πυρκαγιών στον Έβρο για την τελευταία 20ετία[40]

#### 4.7 Η πυρκαγιά της Πάρνηθας το 2023

Η Πάρνηθα, ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς χώρους της Ελλάδας, επλήγη από καταστροφική πυρκαγιά τον Αύγουστο του 2023. Αυτή η πυρκαγιά προκάλεσε σοβαρές ζημιές στο οικοσύστημα της περιοχής, επηρεάζοντας όχι μόνο τη χλωρίδα και την πανίδα αλλά και τις κοινωνικές και οικονομικές πτυχές της περιοχής.

Η πυρκαγιά ξεκίνησε στις 22 Αυγούστου 2023 στην ευρύτερη περιοχή της Μονής Κλειστών και επεκτάθηκε γρήγορα, καταστρέφοντας συνολικά 61.000 στρέμματα. Από αυτά, τα 31.230 στρέμματα αφορούσαν περιοχή του Δικτύου Natura 2000 και τα 6.000 στρέμματα Καταφύγιο Άγριας Ζωής (ΚΑΖ), μεγάλο μέρος των οποίων βρίσκεται εντός του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας.

Η περιοχή Natura 2000 που επηρεάστηκε σε αυτή την πυρκαγιά είναι το ΟΡΟΣ ΠΑΡΝΗΘΑ (GR3000001 – SCI SPA). Αυτή η περιοχή προστατεύεται κυρίως για έξι σημαντικούς τύπους οικοτόπων, αλλά και για 18 είδη πανίδας, εκ των οποίων τα 14 αφορούν είδη ορνιθοπανίδας, τα τρία είναι ερπετά και το ένα θηλαστικό (αγριοκάτσικο).

Η Πάρνηθα είναι ένας κρίσιμος βιότοπος με τεράστια βιοποικιλότητα. Στην περιοχή φύονται σχεδόν 1.100 είδη φυτών, εκ των οποίων τα 92 είναι ελληνικά ενδημικά. Δύο είδη φυτών είναι ενδημικά της Πάρνηθας: η καμπανούλα (*Campanula celsii* ssp. *parnesia*) και το αγριογαρύφαλλο της Πάρνηθας (*Silene oligantha* ssp. *parnesia*). Επιπλέον, η Πάρνηθα φιλοξενεί πάνω από 130 είδη πτηνών, ενώ στην περιοχή παρατηρούνται κόκκινα ελάφια, ζαρκάδια, αγριοκάτσικα, αγριόγιδα, αγριογούρουνα και λύκοι.

Η καταστροφή της φυσικής αναγέννησης που είχε προκύψει από τη φωτιά του 2007 ήταν ένα από τα μεγαλύτερα πλήγματα της πυρκαγιάς του 2023. Οι πληγείσες περιοχές περιλαμβάνουν εκτάσεις συνολικής έκτασης περίπου 7.000 στρεμμάτων, εκ των οποίων τα 5.000 στρέμματα αφορούν εκτάσεις φυσικής αναγέννησης από τη φωτιά του 2007. Αυτές οι περιοχές αναμένεται να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην αναγέννησή τους και πιθανόν να χρειαστεί ανθρώπινη παρέμβαση.

Οι πυρκαγιές επηρεάζουν επίσης την κοινωνία και την οικονομία της περιοχής. Τα δάση της Πάρνηθας αποτελούν σημαντική πηγή αναψυχής και τουρισμού, προσφέροντας αισθητική αξία και συμβάλλοντας στη ψυχική υγεία των κατοίκων και των επισκεπτών. Η καταστροφή των δασών μειώνει τις δυνατότητες για τουρισμό και αναψυχή, επηρεάζοντας αρνητικά τις τοπικές οικονομίες.

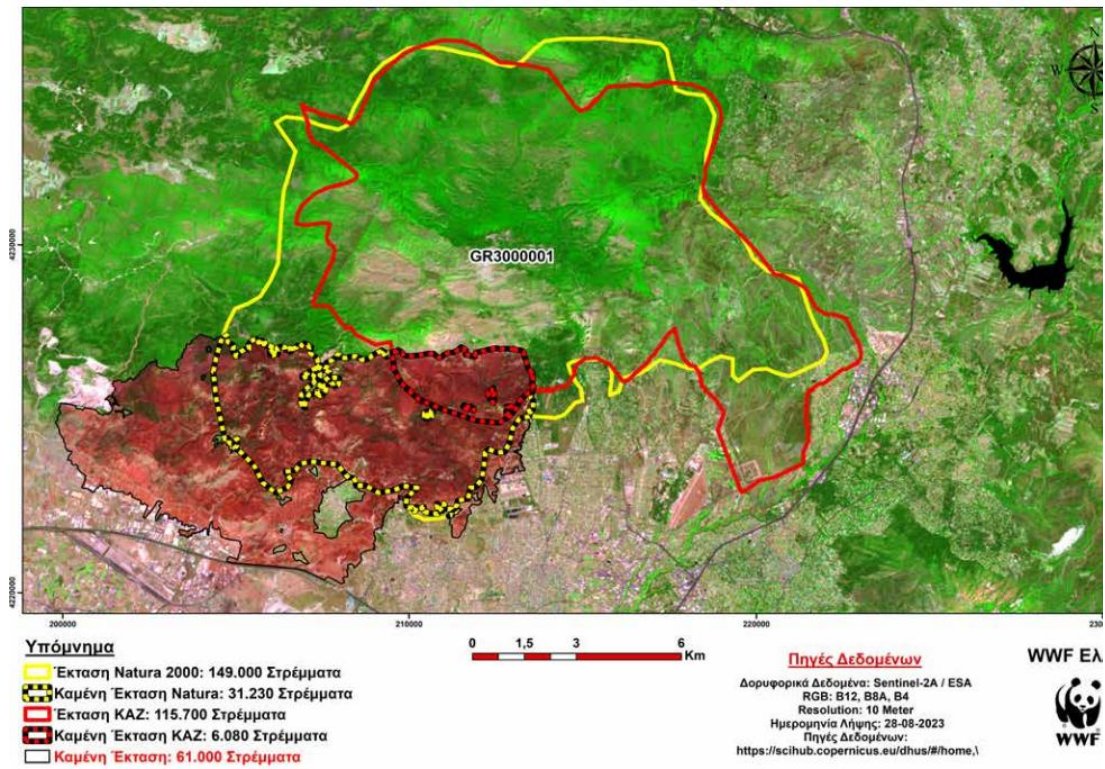
Η αποκατάσταση της περιοχής θα είναι μια μακροπρόθεσμη διαδικασία, που απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και ενδεχομένως ανθρώπινη παρέμβαση. Τα οικοσυστήματα της Πάρνηθας θα χρειαστούν αυστηρή παρακολούθηση για να διαπιστωθεί αν θα χρειαστούν αναδασώσεις ή άλλες μορφές υποστήριξης για την αποκατάστασή τους.

Η πυρκαγιά της Πάρνηθας το 2023 ήταν καταστροφική, επηρεάζοντας βαθιά τα οικοσυστήματα, την πανίδα, τη χλωρίδα και τις τοπικές κοινότητες. Η αποκατάσταση της περιοχής απαιτεί άμεση δράση και μακροπρόθεσμη δέσμευση για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των πληγείσων περιοχών. Η προστασία και η αναγέννηση των δασών της Πάρνηθας είναι κρίσιμες για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της οικολογικής ισορροπίας της περιοχής.

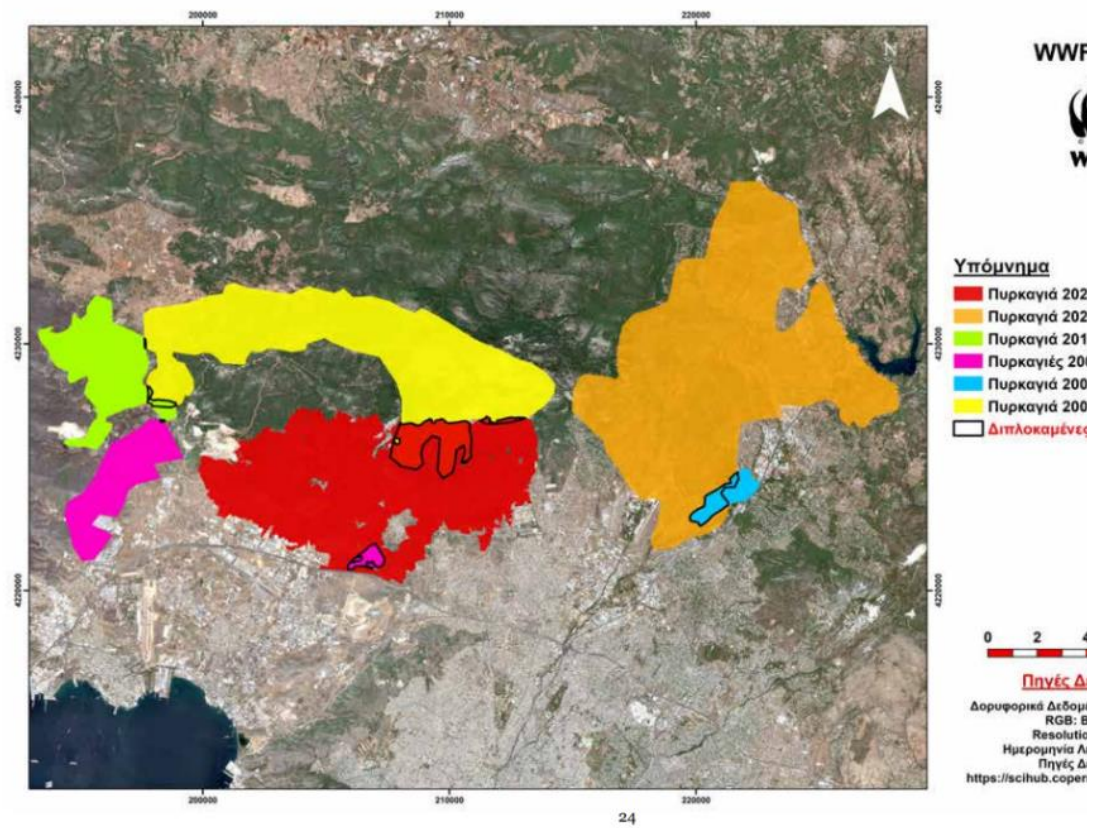
Η εμπειρία αυτής της πυρκαγιάς υπογραμμίζει την ανάγκη για αυξημένη πρόληψη και αποτελεσματική διαχείριση των πυρκαγιών στο μέλλον. Η κλιματική αλλαγή καθιστά τις πυρκαγιές συχνότερες και πιο έντονες, απαιτώντας από τις αρχές και την κοινωνία να είναι πιο προετοιμασμένοι και να αναλαμβάνουν δράση για την προστασία των φυσικών πόρων και της βιοποικιλότητας της Ελλάδας.

Η πυρκαγιά στην Πάρνηθα αποτελεί μια υπενθύμιση της ευθραυστότητας των οικοσυστημάτων μας και της ανάγκης για συνεχή προσπάθεια και αφοσίωση στη διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Η προστασία της Πάρνηθας είναι ζωτικής σημασίας όχι μόνο για την Ελλάδα αλλά και για την ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, προσφέροντας πολύτιμα οικοσυστήματα που υποστηρίζουν τη βιοποικιλότητα και την ανθρώπινη ευημερία [40].





Εικόνα 14: Καταγραφή ΠΠ που επηρεάστηκαν από τη φωτιά του 2023 στην περιοχή της Πάρνηθας[40]



Εικόνα 15: Καταγραφή πυρκαγιών στον ορεινό όγκο Πάρνηθας για την τελευταία 20ετία[40]



## Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

Η συλλογή των πληροφοριών και η ανάλυση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα σε περιαστικές και αστικές περιοχές αναδεικνύει μια σειρά σημαντικών πτυχών, επηρεάζοντας την υγεία, το περιβάλλον και την οικονομία. Αυτό το σύνολο πληροφοριών προσφέρει ένα ευρύ πλαίσιο για την κατανόηση των πολύπλοκων συνεπειών που προκύπτουν από αυτό το πρόβλημα, και μπορεί να αποτελέσει μια σοβαρή και ενδιαφέρουσα βάση για την πτυχιακή εργασία σας. Καταρχάς, οι επιπτώσεις στην υγεία είναι σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί. Η υπερβολική έκθεση σε σωματίδια και τοξικές ουσίες που παράγονται κατά τις πυρκαγιές μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα αναπνευστικής υγείας.

Οι αναπνευστικές παθήσεις, όπως η ΧΑΠ και άλλα πνευμονικά νοσήματα, μπορεί να επιδεινωθούν, ενώ οι αλλεργικές αντιδράσεις μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά. Η προστασία της υγείας του πληθυσμού απαιτεί συντονισμένες δράσεις και ενημερωτικές εκστρατείες για τη μείωση της έκθεσης. Επιπλέον, η επίδραση στο περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα παρουσιάζει μια προκλητική διάσταση.

Η καύση των δασών συμβάλλει στις αλλαγές του κλίματος, απελευθερώνοντας σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η μείωση των προστατευόμενων δασών και η απώλεια βιοποικιλότητας επιδεινώνουν την οικολογική ισορροπία. Η ανάπτυξη αειφόρου προσέγγισης στη διαχείριση των δασών γίνεται αναγκαία για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος. Εν τέλει, οι οικονομικές επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες είναι σημαντικές. Οι απώλειες σε υλικά αγαθά, κατοικημένες περιοχές, καλλιέργειες και κτηνοτροφικές δραστηριότητες έχουν άμεσο αντίκτυπο στην τοπική οικονομία. Η ανοικοδόμηση απαιτεί χρηματοδοτικούς πόρους και προσπάθειες, ενώ η απώλεια θέσεων εργασίας στον αγροτικό και τον τουριστικό τομέα μπορεί να δημιουργήσει δομικά προβλήματα. Επιπροσθέτως, οι αστικές περιοχές μπορεί να αντιμετωπίσουν μειωμένο επίπεδο τουρισμού και επιχειρηματικής δραστηριότητας.

Η ανάγκη για επενδύσεις σε πυροπροστατευτικά μέτρα, εκπαίδευση και ανάπτυξη βιώσιμων σχεδίων ανακούφισης είναι επιτακτική. Εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες για την ενημέρωση του κοινού και των εμπλεκόμενων φορέων είναι καθοριστικές για τη μείωση των κινδύνων και την ανάπτυξη αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Συνοπτικά, η έρευνά σας μπορεί να επικεντρωθεί στην ανάλυση των διαφόρων διαστάσεων των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα, επισημαίνοντας τις πτυχές της υγείας, του περιβάλλοντος και της οικονομίας. Η αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτεί ολοκληρωμένες προσεγγίσεις και τη συνεργασία πολλών εμπλεκόμενων φορέων. Η εκτεταμένη έρευνα και η κατανόηση της σύνθετης δυναμικής που συνδέει τις πυρκαγιές με την ποιότητα του αέρα μπορεί να προσφέρει σημαντική προστιθέμενη αξία στην κατανόηση των περιβαλλοντικών προκλήσεων της εποχής μας.

Η συλλογή των πληροφοριών και η ανάλυση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα σε περιαστικές και αστικές περιοχές αναδεικνύει μια σειρά σημαντικών πτυχών, επηρεάζοντας την υγεία, το περιβάλλον και την οικονομία. Αυτό το σύνολο πληροφοριών προσφέρει ένα ευρύ πλαίσιο για την κατανόηση των πολύπλοκων συνεπειών που προκύπτουν από αυτό το πρόβλημα, και μπορεί να αποτελέσει μια σοβαρή και ενδιαφέρουσα βάση για την πτυχιακή εργασία σας.

Καταρχάς, οι επιπτώσεις στην υγεία είναι σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί. Η υπερβολική έκθεση σε σωματίδια και τοξικές ουσίες που παράγονται κατά τις πυρκαγιές μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα αναπνευστικής υγείας. Οι αναπνευστικές

παθήσεις, όπως η ΧΑΠ και άλλα πνευμονικά νοσήματα, μπορεί να επιδεινωθούν, ενώ οι αλλεργικές αντιδράσεις μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά. Η προστασία της υγείας του πληθυσμού απαιτεί συντονισμένες δράσεις και ενημερωτικές εκστρατείες για τη μείωση της έκθεσης.

Επιπλέον, η επίδραση στο περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα παρουσιάζει μια προκλητική διάσταση. Η καύση των δασών συμβάλλει στις αλλαγές του κλίματος, απελευθερώνοντας σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η μείωση των προστατευόμενων δασών και η απώλεια βιοποικιλότητας επιδεινώνουν την οικολογική ισορροπία. Η ανάπτυξη αειφόρου προσέγγισης στη διαχείριση των δασών γίνεται αναγκαία για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος.

Εν τέλει, οι οικονομικές επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες είναι σημαντικές. Οι απώλειες σε υλικά αγαθά, κατοικημένες περιοχές, καλλιέργειες και κτηνοτροφικές δραστηριότητες έχουν άμεσο αντίκτυπο στην τοπική οικονομία. Η ανοικοδόμηση απαιτεί χρηματοδοτικούς πόρους και προσπάθειες, ενώ η απώλεια θέσεων εργασίας στον αγροτικό και τον τουριστικό τομέα μπορεί να δημιουργήσει δομικά προβλήματα. Επιπροσθέτως, οι αστικές περιοχές μπορεί να αντιμετωπίσουν μειωμένο επίπεδο τουρισμού και επιχειρηματικής δραστηριότητας.

Η ανάγκη για επενδύσεις σε πυροπροστατευτικά μέτρα, εκπαίδευση και ανάπτυξη βιώσιμων σχεδίων ανακούφισης είναι επιτακτική. Εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες για την ενημέρωση του κοινού και των εμπλεκόμενων φορέων είναι καθοριστικές για τη μείωση των κινδύνων και την ανάπτυξη αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Συνοπτικά, η έρευνά σας μπορεί να επικεντρωθεί στην ανάλυση των διαφόρων διαστάσεων των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην ποιότητα του αέρα, επισημαίνοντας τις πτυχές της υγείας, του περιβάλλοντος και της οικονομίας. Η αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτεί ολοκληρωμένες προσεγγίσεις και τη συνεργασία πολλών εμπλεκόμενων φορέων. Η εκτεταμένη έρευνα και η κατανόηση της σύνθετης δυναμικής που συνδέει τις πυρκαγιές με την ποιότητα του αέρα μπορεί να προσφέρει σημαντική προστιθέμενη αξία στην κατανόηση των περιβαλλοντικών προκλήσεων της εποχής μας.

## Βιβλιογραφία

1. <https://wfca.com/wildfire-articles>
2. <https://wfca.com/wildfire-articles/negative-effects-of-wildfires/>
3. <https://wfca.com/>
4. <https://icdo.org/>
5. <https://icdo.org/about-icdo>
6. <https://icdo.org/about-icdo/disasters/forest-fire>
7. [https://icdo.org/about-icdo/disasters/forest-fire-\(wildfire\).html](https://icdo.org/about-icdo/disasters/forest-fire-(wildfire).html)
8. <https://wfca.com/negetive/from/fire>
9. <https://www.lifo.gr/now/greece/oi-doryforikes-eikones-ton-pyrkagion-se-eyboia-kai-ileia-apo-tin-nasa>
10. Environmental Science & Technology
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/2022\\_European\\_and\\_Mediterranean\\_wildfires](https://en.wikipedia.org/wiki/2022_European_and_Mediterranean_wildfires)
12. <https://www.actualhq.com/blog/what-happens-when-1000-year-disasters-happen-yearly/>
13. <https://exit.al/en/albanias-wildfire-season-off-to-early-start/>
14. [https://en.wikipedia.org/wiki/2022\\_European\\_and\\_Mediterranean\\_wildfires](https://en.wikipedia.org/wiki/2022_European_and_Mediterranean_wildfires)
15. "Incendies en cours en Gironde : point le 15 juillet à 9h30". www.gironde.gouv.fr. Archived from the original on 17 July 2022. Retrieved 18 July 2022.
16. "Incendies en Gironde : les pompiers sur tous les fronts pour maîtriser les feux". Franceinfo (in French). 16 July 2022. Archived from the original on 17 July 2022. Retrieved 17 July 2022.
17. Jump up to:a b "Incendies en cours en Gironde : point le 15 juillet à 13h00". www.gironde.gouv.fr. Archived from the original on 17 July 2022. Retrieved 18 July 2022.
18. Jump up to:a b Brisard, Romane (16 July 2022). "Incendies en Gironde : "La fin d'un cauchemar" pour les vacanciers évacués et une solidarité "inoubliable" à La Teste-de-Buch". Franceinfo (in French). Archived from the original on 17 July 2022. Retrieved 17 July 2022.
19. Jump up to:a b "Incendies en Gironde : "Il faut imaginer une boule de feu", témoignent les secours". Franceinfo (in French). 15 July 2022. Archived from the original on 18 July 2022. Retrieved 17 July 2022.
20. [https://en.wikipedia.org/wiki/2022\\_European\\_and\\_Mediterranean\\_wildfires#/media/File:Wildfires\\_in\\_southwest\\_France\\_ESA24375606.gif](https://en.wikipedia.org/wiki/2022_European_and_Mediterranean_wildfires#/media/File:Wildfires_in_southwest_France_ESA24375606.gif)
21. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10543292/>
22. Jaffe D., Hafner W., Chand D., Westerling A., Spracklen D., Interannual Variations in PM<sub>2.5</sub> due to Wildfires
23. McClure C. D., Jaffe D. A., US particulate matter air quality improves except in wildfire-prone areas. Proceedings of the National Academy of Sciences
24. Brook R. D. et al., Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association
25. <https://www.globalseafood.org/advocate/how-wildfires-and-efforts-to-stop-them-threaten-marine-ecosystems-and-aquaculture/>
26. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cc9b1623-99e2-4476-854a-ac24d58154b1/content/impact-of-disasters-on-agriculture-and-food-2023/measuring-impacts-forestry-fisheries-aquaculture.html>
27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969723049653>
28. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3492003/>
29. Hänninen OO, Salonen RO, Koistinen K, Lanki T, Barregard L, Jantunen M. Population exposure to fine particles and estimated excess mortality in Finland from

- an East European wildfire episode. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2009 May;19(4):414-22. doi: 10.1038/jes.2008.31. Epub 2008 Jun 4. PMID: 18523459. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18523459/>
30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428524000074>
  31. [https://www.researchgate.net/publication/374029592\\_The\\_Economic\\_Impact\\_of\\_Wildfires\\_A\\_Comprehensive\\_Research\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/374029592_The_Economic_Impact_of_Wildfires_A_Comprehensive_Research_Study)
  32. <https://www.cnn.gr/ellada/story/417700/kata-22-afksithikan-oi-pyrkagies-to-protopentamino-tou-2024>
  33. <https://www.naftemporiki.gr/green/climate/1674276/pyrkagies-zompi-ti-symvainei-me-tis-foties-poy-kaine-olo-ton-chrono-akomi-kai-kato-apo-to-chioni/>
  34. <https://ecozen.gr/2021/08/pyrkagies-avgoustos-2021-o-pyrimos-olethros-se-fotografies/>
  35. <https://ecozen.gr/2021/08/pyrkagies-avgoustos-2021-o-pyrimos-olethros-se-fotografies/>
  36. <https://ecozen.gr>
  37. D.G. Kaskaoutis, K. Petrinoli, G. Grivas, P. Kalkavouras, M. Tsagkaraki, K. Tavernaraki, K. Papoutsidaki, I. Stavroulas, D. Paraskevopoulou, A. Bougiatioti, E. Liakakou, A. Rashki, R.E.P. Sotiropoulou, E. Tagaris, E. Gerasopoulos, N. Mihalopoulos. Impact of peri-urban forest fires on air quality and aerosol optical and chemical properties: The case of the August 2021 wildfires in Athens, Greece, *Science of The Total Environment*, Volume 907, 2024, 168028, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168028>
  38. V. Amiridis, C. Zerefos, S. Kazadzis, E. Gerasopoulos, K. Eleftheratos, M. Vrekoussis, A. Stohl, R.E. Mamouri, P. Kokkalis, A. Papayannis, K. Eleftheriadis, E. Diapouli, I. Keramitsoglou, C. Kontoes, V. Kotroni, K. Lagouvardos, E. Marinou, E. Giannakaki, E. Kostopoulou, C. Giannakopoulos, A. Richter, J.P. Burrows, N. Mihalopoulos. Impact of the 2009 Attica wild fires on the air quality in urban Athens, *Atmospheric Environment*, Volume 46, 2012, Pages 536-544, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.07.056>
  39. Akriti Masoom, Ilias Fountoulakis, Stelios Kazadzis, Ioannis-Panagiotis Raptis, Anna Kampouri, Basil E. Psiloglou, Dimitra Kouklaki, Kyriakoula Papachristopoulou, Eleni Marinou, Stavros Solomos, Anna Gialitaki, Dimitra Founda, Vasileios Salamalikis, Dimitris Kaskaoutis, Natalia Kouremeti, Nikolaos Mihalopoulos, Vassilis Amiridis, Andreas Kazantzidis, Alexandros Papayannis, Christos S. Zerefos, and Kostas Eleftheratos. Investigation of the effects of the Greek extreme wildfires of August 2021 on air quality and spectral solar irradiance, *Articles*, 2023, Volume 23, issue 14, ACP, 23, 8487–8514, <https://doi.org/10.5194/acp-23-8487-2023>
  40. Γεωργιάδης Ν. Μ, Καλεβρά Ν. και Γ. Αθανασάκης 2023. Πρώτη ταχεία οικολογική αποτίμηση των πυρκαγιών του 2023 στις Προστατευόμενες Περιοχές. WWF Ελλάς, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023, <https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wildfires2023final.pdf>