



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ
2021 - 2022

Διπλωματική Εργασία

**Οι πυρκαγιές στη Βορειο-Ανατολική Αττική και οι επιπτώσεις τους στο
υδάτινο περιβάλλον**

Συγγραφέας:

Καρδάση Παρασκευή

Αριθμός Μητρώου: mepy21041

Επιβλέπουσα:

Δαμικούκα Ιωάννα, Επίκουρη Καθηγήτρια

Αθήνα, Ιούλιος 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH POLICY

POSTGRADUATE PROGRAM (MSc)
OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH
2021 – 2022

Diploma Thesis

The fires in North-Eastern Attica and their impact on the aquatic environment.

Author:

Kardasi Paraskevi

Registration Number: mepy21041

Supervisor:

Damikouka Ioanna, Assistant Professor

Athens, July 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ
2021-2022

**Οι πυρκαγιές στη Βορειο-Ανατολική Αττική και οι επιπτώσεις τους στο
υδάτινο περιβάλλον**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δαμικούκα Ιωάννα	Επίκουρη Καθηγήτρια	
2	Εβρένογλου Λευκοθέα	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	
3	Κάβουρα Όλγα	Επίκουρη Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Καρδάση Παρασκευή του Νικολάου, με αριθμό μητρώου mepy21041, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής 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».

*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Η Δηλούσα



Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα

Παρασκευή Καρδάση
Επόπτρια Δημ. Υγείας

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των επιπτώσεων στο υδάτινο περιβάλλον από τις δασικές πυρκαγιές που σημειώθηκαν στη Βορειο-ανατολική Αττική και συγκεκριμένα στις περιοχές των Δήμων Νέας Μάκρης – Μαραθώνα και Ραφήνας – Πικερμίου (πυρκαγιά στο Μάτι, έτους 2018), Βαρυμπόμπης και Κηφισιάς (πυρκαγιά στη Βαρυμπόμπη, έτους 2021), καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Πεντέλης (πυρκαγιά στην Πεντέλη, στην Ανθούσα και την Παλλήνη, έτους 2022). Γίνεται σε αυτή μία προσπάθεια βιβλιογραφικής ανασκόπησης των αιτιών έναρξης και των φάσεων διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών, καθώς και των επιπτώσεων τους στο υδάτινο περιβάλλον. Επιπλέον, μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με το γεωμορφολογικό μοτίβο των πληγείσων περιοχών, καθώς και από τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που διενεργήθηκαν από αρμόδιους φορείς και Υπηρεσίες κατόπιν αιτήσεώς μου σε αυτούς, αλλά και από στοιχεία που αντλήθηκαν από διάφορους φορείς και υπηρεσίες, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα εφαρμογής των διαφόρων μεθόδων και τεχνικών απορρύπανσης τόσο σε γενικότερο πλαίσιο όσο και στις υπό εξέταση περιοχές. Αν και σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών δεν διαπιστώθηκε υπέρβαση των ορίων της κείμενης νομοθεσίας ή ουσιαστική διακύμανση των επιπέδων ανίχνευσης των χημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων, ωστόσο όπως προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση, η μελέτη μεμονωμένων περιπτώσεων εκδήλωσης πυρκαγιών κατέδειξε ουσιαστική αύξηση ή ακόμα και διακύμανση στη συγκέντρωση ανά κατηγορία ρύπου στις περιπτώσεις των επιφανειακών υδάτων μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος τουλάχιστον τεσσάρων (4) ετών, από την εκδήλωσή τους. Παρ' όλα αυτά μέσα από την παρούσα εργασία καταδεικνύεται ότι η υλοποίηση της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, ο τακτικός έλεγχος των ορίων για τις μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους, οι οποίες προβλέπονται από τη διεθνή και εθνική νομοθεσία, ιδίως μετά την παρέλευση της τετραετίας από την πρόκληση πυρκαγιάς και η εισαγωγή της μελέτης επικινδυνότητας στα υδατικά συστήματα θα συντελέσουν καταλυτικά στην πρόληψη και τον μετριασμό των επιπτώσεων των πυρκαγιών στο υδάτινο περιβάλλον γενικότερα.

Λέξεις - κλειδιά: υδάτινο περιβάλλον, δασικές πυρκαγιές, ΡΑΗs, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ρύπανση, Βορειο-Ανατολική Αττική

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the impact on the aquatic environment of the forest fires that occurred in North-East Attica and specifically in the areas of the Municipalities of Nea Makri – Marathon and Rafina – Pikermi (fire in Mati, year 2018), Varibobi and Kifissia (fire in Varibobi, year 2021), as well as in the wider area of Penteli (fire in Penteli, in Anthousa and Pallini, year 2022). In it, an attempt is made to review the causes and phases of forest fire management, as well as their impact on the aquatic environment. In addition, through the study of the literature on the geomorphological pattern of the affected areas, as well as the results of the sampling carried out by Government Agencies and Services at my request to them, but also from data obtained from various Government Agencies and Services, the effectiveness of the implementation of the various methods and techniques of decontamination was evaluated, both in the general context and in the areas under consideration. Although the results of the sampling showed that the limits of the current legislation were not exceeded or declining a substantial variation in the detection levels of chemical and microbiological parameters, however, as shown by the relevant literature review, the study of individual cases of fire outbreaks showed a substantial increase or even variation in the concentration per pollutant category in the cases of surface waters after at least a period of time four (4) years old, from their event. Nevertheless, this paper demonstrates that the implementation of the Strategic Environmental Impact Study, the regular control of the limits for microbiological and chemical parameters, which are provided for by international and national legislation, especially after the lapse of four years from the occurrence of a fire and the introduction of the hazard study in water bodies will contribute catalytically to the prevention and mitigation of the effects of fires on the water environment in general.

Keywords: aquatic environment, forest fires, PAHs, environmental impact, pollution, North-East Attica

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	i
Abstract.....	iii
Περιεχόμενα.....	iv
Κατάλογος Εικόνων.....	vi
Κατάλογος Χαρτών.....	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	vii
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	viii
Κατάλογος Σχημάτων.....	viii
Συνομογραφίες.....	ix
Πρόλογος.....	1
Εισαγωγή.....	2
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Η ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΩΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ	5
1.1 Γενικά στοιχεία.....	5
1.1.1 «Το τρίγωνο της φωτιάς».....	6
1.1.2 Φάσεις της πυρκαγιάς.....	7
1.1.3 Αιτίες έναρξης – εξάπλωσης των πυρκαγιών.....	8
1.2 Στάδια διαχείρισης των πυρκαγιών.....	13
1.2.1 Το στάδιο της πρόληψης.....	13
1.2.2 Το στάδιο της καταστολής.....	15
1.2.3 Το στάδιο της μεταπυρικής αποκατάστασης.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	19
2.1 Χαρακτηριστικά υδάτινου περιβάλλοντος.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	22
3.1 Επιπτώσεις – Αναφορά.....	22
3.2 Δείκτες και παράμετροι ρύπανσης.....	23
3.2.1 Υδρολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	23
3.2.2 Φυσικοχημικές παράμετροι & Υδρόβια ζωή.....	23
3.2.3 Χημικές παράμετροι.....	25
3.2.4 Μικροβιολογικοί παράμετροι.....	30
3.3 Η διαχείριση των επιπτώσεων.....	30
3.3.1 Μέθοδοι και εφαρμοσμένες τεχνικές απορρύπανσης.....	31
3.3.2 Εισαγωγή της μελέτης επικινδυνότητας στα υδατικά συστήματα.....	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	41
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ.....	49
5.1 Το υδάτινο περιβάλλον στο Μάτι.....	50
5.2 Το υδάτινο περιβάλλον στη Βαρυμπόμπη.....	52
5.3 Το υδάτινο περιβάλλον στην Παλλήνη.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Οι πυρκαγιές στη Βορειο-ανατολική Αττική.....	55
6.1 Η πυρκαγιά του 2018 στο Μάτι Αττικής.....	55
6.2 Η πυρκαγιά του 2021 στη Βαρυμπόμπη και την Πάρνηθα.....	62
6.3 Η πυρκαγιά του 2022 στην Πεντέλη, την Ανθούσα και την Παλλήνη.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Αποτελέσματα δειγματοληψιών φορέων στα συστήματα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στα εσωτερικά ύδατα και τις ακτές κολύμβησης και στο έδαφος.....	69
7.1 Νομοθετικά όρια μικροβιολογικών αναλύσεων.....	70
7.1.1 Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων στα ύδατα μετά τις πυρκαγιές του 2018, 2021 και 2022 στη Βορειο-ανατολική Αττική.....	71
7.2 Νομοθετικά όρια χημικών αναλύσεων.....	73
7.2.1 Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων στα ύδατα μετά τις πυρκαγιές του 2018, 2021 και 2022 στη Βορειο-ανατολική Αττική.....	75
7.3 : Αποτελέσματα αναλύσεων στο έδαφος μετά την πυρκαγιά του 2018, στο Μάτι Αττικής.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΙΣ ΠΛΗΓΕΙΣΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	82
Κεφάλαιο 9: Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	85
Βιβλιογραφία.....	87
Ξενόγλωσση.....	87
Ελληνική.....	93
Ιστοσελίδες.....	93
Παράρτημα.....	97

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 :	Εκτάσεις που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του 2007 στην Πελοπόννησο.....	6
Εικόνα 1.2:	Καμένες εκτάσεις σε τετ. χλμ. που αποτυπώνονται στις επίσημες εκθέσεις της Πυροσβεστικής και της Δασικής Υπηρεσίας κατά την χρονική περίοδο 1998 – 2017.....	10
Εικόνα 6.1 :	Καμένες εκτάσεις των πυρκαγιών κατά τα έτη (1) 1995, (2) 1998, (3) 2005, (4) 2009 (πράσινη διαγράμμιση, συνολικής έκτασης περίπου 850 km ² , κυρίως δασική) και 2018	56-58
Εικόνα 6.2:	Καμένες εκτάσεις στο Μάτι μετά την πυρκαγιά του 2018.....	60
Εικόνα 6.3	Καμένες εκτάσεις στο Μάτι μετά την πυρκαγιά του 2018.....	60
Εικόνα 6.4 :	Η καταστροφική πυρκαγιά στην ευρύτερη περιοχή της Βαρυμπόμπης.....	64
Εικόνα 7.1:	Σημεία συλλογής / δειγματοληψίας εδάφους στο Μάτι Αττικής στις 04/09/2018.....	80

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 5.1 :	Χάρτης ρεμάτων περιοχών Νέου Βουτζά και Νέας Μάκρης..	52
Χάρτης 5.2:	Γεωγραφική θέση της Βαρυμπόμπης.....	53
Χάρτης 6.1:	Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 23-07-2018...	59
Χάρτης 6.2 :	Οι περιοχές των Βιλλίων, του Λαυρίου και της Βαρυμπόμπης (Αθήνας) που επλήγησαν από πυρκαγιά το 2021.....	62
Χάρτης 6.3:	Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 03-08-2021.	63
Χάρτης 6.4:	Χάρτης στον οποίο απεικονίζεται το μέτωπο της πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στις περιοχές της Πεντέλης, της Ανθούσας και της Παλλήνης στις 19-07-2022.....	66
Χάρτης 6.5:	Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 19-07-2022....	67
Χάρτης 6.6:	Καμένες εκτάσεις στην Ελλάδα στις 19-07-2022.....	68
Χάρτης 7.1:	Σημεία δειγματοληψιών στο έδαφος στο Μάτι Αττικής κατά την χρονική περίοδο από 27/08/2018 έως και 07/09/2018.....	78

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.2:	Χαρακτηρισμός της αιτίας των αστικών πυρκαγιών από άποψη υπαιτιότητας των ετών 2010, 2012, 2015, 2018, 2021 και 2022.....	11
Πίνακας 3.1:	Μέγιστες τιμές βιβλιογραφίας που υπερβαίνουν τα μεγέθη των προτύπων πόσιμου νερού της ΕΡΑ των ΗΠΑ για την υγεία του ανθρώπου και της υδρόβιας ζωής για τα τελικά σημεία ποιότητας νερού σε λεκάνες απορροής που έχουν καεί από πυρκαγιές, για την ανθρώπινη υγεία και την προστασία της υδρόβιας ζωής / Όρια για την ποιότητα του νερού σε πληγείσες από πυρκαγιές λεκάνες απορροής ως τελικός αποδέκτης.....	32
Πίνακας 3.2:	Κοινά συστήματα / προγράμματα ποιότητας νερού, που δύναται να επηρεαστούν από τις πυρκαγιές, καθώς και σχετικό παράδειγμα ανά κατηγορία.....	36
Πίνακας 4.1 :	Νομοθεσία που αφορά την πρόληψη από τις πυρκαγιές.....	41-44
Πίνακας 4.2 :	Νομοθεσία που αφορά την καταστολή των πυρκαγιών.....	43-44
Πίνακας 4.3 :	Νομοθεσία που αφορά την μεταπυρική αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων.....	45
Πίνακας 7.1.:	Μικροβιολογικές παράμετροι εξέτασης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την αριθ. Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β') ΚΥΑ.....	70
Πίνακας 7.2:	Μικροβιολογικές παράμετροι για την διαχείριση της ποιότητας των ακτών κολύμβησης, όπως προβλέπονται από την αριθ. 8600/416/Ε103/2009 (ΦΕΚ 353/2009 τ. Β') ΚΥΑ.....	71
Πίνακας 7.3:	Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μικροβιολογικών αναλύσεων.....	73
Πίνακας 7.4:	Χημικές και Ενδεικτικές παράμετροι για την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β') ΚΥΑ.....	74
Πίνακας 7.5:	Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων χημικών αναλύσεων.....	77
Πίνακας 7.6:	Βιβλιογραφικές τιμές των στοιχείων/μετάλλων ανθρωπογενούς προέλευσης σε mg/kg για την Αττική και τα μέσα επίπεδα συγκεντρώσεών τους στο έδαφος καμένων και μη περιοχών στο Μάτι Αττικής.....	81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1:	Ποσοστιαία αναλογία των αιτιών εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018.....	12
Διάγραμμα 1.2:	Αριθμός συμβάντων και αιτία εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018.....	12

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1:	Το τρίγωνο της φωτιάς.....	7
Σχήμα 3.1:	Οδοί και τρόποι μεταφοράς των PAHs.....	27
Σχήμα 3.2:	Σχηματική απεικόνιση των σταδίων αξιολόγησης και μείωσης του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων μετά από πυρκαγιά	38
Σχήμα 5.1:	Περιβάλλουσες ζώνες / ζώνες επιρροής (buffers) στα επιφανειακά και υπόγεια ρέματα τρίτης και τέταρτης σειράς κατάταξης στην ευρύτερη περιοχή πλησίον του οικισμού στο Μάτι.....	51
Σχήμα 6.1 :	Ωριαία καταγραφή και οριακή τιμή 24ωρου για συγκεντρώσεις ΑΣ10 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στο Μάτι Αττικής, κατά την χρονική περίοδο από 11-08-2018 έως 23-08-2018.....	61
Σχήμα 6.2 :	Ωριαία καταγραφή και οριακή τιμή 24ωρου για συγκεντρώσεις Αιθάλης σε ΑΣ10, σε ng/m^3 , στο Μάτι Αττικής, κατά την χρονική περίοδο από 11-08-2018 έως 23-08-2018.....	61
Σχήμα 6.3 :	Βαθμός έντασης ανά επιφάνεια εκδήλωσης της πυρκαγιάς στην πληττόμενη περιοχή της Βαρυμπόμπης.....	65

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ACE (Acenaphthene) : Ακεναφθένιο

ACY (Acenaphthelene): Ακεναφθυλένιο

CRS (Common Reporting Standard): Κοινό Πρότυπο Αναφοράς

DO (Dissolved Oxygen): Διαλυμένο Οξυγόνο

FLU (Fluorene): φλουρένιο

km² : τετραγωνικά χιλιόμετρα

National Interagency Fire Center (NIFC) : Εθνικό Διυπηρεσιακό Πυροσβεστικό Κέντρο

NAP (Naphthalene) : Ναφθαλίνη

NIIMS (National Interagency Incident Management System) : Εθνικό Διυπηρεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Συμβάντων

PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons): Πολύ-αρωματικοί Υδρογονάνθρακες

PFAS (Perfluoroalkyl & Polyfluoroalkyl Substances): Υπερ- και πολύ-φθοριωμένες αλκυλιωμένες ουσίες

pH : ενεργός οξύτητα / συγκέντρωση ιόντων H⁺

PM₁₀ (Particulate Matter 10) : Αιωρούμενα Σωματίδια 10 μικρομέτρων

VOC (Volatile Organic Compounds) : Πτητικές οργανικές ενώσεις

WUI (Wildland-Urban Interfaces) : ζώνες μίξης δασών/οικισμών

°C : βαθμοί Κελσίου

αρ. : αριθμός

ΑΣ10 : Αιωρούμενα σωματίδια 10 μικρομέτρων

ΑΣΑ : Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΔΕΥΑ : Δημοτική Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης

ΕΔΟΕ : Εναλλακτική Διαχείριση Οχημάτων Ελλάδος

ΕΔΣΝΑ : Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής

ΕΚ : Ευρωπαϊκός Κανονισμός

ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος” : Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών

ΕΜΑΚ : Ειδική Μονάδα Καταστροφών

ΕΟΑΝ : Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης

ΕΠΣ : Ειδικό Πολεοδομικό σχέδιο

ΕΥΔΑΠ : Εταιρεία Ύδρευσης Αποχέτευσης Πρωτεύουσας
ΕΦΑΜΑΔ: Εργαστήριο Φασματομετρίας Μάζας κι Ανάλυσης Διοξινών
ΗΠΑ : Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΥΑ : Κοινή Υπουργική Απόφαση
Π.Ε. : Περιφερειακή Ενότητα
Π.Σ. : Πυροσβεστικό Σώμα
ΣΜΠΕ : Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΣΣΕΔ : Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης
τ. Α' : τεύχος πρώτο (Α')
τ. Β' : τεύχος δεύτερο (Β')
ΦΕΚ : Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μου στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία – Ειδίκευση : Υγιεινή Περιβάλλοντος» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Δαμικούκα Ιωάννα, για την υπομονή και την ανεκτικότητα της, καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές και επισημάνσεις της κατά τη συγγραφή και ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον, ευχαριστίες οφείλω σε όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος για την καθοδήγηση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου σπουδών μου.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στα παιδιά και το σύζυγό μου για την κατανόηση και τη στήριξή τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια ιστορική αναδρομή μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό, πόσο σημαντικό είναι το νερό για την ίδια τη ζωή, καθώς αποτελεί βασικό συστατικό της, ενώ χρησιμοποιείται παράλληλα και για άλλες χρήσεις (ύδρευση των πόλεων, άρδευση των καλλιεργειών κλπ.). Επιπλέον, είναι γνωστό ότι το νερό αποτελεί αγαθό και λόγω των πολλών χρήσεών του παραμένει ζωτικής σημασίας. Η μια χρήση του νερού δημιουργεί κι άλλες κι ως εκ τούτου η εξασφάλιση της επάρκειάς του και της ποιότητάς του σε συνδυασμό με την εξισορρόπηση των αναγκών σε αυτό, αποτελεί πρωταρχικό μέλημα όλων των σύγχρονων κοινωνιών.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αύξηση της συχνότητας των δασικών πυρκαγιών, σε συνδυασμό με την όλο και αυξανόμενη ένταση αλλά και έκτασή τους, είναι χαρακτηριστικά που παρατηρούνται και στις δασικές πυρκαγιές των μεσογειακών χωρών. Οι επικρατούμενες κλιματολογικές συνθήκες και η ανθρωπογενής δραστηριότητα δημιουργούν μία τάση υψηλής ευπάθειας των δασών στις πυρκαγιές, με αποτέλεσμα την απώλεια πολλών εκτάσεων, τη μείωση της βιωσιμότητάς τους και τις αλλαγές στις εδαφικές ιδιότητες.

Εκτός όμως από τις επιπτώσεις στο έδαφος, οι πυρκαγιές επιδρούν και στο υδάτινο περιβάλλον, μεταβάλλοντας τις υδρολογικές διεργασίες στις λεκάνες απορροής, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέγιστης παροχής από την απορροή των βροχοπτώσεων.

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, συμπεριλήφθηκε στην κορυφή του παγκόσμιου καταλόγου κινδύνων που καταρτίστηκε από το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (2015), με δυσμενείς επιπτώσεις και στην κοινωνία (Nunes et al., 2018). Βασική αιτία υποβάθμισής τους αποδίδεται στις πυρκαγιές. Οι 100 μεγαλύτερες χώρες του κόσμου χρησιμοποιούν το 60% των αποθεμάτων νερού για την προστασία των οικοσυστημάτων από ενδεχόμενο κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς (Moody et al., 2013). Κατά συνέπεια, η πυρκαγιά αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως σοβαρή απειλή για την παροχή νερού παγκοσμίως (Moody et al., 2013). Επιπλέον, οι πυρκαγιές επιδρούν

σημαντικά στις λεκάνες απορροής των υδάτων, αλλοιώνοντας τη δομή του εδάφους και διαβρώνοντάς τα (Moody et al., 2013). Το φαινόμενο αυτό εντείνεται στις λεκάνες, των οποίων η βλάστηση έχει υποβαθμιστεί από ανθρώπινες δραστηριότητες (καύση οργανικών προϊόντων, αλλαγή καλλιεργειών, χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, ερημοποίηση). Υποβάθμιση παρατηρείται και στην ποιότητα των υδάτων στις λεκάνες απορροής, που βρίσκονται κοντά σε πυρόπληκτες περιοχές, λόγω της αύξησης των φερτών αλλά και των διαλυτών υλών, αλλά και ως αποτέλεσμα της διάβρωσης και της καύσης του οργανικού φορτίου του εδάφους.

Η κλιματική αλλαγή πιθανά θα επιδεινώσει την παραπάνω κατάσταση, αυξάνοντας τους κινδύνους και τα περιστατικά μόλυνσης των υδάτων, λόγω των αυξημένων επιπέδων ξηρασίας, των συχνών και παρατεταμένων πυρκαγιών, καθώς και λόγω της έντασης των βροχοπτώσεων (IPCC, 2014).

Αξιοσημείωτη είναι επίσης και η ρύπανση των θαλάσσιων υδάτων που προκαλείται από ατυχήματα λόγω εκρήξεων και εκδήλωσης πυρκαγιάς, σε δεξαμενόπλοια και σε εγκαταστάσεις πετρελαίου (Karsalis et al., 2021).

Στο γενικό μέρος της διπλωματικής εργασίας αναλύεται το φαινόμενο των πυρκαγιών, τα είδη τους, οι παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωσή τους, όπως τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης, η τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής, οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή, καθώς και οι επιπτώσεις τους στον άνθρωπο και στο περιβάλλον γενικότερα. Στη συνέχεια αναφέρονται τα προβλήματα που παρουσιάζονται και οι ρύποι που δύναται να εμφανιστούν στα ύδατα, ύστερα από την εκδήλωση πυρκαγιάς και που προκαλούν μεγάλη ανησυχία.

Στο ειδικό μέρος της διπλωματικής εργασίας, αναλύεται το υδάτινο περιβάλλον στην περιοχή της Βορειο-Ανατολικής Αττικής και γίνεται αναφορά στις πυρκαγιές της συγκεκριμένης περιοχής, ιδιαίτερα σε αυτές των τελευταίων ετών στις περιοχές των Δήμων Νέας Μάκρης – Μαραθώνα και Ραφήνας – Πικερμίου (πυρκαγιά στο Μάτι, έτους 2018), Βαρυμπόμπης και Κηφισιάς (πυρκαγιά στη Βαρυμπόμπη, έτους 2021), καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Πεντέλης (πυρκαγιά στην Πεντέλη, στην Ανθούσα και την Παλλήνη, έτους 2022) και στα αίτια δημιουργίας τους.

Επιπλέον, αναφέρονται τα αποτελέσματα από δειγματοληψίες, που έχουν διενεργηθεί από αρμόδιους Φορείς και Υπηρεσίες (Περιφέρεια Αττικής, Δημόκριτος, Δήμοι Νέας Μάκρης – Μαραθώνα κλπ.), στα συστήματα ύδρευσης για τις μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους που περιλαμβάνονται στην ισχύουσα νομοθεσία, καθώς και στα θαλάσσια ύδατα, τα οποία συλλέχθηκαν αλλά και αντλήθηκαν από σχετικές βιβλιογραφικές και λοιπές διαδικτυακές αναφορές και αξιολογούνται δείκτες και παράμετροι της ρύπανσης, σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο, στο οποίο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά.

Επιπρόσθετα, στο ειδικό μέρος, από στοιχεία, που προκύπτουν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, απαριθμούνται τα μέτρα και οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για την απορρύπανση και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πυρκαγιών στους υδάτινους αποδέκτες της περιοχής μελέτης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο (Συζήτηση) θα γίνει μια εκτίμηση αποτελεσμάτων των δεικτών/παραμέτρων που αντλήθηκαν από τους διάφορους φορείς και τις αντίστοιχες Υπηρεσίες, που αναφέρονται παραπάνω, όσον αφορά τη ρύπανση των υδάτων, την αποτελεσματικότητα εφαρμογής διαφόρων μεθόδων και τεχνικών απορρύπανσης στην περιοχή μελέτης και θα συγκριθούν με τα στοιχεία που αντληθούν από τη σχετική βιβλιογραφία.

Στο τελικό μέρος της παρούσας εργασίας γίνεται η παρουσίαση των συμπερασμάτων που εξάγονται από την εκτίμηση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν κι από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. : Η πυρκαγιά ως φαινόμενο

1.1 Γενικά στοιχεία

Οι πυρκαγιές, είναι ευρέως γνωστό ότι είναι το αποτέλεσμα της καύσης κάποιας ύλης, ενώ εξίσου απαραίτητα στοιχεία για την εκδήλωσή τους είναι η ύπαρξη καύσιμης ύλης, θερμότητας και οξυγόνου. Η απουσία ενός εξ' αυτών έχει ως αποτέλεσμα την καταστολή της. Ιδιαίτερα, οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο, το οποίο χρονολογείται ιστορικά πριν από την ανθρώπινη ύπαρξη, με δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Σε συνάρτηση με την κλιματική αλλαγή και την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, μία εκτεταμένη και υψίστης σοβαρότητας πυρκαγιά, δύναται να επιδράσει καταλυτικά τόσο στα οικοσυστήματα όσο και στον άνθρωπο.

Η παρατεταμένη ξηρασία και η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας στον Ειρηνικό ωκεανό, το φαινόμενο του Ελ Νίνιο είναι βασικοί παράγοντες δημιουργίας και εξάπλωσης των πυρκαγιών στα δάση του Αμαζονίου. Ιδιαίτερα στην περιοχή του Acre, που βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Βραζιλίας, τα δάση του Αμαζονίου υπέστησαν εκτεταμένες ξηρασίες από το 2005 έως το 2010 (Lewis et al., 2011) οι οποίες αποτελούν βασικό παράγοντα έναρξης και διάδοσης των πυρκαγιών.

Από τα στοιχεία που έχουν προκύψει κατά την περίοδο από το 1984 – 2016 για τις δασικές πυρκαγιές στην πολιτεία Acre, η μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισής τους αλλά και εξάπλωσής τους καταγράφεται τα τελευταία δώδεκα (12) χρόνια, με το 95% των καμένων εκτάσεων να εντοπίζεται κατά τα έτη 2005, 2010 and 2016 (Da Silva et al., 2018).

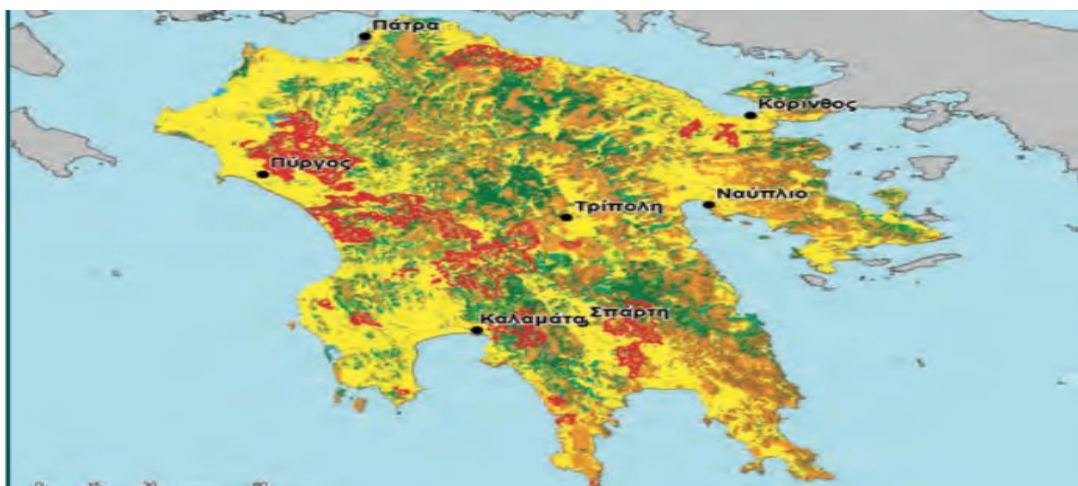
Οι πυρκαγιές που επηρέασαν σημαντικά τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής κατά τη δεκαετία του 1980, σύμφωνα με καταγεγραμμένα στοιχεία, έκαιγαν περίπου 3 εκατομμύρια εκτάρια δασών και αγροτικών περιοχών σε ετήσια βάση. Για τη δεκαετία που ακολούθησε, οι καμένες εκτάσεις αυξήθηκαν κατά 0,6 εκατομμύρια εκτάρια ανά έτος, ενώ από το 2000 έως το 2010 ο μέσος όρος καμένης γης στις ΗΠΑ κυμαινόταν στα 6,5 εκατομμύρια εκτάρια (National Interagency Fire Center, 2012). Η αυξητική αυτή τάση

υπερισχύει και κατά τη δεκαετία, από το 2012 έως το 2021, όπου οι καταγεγραμμένες πυρκαγιές ήταν 61.829 , πλήττοντας περίπου 7,4 εκατομμύρια εκτάρια (CRS, 2022).

Στον Καναδά από το 1970 ως το 2017, σημειώθηκαν κατά μέσο όρο 8.000 πυρκαγιές, οι οποίες έκαιγαν περίπου 2,25 εκατομμύρια εκτάρια γης ετησίως (Tymstra et al., 2020). Από τα καταγεγραμμένα στοιχεία για τις πυρκαγιές, καθίσταται σαφές ότι η συχνότητα εμφάνισης μεγάλης κλίμακας πυρκαγιών έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια (Hanes et al., 2018).

Η Ελλάδα μαστίζεται επίσης από μεγάλης έκτασης μη ελεγχόμενες και καταστροφικές δασικές πυρκαγιές, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που δυστυχώς υπάρχουν και απώλειες ανθρώπινων ζώων.

Στην εικόνα 1.1 που ακολουθεί απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα οι πυρόπληκτες εκτάσεις του 2007 στην Πελοπόννησο (Regato, 2010).



Εικόνα 1.1 : Εκτάσεις που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του 2007 στην Πελοπόννησο (Regato, 2010)

1.1.1 «Το τρίγωνο της φωτιάς»

Απαραίτητα συστατικά για τη δημιουργία της χημικής αντίδρασης, της καύσης, είναι η ύπαρξη της καύσιμης ύλης και ενός οξειδωτικού στοιχείου, όπως το οξυγόνο που απαντάται στην ατμόσφαιρα. Αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής, είναι η έκλυση θερμότητας και φωτός.

Η καύσιμη ύλη που υπάρχει στις δασικές περιοχές, περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο την υπάρχουσα δασική φυτική ύλη, όπως τα φύλλα, τους κορμούς κλπ., ενώ στην καύσιμη ύλη συγκαταλέγεται και η χαρακτηρισμένη ως οργανική ύλη, που αποτελείται από το

χούμο και τις ρίζες, τα οποία απαντώνται πάνω και κάτω από το έδαφος και δύνανται να υποστούν ανάφλεξη περίπου στους 300°C (Kalabokidis, 2002).

Το οξυγόνο όπως προαναφέρθηκε υπάρχει στην ατμόσφαιρα και συγκεκριμένα στον αέρα σε ποσοστό 21% κατ' όγκο.

Η έκλυση θερμότητας πραγματοποιείται λόγω της μεταφοράς αερίων και υγρών μαζών και αποτελεί τον κυριότερο τρόπο μετάδοσης των πυρκαγιών, επιδρώντας σημαντικά στον καθορισμό της συμπεριφοράς της. Επιπλέον, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα φωτός, που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα ενισχύουν την ικανότητα των μαζών για ανάφλεξη.

Στο σχήμα 1.1 που ακολουθεί απεικονίζονται τα τρία συστατικά που συντελούν στη δημιουργία του τριγώνου της φωτιάς.



Σχήμα 1.1: Το τρίγωνο της φωτιάς (πηγή: Firesafe.org.uk)

1.1.2 Φάσεις της πυρκαγιάς

Η έναρξη της καύσης σηματοδοτεί θερμοκρασιακή άνοδο στους 110°C, όπου και εξατμίζεται η υγρασία της φυτικής ύλης. Στη συνέχεια τα επίπεδα θερμοκρασίας αυξάνονται και κυμαίνονται περίπου στους 190°C, οπότε το θερμοκρασιακό εύρος αυτό οδηγεί σε πυρόλυση, φάση κατά την οποία εκλύονται πτητικές ουσίες, όπως μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα. Μετά από τη φάση αυτή, ακολουθεί η φλόγωση, κατά την οποία η διακύμανση της θερμοκρασίας ξεκινά από τους 300 και καταλήγει έως και τους 600°C. Τα επίπεδα αυτά της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την ακτινοβολία, τη μεταφορά θερμότητας και τις καύτρες, οδηγούν στην ανάφλεξη των οργανικών αερίων που έχει ως τελικό αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας, καπνού και ήχου (Kalabokidis, 2012). Στη συνέχεια ακολουθεί η φάση της ατελούς ή και πλήρους καύσης

της απανθρακωμένης ύλης, ενώ συνεχίζει να παράγεται καπνός με τη θερμοκρασία να κυμαίνεται στους 500°C. Κατά την εξέλιξη της συγκεκριμένης φάσης, εκλύονται στην ατμόσφαιρα μεγάλες συγκεντρώσεις ρύπων. Τέλος, ακολουθεί το τελικό στάδιο, όπου πραγματοποιείται η κατάσβεση της φωτιάς με σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας, ενώ παράλληλα δημιουργείται τέφρα (λευκή ή μαύρη, ανάλογα με την ένταση της καύσης) (Kalabokidis, 2012).

Οι διάφορες βιομηχανικές και εμπορικές δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην έναρξη των πυρκαγιών και κυρίως των δασικών, όσο και στον μετριασμό γενικότερα του φαινομένου τους. Η κακή συντήρηση εγκαταστάσεων, η τυχαία έκρηξη, η προσάραξη πλοίου σε παράκτιες περιοχές λόγω μηχανικής βλάβης ή ακόμα και οι λανθασμένοι χειρισμοί μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα και εκδήλωση πυρκαγιάς σε πετρελαιοφόρα δεξαμενόπλοια ή σε εξέδρες υποθαλάσσιων γεωτρήσεων πετρελαίου, που έχουν ως αποτέλεσμα τη διάχυση του πετρελαίου και προϊόντων του και τη ρύπανση των επιφανειακών νερών αλλά και των υδάτινων αποδεκτών (Karsalis et al., 2021).

1.1.3 Αιτίες έναρξης – εξάπλωσης των πυρκαγιών

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες έναρξης των πυρκαγιών. Ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και ισχυρών ανέμων διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο στην έναρξη και εξάπλωσή τους. Επιπλέον, η καύσιμη ύλη (υφή, μέγεθος, συσσώρευση, κατανομή), καθώς και το γεωμορφολογικό μοτίβο της περιοχής (έκθεση, κλίση, υψόμετρο, διαμόρφωση εδάφους) αποτελούν παράγοντες εξάπλωσής τους. Η γεωγραφική θέση μιας δασικής έκτασης (δύσβατη περιοχή κλπ.) αποτελεί έναν από τους παράγοντες που ενδεχομένως μπορούν να συντελέσουν στην εκδήλωση πυρκαγιάς. Επειδή όμως πρόκειται για ένα πολυπαραγοντικό φαινόμενο, η πυρκαγιά δεν μπορεί να εκδηλωθεί από μία και μόνο αιτία δημιουργίας. Ένα λοιπόν, από τα κυριότερα αίτια εξάπλωσης αποτελεί και η ένταση των ανέμων, με εξίσου σημαντική θέση για την έναρξη και διάδοση των πυρκαγιών να κατέχει η υγρασία της καύσιμης ύλης (Rust et al., 2018).

Αναφορικά με την καύσιμη ύλη αξίζει να επισημανθεί ότι το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται (υπεδάφια, επιφανειακά) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην έναρξη και εξάπλωση της πυρκαγιάς. Συγκεκριμένα εάν πρόκειται για υπεδάφια καύσιμη ύλη, λόγω

της μικρής περιεκτικότητας σε οξυγόνο στο επίπεδο αυτό, σε αντίθεση με την επιφάνεια του εδάφους, γίνεται αντιληπτό ότι η πυρκαγιά θα εξαπλωθεί με βραδύ ρυθμό, γεγονός που καθιστά και πιο εύκολη την κατάσβεσή της (Kalabokidis, 2012). Στα επιφανειακά καύσιμα υλικά συμπεριλαμβάνονται τα ξερά κλαδιά, η χαμηλή βλάστηση (θάμνοι κλπ.), τα οποία κείτονται επί του εδάφους. Ανάλογα με την ποσότητα και την επιφάνεια αυτής της ύλης εξαρτάται και ο βαθμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Όσο μεγαλύτερη ποσότητα υλικών υπάρχει με μικρή επιφάνεια, τόσο πιο γρήγορα η πυρκαγιά εξαπλώνεται. Σε συνδυασμό δε και με την τρίτη κατηγορία καύσιμης ύλης, την εναέρια, που αποτελείται από τα ανώτερα επίπεδα των φυτών (κορυφές, φυλλώματα, κλαδιά δέντρων κλπ.), η εξάπλωση της πυρκαγιάς συντελείται με ταχύτατους ρυθμούς (Kalabokidis, 2012).

Επιπλέον, η ποσότητα και η μορφολογία της καύσιμης ύλης, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διάδοση των πυρκαγιών, καθώς και στη συμπεριφορά της, καθόσον επηρεάζουν το βαθμό ανάφλεξης. Όταν η καύσιμη ύλη έχει μικρό βάρος αλλά η επιφάνεια που καταλαμβάνει είναι μεγάλη σχετικά, όπως στην περίπτωση της εναπόθεσης σωρών από πευκοβελόνες ή της χαμηλής βλάστησης σε επιφανειακό επίπεδο (φύλλα, θάμνοι κλπ.), η ανάφλεξη είναι ακαριαία, η περιεχόμενη υγρασία εξατμίζεται άμεσα και η πυρκαγιά εξαπλώνεται με ταχύτερο ρυθμό. Στην περίπτωση όμως, στην οποία η εύφλεκτη ύλη, περιλαμβάνει πιο ογκώδη και βαριά υλικά, που καταλαμβάνουν συνήθως μικρότερη επιφάνεια εναπόθεσης (κορμοί, κλαδιά), τότε χρειάζεται περισσότερος χρόνος για την ανάφλεξη και την εξάλειψη της υπάρχουσας υγρασίας, γεγονός που επιδρά θετικά στην επιβίωση των κορμών των δέντρων (Kalabokidis, 2012).

Τα αίτια των πυρκαγιών μπορεί να είναι είτε φυσικά είτε να προέρχονται από διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Troubis et al, 2022). Συγκεκριμένα:

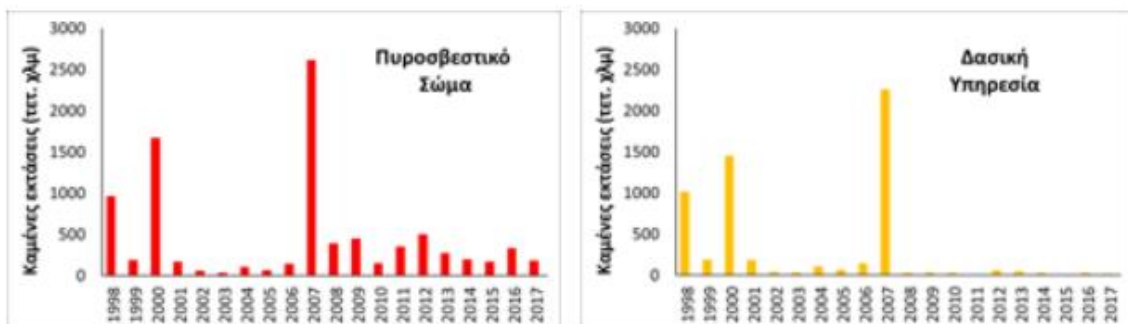
- Φυσικά αίτια: θεωρούνται αυτά που προκαλούνται χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, όπως από κεραυνό, ή έκρηξη ηφαιστείου.

- Ανθρωπογενείς δραστηριότητες:

- Ακούσια χρήση της φωτιάς: όταν χρησιμοποιείται φωτιά από τον άνθρωπο και από αμέλεια προκαλείται πυρκαγιά (χρήση βεγγαλικών, τσιγάρων, καύση γεωργικών υπολειμμάτων, ψυχαγωγικές δραστηριότητες κλπ.).
- Ατυχήματα, στα οποία εκδηλώνεται φωτιά από αμέλεια (π.χ. παραγωγή σπινθήρα κατά τη χρήση διάφορων εργαλείων σε εργασίες της υπαίθρου κλπ.).
- Με ενδεχόμενο δόλο: αφορούν φωτιές που προκλήθηκαν σκόπιμα από ανθρώπινη παρέμβαση (εμπρησμοί, βανδαλισμοί, ψυχικές ασθένειες κλπ.).

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι τα αίτια μιας πυρκαγιάς μπορεί να είναι κι άγνωστα, ενώ θα πρέπει να επισημανθεί και η περίπτωση της αναζωπύρωσης, κατά την οποία πυρκαγιά προκαλείται από την εκ νέου δημιουργία προϋπάρχουσας, πιθανά από ενδεχόμενο λάθος χειρισμό της.

Στην εικόνα 1.2 που ακολουθεί αποτυπώνονται οι καμένες εκτάσεις σύμφωνα με στοιχεία επίσημων εκθέσεων τόσο της Πυροσβεστικής όσο και της Δασικής Υπηρεσίας κατά τη χρονική περίοδο 1998 - 2017. Το 2007 καταγράφηκαν οι περισσότερες καμένες εκτάσεις, λόγω των καταστροφικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν στην Πελοπόννησο κατά τις οποίες χάθηκαν ανθρώπινες ζωές.



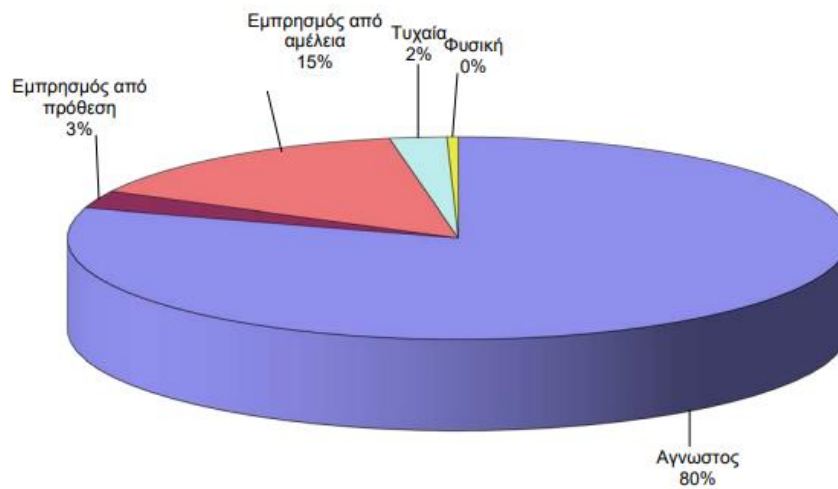
Εικόνα 1.2: Καμένες εκτάσεις σε τετ. χλμ. που αποτυπώνονται στις επίσημες εκθέσεις της Πυροσβεστικής και της Δασικής Υπηρεσίας κατά τη χρονική περίοδο 1998 – 2017 («Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018 στην Ελλάδα»).

Στον πίνακα 1.2 που ακολουθεί παρατίθενται στοιχεία από την Πυροσβεστική Υπηρεσία αναφορικά με τον χαρακτηρισμό της αιτίας των αστικών πυρκαγιών από άποψη υπαιτιότητας των ετών 2010, 2012, 2015, 2018, 2021 και 2022, με το μεγαλύτερο ποσοστό συμβάντων να καταλαμβάνει η άγνωστη αιτία.

Πίνακας 1.2: Χαρακτηρισμός της αιτίας των αστικών πυρκαγιών από άποψη υπαιτιότητας κατά τα έτη 2010, 2012, 2015, 2018, 2021 και 2022 ([Δραστηριότητες Πυροσβεστικού Σώματος - Δραστηριότητες Π.Σ. - Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος \(fireservice.gr\)](#))

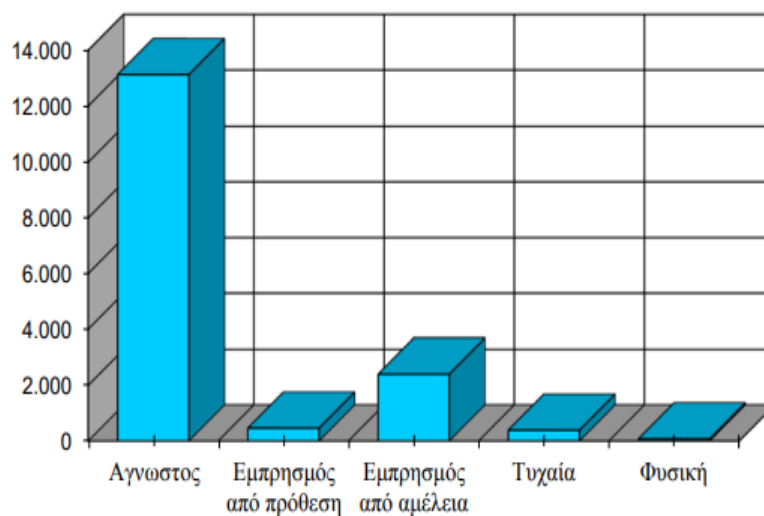
Χαρακτηρισμός αστικών πυρκαγιών από άποψη υπαιτιότητας ετών 2010, 2012, 2015, 2018, 2021 και 2022						
Έτος	2010	2012	2015	2018	2021	2022
Χαρακτηρισμός αιτίας	Αριθμός συμβάντων (ποσοστό %)					
Άγνωστος	16.440 (78,36%)	15.625 (76,94%)	12.966 (76,65%)	13.128 (79,79%)	15.278 (78,83%)	16.396 (79,80%)
Εμπρησμός από πρόθεση	626 (2,98 %)	634 (3,12 %)	467 (2,75%)	461 (2,80%)	536 (2,77%)	603 (2,94%)
Εμπρησμός από αμέλεια	3.119 (14,87%)	3.424 (16,86%)	2.885 (17,05%)	2.399 (14,58%)	2.943 (15,19%)	2.922 (14,25%)
Τυχαία	693 (3,30 %)	521 (2,57 %)	517 (3,06%)	389 (2,36%)	539 (2,78%)	518 (2,53%)
Φυσική	102 (0,49%)	104 (0,51%)	81 (0,48%)	76 (0,46%)	84 (0,43%)	100 (0,49%)
Σύνολο	20.980 (100%)	20.980 (100%)	16.916 (100%)	16.453 (100%)	19.380 (100%)	20.512 (100%)

Στο διάγραμμα 1.1 που ακολουθεί παρατίθενται στοιχεία από την Πυροσβεστική Υπηρεσία αναφορικά με την ποσοστιαία αναλογία των αιτιών εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018, με το μεγαλύτερο ποσοστό συμβάντων (80%) να καταλαμβάνει η άγνωστη αιτία.



Διάγραμμα 1.1 : Ποσοστιαία αναλογία των αιτιών εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018 ([Δραστηριότητες Πυροσβεστικού Σώματος - Δραστηριότητες Π.Σ. - Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος \(fireservice.gr\)](#))

Στο διάγραμμα 1.2 που ακολουθεί παρατίθενται στοιχεία από την Πυροσβεστική Υπηρεσία συγκριτικά με τον αριθμό των συμβάντων και την αιτία εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018, με τον μεγαλύτερο αριθμό συμβάντων (άνω των 12.000) να καταλαμβάνει η άγνωστη αιτία.



Διάγραμμα 1.2 : Αριθμός συμβάντων και αιτία εκδήλωσης πυρκαγιών του έτους 2018 ([Δραστηριότητες Πυροσβεστικού Σώματος - Δραστηριότητες Π.Σ. - Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος \(fireservice.gr\)](#))

1.2 Στάδια διαχείρισης των πυρκαγιών

Τα στάδια διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών βασίζονται σε ένα σύνολο απαιτούμενων ενεργειών, στις οποίες πρωταρχικό ρόλο κατέχουν οι ενέργειες που αφορούν την πρόληψη, προκειμένου να επέλθει μείωση των επιπτώσεων των πυρκαγιών, στο περιβάλλον καθώς και σε κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Στη συνέχεια ακολουθεί η καταστολή, η οποία είναι το πιο δύσκολο έργο από τη στιγμή εκδήλωσης της πυρκαγιάς. Τέλος, υπάρχει και η μεταπυρική αποκατάσταση, η οποία περιλαμβάνει τα μέτρα εκείνα, τα οποία πρέπει να παρθούν για την αντιμετώπιση των βραχυπρόθεσμων και μελλοντικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς, απ' όταν ολοκληρωθεί η κατάσβεσή της. Όλες οι προαναφερόμενες ενέργειες αποσκοπούν γενικότερα στην προστασία της ανθρώπινης ζωής, των κατοικιών και των οικοσυστημάτων από τις πυρκαγιές.

1.2.1 Το στάδιο της πρόληψης

Η πρόληψη είναι το στάδιο που αφορά ένα σύνολο ενεργειών, μέτρων και δράσεων με σκοπό τον έλεγχο, την άμεση αντίδραση και την ελαχιστοποίηση των αιτιών εκδήλωσης και κατ' επέκταση των επιπτώσεων των πυρκαγιών.

Η πρόληψη των πυρκαγιών περιλαμβάνει (ypen.gov.gr):

- την τροποποίηση των αιτιών που οδηγούν σε υψηλό επίπεδο κινδύνου έναρξής τους, ελαχιστοποιώντας κατά αυτόν τον τρόπο την πιθανότητα εκδήλωσής τους.
- την τροποποίηση των παραγόντων εξάπλωσής τους μετά την εκδήλωσή τους.
- την ελάττωση των καταστροφών που μπορεί να προκληθούν και του αντίκτυπου τους (ελάττωση τρωτότητας).
- ένα μηχανισμό άμεσου εντοπισμού, κατά τη δημιουργία οποιασδήποτε ικανής νέας εστίας ανάφλεξης, αλλά κι απόκρισης/ενημέρωσης των εμπλεκόμενων δυνάμεων άμεσης καταστολής.
- τη διερεύνηση των αιτιών και την ανάλυση στατιστικών, από κατάλληλα στελέχη, προκειμένου να επέλθει μείωση των πυρκαγιών από άγνωστα αίτια και να διαλευκανθούν οι εμπρησμοί.
- την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των πολιτών.

- την τεχνολογική εξέλιξη των υπαρχόντων μέσων και διαφόρων πρακτικών που εγκυμονούν κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς (π.χ. καταλύτες των αυτοκινήτων, παγίδες των σπινθήρων στους κινητήρες κλπ.), αξιοποιώντας σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και ενσωματώνοντας νέες πρακτικές.
- την πιστή εφαρμογή των υπαρχουσών νομοθετικών μέτρων καθώς και τη θέσπιση νέων. Τα τελευταία είναι απολύτως απαραίτητα καθώς όσο η τεχνολογία βελτιώνεται η υπάρχουσα νομοθεσία θα εμφανίζει ασάφειες και αδυναμίες. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχει εντατικοποίηση των ελέγχων ιδιαίτερα κατά την αντιπυρική περίοδο για την πιστή εφαρμογή της ισχύουσας δασικής και περιβαλλοντικής νομοθεσίας.
- την ορθολογική διαχείριση του δάσους, η οποία θα οδηγήσει στην αποτελεσματικότερη πρόληψη και διαχείριση των πυρκαγιών. Τα δάση που υπόκεινται σε καθεστώς ελέγχου και διαχείρισης, είναι λιγότερο εκτεθειμένα στις δασικές πυρκαγιές από τα μη διαχειρίσιμα. Προς την κατεύθυνση αυτή, θεωρείται σκόπιμη η απομάκρυνση νεκρών και προσβεβλημένων δέντρων από παθογόνους οργανισμούς και έντομα, η εκτέλεση καλλιεργητικών εργασιών, οι οποίες θα ελαττώσουν την πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιάς και θα συντελέσουν στη μείωση της έντασής της. Επιπλέον, απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση των προαναφερόμενων εργασιών, είναι η συντήρηση του ήδη υπάρχοντος δικτύου δρόμων ή η δημιουργία καινούριου, γεγονός που θα βοηθήσει στη δημιουργία αντιπυρικών ζωνών, καθώς και στην εύκολη κι άμεση ανταπόκριση των επίγειων δυνάμεων απόκρισης σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς. Επιπρόσθετα, το δάσος που υπόκειται σε καθεστώς διαχείρισης αποτελεί πλουτοπαραγωγικό πόρο για την τοπική κοινωνία, μέσω της απασχόλησης εργατικού δυναμικού, το οποίο θα λειτουργεί κι ως προσωπικό πρόληψης της εμφάνισης των πυρκαγιών κι άμεσης αντίδρασης - ενημέρωσης για την αντιμετώπιση σε περίπτωση εκδήλωσής τους.
- τον αντιπυρικό σχεδιασμό, στον οποίο εμπλέκονται οι υπηρεσίες και οι φορείς, που έχουν αρμοδιότητα σε ζητήματα διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών. Ο σχεδιασμός αυτός στηρίζεται στη χωρο-χρονική ανάλυση των ενδεχόμενων αιτιών, που απειλούν τα δάση από την οποία προκύπτουν προτεραιότητες ως προς τις εκτελούμενες δράσεις και τα έργα υλοποίησης, την επάρκεια σε δυνάμεις, σε μέσα και στην κατανομή αυτών, τους τρόπους κινητοποίησης καθώς και συνεργασίας με άλλους φορείς κλπ..

Απαραίτητα στοιχεία για τον αντιπυρικό σχεδιασμό αποτελούν τα δεδομένα της χωρικής κατανομής της καύσιμης ύλης, τα ιστορικά στοιχεία των πληγείσων περιοχών από τις πυρκαγιές, οι κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και το γεωμορφολογικό ανάγλυφο των περιοχών αυτών. Σύμφωνα με τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα στοιχεία / δεδομένα του αντιπυρικού σχεδιασμού, όπως το επίπεδο κινητοποίησης, τις περιπολίες, το επίπεδο του ημερήσιου προβλεπόμενου κινδύνου, προκύπτει μία γενικότερη οργάνωση και υλοποίηση προληπτικών έργων και δράσεων των κατ' αρμοδιότητα φορέων.

- τη δημιουργία προκατασταλτικών έργων (όπως δεξαμενές ύδατος, ελικοδρόμια, αντιπυρικές ζώνες κ.λπ.), η προτεραιότητα υλοποίησης των οποίων προκύπτει από τον αντιπυρικό σχεδιασμό, συνυπολογίζοντας και τον διαθέσιμο προϋπολογισμό.
- την ετοιμότητα – ύπαρξη του συστήματος εκτίμησης κινδύνου. Το σύστημα αυτό αποσκοπεί στην πρόβλεψη του κινδύνου έναρξης και εξέλιξης πυρκαγιών ανά ημέρα ή ημέρες και θεωρείται πρωταρχικό στοιχείο κατά τον αντιπυρικό σχεδιασμό, το οποίο καθορίζει το βαθμό της επιφυλακής και των ληφθέντων ανά περίπτωση μέτρων συγκριτικά με τον αντίστοιχο βαθμό επικινδυνότητας της κάθε ημέρας.
- τον άμεσο εντοπισμό των πυρκαγιών από εδάφους, αέρα καθώς και από τα διάφορα δορυφορικά συστήματα. Ο έγκαιρος εντοπισμός και η άμεση ενημέρωση για την ύπαρξη μιας πυρκαγιάς βοηθούν στην αποτελεσματικότερη και γρήγορη αντιμετώπισή της. Για τον εντοπισμό αυτό, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ενός ικανού δικτύου πυροφυλακείων, με εγκατεστημένα συστήματα με οπτικές κάμερες, οι οποίες θα δίνουν τη δυνατότητα απεικόνισης της κατάστασης στις εγκαταστάσεις ενός τοπικού ή και περιφερειακού επιχειρησιακού κέντρου, το οποίο θα είναι στελεχωμένο με το κατάλληλο προσωπικό επιτήρησης.

1.2.2 Το στάδιο της καταστολής

Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών αποτελεί το πιο δύσκολο κι επικίνδυνο έργο, το οποίο απαιτεί καλή οργάνωση προκειμένου να συντονίζονται οι εμπλεκόμενοι φορείς της πολιτικής προστασίας και ειδικότερα της δασοπυρόσβεσης. Οι φορείς αυτοί θα πρέπει να διαθέτουν επαρκή μέσα και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Η αποτελεσματικότητα του μηχανισμού αυτού και η έγκαιρη και σωστή αντιμετώπιση του

φαινομένου των πυρκαγιών έγκειται στους εξής παράγοντες («Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»):

1. Τα χαρακτηριστικά του κύριου φορέα που έχει την πρωταρχική ευθύνη της καταστολής των πυρκαγιών. Η ιεράρχηση των εμπλεκόμενων φορέων συγκριτικά με τη λήψη αποφάσεων κατά τη διαχείριση του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών, θεωρείται υψίστης σημασίας. Άρα η επιλογή είτε της Δασικής Υπηρεσίας, είτε της Πολιτικής Προστασίας ή της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας διαφαίνεται ότι επηρεάζει άμεσα τη συνολική διαχείριση των πυρκαγιών και το κόστος της.

2. Το πλαίσιο συνεργασίας όλων των εμπλεκόμενων υπηρεσιών – φορέων, την αποκλειστική υλοποίηση του οποίου φέρει ο κύριος φορέας λήψης των αποφάσεων. Με το πλαίσιο αυτό καθορίζεται ο τρόπος συνεργασίας των φορέων αλλά και των διαφόρων εθελοντικών ομάδων που δύνανται να συμμετάσχουν σε ένα ενιαίο σύστημα διαχείρισης συμβάντων. Στην χώρα μας πρωταρχικό ρόλο αναλαμβάνει η Εθνική Υπηρεσία Διαχείρισης Εκτάκτων Αναγκών (ΕΥΔΕΑ) της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, η οποία μαζί με τον Οργανισμό Διαχείρισης Πυρκαγιών δασών και υπαίθρου (ΟΔΙΠΥ), θέτουν σε εφαρμογή και συντονίζουν τις εμπλεκόμενες Υπηρεσίες, όπως την Πυροσβεστική Υπηρεσία, τη Δασική Υπηρεσία, τις Ένοπλες Δυνάμεις, τις αρμόδιες Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας των ΟΤΑ, άλλων δημόσιων και ιδιωτικών φορέων, καθώς και των εθελοντών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Εθνικό Διυπηρεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Συμβάντων (National Interagency Incident Management System – NIIMS) στις ΗΠΑ, όπου συνεργάζονται έξι ομοσπονδιακοί φορείς, το σύνολο των πολιτειακών φορέων και εθελοντές για όλους τους τύπους καταστροφών.

3. Στην επιλογή των κατάλληλων μέσων πυρόσβεσης (επίγειων ή εναέριων), τα οποία πρέπει να προσαρμόζονται στις εκάστοτε επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος (τοπογραφία, οδικό δίκτυο κ.λπ.), να κινητοποιούνται και να οργανώνονται αναλόγως.

4. Τη συγκεντρωτική ή αποκεντρωμένη οργάνωση, κινητοποίηση και συντονισμό όλων των διαθέσιμων μέσων.

5. Τη σωστή επιλογή και αξιοποίηση των διαθέσιμων εναέριων μέσων, ώστε να γίνεται η ανάλογη των διαθέσιμων μέσων πυρόσβεσης, λαμβάνοντας υπόψη και τις εκάστοτε

δυνατότητες υδροληψίας, γεγονός που θα επηρεάσει άμεσα την αποτελεσματικότητα της πυρόσβεσης.

6. Τις δυνατότητες και ικανότητες των δασοπυροσβεστικών και των εθελοντικών δυνάμεων.

7. Την αξιοποίηση των διαθέσιμων μεθόδων δασοπυρόσβεσης σε συνάρτηση με το σημείο προσβολής της πυρκαγιάς και τα διαθέσιμα μέσα.

9. Τη χρήση της φωτιάς ως μέσο δασοπυρόσβεσης με έμμεση προσβολή, για τις περιπτώσεις αυτές που το νερό είτε δεν επαρκεί ή δεν είναι εφικτό να φτάσει στο μέτωπο της πυρκαγιάς. Η χρήση αυτού του εναλλακτικού τρόπου πυρόσβεσης περιλαμβάνει οργάνωση και απαιτεί πολύ καλή μελέτη, προκειμένου να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Γενικότερα η καταστολή των πυρκαγιών, αποτελεί υψίστης σημασίας στάδιο, στο οποίο θα πρέπει να λαμβάνονται άμεσα αποφάσεις για την ορθολογικότερη διαχείριση και την άμεση κατάσβεσή τους. Ιδιαίτερη αναφορά στο σημείο αυτό γίνεται για τα εναέρια μέσα τα οποία δρουν καταλυτικά στο στάδιο της καταστολής των πυρκαγιών, καθώς και στην άμεση επέμβασή τους, καθώς και για τις επίγειες δυνάμεις, οι οποίες συνδράμουν καταλυτικά στην κατάσβεση και ενισχύουν το έργο των εναέριων μέσων. Είναι φανερό λοιπόν ότι η επιλογή των κατάλληλων μέσων, καθώς και η ορθολογικότερη αξιοποίησή τους διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα αλλά και την αποδοτικότητα του μηχανισμού καταστολής των πυρκαγιών.

1.2.3 Το στάδιο της μεταπυρικής αποκατάστασης

Η μεταπυρική αποκατάσταση περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων αποκατάστασης από υπάρχοντα ή/ και ενδεχόμενα προβλήματα και βλάβες που έχουν δημιουργηθεί από τις πυρκαγιές ή ενδεχομένως να προκύψουν και να προκληθούν από δευτερογενείς καταστροφές λόγω αυτών, καθώς και την επαναφορά στον βαθμό του εφικτού των πληγεισών περιοχών στην πρότερη κατάστασή τους ή σε καλύτερη από αυτή (dasarxeio.com).

Τα μέτρα αυτά αφορούν κυρίως τη διαχείριση της καμένης ξυλείας, την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, τη λήψη μέτρων προστασίας των οικισμών και των διαφόρων υποδομών από πλημμύρες και κατολισθήσεις καθώς και τη δημιουργία

βλάστησης με σπορά ή αναδάσωση, κυρίως σε περιοχές όπου η φυσική αναγέννηση δεν είναι δυνατή. Επιπλέον, μέτρα λαμβάνονται για την περαιτέρω χρήση των καμένων εκτάσεων, τα οποία αφορούν την απαγόρευση της βόσκησης, τη μη δυνατότητα για αλλαγές χρήσης της γης και για καταπατήσεις. Για να μπορέσει όμως η μεταπυρική αποκατάσταση να λειτουργήσει θα πρέπει να καταγραφούν οι καμένες εκτάσεις και να εκτιμηθεί η συνολική κατάστασή τους προκειμένου (dasarxheio.com):

- να ληφθούν άμεσα αντιδιαβρωτικά μέτρα για τα εδάφη και να υλοποιηθούν δράσεις κατά της ενδεχόμενης υποβάθμισής τους.
- να προβούν οι αρμόδιοι φορείς σε άμεσες και αποτελεσματικές επεμβάσεις επεμβάσεων του όλου τοπίου.
- να εξευρεθεί ορθολογική λύση για τη διαχείριση της χλωρίδας, καθώς και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που τυχόν ήταν εγκατεστημένες στην πληγείσα περιοχή.
- να υπάρξει αποτελεσματικότερη διαχείριση της επιφανειακής απορροής για την αποτροπή πλημμυρικών φαινομένων.
- να αντιμετωπιστεί ενδεχόμενη μείωση της ποσότητας και της ποιότητας στο υδατικό ισοζύγιο.
- να αποτραπούν τυχόν αλλαγές στις χρήσεις γης (καταπατήσεις, παράνομη οικιστική ανάπτυξη).

Εν κατακλείδι, επισημαίνεται ότι στα μέτρα της μεταπυρικής αποκατάστασης εντάσσονται και τα μέτρα που αποσκοπούν στην επαναφορά του ρυθμού κανονικότητας των τοπικών κοινωνιών, την εξασφάλιση των υπάρχουσών οικονομικών δραστηριοτήτων, καθώς και την ανοικοδόμηση των οικισμών που γειτνιάζουν με τις δασικές περιοχές που επλήγησαν από τις πυρκαγιές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υδάτινο Περιβάλλον

2.1 Χαρακτηριστικά υδάτινου περιβάλλοντος – ορισμοί

Τα ύδατα διακρίνονται σε επιφανειακά, υπόγεια και όμβρια.

Στα επιφανειακά ύδατα περιλαμβάνονται τα ποτάμια, οι λίμνες (τεχνητές ή μη), τα φράγματα, οι λιμνοδεξαμενές, τα ρέματα και οι θάλασσες. Ορισμένα από αυτά συνήθως χρησιμοποιούνται ως πηγή υδροληψίας όταν δεν επαρκούν τα υπόγεια νερά (www.yren.gov.gr).

Τα υγιή οικοσυστήματα επιφανειακών υδάτων είναι σημαντικά για πολλούς λόγους. Εξασφαλίζουν ότι οι ποικίλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες (όπως π.χ. η γεωργία, η βιομηχανία κλπ.) μπορούν να έχουν πρόσβαση σε καθαρό νερό. Η υγεία των επιφανειακών υδάτων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της υδρομορφολογίας και της ρύπανσης. Η βασική νομοθεσία για τα εσωτερικά, (μεταβατικά, παράκτια) επιφανειακά ύδατα επικεντρώνεται στην επίτευξη μιας καλής οικολογικής κατάστασης και χημικής σύστασης. Για την επίτευξη αυτή απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η διατήρηση των ποιοτικών στοιχείων και θρεπτικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων των βιολογικών, υδρομορφολογικών, φυσικοχημικών χαρακτηριστικών. Για καλή χημική κατάσταση, τα επιφανειακά ύδατα πρέπει να πληρούν ελάχιστα πρότυπα ποιότητας για επιλεγμένους ρύπους και πρέπει να μειώνουν ή να καταργούν σταδιακά τις εκπομπές των ουσιών αυτών στα ύδατα. Προς την κατεύθυνση αυτή θεσπίστηκε το 2013 μηχανισμός δημιουργίας καταλόγου επιτήρησης σχετικά με τη βελτίωση της παρακολούθησης ουσιών. Τον Οκτώβριο του 2022 η Επιτροπή ενέκρινε πρόταση αναθεώρησης του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα. Προτείνονται 25 ουσίες για προσθήκη, συμπεριλαμβανομένου ενός προτύπου για το σύνολο των φυτοφαρμάκων. Οι προτεινόμενες ουσίες ενέχουν καλά τεκμηριωμένους κινδύνους για τη φύση και την ανθρώπινη υγεία. Περιλαμβάνουν υπερφθοριωμένες αλκυλιωμένες ουσίες, που χρησιμοποιούνται σε μαγειρικά σκεύη, ρούχα και έπιπλα, αφρούς πυρόσβεσης και προϊόντα προσωπικής φροντίδας, μια σειρά φυτοφαρμάκων, τη δισφαινόλη Α -πλαστικοποιητής και συστατικό πλαστικής συσκευασίας-, ορισμένα φαρμακευτικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται ως παυσίπονα, αντισπασμωδικά ή αντιβιοτικά κλπ.. Σύμφωνα με στοιχεία που έχουν αναρτηθεί στον ιστότοπο της

Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ενέργειας, Κλιματικής Αλλαγής και Περιβάλλοντος, υπάρχουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκατό χιλιάδες (100.000) συστήματα επιφανειακών υδάτων, στα οποία συγκαταλέγονται τα ρέματα, οι ποταμοί, οι λίμνες, οι υγρότοποι και οι ταμιευτήρες. Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία της ίδιας Επιτροπής, πάνω από το ένα τρίτο (1/3) των περιοχών λεκάνης απορροής ποταμών είναι διασυννοριακές, ενώ μόνο το 40% των επιφανειακών υδάτων είναι σε καλή κατάσταση (www.environment.ec.europa.eu).

Κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ενδιάμεσα σε διάφορα στρώματα, που αποτελούνται από έδαφος, βραχώδεις ή διαφόρους γεωλογικούς σχηματισμούς, βρίσκονται τα υπόγεια ύδατα (Η Αριθ. 1420/82031 Φ.Ε.Κ. 1709/τ. Β' Υπουργική Απόφαση «Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης»).

Τα υπόγεια ύδατα είναι το σύνολο των υδάτων που έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή το υπέδαφος. Η ποιότητά τους είναι σταθερή αλλά έχουν μικρή παροχή. Η ροή και η άντληση των υπογείων υδάτων πραγματοποιείται με διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς, προκειμένου να τροφοδοτούν γεωτρήσεις ή πηγές. «Οι υδροφορείς έχουν αυξημένη ικανότητα να αποθηκεύουν και να μεταβιβάζουν νερό. Διακρίνονται σε φρεάτιους ή «ελεύθερους» (είναι οι ευρισκόμενοι πλησιέστερα στην επιφάνεια του εδάφους και παρουσιάζουν ελεύθερη επιφάνεια, δηλαδή επιφάνεια νερού όπου η πίεση του νερού είναι ίση με την ατμοσφαιρική) και σε αρτεσιανούς (είναι οι βαθύτερα ευρισκόμενοι στη φύση, και το νερό που περιέχεται σε αυτούς είναι υπό πίεση)» (Η Αριθ. 1420/82031 Φ.Ε.Κ. 1709/τ. Β' Υπουργική Απόφαση «Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης»).

Πάνω από το 95% του γλυκού νερού του κόσμου, εξαιρουμένων των παγετώνων και των πάγων, βρίσκεται υπόγεια. Τα υπόγεια ύδατα παρέχουν τη σταθερή βασική ροή ποταμών και υγροτόπων, που είναι υψίστης σημασίας για αυτά τα φυσικά οικοσυστήματα και ταυτόχρονα είναι η πηγή νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, γεωργία, βιομηχανία και τουρισμό. Παρ' όλα αυτά επειδή η κίνηση των υπογείων υδάτων είναι σχετικά αργή και οι επιπτώσεις της ρύπανσής τους από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι μακροπρόθεσμες, γίνεται κατανοητό ότι η ρύπανση των υδάτων αυτών, υφιστάμενη προ δεκαετιών, ταλανίζει την ποιότητά τους μεταγενέστερα. Η συσσώρευση ορισμένων ρύπων θα συνεχιστεί για αρκετές γενιές στο μέλλον. Η

αποκατάσταση των υπόγειων υδάτων για την απομάκρυνση των ρύπων είναι πολύ δύσκολη, όπως και ο εντοπισμός και η μέτρηση της παρουσίας και των επιπτώσεων της ρύπανσης στα ύδατα αυτά. Αυτό οδηγεί σε έλλειψη ευαισθητοποίησης και στοιχείων σχετικά με την έκτασή της. Οι υπόγειοι υδάτινοι πόροι υφίστανται επίσης αυξανόμενη πίεση από την άντληση νερού και την κλιματική αλλαγή (www.environment.ec.europa.eu).

Τα νερά της βροχής, τα νερά από έκπλυση των οικιών, το πότισμα των κήπων, το πλύσιμο των δρόμων και πλατειών και τα νερά των βροχοπτώσεων χαρακτηρίζονται ως όμβρια ύδατα. Τα νερά αυτά είτε συλλέγονται μέσω κατάλληλου δημοτικού δικτύου αποχέτευσής τους, είτε καταλήγουν στο ρείθρο του πεζοδρομίου. Η μελέτη, εφαρμογή και υλοποίηση δικτύου αποχέτευσης όμβριων υδάτων έχει εφαρμογή και ως μέτρο αντιπλημμυρικής προστασίας πολλών περιοχών. Τα όμβρια ύδατα χρησιμοποιούνται σπάνια ως πηγή υδροληψίας σε περιοχές που δεν υπάρχει ή δεν επαρκεί κάποια άλλη εναλλακτική μέθοδος, ύστερα από επεξεργασία τους (www.eydap.gr).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο υδάτινο περιβάλλον

3.1 Επιπτώσεις – Αναφορά

Κάθε χρόνο, σε ολόκληρο τον πλανήτη, εκδηλώνεται ένας μεγάλος αριθμός δασικών πυρκαγιών, κυρίως σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια, όπως συμβαίνει στις περιοχές της Μεσογείου.

Η αύξηση της συχνότητας καθώς και η παρατεταμένη χρονική διάρκεια των πυρκαγιών έχουν δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στο περιβάλλον, καθώς και στην ποιότητα των υδάτων. Σε συνέχεια των προαναφερόμενων, αν συνυπολογιστεί και το φαινόμενο της αστικοποίησης, γίνεται αντιληπτό ότι η επέκταση των πυρκαγιών από τις δασικές περιοχές στις αστικές, δημιουργεί ένα μεγαλύτερο φάσμα εκπεμπόμενων ρύπων, για τους οποίους δεν υπάρχουν πολλά διαθέσιμα στοιχεία, ώστε οι φερόμενοι ως υπεύθυνοι διαχείρισης των υδάτινων συστημάτων να μπορούν να μετριάσουν τις επιπτώσεις των πυρκαγιών στα συστήματα αυτά. Ως αποτέλεσμα, οι διαχειριστές ποιότητας των υδάτων δεν διαθέτουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την πρόβλεψη, την αντιμετώπιση και ενδεχομένως τον μετριασμό των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών.

Παρ' όλα αυτά προτεραιότητα, ύστερα από την κατάσβεση της πυρκαγιάς, αποτελεί η υγειονομική αναγνώριση του εκάστοτε συστήματος ύδρευσης και του τρόπου λειτουργίας του, σε συνδυασμό με τη λήψη δειγμάτων νερού για εργαστηριακές εξετάσεις και τον έλεγχο του υπολειμματικού χλωρίου. Τα συστήματα ύδρευσης που εξετάζονται στην περίπτωση αυτή είναι η λεκάνη απορροής υδροληψίας, η πηγή υδροληψίας, οι εξωτερικοί αγωγοί, το αντλιοστάσιο, οι δεξαμενές, το δίκτυο διανομής, το σύστημα επεξεργασίας, η απολύμανση, καθώς και οι εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις.

Ειδικότερα, θα πρέπει να διενεργούνται δειγματοληψίες νερού στα συστήματα ύδρευσης των πληγεισών περιοχών και να ακολουθεί ο εργαστηριακός έλεγχος αυτών για τις μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους που περιλαμβάνονται στην αριθ. Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023 (ΦΕΚ 3525/Β` 25.5.2023) «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του

Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020)».

3.2 Δείκτες και παράμετροι ρύπανσης

3.2.1 Υδρολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η επίδραση των πυρκαγιών στα υδρολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός υδάτινου συστήματος, είναι αδιαμφισβήτητη, αφού μέσω του νερού δύναται να μεταφέρονται ρύποι. Το 66% των μελετών που ασχολήθηκαν με τα υδρολογικά χαρακτηριστικά, κατέληξαν ότι οι δασικές πυρκαγιές αυξάνουν την επιφανειακή απορροή, καθώς και τη ροή των ποταμών, το 10% των μελετών αυτών διαπίστωσε μείωση, ενώ μόλις το 24% δεν διαπίστωσε κάποια ουσιώδη μεταβολή (Paul et al., 2021).

Επιπλέον, η αυξημένη επιφανειακή απορροή σε συνδυασμό με τις βροχοπτώσεις, που δύναται να επακολουθήσουν των πυρκαγιών, έχουν ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη διάβρωση των εδαφών, την ύπαρξη αιωρούμενων στερεών και την αύξηση των συγκεντρώσεων των ιζημάτων (Moody et al., 2013). Από στοιχεία μελετών και από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αιωρούμενα στερεά και θολερότητα, διαπιστώθηκε αύξηση σε 91% των δειγμάτων, σε 9% αυτών δεν υπήρχε καμία μεταβολή ενώ σε καμία των περιπτώσεων δεν διαπιστώθηκε μείωση (Moody et al., 2013).

3.2.2 Φυσικοχημικές παράμετροι & Υδρόβια ζωή

Στην υδρόβια ζωή, η θερμοκρασία του νερού και το φως διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο. Η ανάπτυξη των αλγών και των φυτών που μεταφέρουν τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης στο νερό για να αναπτυχθούν, επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα του φωτός (Paul et. al, 2021).

Από στοιχεία μελετών που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να συσχετιστεί το φαινόμενο των πυρκαγιών με την επίδραση στα φυτά του υδάτινου οικοσυστήματος, διαπιστώθηκε ότι από την απώλεια παρόχθιων εκτάσεων και λόγω της επιφανειακής απορροής, αυξήθηκε στους ποταμούς η θολερότητα, γεγονός που είχε δυσμενή επίδραση στα φωτοσυνθετικά φυτά (Paul et al., 2021). Επίσης, στο 79% των μελετών που διεξήχθησαν σε υδάτινα οικοσυστήματα πλησίον δασικών περιοχών που επλήγησαν από πυρκαγιές υπήρχε αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων, το 21% αυτών δεν

διαπίστωσε κάποια διακύμανση, ενώ καμία μελέτη δεν κατέληξε σε μείωση. Η θερμοκρασιακή διακύμανση αυτή, σύμφωνα με τα όσα αναφέρουν οι Paul et al. (2021) έχει αυξητική τάση κατά μέσο όρο 7,9 °C και μπορεί να διαρκέσει έως 11 έτη (Dunham et al., 2007). Οι μελέτες αυτές επικεντρώθηκαν σχεδόν αποκλειστικά στους ποταμούς. Μεταβολές στα θερμικά καθεστώτα έχουν επίσης παρατηρηθεί σε υγρότοπους (Gu et al., 2008) και λίμνες σε καμένες λεκάνες απορροής (McCullough et al., 2019).

Διάφορες έρευνες έχουν διεξαχθεί και συσχετίζουν δείκτες (βιοτικούς, ποικιλότητας, βιολογικούς) αξιολογώντας τη ρύπανση των επιφανειακών υδάτων. Τέτοια έρευνα είναι των Mc Donald et al. (2018), η οποία διεξήχθη στον βιότοπο που βρίσκεται κοντά στην παράκτια πεδιάδα της βορειοδυτικής κομητείας Caroline και ασχολήθηκε με την επίδραση του φαινομένου της πυρκαγιάς στον γκρίζο δεντροβάτραχο (*Hyla versicolor*). Η προαναφερόμενη έρευνα κατέληξε ότι το συγκεκριμένο είδος, αν και δεν επηρεάζεται ως προς την επιβίωσή του, από τις επιπτώσεις του φαινομένου της πυρκαγιάς, ωστόσο εμφανίζει διαφορές κατά την ωοτοκία και την ανάπτυξη του γυρίνου. Συγκεκριμένα, οι δεντροβάτραχοι που διαβιούσαν σε περιβάλλον επηρεασμένο από φωτιά, είχαν μικρότερο μέγεθος σε επίπεδο γυρίνων, καθώς και μειωμένη φυσική κατάσταση στην ενήλικη φάση τους, από αυτούς που μεγάλωναν σε ένα μη πληττόμενο από τη φωτιά περιβάλλον.

Άλλη μία έρευνα των Swartz et al. (2022) αξιολόγησε ένα χρόνο μετά τη σοβαρή πυρκαγιά στο Όρεγκον των ΗΠΑ. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής ήταν ότι η θερμοκρασία των υδάτων, η χλωροφύλλη, καθώς και το μέγεθος, η πυκνότητα και η βιομάζα της παράκτιας πέστροφας νεογνικής ηλικίας, εμφάνισαν διαφορετικές τιμές και στις τρεις περιπτώσεις καμένων εκτάσεων που ελέγχθηκαν, σε σχέση με τους αντίστοιχους δείκτες σε τρεις εκτάσεις αναφοράς. Όταν τα ρέματα αξιολογήθηκαν συλλογικά, η φωτιά δεν είχε επίδραση στη μεγαλύτερη πυκνότητα σπονδυλωτών ή στη βιομάζα τους. Συγκεκριμένα, αφού εξετάστηκαν τα ρέματα των τριών ποταμών ξεχωριστά, διαπιστώθηκε ότι στις δύο σοβαρά πληττόμενες από την πυρκαγιά περιοχές, υπήρχε αύξηση στα επίπεδα της θερμοκρασίας και μείωση στην πυκνότητα των σπονδυλωτών και βιομάζα. Στην τρίτη υπό εξέταση περιοχή, η οποία είχε πληγεί λιγότερο από τις δύο άλλες, η αύξηση της θερμοκρασίας κυμαινόταν σε μέτρια επίπεδα, ενώ οι πληθυσμοί της ενήλικης πέστροφας και της γιγάντιας σαλαμάνδρας του Ειρηνικού σημείωσαν αύξηση (Swartz et al., 2022).

Μία ακόμα έρευνα των Sanders et al. (2022), που διεξήχθη σε έντεκα περιοχές του Όρεγκον των ΗΠΑ, που είχαν πληγεί από πυρκαγιά το 2020, κατέληξαν στο ότι οι θερμοκρασίες στα ρεύματα των υδάτων αλλά και στον αέρα επηρεάζονται κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς, από τη σκίαση και τον καπνό. Η έρευνα αυτή που πραγματοποιήθηκε μήνες μετά την πυρκαγιά, διαπίστωσε ότι τα ημερήσια επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου (DO) μειώθηκαν από 1,3 έως 16,9% κι ότι οι επιπτώσεις από τη διακύμανση αυτή, ήταν ελάχιστες στους υδρόβιους ζώντες οργανισμούς των υπό εξέταση περιοχών, ενώ ο καπνός θα επιφέρει μεγαλύτερες και δυσμενέστερες επιπτώσεις στις φυσικοχημικές ιδιότητες των υδάτων.

Οι Abraham et al. (2017), διεξήγαγαν μία μελέτη αναφορικά με τις επιπτώσεις (επιτόπιων και κατάντη) των πυρκαγιών στις συνδέσεις των υδρεύσεων. Από τη μελέτη αυτή προέκυψε ότι από τις πυρόπληκτες περιοχές μεταφέρονται στις λεκάνες απορροής και γενικότερα στα ύδατα (ακόμα και σε αυτά με χαμηλή στάθμη), μέσω των βροχοπτώσεων και των κατακρημνισμάτων, φερτά υλικά, χώματα και ιζήματα, τα οποία περιέχουν και τέφρα, που αποτελεί προϊόν καύσης. Η αύξηση της ποσότητας των φερτών υλικών και των ιζημάτων κατά τις βροχοπτώσεις μπορεί να επηρεάσει την επιβίωση, την αναπαραγωγή και τη μετανάστευση των ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών. Επιπλέον, οι πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή των ενδιαιτημάτων, μείωση της διαθεσιμότητας της τροφής και του καταφυγίου για τα υδρόβια ζώα.

3.2.3 Χημικές παράμετροι

Αξίζει να αναφερθεί ότι ιδιαίτερα οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν την αιτία δημιουργίας και εισροής πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAHs), οι οποίοι εμφανίζουν υψηλά επίπεδα τοξικότητας και αντοχής και έχουν τάση να βιοσυσσωρεύονται. Η παρουσία τους λοιπόν, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση και ανακατανομή τους και στα υδάτινα οικοσυστήματα. Για τον λόγο αυτό, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών έχει απαριθμήσει 16 PAHs ως ρύπους προτεραιότητας, με κυριότερους τη ναφθαλίνη (NAP), το ακεναφυθυλένιο (ACY), το ακεναφθένιο (ACE), το φλουρένιο (FLU), το βενζο (α) πυρένιο κ.ά., οι οποίοι

Σχήμα 3.1 : Οδοί και τρόποι μεταφοράς των PAHs (Campos et al., 2019)

Ανεξάρτητα από τη σπουδαιότητα της επίδρασης των εισροών των PAHs στα υδατικά συστήματα, υπάρχουν μελέτες, λίγες βέβαια στον αριθμό, όπως αυτές των Olivella et al., το 2006 και των Vila-Escale et al., το 2007, οι οποίες παρατήρησαν αύξηση των επιπέδων εισροής των PAHs σε ποταμούς, μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές στην Καταλονία της Ισπανίας. Στην πρώτη μελέτη, η εισροή των PAHs στους ποταμούς αποδόθηκε σε ατμοσφαιρικές εναποθέσεις της τέφρας, λόγω του ότι κατά την περίοδο διεξαγωγής της έρευνας, δεν παρατηρήθηκαν βροχοπτώσεις ή εάν υπήρχαν, ήταν μικρής έντασης και διάρκειας. Στη δεύτερη μελέτη, λόγω της επικράτησης έντονων βροχοπτώσεων κατά τη διεξαγωγή της, η εισροή των PAHs στους ποταμούς αποδόθηκε λόγω διάβρωσης του εδάφους μετά τη φωτιά.

Στοιχεία που αντλήθηκαν από μελέτη των Rust et al. το 2018, δείχνουν αλλαγή στην ποιότητα των υδατορευμάτων, εντός πέντε ετών από την εκδήλωση πυρκαγιάς, ως προς τις συγκεντρώσεις διαφόρων μετάλλων και διαφόρων μορφών θρεπτικών ουσιών (π.χ. αζωτούχων, φωσφόρου). Επιπλέον, τα διαλυμένα συστατικά των ιόντων και των μετάλλων έδειχναν τάση μείωσης των συγκεντρώσεών τους σε λιγότερο από πέντε χρόνια μετά τη φωτιά (Rust et al., 2018). Έρευνα που διεξήχθη σε ψάρια λίμνης 10 χρόνια μετά από την εκδήλωση πυρκαγιάς ανέδειξε υψηλές συγκεντρώσεις υδραργύρου, ενώ σε μία άλλη έρευνα καταγράφηκε 33 χρόνια μετά την εκδήλωση πυρκαγιάς, μείωση της συγκέντρωσης του μετάλλου αυτού, περίξ μίας λεκάνης απορροής, γεγονός που αποδόθηκε στα διαφορετικά είδη βλάστησης (Johnson et al., 2007). Σε έρευνα των Harper et al. (2018) καταγράφηκε η παρουσία σιδήρου και μαγγανίου σε ρέματα πλησίον πυρόπληκτων περιοχών. Σε έρευνα των Burton et al. (2016), τα επίπεδα των συγκεντρώσεων αρσενικού, χαλκού, μολύβδου, νικελίου και ψευδαργύρου στη στάχτη που προερχόταν από την καύση οικοδομικών υλικών στη Νότια Καλιφόρνια ήταν μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στη στάχτη που προερχόταν από τη δασική ύλη.

Μία ακόμα έρευνα των Burke et al. το 2015, επικεντρώθηκε στην εξέταση νερού και των μοτίβων εκροής του φωσφόρου σε τέσσερις μεγάλες πεδιάδες στο Βόρειο ημισφαίριο (130 έως 247 km²), οι δύο εκ των οποίων είχαν καεί και οι άλλες δύο ήταν αναφοράς. Το χρονικό διάστημα της μελέτης αφορούσε τις περιοχές αυτές πριν και τέσσερα χρόνια μετά την επέλαση του φαινομένου της πυρκαγιάς και εστίασε στην επίδραση της

έντασης και της διάρκειας των βροχοπτώσεων στα μοτίβα εκροής του φωσφόρου. Η ανάλυση των χρονικών διαστημάτων μιας καμένης περιοχής και μιας λεκάνης απορροής αναφοράς, που παρακολουθήθηκε πριν και μετά την πυρκαγιά, κατέδειξε ότι κατά την ίδια χρονική περίοδο, η απορροή διαλυμένου και σωματιδιακού φώσφορου ήταν υψηλότερη στην καμένη λεκάνη απορροής κατά τη διάρκεια των τεσσάρων ετών μετά τη φωτιά, από ότι πριν από την πυρκαγιά. Από το τέταρτο έτος μετά την πυρκαγιά, οι μετρήσεις στα ύδατα που γειτνιάζαν με τις καμένες πεδιάδες συνέχισαν να εξάγουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε φώσφορο απ' ότι σε αυτές της αναφοράς και συγκεκριμένα κατά μέσο όρο 1,6 έως και 3,7 φορές περισσότερο (Burke et al., 2015).

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε έρευνα των Martens et al., το 1998, για την χημική επίδραση της καύσης σε χώρο ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων που γειτνίαζε με το φαράγγι του Κουρουπητού στην Κρήτη, διαπιστώθηκε ότι, τα δείγματα που ελήφθησαν από το έδαφος της άμεσης περιοχής απόρριψης αποβλήτων και από την παραλία, η οποία βρισκόταν κοντά στην έξοδο της ρεματιάς, επηρεάστηκαν πολύ από τις επικίνδυνες εκπομπές. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι τα δύο δείγματα πιθανότατα δεν μολύνθηκαν μόνο από την εναπόθεση ουσιών, οι οποίες εκπέμπονταν από τη διαδικασία καύσης, αλλά και από απώλειες αρχικών αποβλήτων ή από υπολείμματα των φλεγόμενων αποβλήτων, τα οποία διαβρώθηκαν από έντονες βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα τη μεταφορά των ουσιών μέσω της απορροής στην έξοδο της ρεματιάς, με τελική κατάληξη στη θάλασσα. Το τελευταίο μονοπάτι εισροής των ουσιών εμφάνιζε υψηλές συγκεντρώσεις στο δείγμα παραλίας και παρόμοια κατανομή διοξινών, φουρανίων και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων που προσομοιάζουν με τις διοξίνες, τόσο μέσα στη χαράδρα, όσο και στην παραλία καθώς και στην έξοδο της ρεματιάς (Martens et al., 1998).

Άλλες βιβλιογραφικές παραπομπές (Paul et al., 2021) αναφέρουν ότι μετά από πυρκαγιές υπάρχει αύξηση της περιεκτικότητας των υδάτινων αποδεκτών στο 77% των περιπτώσεων σε άζωτο και στο 65% σε φώσφορο, ενώ και στο 77% άλλων μελετημένων περιπτώσεων καταγράφηκε αύξηση των συγκεντρώσεων σε ασβέστιο και κάλιο.

Επιπρόσθετα και η αγωγιμότητα στο 69% των περιπτώσεων που εξετάστηκαν μετά από συμβάντα πυρκαγιών είχε αυξημένα επίπεδα, ενώ για το pH και την αλκαλικότητα οι μισές από τις βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν καταδεικνύουν μέτρια αύξηση

κυρίως σε βορειότερες περιοχές και ποτάμια που καταλήγουν στη Μεσόγειο (Paul et al., 2021).

Όσον αφορά τον οργανικό άνθρακα και το άζωτο, ενώσεις οι οποίες είναι σημαντικές να ανιχνεύονται κυρίως για το ενδεχόμενο ρύπανσης του πόσιμου νερού με υποπροϊόντα τους, μόλις σε λιγότερες από τις μισές βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν καταγράφουν αύξηση στον οργανικό άνθρακα (Paul et al., 2021).

Μία ακόμα έρευνα κατέδειξε την ύπαρξη βενζολίου και άλλων πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) σε συγκεντρώσεις δυο και τρεις φορές μεγαλύτερες πάνω από τα ισχύοντα όρια πόσιμου νερού, ενώ πιθανολογείται ότι η αύξηση αυτή δημιουργείται λόγω καύσης πλαστικών υλικών (Macler et al., 2020).

Οι υπερφθοριωμένες αλκυλιωμένες ουσίες (PFAS) αποτελούν μία μεγάλη κατηγορία ανθεκτικών χημικών ουσιών, οι οποίες παράγονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και έχουν δυσάρεστες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Στις ΗΠΑ, οι αφροί πυρόσβεσης που αποσκοπούν σε στρατιωτική χρήση περιέχουν ενώσεις PFAS, αλλά οι εγκεκριμένοι επιβραδυντές πυρκαγιάς για γενικότερη χρήση δεν περιέχουν PFAS (Paul et al., 2021). Τη μη ύπαρξη των συγκεκριμένων ουσιών επιβεβαιώνει και μία ακόμα έρευνα, που αφορούσε τις επιπτώσεις των πυρκαγιών στην Ισπανία, σύμφωνα με την οποία, δεν υπήρχαν αυξημένες συγκεντρώσεις PFAS στις πληγείσες περιοχές (Campos et al., 2017).

Τέλος, οι Bondar et al. (2014) μελέτησαν την επίδραση των δασικών πυρκαγιών, που σημειώθηκαν σε ιδιόζουσες περιοχές (ζώνη αποκλεισμού Τσέρνομπιλ, λεκάνη απορροής στο Εθνικό εργαστήριο Los Alamos στο Νέο Μεξικό) πλησίον ανθρωπογενούς δραστηριότητας με ραδιενέργεια. Σε περιόδους εκτεταμένων πυρκαγιών, παρατηρήθηκε αύξηση του νέφους συγκεκριμένων τα ραδιονουκλεΐδια (καίσιο 137, πλουτώνιο 239, 240) σε επιφανειακά νερά του βρίσκονταν στη ζώνη αποκλεισμού του Τσέρνομπιλ. Παρ' όλα αυτά τέσσερα χρόνια μετά τις πυρκαγιές οι συγκεντρώσεις των ραδιονουκλεϊδίων είχαν μειωθεί, γεγονός που κατέδειξε ότι μακροπρόθεσμα οι πυρκαγιές μειώνουν τα επίπεδα των ουσιών αυτών καθώς εναποτίθενται στο έδαφος (Paul et al., 2021).

3.2.4 Μικροβιολογικοί παράμετροι

Εκτός από τις φυσικοχημικές παραμέτρους και την υδρόβια ζωή, υπάρχουν και μικροοργανισμοί, η παρουσία των οποίων χρησιμοποιείται ως δείκτης αξιολόγησης της κατάστασης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (πόσιμο, αναψυχής) και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Τέτοιοι μικροοργανισμοί είναι η *Escherichia Coli* και τα κολοβακτηριοειδή. Η παρουσία τους στο νερό, δεν προκαλείται κατά κύριο λόγο από την εκδήλωση αυτής καθεαυτής της πυρκαγιάς, αλλά κυρίως λόγω της πρόκλησης μηχανικών βλαβών στο δίκτυο ύδρευσης της εκάστοτε περιοχής, γι' αυτό και συνίσταται η διερεύνηση οποιασδήποτε πιθανότητας διαρροής που μπορεί να δημιουργεί πρόβλημα στην ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (όπως θραύση σωλήνων) και αποκατάστασή τους (Paul et al., 2021). Οι συγκεντρώσεις μικροβιακού φορτίου στο έδαφος συνήθως μειώνονται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν από την εκδήλωση της πυρκαγιάς και η στάχτη μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη των παθογόνων αυτών (Valenca et al., 2020). Εν κατακλείδι, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αποτελούν δείκτη μόλυνσης του νερού, προέρχονται σχεδόν εξολοκλήρου από απόβλητα ανθρωπογενούς ή ζωικής προέλευσης.

3.3 Η διαχείριση των επιπτώσεων

Η πρόβλεψη του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων μετά τη φωτιά είναι ζωτικής σημασίας για τη διενέργεια αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού της υποβάθμισης της ποιότητας των υδάτων και της δυνατότητας επεξεργασίας τους, ιδίως δεδομένης της αυξημένης λειψυδρίας και του κινδύνου πυρκαγιάς σε πολλές περιοχές.

Η εκτίμηση του κινδύνου της μόλυνσης, απαιτεί πρωτίστως να υπάρχει καταγραφή του υδρολογικού και γεωμορφολογικού μοτίβου της περιοχής, ώστε να αξιολογηθεί η παραγωγή, η κίνηση ή εισροή, καθώς και η συσσώρευση των ρύπων στον υδάτινο αποδέκτη, ενώ απαραίτητως πρέπει να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά της φωτιάς και των καυσίμων, που καθορίζουν την παραγωγή των ρύπων.

Όπως προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας, οι ρύποι που προκαλούν ανησυχία για την εμφάνισή τους στα ύδατα, ύστερα από την

εκδήλωση πυρκαγιάς, είναι συχνά γνωστοί και η αντιμετώπισή τους είναι συνυφασμένη με την κατάσταση του αποδέκτη ή του δικτύου αντίστοιχα.

3.3.1 Μέθοδοι και εφαρμοσμένες τεχνικές απορρύπανσης

Η βασικότερη και πιο διαδεδομένη ίσως μέθοδος αποκατάστασης του εκάστοτε περιβάλλοντος είναι αυτή που βασίζεται στους φυσικούς μηχανισμούς εξασθένησης της ρύπανσης. Επειδή όμως, οι χημικοί κίνδυνοι που μπορεί να εισέλθουν στο υδάτινο οικοσύστημα, είναι πλέον πολλοί, όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.1, που παρατίθεται στη συνέχεια, δεν αρκεί μόνο η αντίδραση της φύσης. Η λήψη περιορισμών, ο ορισμός παραμετρικών τιμών καθώς και η τήρησή τους αποτελεί το ουσιαστικότερο εκ των μέτρων αντιμετώπισης (Abraham et al., 2017).

Στον πίνακα 3. 1 που ακολουθεί αποτυπώνονται οι μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων των χημικών ουσιών, όπως αυτές έχουν προκύψει από σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση (Paul et. al, 2021). Είναι ενδεικτικό λοιπόν, ότι οι εκάστοτε υπεύθυνοι διαχείρισης των πηγών υδροληψίας και των συστημάτων νερού πρέπει να είναι σε εγρήγορση, προκειμένου να αποφευχθεί ενδεχόμενη μόλυνση των υδάτων μετά από την εκδήλωση πυρκαγιάς.

Πίνακας 3.1 : Μέγιστες τιμές βιβλιογραφίας που υπερβαίνουν τα μεγέθη των προτύπων πόσιμου νερού της EPA των ΗΠΑ για την υγεία του ανθρώπου και της υδρόβιας ζωής για τα τελικά σημεία ποιότητας νερού σε λεκάνες απορροής που έχουν καεί από πυρκαγιές, για την ανθρώπινη υγεία και την προστασία της υδρόβιας ζωής / Όρια για την ποιότητα του νερού σε πληγείσες από πυρκαγιές λεκάνες απορροής ως τελικός αποδέκτης (Paul et al., 2021).

	Όρια πόσιμου νερού (mg/L)		Προτεινόμενα όρια για την ανθρώπινη υγεία (USEPA, 2020e) (mg/L, εκτός από το αρσενικό, βλ. σημείωση)		Προτεινόμενα όρια για την υδρόβια ζωή (USEPA, 2020c) (mg/L)		Μέγιστες Παρατηρούμενες τιμές (mg/L)	
	Πρωτογενή Πρότυπα (USEPA, 2020a; 2020d)	Δευτερογενή πρότυπα (USEPA, 2020b)	Ανθρώπινη υγεία για την κατανάλωση νερού και οργανισμών	Ανθρώπινη υγεία για την κατανάλωση οργανισμών	Οξεία	Χρόνια		
Νιτρικά(a)	10						14(b) 180 (c)	d
Αλουμίνιο		0.05-0.2					0.33	e
Αρσενικό	0.01		0.018 (μg/l)	0.14 (μg/l)			0.061	d
Κάδμιο (f)	0.005				0.0018	0.0007 2	0.1	g
Σίδηρος		0.3				1	100	g, h
Μόλυβδος (f)					0.065	0.0025	1.0	e, g, h
Μαγγάνιο			0.050	0.100			0.600	h
Νικέλιο					0.47	0.052	0.10	g,h
Σελήνιο					0.0015 έως 0.0031		0.01	g
Ψευδάργυρος					0.12	0.12	1.0	g, h
Κυανιούχα					0.022	0.0052	0.062	i
Βενζόλιο	0.005						1.25	j
ΗΑΑ5 (5 αλοοξικά οξέα)	0.06						0.66	d
ΤΤΗΜs (ολικά τριαλομεθάνια)	0.08						0.23	d

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η μονάδα μέτρησης των ορίων είναι σε mg/l, εκτός κι αν επισημαίνεται διαφορετικά. Τα ΗΑΑ5 & ΤΤΗΜs είναι τύποι υποπροϊόντων απολύμανσης. Υπερβάσεις των ορίων πόσιμου νερού αφορούν την πηγή προέλευσής του, με εξαίρεση τα νιτρικά, το αρσενικό, τα ΗΑΑ5 και τα ΤΤΗΜs, τα οποία αφορούν την απευθείας κατανάλωση πόσιμου νερού.

(a). Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών εκφράζονται σε mg N/L. (b).Επιφανειακά νερά (c). Υπόγεια νερά (d). Penino et al. (2022) (e). Lydersen et al.(2014) (f). Τα όρια στα ύδατα βασίζονται στη σκληρότητα του νερού. Οι υποδεικνυόμενες τιμές αφορούν σκληρότητα για 100 mg/L ανθρακικού ασβεστίου (CaCO3). (g). Burke et al. (2013) (h).Burton et al. (2016) (i). Gallaher et al. (2004) (j). Macler et al. (2020).

Όσον αφορά την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, η πυρκαγιά μπορεί να προκαλέσει μηχανικές βλάβες στο δίκτυο ύδρευσης και να υποβαθμιστεί κατά αυτόν τον τρόπο η ποιότητά του, λόγω της εισόδου ξένων υλών (π.χ. αιωρούμενα σωματίδια, χώματα, λάσπες κ.λπ.). Στην περίπτωση αυτή συνίσταται να διενεργείται υγειονομικός έλεγχος στα διάφορα συστήματα ύδρευσης «γεώτρηση ή πηγή υδροληψίας, δεξαμενές, εγκαταστάσεις, δίκτυο διανομής (Αρ. πρωτ. Δ1(δ)/ ΓΠ οικ.49362/04-08-2021 Εγκύκλιος του Υπουργείου Υγείας)».

Εφόσον επιβεβαιωθούν μακροσκοπικά βλάβες στο δίκτυο ύδρευσης μετά την υγειονομική αναγνώριση, θα πρέπει να διενεργηθεί κατάλληλη δειγματοληψία, προκειμένου να ελεγχθούν από πιστοποιημένο εργαστήριο, οι μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι, που προβλέπονται από το εκάστοτε ισχύον νομοθετικό πλαίσιο. Τα δείγματα νερού θα πρέπει να ληφθούν από κρίσιμα σημεία του δικτύου ύδρευσης, όπως οι γεωτρήσεις ή οι πηγές υδροληψίας, οι δεξαμενές τροφοδοσίας νερού, καθώς και τα διάφορα σημεία του δικτύου, κυρίως όμως στα ανάντη και κατόντη του σημείου βλάβης του αγωγού ύδρευσης.

Αν ύστερα από τον εργαστηριακό έλεγχο βρεθεί υπέρβαση των παραμετρικών τιμών στο πόσιμο νερό, οι υπεύθυνοι ύδρευσης θα πρέπει σε συνεργασία με τις αρμόδιες αρχές (ΟΤΑ Β' βαθμού κλπ.), να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας της Δημόσιας Υγείας.

Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν:

- τη διακοπή της υδροδότησης μέχρι την αποκατάσταση των προβλημάτων και την εξασφάλιση των ποιοτικών παραμέτρων εντός των ορίων της κείμενης νομοθεσίας, με παράλληλη ενημέρωση των κατοίκων, καθώς και τη λήψη μέτρων αντιμετώπισης της προσωρινής διακοπής της υδροδότησης των κατοίκων της περιοχής (τροφοδοσία με κατάλληλης ποιότητας νερό ανθρώπινης κατανάλωσης).
- την υπερχλωρίωση με διάλυμα χλωρίου υψηλής συγκέντρωσης και ανάλογο χρόνο παραμονής του στο δίκτυο, σύμφωνα με τις οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, η οποία συνίσταται μετά από κάθε επισκευή σε τμήμα αγωγού.
- εφαρμογή του μέτρου της υπερχλωρίωσης στη δεξαμενή υδροδότησης και σε όλο το μήκος του συστήματος ύδρευσης. Εφόσον το πρόβλημα είναι γενικευμένο, συνίσταται η παράταση εφαρμογής του προαναφερόμενου μέτρου. Στη συνέχεια απορρίπτεται το νερό και ξεκινάει η σταδιακή επαναλειτουργία του δικτύου. Στην περίπτωση που μετά

από την προαναφερόμενη διαδικασία, αναφέρονται κρούσματα γαστρεντερίτιδας, διενεργείται επιδημιολογική διερεύνηση, προκειμένου να εξεταστεί αν τα κρούσματα συνδέονται με την πρόκληση βλαβών και την εκτέλεση έργων στο δίκτυο ύδρευσης της πόλης.

Στις περιπτώσεις βλαβών στα δίκτυα ύδρευσης και γενικότερα στο υδάτινο περιβάλλον, συνίσταται η συνεργασία των αρμόδιων αρχών και η συνεχής επαγρύπνησή τους. Οι δειγματοληπτικοί και εργαστηριακοί έλεγχοι του νερού σε κρίσιμα σημεία του δικτύου ύδρευσης πρέπει να είναι συστηματικοί, να περιλαμβάνουν μετρήσεις των τιμών του υπολειμματικού χλωρίου, καθώς να παρακολουθούνται και άλλες ποιοτικές παράμετροι σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται στο ισχύον νομοθετικό πλαίσιο.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να αναφερθεί ότι για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των θαλασσών (ιδίως λόγω ατυχημάτων-πυρκαγιών από εμπορική και βιομηχανική δραστηριότητα), καθώς και των ακτών κολύμβησης, συνίσταται η διενέργεια κατάλληλων δειγματοληψιών, καθώς και η μακροσκοπική αξιολόγηση της κατάστασής τους (Karsalis et al., 2021).

Ιδιαίτερα όμως στην περίπτωση της μόλυνσης από πυρκαγιές σε πετρελαιοεγκαταστάσεις υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής κυρίως μηχανικών και φυσικών μεθόδων με στόχο να περιοριστεί η διασπορά της (Karsalis et al., 2021). Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι αξιολογούνται κατά τη διαδικασία δημιουργίας ενός πλάνου δράσης. Ενδεικτικά, στο σημείο αυτό αναφέρεται ο μηχανικός διαχωρισμός του μίγματος του νερού και της τοξικής ουσίας, η φυσική οδός απομάκρυνσης μέσω διασποράς, εξάτμισης, διάλυσης, ιζηματοποίησης και βιοαποδόμησης (Fingas, 2012).

Για τις λεκάνες απορροής και τα ρέματα συνίσταται η υλοποίηση κατάλληλων εγγειοβελτιωτικών έργων και διαφόρων τεχνικών παρεμβάσεων στη διαμόρφωση και υποστήριξη των πρανών, καθώς και στον καθαρισμό περιμετρικά των κοιτών και των λεκανών από φερτά υλικά (pubs.usgs.gov).

Η επίτευξη της απορρύπανσης των πηγών υδροληψίας και κατ' επέκταση του υδροφόρου, εκτός από τις φυσικές μεθόδους (αυτοκαθαρισμός) έγκειται και στην υλοποίηση κατάλληλων έργων για την αποφυγή επιμόλυνσης από επιφανειακές απορροές. Τέτοια έργα βασίζονται στην εκσκαφή των εδαφών καθώς και στην άντληση του ρυπασμένου νερού μέσω κατάλληλων γεωτρήσεων (Abraham et al., 2017).

Επιπλέον, μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, όπως η βιολογική απορρύπανση και η επεξεργασία των υδάτων χαρακτηρίζονται ως αποτελεσματικές, αν και στα υπόγεια ύδατα, λόγω πρακτικών δυσκολιών εφαρμογής, οι μέθοδοι αυτοί συνδυάζονται και με άλλες (Kumar & Gorinath, 2017).

Αξιοσημείωτη μέθοδο αποτελεί και η φυτοκάλυψη, η οποία εκτός από το μικρό οικονομικό της κόστος και τον μετριασμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, χρησιμοποιείται και για τον καθαρισμό εδαφών, ελών και υπόγειων υδάτων από βαρέα μέταλλα κλπ. (Nnaji, 2018).

Επιπρόσθετα, σε περιπτώσεις ρύπανσης των επιφανειακών νερών, συνίσταται ο περιορισμός ή η εξάλειψη του ρυπογόνου παράγοντα, ενώ η αντιμετώπιση σημειακών πηγών σε αντίθεση με τις διάχυτες θεωρείται πιο άμεση (Nnaji, 2018).

Ακόμα, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο φυσικός εμπλουτισμός του νερού με διαλυμένο οξυγόνο συντελεί στην αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, προγράμματα που εστιάζουν στα συστήματα ποιότητας νερού και στη μείωση των διαρροών αυτών, θα πρέπει να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις από τις πυρκαγιές (Paul et al., 2021). Προς την κατεύθυνση αυτή, καθίσταται επιτακτική η εισαγωγή νέων προτύπων – ορίων αναφορικά με την αδειοδότηση, την αξιολόγηση και την αποκατάσταση των υδατικών συστημάτων, προκειμένου να μην προκύψει υπέρβαση των τιμών των ορίων αυτών λόγω εκδήλωσης πυρκαγιών (Paul et al., 2021). Εναλλακτικά, οι εκάστοτε νομοθετικές αρχές μπορούν να προτείνουν ειδικά κριτήρια και όρια για τους ρύπους, κατατάσσοντας τις πυρκαγιές ως φυσικά φαινόμενα, κατά την εκδήλωση των οποίων και οι υπεύθυνοι διαχείρισης και εποπτείας των συστημάτων ύδρευσης θα πρέπει να γνωρίζουν και να αντιμετωπίζουν τυχόν βλάβες, προκαλούμενες από τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις των πυρκαγιών αυτών (Paul et al., 2021). Ακολουθεί ο πίνακας 3.2, στον οποίο αποτυπώνονται τα πιο κοινά συστήματα / προγράμματα ποιότητας νερού, που δύναται να επηρεαστούν από τις πυρκαγιές, καθώς και παράδειγμα της επίπτωσης ανά κατηγορία προγράμματος.

Πίνακας 3.2: Κοινά συστήματα / προγράμματα ποιότητας νερού, που δύναται να επηρεαστούν από τις πυρκαγιές, καθώς και σχετικό παράδειγμα ανά κατηγορία (πηγή: Paul et al., 2021).

Σύστημα / πρόγραμμα νερού	Παράδειγμα επιπτώσεων
Πόσιμο νερό	<ul style="list-style-type: none"> • Διάφοροι ρυπαντές μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς την παροχή πόσιμου νερού, την ποιότητα του νερού πηγής, την αποδοτικότητα και το κόστος της επεξεργασίας του • Βλάβη στο σύστημα ύδρευσης από φυσικά αίτια (πυρκαγιά).
Πρότυπα ποιότητας νερού	<ul style="list-style-type: none"> • Τα προκαθορισμένα όρια των νομοθετημένων προτύπων ενδέχεται να ξεπεραστούν. • Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά ανά περιοχή δύναται να ενσωματωθούν / ταυτιστούν με τις επιπτώσεις των πυρκαγιών. • Στα κριτήρια αναφοράς της υδρόβιας ζωής πρέπει να συμπεριληφθούν όρια / τιμές βάσης αναφοράς συσχετιζόμενα με τις επιπτώσεις των πυρκαγιών.
Απόβλητα / Λύματα	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταβαλλόμενες ροές μπορεί να επηρεάσουν χαμηλότερα επίπεδα ροών, καθώς και τα αποτελέσματα ενδεχόμενων αναλύσεων. • Μεταβαλλόμενες συγκεντρώσεις υπαρχόντων ρύπων ενδέχεται να επηρεάσουν τυχόν υπολογισμούς για σχετικές αδειοδοτήσεις διάθεσης. • Η εκάστοτε νομοθεσία ή τυχόν προγράμματα αδειοδότησης μπορεί να συμπεριλαμβάνουν αυξημένα όρια και διακυμάνσεις, χωρίς να έχουν συμπεριληφθεί σε αυτά οι επιπτώσεις των πυρκαγιών. • Το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων μπορεί να υποστεί φθορά από φυσικά αίτια (πυρκαγιά).
Εκτίμηση	<ul style="list-style-type: none"> • Η εκτίμηση των προγραμμάτων συμπεριλαμβάνει λίστες και διαγραφές ανάλογα με το μέγεθος των επιπτώσεων και τη διάρκεια της πυρκαγιάς. • Η αύξηση της συχνότητας των πυρκαγιών πρέπει να προσμετράται στην περίπτωση που υπάρχουν επηρεαζόμενες λεκάνες απορροής. • Μεταπυρικά προς αποφυγή περαιτέρω αύξησης επιβλαβών φυκών και αλγών, απαγορεύεται η κολύμβηση και οποιαδήποτε δραστηριότητα υδάτινης αναψυχής.
TMDLs (Total Maximum Daily Loads / Ολικά μέγιστα ημερήσια φορτία)	<ul style="list-style-type: none"> • Για την τελική διαμόρφωση των επιπέδων αναφοράς για τα ολικά μέγιστα ημερήσια φορτία των λεκανών απορροής που γειτνιάζουν με δασικές περιοχές, πρέπει να συνυπολογιστούν και οι επιπτώσεις των πυρκαγιών. • Στα προγράμματα μείωσης του φορτίου χρειάζεται να ενσωματωθούν και οι επιπτώσεις ανάντη των πυρκαγιών.
Έλεγχος μη σημειακής πηγής	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξημένη ανάγκη μεταπυρικής αποκατάστασης των εδαφών κοντά στις λεκάνες απορροής, ώστε να μειωθεί η ιζηματογένεση και οι περαιτέρω επιπτώσεις της.

Τα προγράμματα εκτίμησης της ποιότητας του νερού χρειάζεται να συμπεριλάβουν φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους, ιδιαίτερα στις λεκάνες απορροής,

διότι σύμφωνα με μελέτες των Emelko et al. (2016) και των Rhoades et al. (2019), οι επιπτώσεις των πυρκαγιών είναι μακροπρόθεσμες.

Οι υπεύθυνοι ελέγχου και διαχείρισης του εκάστοτε υδάτινου συστήματος μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα καταγεγραμμένα δεδομένα της έκτασης και σοβαρότητας των πυρκαγιών, προκειμένου να μειώσουν ενδεχόμενες επακόλουθες επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού από κάποιο νεότερο συμβάν πυρκαγιάς, το οποίο μέσα από σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές, δύναται να προκαλέσει δυσμενέστερες επιπτώσεις σε έκταση και σοβαρότητα (Moritz et al., 2014).

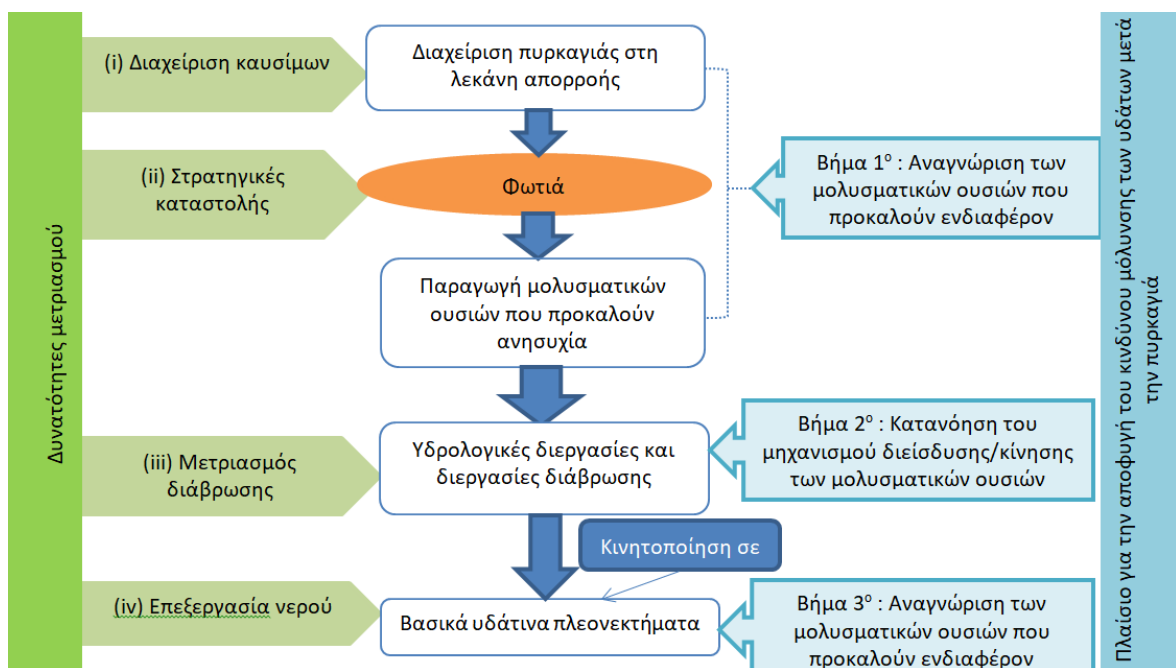
3.3.2 Εισαγωγή της μελέτης επικινδυνότητας στα υδατικά συστήματα

Σύμφωνα με άρθρο των Nunes et al., το 2018, διερευνήθηκαν οι βασικοί περιορισμοί στην ικανότητα να αξιολογείται ο κίνδυνος μόλυνσης των υδάτων μετά την κατάσβεση της φωτιάς, καθώς και η δυνατότητα εξάλειψης των επιπτώσεων του φαινομένου αυτού. Σκοπός της λοιπόν είναι η διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής και η μέγιστη δυνατή χρήση των κατάλληλων μεθόδων σε ερευνητικό επίπεδο, ώστε να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα των ερευνών και να τεθούν βασικές προτεραιότητες, όσον αφορά την έγκαιρη αντιμετώπιση των επιπτώσεων του φαινομένου των πυρκαγιών (Nunes et al., 2018).

Για να αντιμετωπιστούν έγκαιρα και αποτελεσματικά οι κίνδυνοι μόλυνσης των υδάτων μετά τη φωτιά, πρέπει πρωτίστως να καταγραφεί το υδρολογικό και γεωμορφολογικό μοτίβο της περιοχής, ώστε να αξιολογηθεί η παραγωγή, η κίνηση ή εισροή καθώς και η συσσώρευση των ρύπων στον υδάτινο αποδέκτη, ενώ απαραίτητως πρέπει να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά της φωτιάς και των καυσίμων, που καθορίζουν την παραγωγή των ρύπων (δηλαδή τη διαθεσιμότητά τους μετά τη φωτιά). Άρα, αξιολογούνται οι δυνατότητες μετριάσμού της εμφάνισης των ρύπων μέσω των διαφόρων υδρολογικών διεργασιών που δύναται να λάβουν χώρα στην υπό εξέταση περιοχή, όπως η βροχόπτωση, η διείσδυση, η απορροή και η διάβρωση (Nunes et al., 2018).

Στο σχήμα 3.2, που ακολουθεί αναλύεται πως η επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με τη μελέτη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πυρκαγιών στο υδάτινο περιβάλλον μπορεί μέσω διαφόρων σταδίων να:

- (i) συμβάλλει στην αποτελεσματική διαχείριση των καυσίμων, προκειμένου να μειώσει τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιών,
- (ii) αναπτύξει ένα ικανό σύστημα πυρόσβεσης, το οποίο να μπορέσει να περιορίσει την εξάπλωση πυρκαγιών σε ιδιαίτερα ευαίσθητες ζώνες,
- (iii) συμβάλλει στη λήψη μέτρων έκτακτης ανάγκης μετά την πυρκαγιά, ώστε να περιοριστεί η εισροή των ρύπων στο υδάτινο περιβάλλον,
- (iv) τροποποιήσει τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, προκειμένου αυτές να μπορούν να ανταπεξέλθουν στην κάλυψη των δημιουργούμενων νέων αναγκών σε παροχή και απολύμανση. (Nunes et al., 2018)



Σχήμα 3.2: Σχηματική απεικόνιση των σταδίων αξιολόγησης και μείωσης του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων μετά από πυρκαγιά (Nunes et al., 2018)

Σύμφωνα με τη μελέτη των Nunes et al. (2018), τα στάδια που θα πρέπει να ακολουθηθούν είναι τα εξής:

1. Αναγνώριση των ρύπων και των υδάτινων αποδεκτών στην περιοχή ενδιαφέροντος.
2. Κατανόηση των βασικών μεθόδων που αφορούν τις διεργασίες απορροής, διείσδυσης και διάβρωσης.
3. Σχηματική αναπαράσταση των οδών διαφυγής των ρύπων στις υπό εξέταση περιοχές.

Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η πρόβλεψη του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων μετά την πυρκαγιά είναι ζωτικής σημασίας, για την εφαρμογή αποτελεσματικών μεθόδων επεξεργασίας και διασφάλισης της ποιότητας του νερού, δεδομένου του μεγάλου αριθμού πυρκαγιών που σημειώνονται ετησίως, της έκτασής τους και της υφιστάμενης λειψυδρίας (Nunes et al., 2018). Η εκτίμηση του κινδύνου για κάθε περιοχή διαφέρει λόγω των χαρακτηριστικών και των διεργασιών διείδυσης και μεταφοράς στον εκάστοτε υδάτινο αποδέκτη (Nunes et al., 2018). Σύμφωνα με μελέτη των Silins et al. (2014), αν και οι ρύποι που απαντώνται στο πόσιμο νερό είναι πιο διαδεδομένοι εν τούτοις, κατά την εκτίμηση του κινδύνου καθίσταται δυσκολότερη η ανίχνευσή τους, λόγω των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ρύπων και των επιπτώσεων στις τροφικές αλυσίδες. Το πλαίσιο της εκτίμησης κινδύνων που αναφέρεται στη μελέτη των Nunes et al. (2018), ιεραρχεί τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν, δίνοντας προτεραιότητα στον εντοπισμό κινδύνου μόλυνσης των υδάτων μετά την πυρκαγιά (βήμα 1) και την αξιολόγηση της πιθανότητας δημιουργίας δυσμενών επιπτώσεων μέσω προγνωστικής μοντελοποίησης της διείδυσης και της μεταφοράς των ρύπων (βήματα 2 και 3).

Προς την κατεύθυνση της υλοποίησης ενός σχεδίου εκτίμησης του κινδύνου, βασικό στοιχείο αποτελούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι του Σχεδίου διαχείρισης, οι οποίοι περιλαμβάνονται στο άρθρο 4 της οδηγίας 2000/60/ΕΚ και στο άρθρο 4 του Προεδρικού Διατάγματος 51/2007 και προσδιορίζονται αναλυτικά ανά επιφανειακό αποδέκτη και ανά υπόγειο υδατικό αποδέκτη καθώς και η έγκριση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του Σχεδίου Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών ανά υδατικό διαμέρισμα (www.ypeka.gr). Οι στόχοι αυτοί τίθενται με σκοπό την καταγραφή και βελτίωση της κατάστασης όλων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτινων σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο επίτευξης.

«Το Σχέδιο διαχείρισης αποτελεί το βασικό εργαλείο για την επίτευξη της ολοκληρωμένης προστασίας και ορθολογικής διαχείρισης των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και υπόγειων νερών, η οποία συνίσταται:

- α) στην αποτροπή της περαιτέρω επιδείνωσης, στην προστασία και βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των αμέσως εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό,
- β) στην προώθηση της βιώσιμης χρήσης του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδατικών πόρων,
- γ) στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προοδευτική μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και με την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας,
- δ) στη διασφάλιση της προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και αποτροπή της περαιτέρω ρύπανσης αυτών και
- ε) στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες και να συμβάλλει με αυτό τον τρόπο:
- στην εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για την βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση ύδατος,
 - σε σημαντική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων,
 - στην προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και - στην επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αποσκοπούν στην πρόληψη και την εξάλειψη της ρύπανσης του θαλασσίου περιβάλλοντος, με κοινοτική δράση σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 16 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για την παύση ή την σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας, με απώτατο στόχο να επιτευχθούν συγκεντρώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον οι οποίες, για μεν τις φυσικώς απαντώμενες ουσίες να πλησιάζουν το φυσικό βασικό επίπεδο, για δε τις τεχνητές συνθετικές ουσίες να είναι σχεδόν μηδενικές (www.ypeka.gr)».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Νομοθετικό πλαίσιο

«Σύμφωνα με το άρθρο 24 του Συντάγματος της Ελλάδας, η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας. Νόμος ορίζει τα σχετικά με την προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η σύνταξη δασολογίου συνιστά υποχρέωση του Κράτους. Απαγορεύεται η μεταβολή του προορισμού των δασών και των δασικών εκτάσεων, εκτός αν προέχει για την Εθνική Οικονομία η αγροτική εκμετάλλευση ή άλλη τους χρήση, που την επιβάλλει το δημόσιο συμφέρον» (www.hellenicparliament.gr).

Στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί περιγράφεται το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο καθώς και οι αρμοδιότητες που περιλαμβάνει, σχετικά με την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και αυτών της υπαίθρου («Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»).

Πίνακας 4.1 : Νομοθεσία που αφορά την πρόληψη από τις πυρκαγιές (πηγή: «Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»).

Α. Νομοθετικό πλαίσιο για την πρόληψη των πυρκαγιών	
Νομοθεσία	Αρμοδιότητα
<ul style="list-style-type: none">- Ο Νόμος 998/1979 (ΦΕΚ 289 / τ. Α') «Περί προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων εν γένει της Χώρας» (ΦΕΚ Α' 289).- Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α') «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».- Ο Νόμος 2612/1998 (ΦΕΚ 112 / τ. Α') «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις».- Ο Νόμος 3208/2003 (ΦΕΚ 303 / τ. Α') «Προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, κατάρτιση δασολογίου, ρύθμιση εμπραγμάτων δικαιωμάτων επί δασών και δασικών εν γένει εκτάσεων και άλλες διατάξεις».- Η ΚΥΑ 12030Φ.109.1/1999 (ΦΕΚ 713 / τ. Β') «Για τη ρύθμιση θεμάτων συνεργασίας του Πυροσβεστικού Σώματος με τις Ένοπλες Δυνάμεις, την Ελληνική Αστυνομία, τη Δασική Υπηρεσία, τους Ο.Τ.Α., τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και άλλους φορείς και πρόσωπα που παρέχουν τις υπηρεσίες τους για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών».	«Αντιπυρική προστασία δάσους»

<p>- Η με αρ. 9/2000 (ΦΕΚ 1459 / τ. Β') Πυροσβεστική Διάταξη «Κανονισμός ρύθμισης μέτρων για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές εκτάσεις».</p> <p>- Η με αρ. 9Α/2005 (ΦΕΚ 1554 / τ. Β') Πυροσβεστική Διάταξη «Τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της υπ' αριθ. 9/2000 Πυροσβεστικής Διάταξης "Κανονισμός ρύθμισης μέτρων για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές εκτάσεις».</p> <p>- Η ΚΥΑ 125347/568/2004 (ΦΕΚ 142 / τ. Β'). «Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής» - Η ΚΥΑ 140920/2005 (ΦΕΚ 1710 / τ. Β'). «Τροποποίηση της υπ' αριθ. 568/125347/201.1.2004 ΚΥΑ σχετικά με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής».</p>	<p>«Μέτρα αποφυγής έναρξης δασικών πυρκαγιών από αγροτικές και άλλες εργασίες υπαίθρου»</p>
<p>- Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α'). «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».</p>	<p>«Αποφυγή πρόκλησης πυρκαγιάς στους χώρους εναπόθεσης απορριμμάτων»</p>
<p>- Ο Ν.2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α'). «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».</p> <p>- Το Προεδρικό Διάταγμα 210/1992 «Κωδικοποίηση διατάξεων Προεδρικών Διαταγμάτων του Κανονισμού Εσωτερικής Υπηρεσίας του Πυροσβεστικού Σώματος», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το Προεδρικό Διάταγμα 62/2018 (ΦΕΚ 121 / τ. Α').</p> <p>- Το Προεδρικό Διάταγμα 72/2017 (ΦΕΚ 104 / τ. Α'). «Τροποποίηση του Κεφαλαίου Δ' του Π.Δ. 210/1992 "Κωδικοποίηση διατάξεων προεδρικών διαταγμάτων του Κανονισμού Εσωτερικής Υπηρεσίας του Πυροσβεστικού Σώματος" (ΦΕΚ 99 / τ. Α')».</p> <p>- Το Προεδρικό Διάταγμα 82/2016 (ΦΕΚ 153 / τ. Α'.) «Τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων του Κεφαλαίου Δ' του Προεδρικού Διατάγματος 210/1992».</p> <p>- Το Προεδρικό Διάταγμα 3/2014 (ΦΕΚ 6 / τ. Α'). «Αντικατάσταση του Κεφαλαίου Δ' του Π.Δ. 210/1992 "Κωδικοποίηση διατάξεων Προεδρικών Διαταγμάτων του Κανονισμού Εσωτερικής Υπηρεσίας του Πυροσβεστικού Σώματος" (ΦΕΚ 99 / τ. Α'). περί αδειών του Πυροσβεστικού Προσωπικού».</p> <p>- Η Υπουργική Απόφαση με αριθ. 17647 οικ. Φ. 700.20/2022 (Φ.Ε.Κ. 1301/2022 τ. Β').</p>	<p>Καθαρισμοί βλάστησης για τη μείωση κινδύνου πυρκαγιάς</p>
<p>- Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α'). «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».</p>	<p>Προληπτική απαγόρευση κυκλοφορίας</p>
<p>- Το Προεδρικό Διάταγμα 575/1980 (ΦΕΚ 157 / τ. Α'). «Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικινδύνων».</p>	<p>Έκδοση ημερήσιου χάρτη πρόβλεψης πυρκαγιών</p>
<p>- Ο Νόμος 3013/2002 (ΦΕΚ 102 / τ. Α'). «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας και λοιπές διατάξεις».</p>	<p>Συντονισμός εθελοντικής επιτήρησης δασών</p>
<p>- Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α'). «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».</p>	<p>Υλοποίηση δημόσιων έργων πρόληψης δασικών πυρκαγιών</p>

Κατά την εκδήλωση της πυρκαγιάς τίθεται σε εφαρμογή το νομοθετικό πλαίσιο του πίνακα 4.2 που παρατίθεται ακολούθως («Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»).

Πίνακας 4.2 : Νομοθεσία που αφορά την καταστολή των πυρκαγιών (πηγή: «Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) στην Ελλάδα»).

Β. Νομοθεσία που αφορά την καταστολή	
Νομοθεσία	Αρμοδιότητα
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 2612/1998 (ΦΕΚ 112 / τ. Α'). «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις». • Ο Νόμος 3511/2006 (ΦΕΚ 258 / τ. Α'). «Αναδιοργάνωση του Πυροσβεστικού Σώματος, αναβάθμιση της αποστολής του και άλλες διατάξεις». • Η ΚΥΑ 12030 Φ . 109.1/1999 (ΦΕΚ 713 / τ. Β'). «Για τη ρύθμιση θεμάτων συνεργασίας του Πυροσβεστικού Σώματος με τις Ένοπλες Δυνάμεις, την Ελληνική Αστυνομία, τη Δασική Υπηρεσία, τους Ο.Τ.Α., τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και άλλους φορείς και πρόσωπα που παρέχουν τις υπηρεσίες τους για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών». • Η Υπουργική Απόφαση 1299/2003 (ΦΕΚ 423 / τ. Β'). «Έγκριση του από 7.4.2003 Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας με τη συνθηματική λέξη ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ». • Ο Νόμος 4249/2014 (ΦΕΚ 73 / τ. Α'). «Αναδιοργάνωση της Ελληνικής Αστυνομίας, του Πυροσβεστικού Σώματος και της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, αναβάθμιση Υπηρεσιών του Υπουργείου Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη και ρύθμιση λοιπών θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη και άλλες διατάξεις». • Ο Νόμος 3013/2002 (ΦΕΚ 102 / τ. Α'). «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας & λοιπές διατάξεις». • Το Προεδρικό Διάταγμα 151/2004 (ΦΕΚ 107 / τ. Α') «Οργανισμός Γεν. Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας». • Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α'). «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις». 	<p style="text-align: center;">«Επιχειρησιακός σχεδιασμός καταστολής πυρκαγιών / Συντονισμός δασοπυρόσβεσης»</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 2612/1998 (ΦΕΚ 112 / τ. Α') «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις». • Το Προεδρικό Διάταγμα 210/1992 (ΦΕΚ 99 / τ. Α') 	<p style="text-align: center;">«Έρευνα και διάσωση πολιτών κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών»</p>

<p>“Κωδικοποίηση διατάξεων Προεδρικών Διαταγμάτων του Κανονισμού Εσωτερικής Υπηρεσίας του Πυροσβεστικού Σώματος”.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 3613/2007 (ΦΕΚ 263 / τ. Α΄) “Ρυθμίσεις θεμάτων Ανεξάρτητων Αρχών, Γενικού Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, Σώματος Επιθεωρητών Ελεγκτών Δημόσιας Διοίκησης και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών.” • Ο Νόμος 4249/2014 (ΦΕΚ 73 / τ. Α΄) «Αναδιοργάνωση της Ελληνικής Αστυνομίας, του Πυροσβεστικού Σώματος και της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας κλπ.». • Ο Νόμος 3013/2002 (ΦΕΚ 102 / τ. Α΄) «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας & λοιπές διατάξεις». 	<p>«Εκκένωση περιοχών κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών»</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Ν.2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α΄) «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις». 	<p>«Συνδρομή και υποστήριξη των ΟΤΑ Α΄ και Β΄ βαθμού στην καταστολή δασικών πυρκαγιών»</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Η ΚΥΑ 12030Φ.109.1/1999 (ΦΕΚ 713 / τ. Β΄) «Για τη ρύθμιση θεμάτων συνεργασίας του Πυροσβεστικού Σώματος με τις Ένοπλες Δυνάμεις, την Ελληνική Αστυνομία, τη Δασική Υπηρεσία, τους Ο.Τ.Α., τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και άλλους φορείς και πρόσωπα που παρέχουν τις υπηρεσίες τους για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών». • Ο Νόμος 2612/1998 (ΦΕΚ 112 / τ. Α΄) «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις». 	<p>Συνδρομή εναέριων μέσων δασοπυρόσβεσης</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Το Προεδρικό Διάταγμα 575/1980 (ΦΕΚ 157 / τ. Α΄) «Περί κηρύξεως ιδιαιτέρως ευαίσθητων εις πυρκαγιάς περιοχών δασών και δασικών εκτάσεων ως επικινδύνων». • Το Προεδρικό Διάταγμα 151/2004 (ΦΕΚ 107 / τ. Α΄) «Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας». 	<p>Κήρυξη περιοχής σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 3013/2002 (ΦΕΚ 102 / τ. Α΄) «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας και λοιπές διατάξεις”. • Ο Νόμος 3536/2007 (ΦΕΚ 42 / τ. Α΄) «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης.” • Ο Νόμος 3613/2007 (ΦΕΚ 263 / τ. Α΄) «Ρυθμίσεις θεμάτων Ανεξάρτητων Αρχών, Γενικού Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης, Σώματος Επιθεωρητών Ελεγκτών Δημόσιας Διοίκησης και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών». 	<p>«Συντονισμός εθελοντικής επιτήρησης δασών»</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 2503/1997 (ΦΕΚ 107 / τ. Α΄) «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την τοπική αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις». 	<p>Σύστημα εθελοντικών ομάδων για την καταστολή των δασικών πυρκαγιών</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος 3013/2002 (ΦΕΚ 102 / τ. Α΄) “Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας και λοιπές διατάξεις”. • Ο Νόμος 3536/2007 (ΦΕΚ 42 / τ. Α΄) «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης» 	<p>Αίτημα διεθνούς συνδρομής κατά την καταστολή δασικών πυρκαγιών</p>

Πρωταρχικό μέλημα της μεταπυρικής αποκατάστασης είναι η καταγραφή των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών, την οποία επωμίζεται η Δασική Υπηρεσία, ενώ το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την αρμοδιότητα αυτή απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα 4.3 («Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»).

Πίνακας 4.3 : Νομοθεσία που αφορά την μεταπυρική αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων (πηγή: «Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β / 2018) στην Ελλάδα»).

Γ. Νομοθεσία που αφορά την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων	
Νομοθεσία	Αρμοδιότητα
<p>Ο Νόμος 998/1979 (ΦΕΚ 289 / τ. Α') «Περί προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων εν γένει της Χώρας».</p> <p>Η ΚΥΑ 12030Φ.109.1/1999 (ΦΕΚ 713 / τ. Β') «Για τη ρύθμιση θεμάτων συνεργασίας του Πυροσβεστικού Σώματος με τις Ένοπλες Δυνάμεις, την Ελληνική Αστυνομία, τη Δασική Υπηρεσία, τους Ο.Τ.Α., τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και άλλους φορείς και πρόσωπα που παρέχουν τις υπηρεσίες τους για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών».</p>	<p>Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων</p>

Όσον αφορά το νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, των ακτών κολύμβησης σε περιπτώσεις πυρκαγιών, περιλαμβάνει ενδεικτικά, τις ακόλουθες ευρωπαϊκές οδηγίες και εθνικές διατάξεις (πηγή: elinyae.gr)

- ✓ Η Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023 (ΦΕΚ 3525/Β` 25.5.2023) 'Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020)' με την οποία καταργήθηκε Γ1(δ)/ ΓΠ οικ.67322/2017 (ΦΕΚ 3282 / τ. Α') ΚΥΑ των Υπουργών Εσωτερικών, Οικονομίας και Ανάπτυξης, Υγείας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998, όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787.
- ✓ «Την Π/112/1057/1.2.2016 (ΦΕΚ 241/Β/9-2-2016), με την οποία προσαρμόζεται η Ελληνική Νομοθεσία στην Οδηγία 2013/51/ΕΥΡΑΤΟΜ του Συμβουλίου της 22ας

Οκτωβρίου 2013», περί «Θέσπισης απαιτήσεων προστασίας της υγείας του πληθυσμού από ραδιενεργές ουσίες που περιέχονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης».

- ✓ «Την Γ3α/761/68 Υγειονομική Διάταξη, όπως έχει τροποποιηθεί (ΦΕΚ 189/68 Β, 988/74 Β) σε ότι αφορά στις συμπληρωματικές διατάξεις για τους υπεύθυνους ύδρευσης του νερού, καθώς και τις υποχρεώσεις τους».
- ✓ «Την ΥΜ/5673/57 (ΦΕΚ 5/Β/58) Υγειονομική Διάταξη, που αναφέρεται στις μεθόδους απολύμανσης του νερού ύδρευσης».
- ✓ «Τα άρθρα 8 έως 17 του Υγειονομικού Κανονισμού, που αναφέρονται σε μέτρα προστασίας πηγών υδροληψίας και συστημάτων ύδρευσης».
- ✓ «Την Α5/2280/83 (ΦΕΚ 720/Β/83) Υγειονομική Διάταξη, όπως έχει τροποποιηθεί-συμπληρωθεί με τις Α5/3257/84 (ΦΕΚ 898/Β/84 - Διόρθωση ΦΕΚ 56/Β/85) Υ.Δ., Α5/5180/88 (ΦΕΚ 891/Β/88) Υ.Δ., οικ. 131835/2005 ΚΥΑ (ΦΕΚ 1744/Β/2005) και Γ1(δ)/ΓΠοικ. 112203/24.12.2014 ΚΥΑ (ΦΕΚ 3504/Β'/ 29.12.2014) με την οποία ρυθμίζονται θέματα προστασίας των πηγών υδροληψίας της ευρύτερης περιοχής της Πρωτεύουσας (λίμνες και υδραγωγεία Μαραθώνα, Υλίκης, Μόρνου), από υπέρμετρη ρύπανση και θεσπίζονται διάφοροι περιορισμοί και ζώνες προστασίας».
- ✓ «Την ΚΥΑ με αριθ. 8600/416/Ε103/2009 (ΦΕΚ 353/2009 τ. Β') σε εναρμόνιση με την Οδηγία 2006/7/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15ης Φεβρουαρίου 2006 σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ».
- ✓ «Την αρ. πρωτ. Δ1(δ)/ ΓΠ οικ.49362/04-08-2021 Εγκύκλιο του Υπουργείου Υγείας με θέμα: Λήψη μέτρων διασφάλισης της Δημόσιας Υγείας σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών όπως οι πυρκαγιές».
- ✓ «Την αρ. πρωτ. Δ1(δ)/ ΓΠ οικ. 49711/06-08-2021 Εγκύκλιο του Υπουργείου Υγείας με αρ. Πρωτ. με θέμα: Έλεγχος νερού ανθρώπινης κατανάλωσης μετά από εκδήλωση πυρκαγιάς».

Τέλος, επειδή αναμφίβολα προκαλείται και ατμοσφαιρική ρύπανση από τις πυρκαγιές με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία αλλά στα διάφορα οικοσυστήματα, στη χώρα μας έχουν θεσμοθετηθεί όρια για ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂), τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ10), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂), το όζον (O₃), το

μονοξειδίο του άνθρακα (CO) κλπ., σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα ποιότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το νομοθετικό πλαίσιο που περιλαμβάνει τα όρια αυτά είναι το εξής:

- «Η οδηγία 2004/107/ΕΚ της 15ης Δεκεμβρίου 2004 σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα».

- «Η οδηγία 2008/50/ΕΚ της 21ης Μαΐου 2008 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη».

- «Η ΚΥΑ Η.Π. 14122/549/Ε.103 (ΦΕΚ 488 Β'/30-3-11) «Μέτρα για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/50/ΕΚ για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 21ης Μαΐου 2008».

- «Η ΚΥΑ οικ. 70601/13 (ΦΕΚ 3272 Β'/23-12-13) Βραχυπρόθεσμα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια».

- «Η ΚΥΑ Η.Π. 22306/1075/Ε103/07 (ΦΕΚ 920 Β'/8-7-07) Καθορισμός τιμών – στόχων και ορίων εκτίμησης των συγκεντρώσεων του αρσενικού, του καδμίου, του υδραργύρου, του νικελίου και των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/107/ΕΚ «Σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα» του Συμβουλίου της 15ης Δεκεμβρίου 2004 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων».

- «Η Οδηγία (ΕΕ) 2015/1480 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την τροποποίηση ορισμένων παραρτημάτων των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ, οι οποίες ορίζουν τους κανόνες σχετικά με τις μεθόδους αναφοράς, την επικύρωση των δεδομένων και την τοποθεσία των σημείων δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα».

- «Η ΚΥΑ 174505/607/2017 (ΦΕΚ 1311 Β'/13-04-2017) - Τροποποίηση των παραρτημάτων IV και V του άρθρου 8 της υπ' αριθμ. 22306/1075/2007 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'920) και των παραρτημάτων I, III, VI και IX του άρθρου 30 της υπ' αριθ. 14122/549/2011 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'488), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2015/1480/ ΕΕ , για την τροποποίηση ορισμένων παραρτημάτων των

οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ, οι οποίες ορίζουν τους κανόνες σχετικά με τις μεθόδους αναφοράς, την επικύρωση των δεδομένων και την τοποθεσία των σημείων δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής» (pkm.gov.gr).

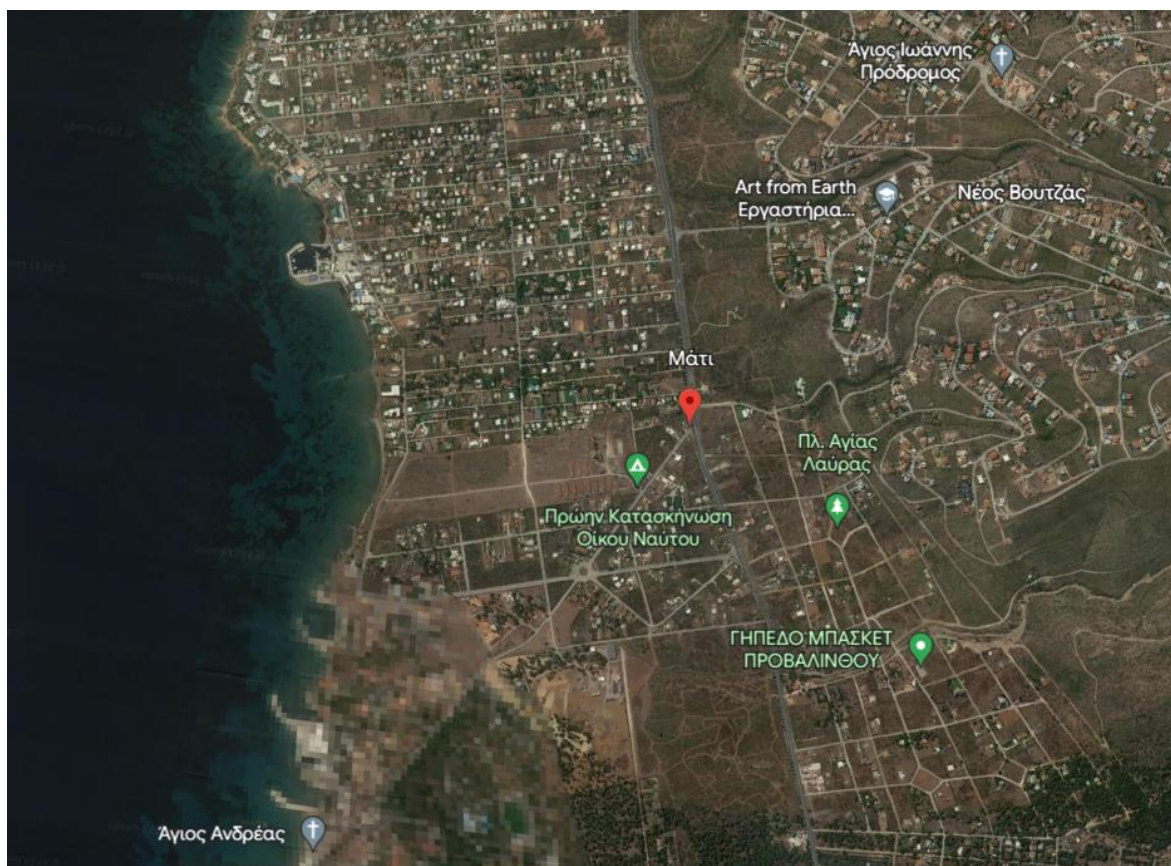
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Το υδάτινο περιβάλλον στη Βορειο-Ανατολική Αττική

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι να διερευνηθούν οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στο υδάτινο περιβάλλον στην περιοχή της Βορειο-Ανατολικής Αττικής και συγκεκριμένα στις περιοχές των Δήμων Νέας Μάκρης – Μαραθώνα και Ραφήνας – Πικερμίου (πυρκαγιά στο Μάτι, έτους 2018), στη Βαρυμπόμπη και την Κηφισιά (πυρκαγιά στη Βαρυμπόμπη, έτους 2021), καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Πεντέλης (πυρκαγιά στην Πεντέλη, στην Ανθούσα και την Παλλήνη, έτους 2022). Γίνεται σε αυτή μία προσπάθεια βιβλιογραφικής ανασκόπησης των αιτιών έναρξης και των φάσεων διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών, καθώς και των επιπτώσεων τους στο υδάτινο περιβάλλον. Μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με το γεωμορφολογικό μοτίβο των πληγείσων περιοχών, καθώς και από τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που διενεργήθηκαν από αρμόδιους φορείς και Υπηρεσίες κατόπιν αιτήσεώς μου σε αυτούς (Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου και Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής, ΕΥΔΑΠ κλπ.), αλλά και από στοιχεία που αντλήθηκαν από αυτούς (Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας, Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος, Δήμος Νέας Μάκρης – Μαραθώνα, Δημόκριτος), αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα εφαρμογής των διαφόρων μεθόδων και τεχνικών απορρύπανσης τόσο σε γενικότερο πλαίσιο όσο και στις υπό εξέταση περιοχές. Στο τελευταίο κεφάλαιο (Συζήτηση) γίνεται μια εκτίμηση αποτελεσμάτων που έχουν αντληθεί από τους διάφορους φορείς και τις αντίστοιχες Υπηρεσίες, που αναφέρονται παραπάνω, όσον αφορά την ρύπανση των υδάτων, αλλά και ως προς την αποτελεσματικότητα εφαρμογής διαφόρων μεθόδων και εφαρμοσμένων τεχνικών απορρύπανσης στην περιοχή μελέτης και συγκρίνονται με τα στοιχεία που αντλήθηκαν από τη σχετική βιβλιογραφία και εξάγονται συμπεράσματα και προτάσεις. Τα προαναφερόμενα στοιχεία της βιβλιογραφίας αντλήθηκαν μέσα από ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων, εκδοτικούς οίκους και sites, όπως Scopus, Elsevier, Δημόκριτος, Δήμος Νέας Μάκρης - Μαραθώνα κλπ., χρησιμοποιώντας ως λέξεις κλειδιά, τις παρακάτω: Mati, wildfires, pollution, δειγματοληψίες υδάτων, πυρκαγιές, πολιτική προστασία κλπ..

5.1 Το υδάτινο περιβάλλον στο Μάτι

Το Μάτι ως οικισμός βρίσκεται πλησίον της ακτογραμμής του κόλπου του Μαραθώνα, ενώ σε κοντινή απόσταση βρίσκεται το λιμάνι της Ραφήνας.

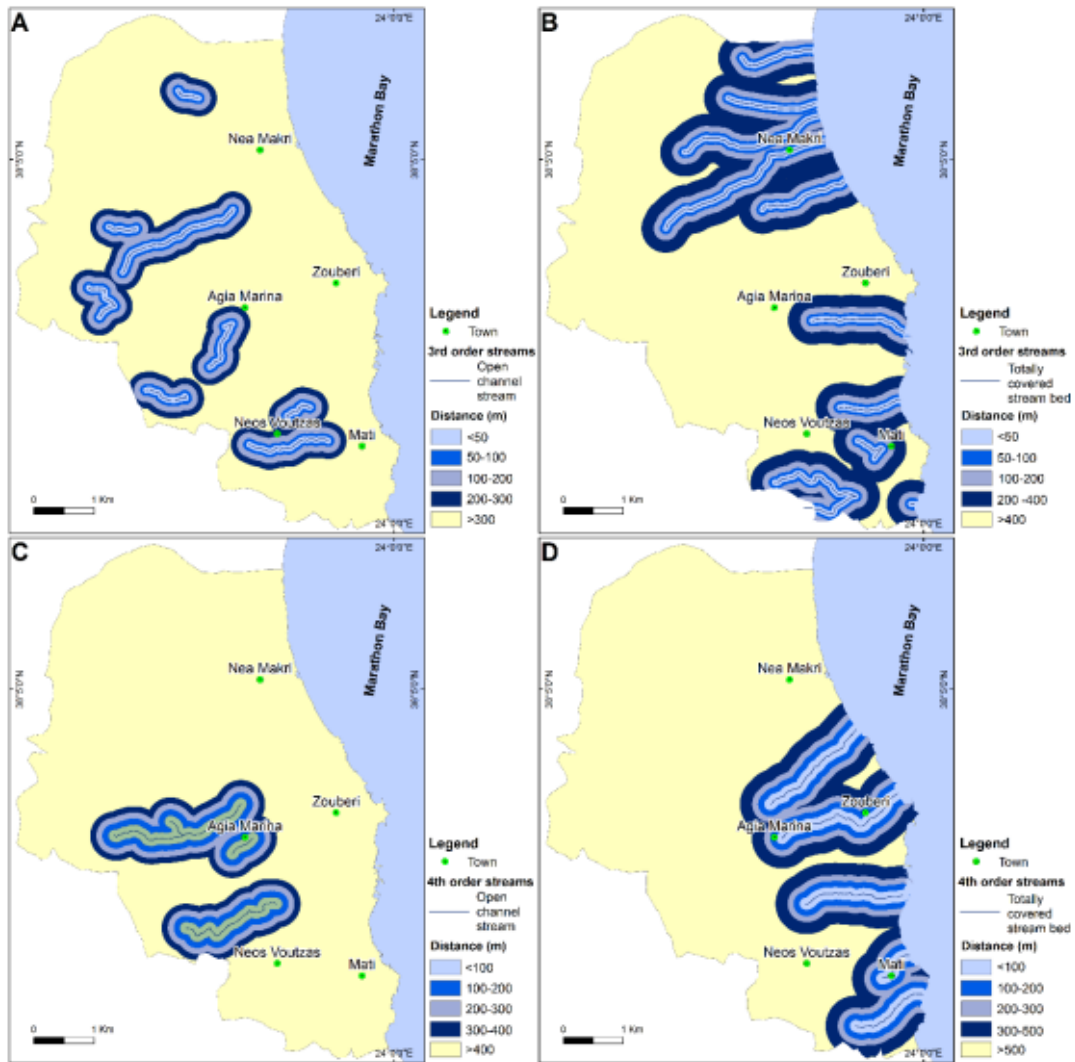


Εικόνα 5.1 : Οικισμός στο Μάτι του Δήμου Νέας Μάκρης – Μαραθώνα (πηγή: google earth).

Το Μάτι ανήκει διοικητικά στην Δημοτική Κοινότητα της Νέας Μάκρης, μαζί με τις περιοχές Αγία Μαρίνα, Ανατολή, Άγιος Ανδρέας, Ζούμπερι, Νέος Βουτζάς και Βάλτος. Η οικιστική, οικονομική και τουριστική ανάπτυξη της Νέας Μάκρης τα τελευταία χρόνια υπήρξε ραγδαία. Έχει έκταση 36.662 στρέμματα και ο μόνιμος πληθυσμός της, σύμφωνα με την απογραφή του 2021, ανέρχεται στους 18.114 κατοίκους (www.statistics.gr/documents/20181/17286366/APOF_APOT_MON_DHM_KOIN.pdf/41ae8e6c-5860-b58e-84f7-b64f9bc53ec4). Ως παραθεριστικό κέντρο, το καλοκαίρι, ξεπερνά τους 55.000 – 60.000 κατοίκους, έχοντας χιλιάδες μόνιμους παραθεριστές που διαθέτουν εξοχική κατοικία (www.marathon.gr).

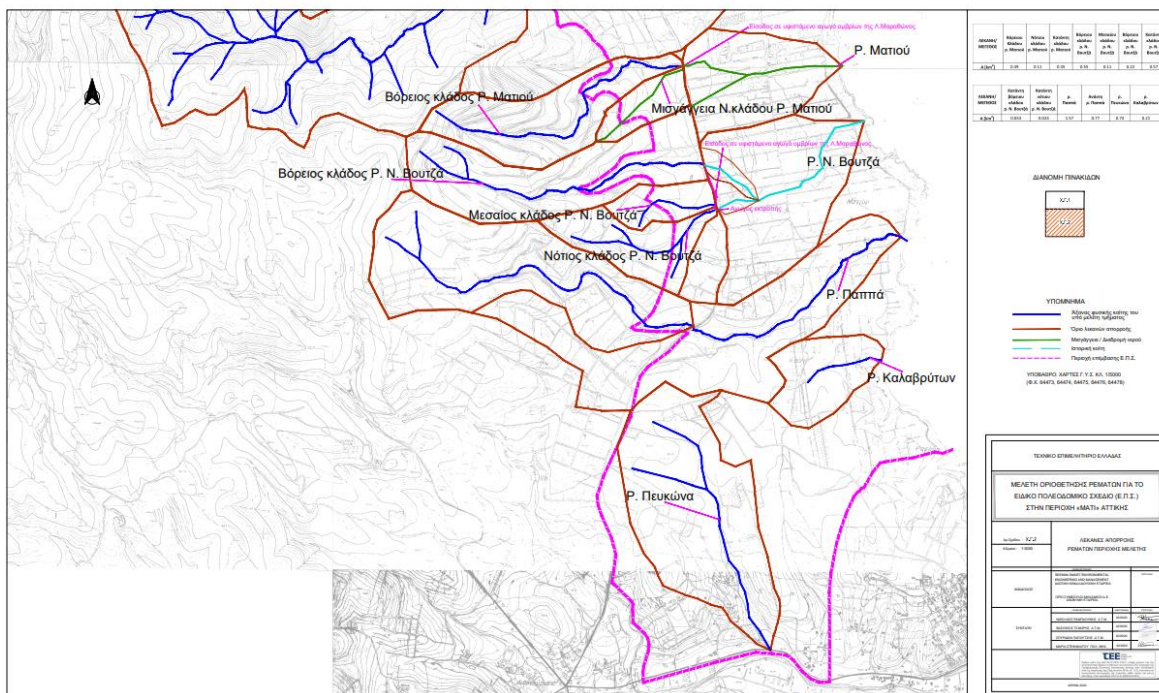
Σύμφωνα με μελέτη των Skilodimou et al. (2021), το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή ανάντη, κατάντη αλλά κι εντός του οικισμού στο Μάτι, περιλαμβάνει (σύμφωνα με την

κατάταξη του Strahler's)¹ τρίτης και τέταρτης σειράς κατάταξης ρέματα (επιφανειακά και υπόγεια).



Σχήμα 5.1: Περιβάλλουσες ζώνες / ζώνες επιρροής (buffers) στα επιφανειακά και υπόγεια ρέματα τρίτης και τέταρτης σειράς κατάταξης στην ευρύτερη περιοχή πλησίον του οικισμού στο Μάτι (πηγή: Skilodimou et al., 2021)

¹ Η μέθοδος κατάταξης ρεμάτων του Strahler (Strahler, 1957) αποδίδει μια τάξη $k = 1$ σε όλα τα ρέματα που δεν έχουν παραποτάμους. Στη συνέχεια, προχωρώντας κατάντη, όταν συναντώνται δύο (ή περισσότερα) ρεύματα της ίδιας τάξης k , σχηματίζουν ένα ρεύμα με τάξη $k + 1$. Ωστόσο, όταν μια ροή της τάξης k συναντάται από μία χαμηλότερης τάξης, δεν συμβαίνει καμία αλλαγή στη σειρά κατάντη (Gleyzer et al, 2004).



Χάρτης 5.1 : Χάρτης ρεμάτων περιοχών Νέου Βουτζά και Νέας Μάκρης (πηγή: [ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ \(rafina-pikermi.gr\)](http://ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ (rafina-pikermi.gr)))

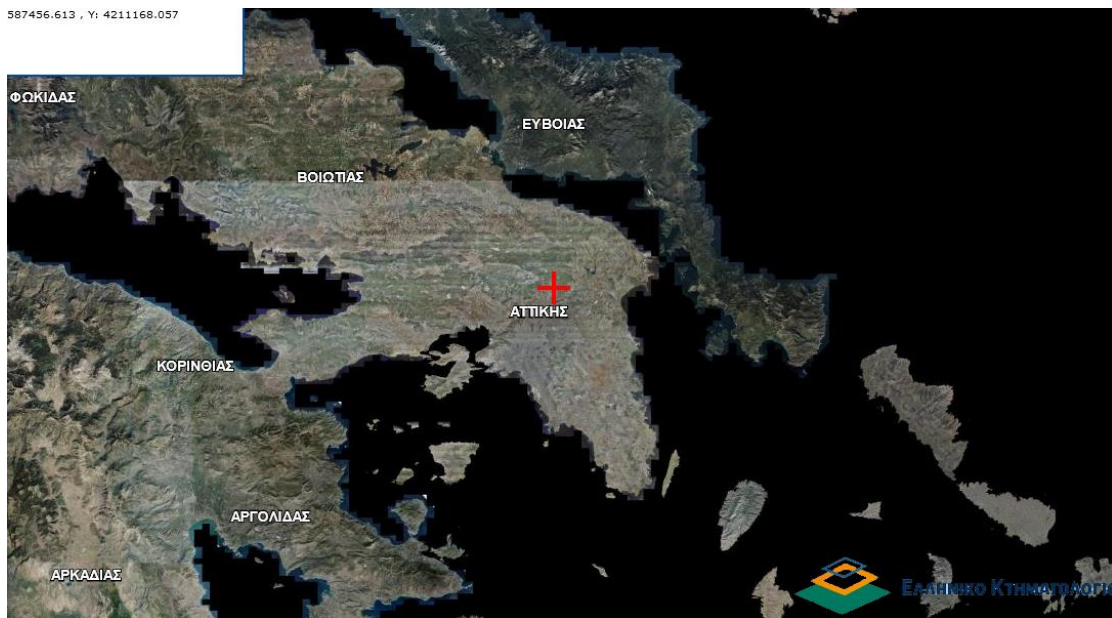
Εκτός όμως από τα ποτάμια, τα ρέματα και τα νερά των ακτών κολύμβησης, το υδρογραφικό δίκτυο στο Μάτι συμπληρώνουν το δημοτικό δίκτυο ύδρευσης. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχτηκαν από Υπηρεσία της Περιφέρειας Αττικής, οι γειτνιάζουσες περιοχές με το Μάτι, όπως ο Νέος Βουτζάς, που επλήγη από την πυρκαγιά του 2018, το Ντράφι και η Διώνη που βρίσκονται κοντά στο σημείο έναρξης της προαναφερόμενης πυρκαγιάς, διαθέτουν δεξαμενές για την παροχή νερού στους οικισμούς τους.

5.2 Το υδάτινο περιβάλλον στη Βαρυμπόμπη

Η Βαρυμπόμπη ανήκει διοικητικά στο Δήμο Αχαρνών – Θρακομακεδόνων και περικλείεται βορειοδυτικά από την Πάρνηθα. Στο χάρτη 5.2.1 που ακολουθεί με κόκκινο σταυρό απεικονίζεται η γεωγραφική θέση της Βαρυμπόμπης (ktimatologio.gr). Ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Αχαρνών, σύμφωνα με την απογραφή του 2021, ανέρχεται στους 108.169 κατοίκους.

(www.statistics.gr/documents/20181/17286366/APOF_APOT_MON_DHM_KOIN.pdf/41ae8e6c-5860-b58e-84f7-b64f9bc53ec4).

587456.613 , Y: 4211168.057



Χάρτης 5.2 : Γεωγραφική θέση της Βαρυμπόμπης (σήμανση με κόκκινο σταυρό, πηγή: ktimatologio.gr).

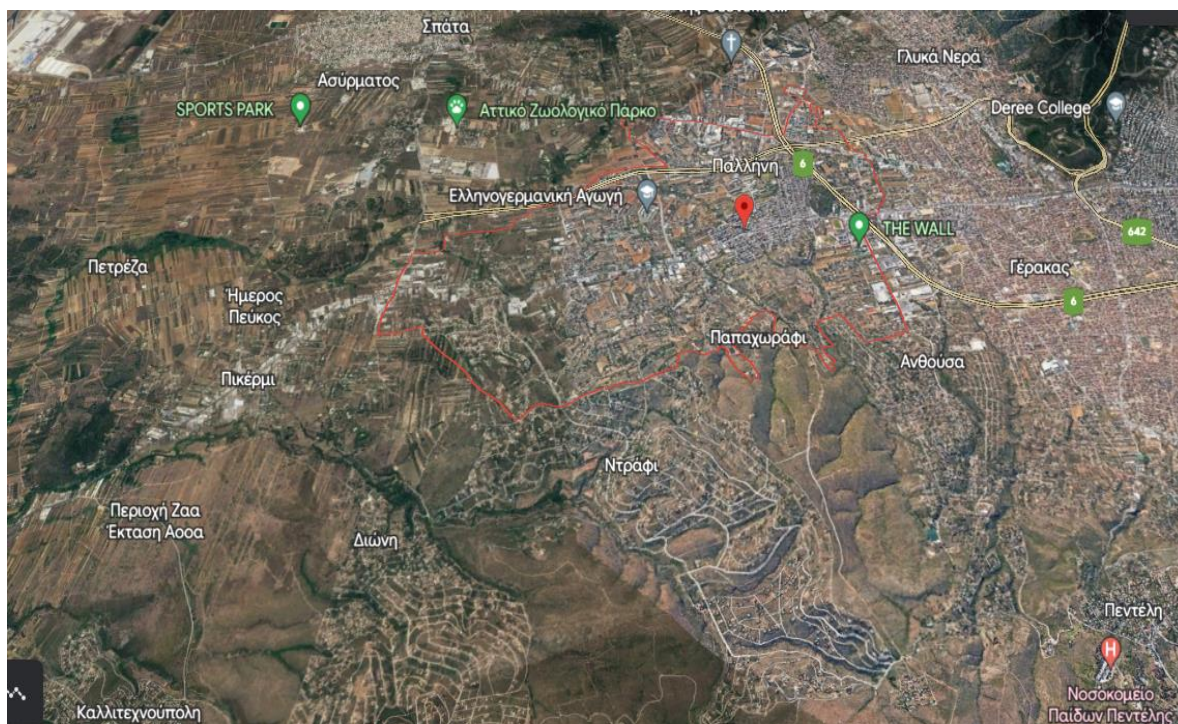
Όσον αφορά τις λεκάνες απορροής και τα ρέματα στην ευρύτερη περιοχή, δύο είναι οι βασικοί επιφανειακοί αποδέκτες, που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Βαρυμπόμπης, ο ποταμός της Οινόης, που καταλήγει στο κόλπο του Μαραθώνα, καθώς και ο Κηφισός ποταμός, ο οποίος διασχίζει τα Βορειοδυτικά προάστια της Αττικής (Evelpidou et al., 2019).

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχτηκαν από Υπηρεσία της Περιφέρειας Αττικής, στην περιοχή του Δήμου Αχαρνών, στον οποίο ανήκει και η περιοχή Βαρυμπόμπης, εκτός από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ, υπάρχουν τέσσερις γεωτρήσεις, που τροφοδοτούν με νερό και άλλους όμορους Δήμους (Δήμος Μεταμόρφωσης), καθώς και δεξαμενές τροφοδοσίας οικιακού δικτύου ύδρευσης.

5.3. Το υδάτινο περιβάλλον στην Πεντέλη και την Παλλήνη

Η Παλλήνη ανήκει διοικητικά στον Δήμο Παλλήνης, μαζί με τις Δημοτικές Ενότητες του Γέρακα και της Ανθούσας. Ο μόνιμος πληθυσμός της όλου του Δήμου, σύμφωνα με την απογραφή του 2021, ανέρχεται στους 59.459 κατοίκους (www.statistics.gr/documents/20181/17286366/APOF_APOT_MON_DHM_KOIN.pdf/41ae8e6c-5860-b58e-84f7-b64f9bc53ec4). Βρίσκεται βορειοανατολικά από το κέντρο της Αθήνας, κάτω από το Πεντελικό Όρος, από το οποίο ξεκινούν τα ρέματα του Γέρακα και της Παλλήνης, συνολικής έκτασης 12,6 χιλιομέτρων (biodiversity-info.gr). Στη συνέχεια τα ρέματα αυτά διασταυρώνονται με το ρέμα Βαλανάρη, που ξεκινά κι αυτό από το Πεντελικό Όρος για να καταλήξουν και τα τρία στο μεγάλο ρέμα της Ραφήνας (biodiversity-info.gr).

Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχτηκαν από Υπηρεσία της Περιφέρειας Αττικής, στο υδρολογικό δίκτυο, των πληγεισών περιοχών (Πεντέλης και Παλλήνης), συμπεριλαμβάνονται το δημοτικό δίκτυο ύδρευσης και πέντε δεξαμενές τροφοδοσίας αυτού.



Εικόνα 5.2 : Ο Δήμος της Παλλήνης (πηγή: google earth [Google Earth](https://www.google.com/earth/)).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Οι πυρκαγιές στη Βορειο-Ανατολική Αττική

Τα τελευταία χρόνια οι δασικές πυρκαγιές που έχουν εκδηλωθεί σε χώρες της Μεσογείου, παρουσιάζουν έντονο ενδιαφέρον μελέτης λόγω της συχνότητας, της σοβαρότητας και της έκτασής τους. Οι μεσογειακές χώρες κατέχουν περίπου κατά μέσο όρο το 85% των συνολικών καμένων εκτάσεων όλης της Ευρώπης (Zikeloglou et al., 2023). Το θερμό κλίμα, καθώς και οι ποικίλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες καθιστούν, τα δάση ευπαθή στις πυρκαγιές, γεγονός που επιδρά καταλυτικά στην ανθεκτικότητά τους λόγω της μείωσης της βλάστησης, στην απώλεια και την αλλαγή σύστασης των εδαφών (Efthimiou et al., 2019). Η ανάμειξη του δασικού στοιχείου με τις ανθρώπινες υποδομές, οι επονομαζόμενες «ζώνες μίξης δασών/οικισμών (“Wildland-Urban Interfaces” ή “WUI”)), σε ενδεχόμενο συμβάν δασικής πυρκαγιάς, μπορεί κάλλιστα να επηρεαστούν, μετρώντας απώλειες τόσο στα δασικά οικοσυστήματα όσο και σε ανθρώπινες ζωές και κατοικίες και προκαλώντας σοβαρό κοινωνικοοικονομικό πλήγμα (Zikeloglou et al., 2023).

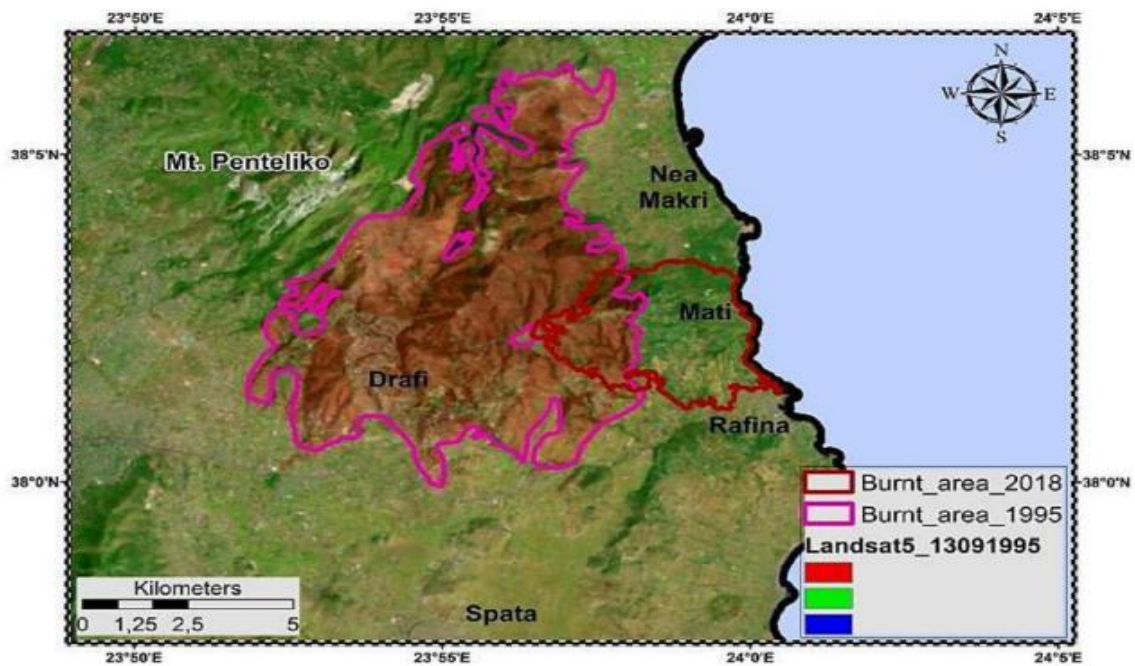
6.1 Η πυρκαγιά του 2018 στο Μάτι Αττικής

Η πυρκαγιά στο Μάτι το 2018 έχει καταγραφεί ως η θανατηφόρα φυσική καταστροφή της σύγχρονης Ελλάδας. Έλαβε χώρα στις 23 Ιουλίου και η έναρξή της τοποθετείται νοτιοανατολικά του νομού Αττικής, σε μία αγροτοδασική έκταση κοντά στην περιοχή του Νταού Πεντέλης, στο Πεντελικό Όρος. Αρχικά λόγω της κατεύθυνσης των ανέμων, η πυρκαγιά κατευθυνόταν προς την περιοχή του Διονύσου, ήταν μέτριας έντασης και έκαιγε χαμηλή βλάστηση (Skilodimou et al., 2021).

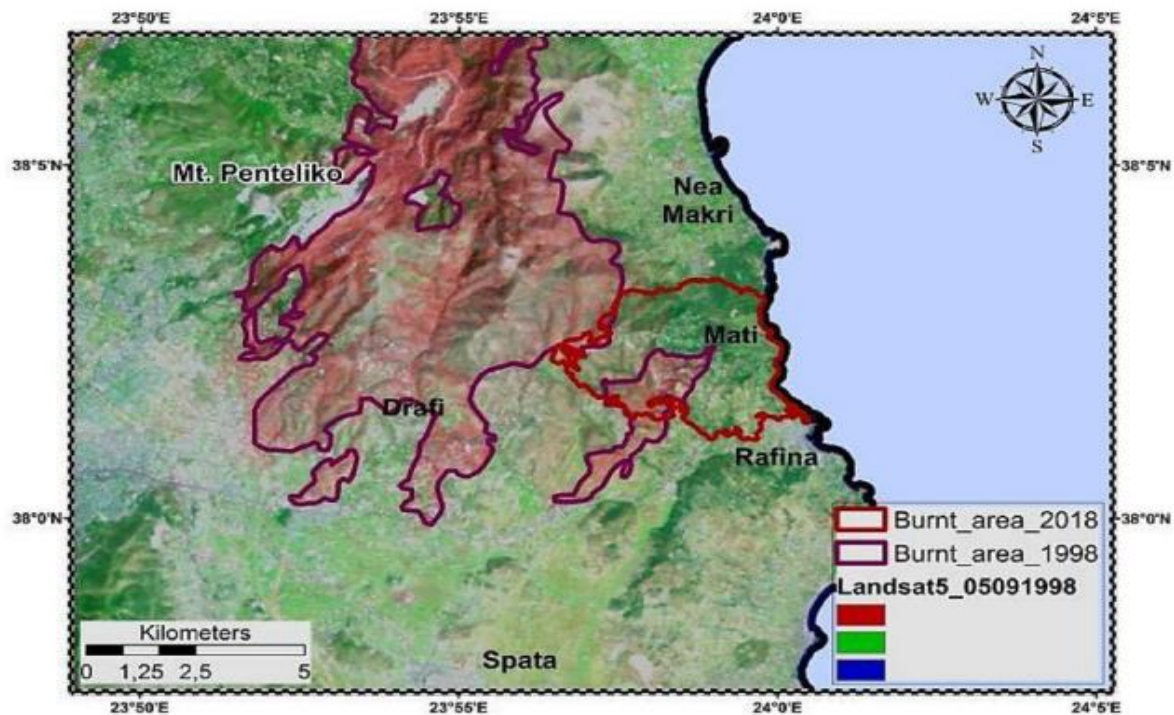
Λόγω όμως των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών εκείνης της ημέρας, με τη θερμοκρασία να αγγίζει του 40 °C, τα επίπεδα σχετικής υγρασίας να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα και τους ανέμους να αλλάζουν κατεύθυνση και να φτάνουν τα 12 μποφόρ, το ανώτατο δηλαδή όριο της κλίμακας, η φωτιά εξαπλώθηκε πάρα πολύ γρήγορα και μέσα σε μόλις 30-40 λεπτά έφτασε στο Μάτι, μέχρι το όριο της ακτογραμμής (Efthimiou et al., 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι, η ευρύτερη περιοχή κοντά στο Μάτι (Διόνυσος και Πεντελικό Όρος) έχει υποστεί και στο παρελθόν πυρκαγιές

(1995, 1998, 2005 και 2009), γεγονός που καταδεικνύει ότι η βλάστηση, σε συνδυασμό με την άναρχη δόμηση, το υποτυπώδες οδικό δίκτυο (στενοί δρόμοι, αδιέξοδα) και την έλλειψη αντιτυρικών φραγμών προστασίας επί της Λεωφόρου Μαραθώνος, αποτέλεσαν βασικούς παράγοντες αλλαγής της συμπεριφοράς και του βαθμού σοβαρότητας της συγκεκριμένης πυρκαγιάς (Efthimiou et al., 2019).

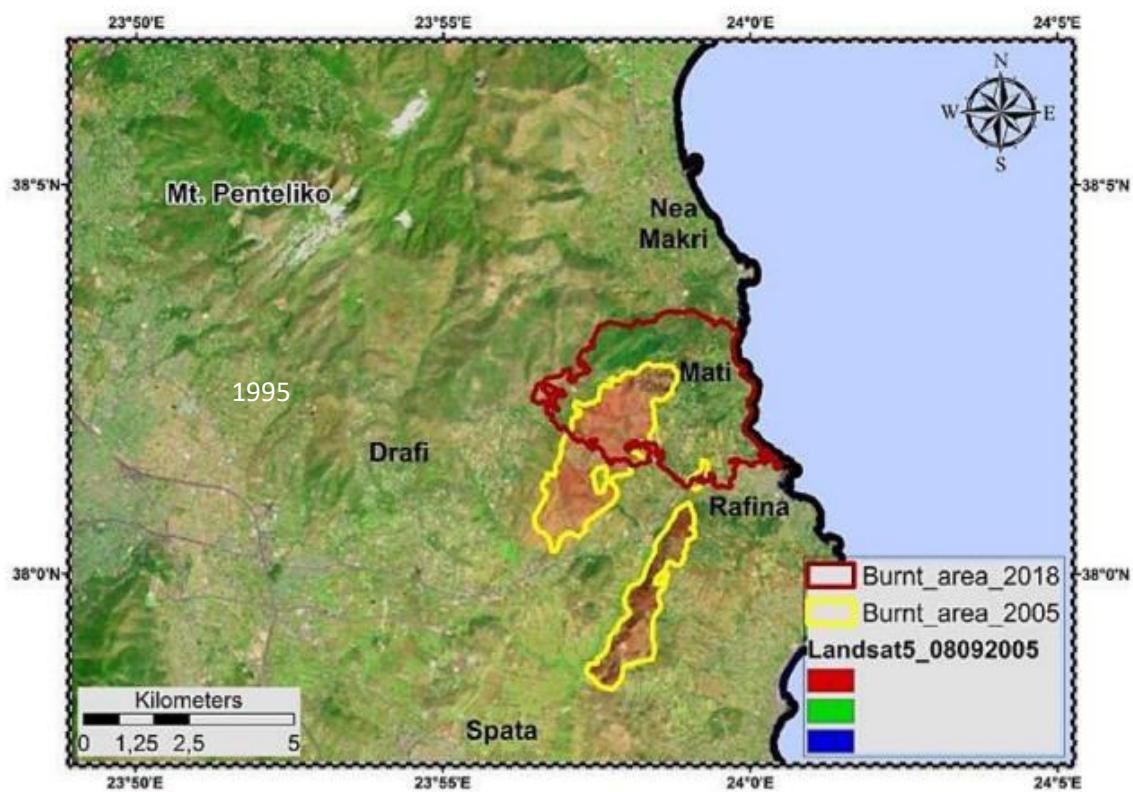
Στην εικόνα 6.1 που ακολουθεί απεικονίζονται με περίγραμμα, οι καμένες εκτάσεις των πυρκαγιών των ετών 1995, 1998, 2005 και 2009 σε συνάρτηση με την πυρκαγιά του 2018 (Efthimiou et al., 2019).



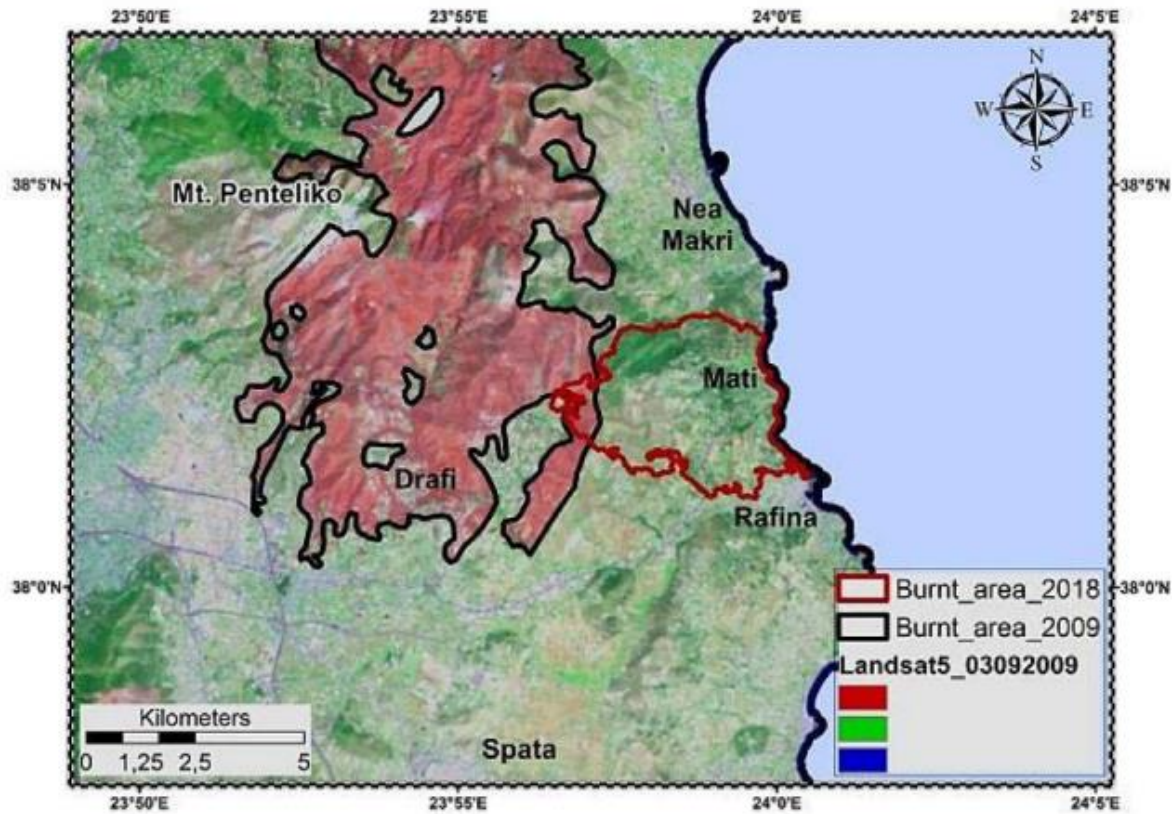
(α) Πυρκαγιά 1995 & 2018)



(β) Πυρκαγιά 1998 & 2018



(γ) Πυρκαγιά 2005 & 2018

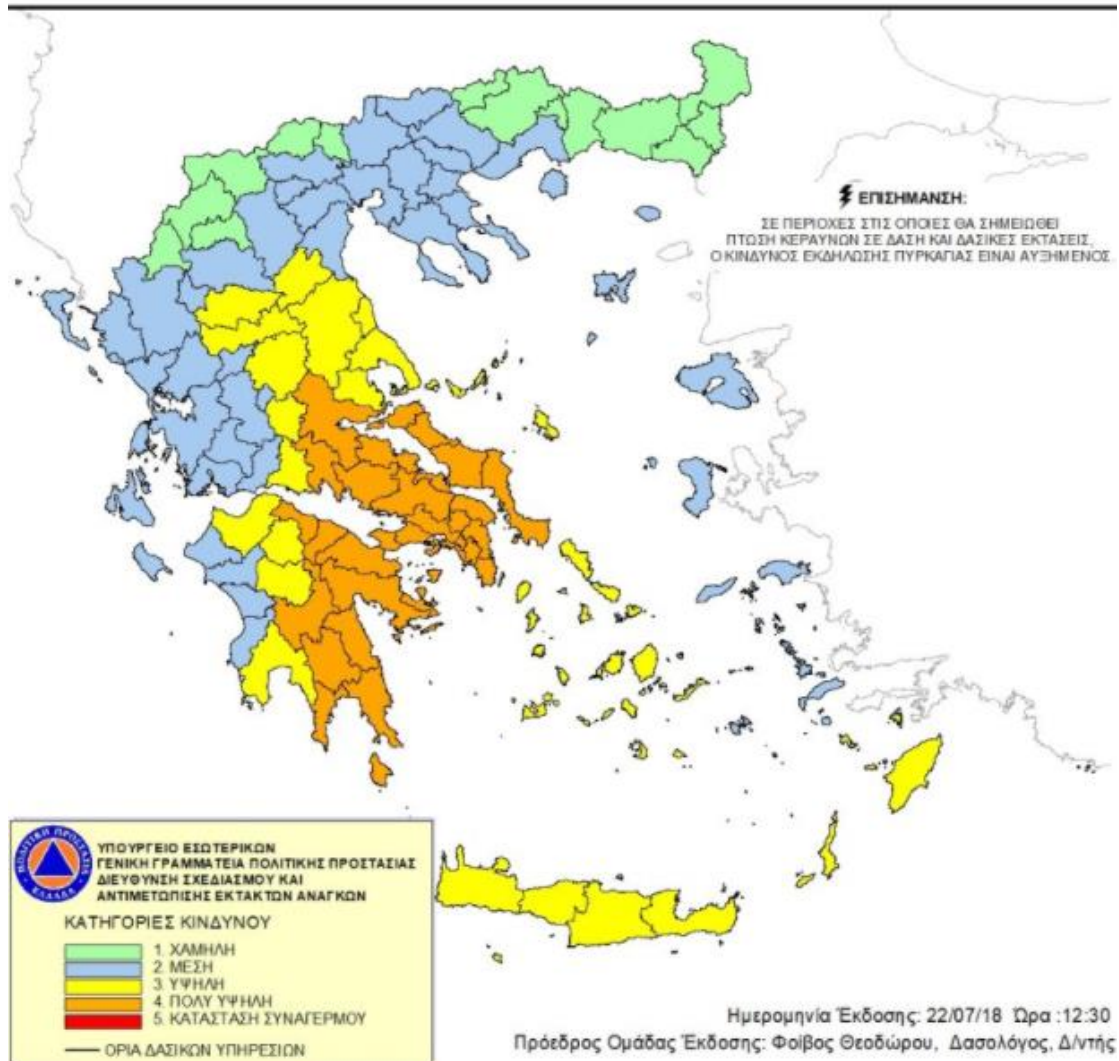


(δ) Πυρκαγιά 2009 & 2018

Εικόνα 6.1 : Καμένες εκτάσεις των πυρκαγιών κατά τα έτη (α) 1995 (ροζ διαγράμμιση, συνολικής έκτασης περίπου 251 km², κυρίως δασική), (β) 1998 (μπορντό διαγράμμιση, συνολικής έκτασης περίπου την ίδια με το έτος 1995), (γ) 2005 (κίτρινη διαγράμμιση, συνολικής έκτασης περίπου 5 km), (δ) 2009 (πράσινη διαγράμμιση, συνολικής έκτασης περίπου 850 km², κυρίως δασική) και 2018 (κόκκινη διαγράμμιση) (Efthimiou et al., 2019).

Στον χάρτη 6.1, που παρατίθεται παρακάτω, ο κίνδυνος πυρκαγιάς για την 23^η Ιουλίου 2018, ημέρα εκδήλωσής της ήταν πολύ υψηλός.

ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΠΟΥ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ Δευτέρα 23/07/18



Χάρτης 6.1: Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 23-07-2018 (πηγή: marathon.gr)

Λόγω της φονικής πυρκαγιάς στο Μάτι έχασαν τη ζωή τους τουλάχιστον 102 άνθρωποι, η ηλικία των οποίων κυμαινόταν από 6 μηνών έως 93 ετών, απανθρακώθηκαν εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα αγροτοδασικών εκτάσεων, περισσότερες από 1.500 κατοικίες υπέστησαν σοβαρές ζημιές ή/και καταστράφηκαν ολοσχερώς και 305 οχήματα κάηκαν ολοσχερώς (Efthimiou et al., 2019). Οι κάτοικοι εγκατέλειψαν τις οικίες τους, ενώ πολλοί από αυτούς κατέληξαν άστεγοι αναζητώντας στέγη σε κάποια από τις παρεχόμενες δομές διαμονής (Efthimiou et al., 2019), ενώ υπήρξαν πολλά προβλήματα στο δίκτυο ύδρευσης, ηλεκτροδότησης καθώς και στις τηλεπικοινωνίες (Efthimiou et al.,

2019; marathon.gr). Στις εικόνες 6.2 και 6.3, που ακολουθούν απεικονίζεται από αέρος, το μέγεθος της καταστροφικής πυρκαγιάς στο Μάτι (Efthimiou et al., 2019).



Εικόνες 6.2 και 6.3 : Καμένες εκτάσεις στο Μάτι μετά την πυρκαγιά του 2018 (πηγή: Efthimiou et al., 2019).

Άμεσες αλλά και με μακροπρόθεσμο αντίκτυπο, ήταν και οι επιπτώσεις στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, όπου σύμφωνα με δελτίου τύπου του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων (ΑΣ10) βρέθηκαν αυξημένα σε σχέση με το υπόβαθρο του λεκανοπεδίου Αττικής, αν και δεν ξεπερνούσαν τα ισχύοντα από τη νομοθεσία όρια. Οριακά αυξημένα ήταν και τα επίπεδα των συγκεντρώσεων της αιθάλης, αύξηση η οποία σύμφωνα με την ωριαία διακύμανση αποδόθηκε και στις υπόλοιπες πυρκαγιές που ήταν σε έξαρση τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Κινέττα και Εύβοια) (www.demokritos.gr). Τα σημεία δειγματοληψίας για την μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης επιλέχθηκαν, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία της περιοχής, τη χωροθέτηση των οικισμών και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες (ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, θερμοκρασία, βροχόπτωση) τα οποία ήταν τα εξής:

A) Ιερός Ναός Αναλήψεως του Κυρίου, Διασταυρώσεως Ραφήνας 38°01'19.15" N / 23°58'59.28" E,

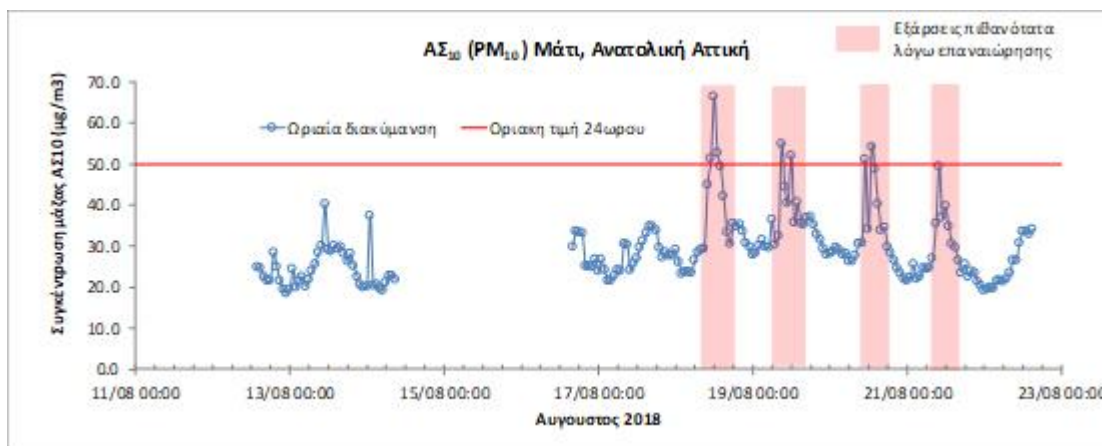
B) Λύρειο Ίδρυμα 38°02'45.28"N/23°58'02.30"E,

Γ) Ιερός Ναός Κοιμήσεως της Θεοτόκου 38°02'49.36"N / 23°59'35.43"E,

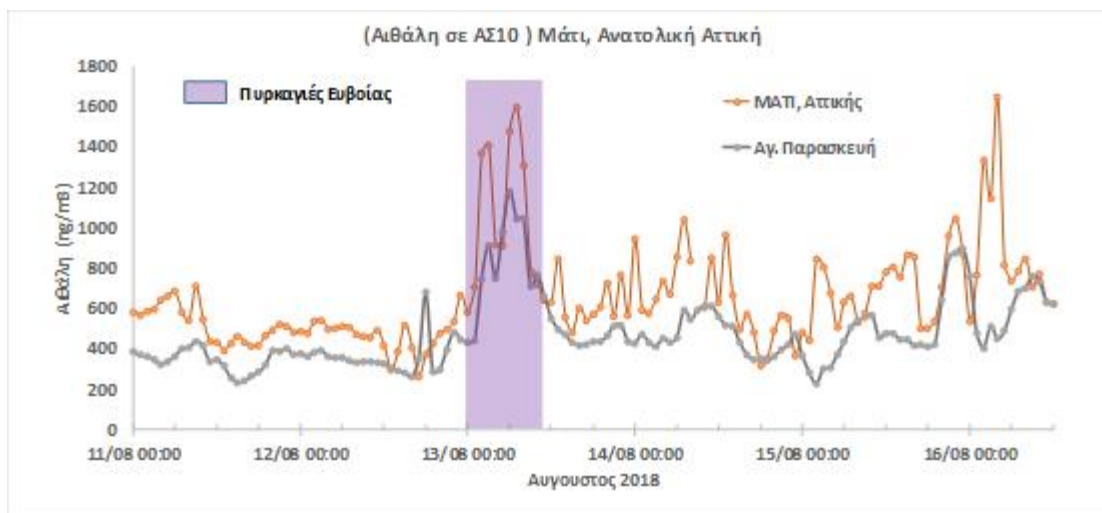
Δ) Οικία στο Κόκκινο Λιμανάκι 38°01'45.52"N/24°0'0.10"E και

Ε) ΚΑΑΥ Αγίου Ανδρέα 38°03'27.14"N/23°59'40.29" E.

Στα σχήματα 6.1 και 6.2, που ακολουθούν, αποτυπώνονται οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (ΑΣ10) και αιθάλης σε ΑΣ10 αντίστοιχα, στο Μάτι, σε ωριαία και 24ωρη καταγραφή κατά την περίοδο από τις 11 Αυγούστου του 2018 έως τις 23 Αυγούστου 2018.



Σχήμα 6.1 : Ωριαία καταγραφή και οριακή τιμή 24ωρου για συγκεντρώσεις ΑΣ10 σε µg/m³, στο Μάτι Αττικής, κατά τη χρονική περίοδο από 11-08-2018 έως 23-08-2018 (πηγή : www.demokritos.gr).



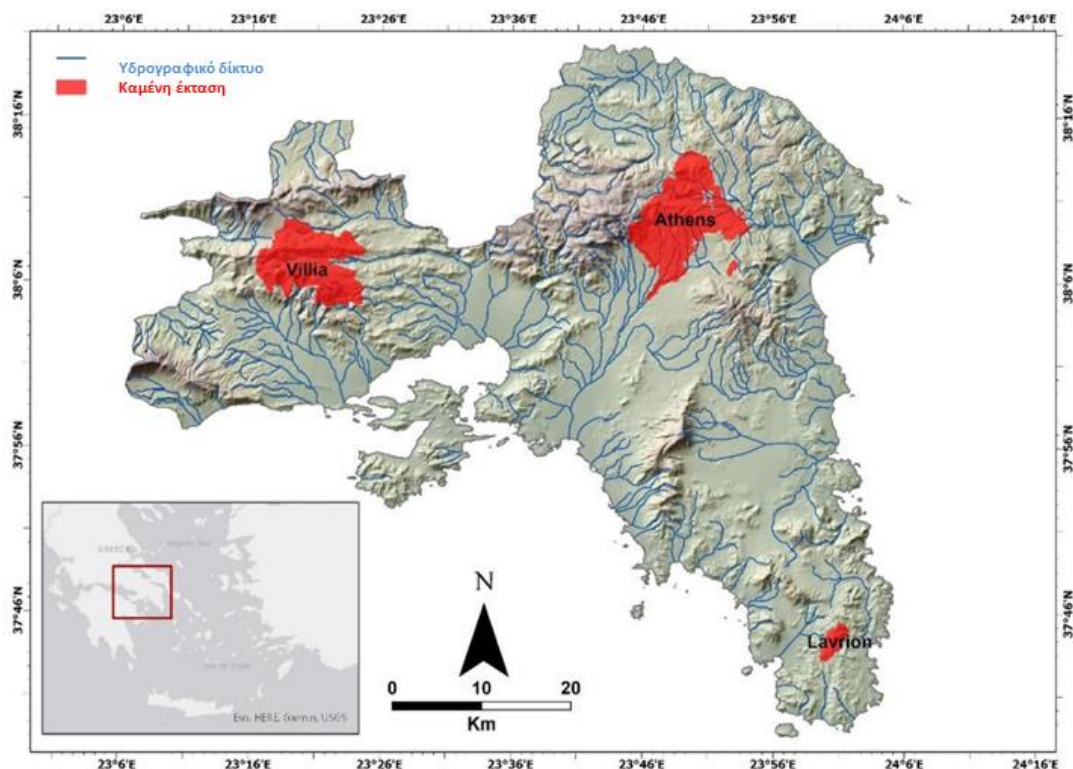
Σχήμα 6.2 : Ωριαία καταγραφή και οριακή τιμή 24ωρου για συγκεντρώσεις Αιθάλης σε ΑΣ10, σε ng/m³, στο Μάτι Αττικής (πορτοκαλί γραμμή) συγκριτικά με τις αντίστοιχες καταγραφές στην περιοχή της Αγ. Παρασκευής αττικής, κατά τη χρονική περίοδο από 11-08-2018 έως 23-08-2018 (πηγή : www.demokritos.gr).

Εκτός από τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία, η πυρκαγιά στο Μάτι επηρέασε και σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο τόσο την πληγείσα περιοχή όσο και τις γειτνιάζουσες σε αυτή (Efthimiou et al., 2019). Αναμφισβήτητα, επειδή το Μάτι βρίσκεται πολύ κοντά στην παραλιακή ζώνη και πλησίον του λιμένα της Ραφήνας, παρουσιάζει έντονο τουριστικό ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα όλες οι οικονομικές δραστηριότητες που έχουν σχέση με τον τουρισμό να υποστούν πλήγμα.

6.2 Η πυρκαγιά του 2021 στην Βαρυμπόμπη και την Πάρνηθα

Στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, στα διοικητικά όρια της Περιφέρειας Αττικής, το 2021 εκδηλώθηκαν τρεις μεγάλες δασικές πυρκαγιές. Κοντά στο κέντρο της πρωτεύουσας και συγκεκριμένα βορειοανατολικά αυτής, εκδηλώθηκε πυρκαγιά στην Βαρυμπόμπη (Falaras et al., 2022).

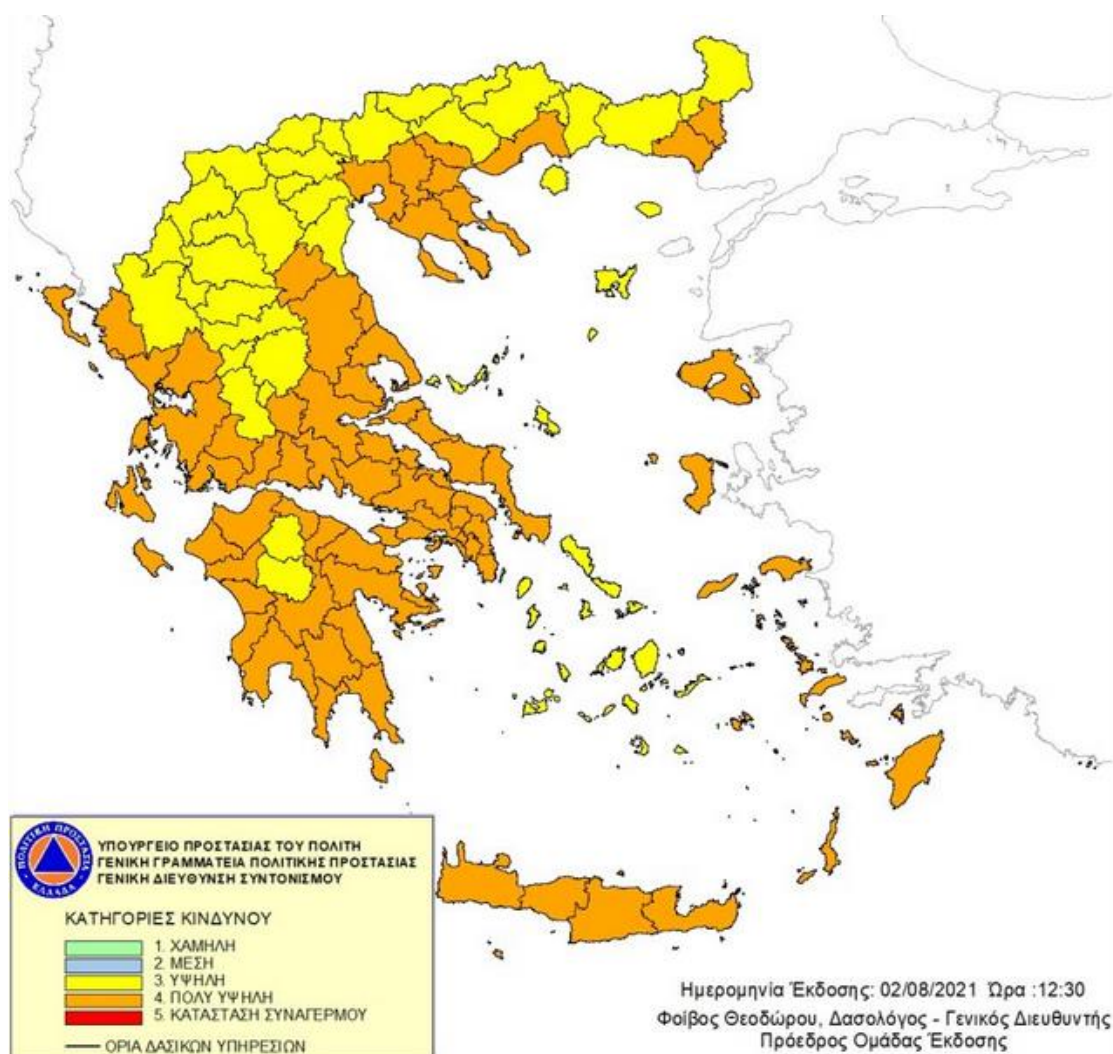
Στον χάρτη 6.2 που ακολουθεί αποτυπώνονται οι καμένες περιοχές της Αττικής που επλήγησαν από πυρκαγιά το έτος 2021 (Evelridou et al., 2021).



Χάρτης 6.2 : Οι περιοχές των Βιλλίων, του Λαυρίου και της Βαρυμπόμπης (Αθήνας) που επλήγησαν από πυρκαγιά το 2021 (πηγή : Evelridou et al., 2021)

Η πυρκαγιά ξέσπασε στις 3 Αυγούστου του 2021, στην Άνω Βαρυμπόμπη και λόγω των επικρατουσών κλιματολογικών συνθηκών, επεκτάθηκε στους πρόποδες της Πάρνηθας και στις γεινιάζουσες περιοχές, στις Αδάμες της Κηφισιάς, στην Ιπποκράτειο Πολιτεία και στην Δροσοπηγή.

Όπως φαίνεται εξάλλου και στον χάρτη 6.3 που παρατίθεται, ο κίνδυνος πυρκαγιάς για τις 3 Αυγούστου 2021, ημέρα εκδήλωσής της ήταν πολύ υψηλός (civilprotection.gov.gr).



Χάρτης 6.3: Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 03-08-2021 (πηγή: civilprotection.gov.gr)

Λόγω της έντονης μείξης του αστικού και δασικού στοιχείου στην ευρύτερη περιοχή, οι συνέπειες ήταν καταστροφικές, με τη συνολική καμένη δασική έκταση να κυμαίνεται στα

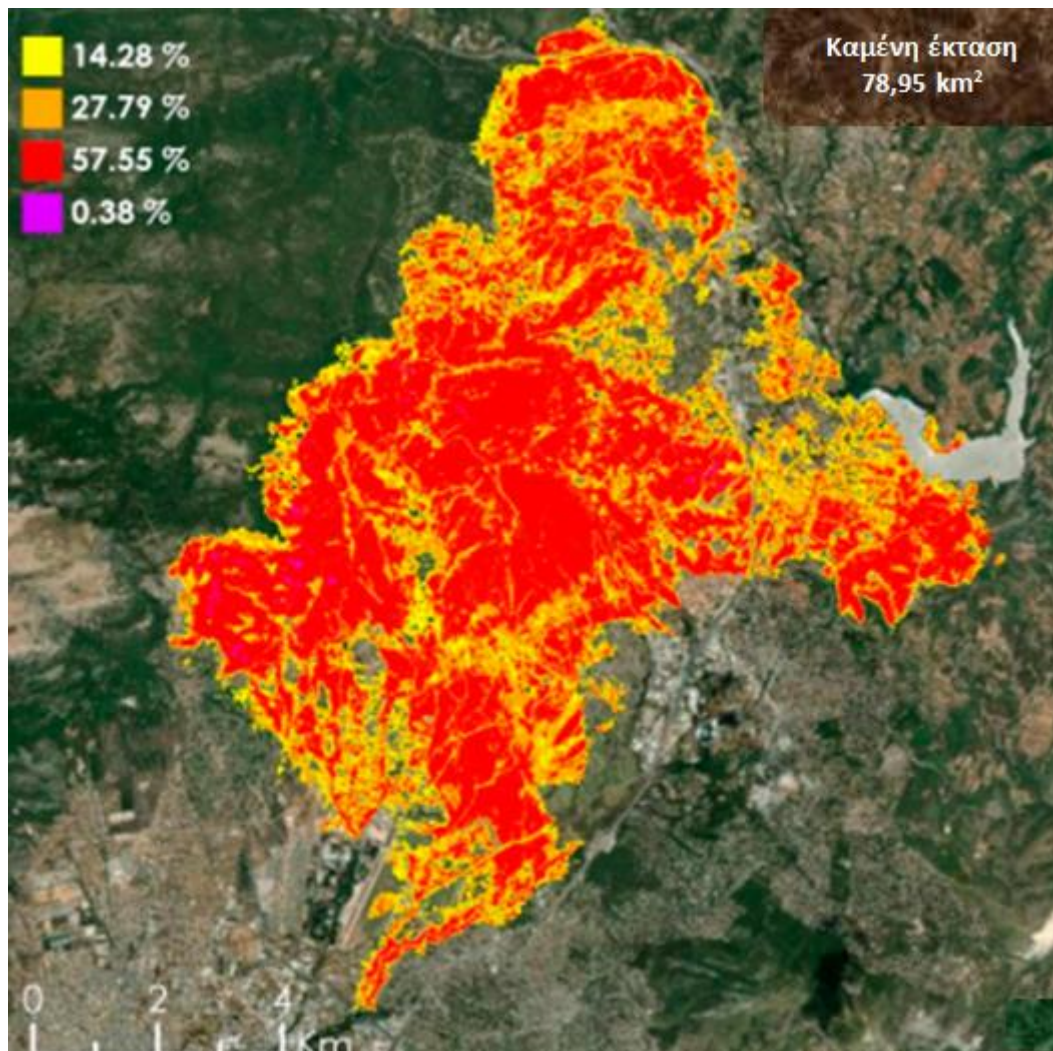
78,95 km² και το αστικό στοιχείο των περιοχών αυτών να έχει υποστεί τεράστιες ζημιές (Falaras et al., 2022).

Χαρακτηριστική του μεγέθους της καταστροφής είναι κι η εικόνα 6.4 (www.tovima.gr).



Εικόνα 6.4 : Η καταστροφική πυρκαγιά στην ευρύτερη περιοχή της Βαρυμπόμπης (πηγή: www.tovima.gr).

Εξίσου όμως αξιοσημείωτα είναι τα επίπεδα έντασης της συγκεκριμένης πυρκαγιάς που αναφέρονται σε μελέτη των Falaras et al. (2022). Στο σχήμα 6.3 που ακολουθεί αποτυπώνεται ο βαθμός της έντασης της πυρκαγιάς ανά επιφάνεια στην πληττόμενη περιοχή. Ποσοστό 14,28% ήταν χαμηλής έντασης (απεικόνιση με κίτρινο χρώμα), το 27,79% μέτριας-χαμηλής έντασης (με πορτοκαλί χρώμα), το 0,38% ήταν υψηλής έντασης (με μωβ χρώμα), ενώ το 57,55% ήταν μέτριας-υψηλής έντασης (απεικόνιση με κόκκινο χρώμα) (Falaras et al., 2022).



Σχήμα 6.3 : Βαθμός έντασης ανά επιφάνεια εκδήλωσης της πυρκαγιάς στην πληττόμενη περιοχή της Βαρυμπόμπης (πηγή : Falaras et al., 2022).

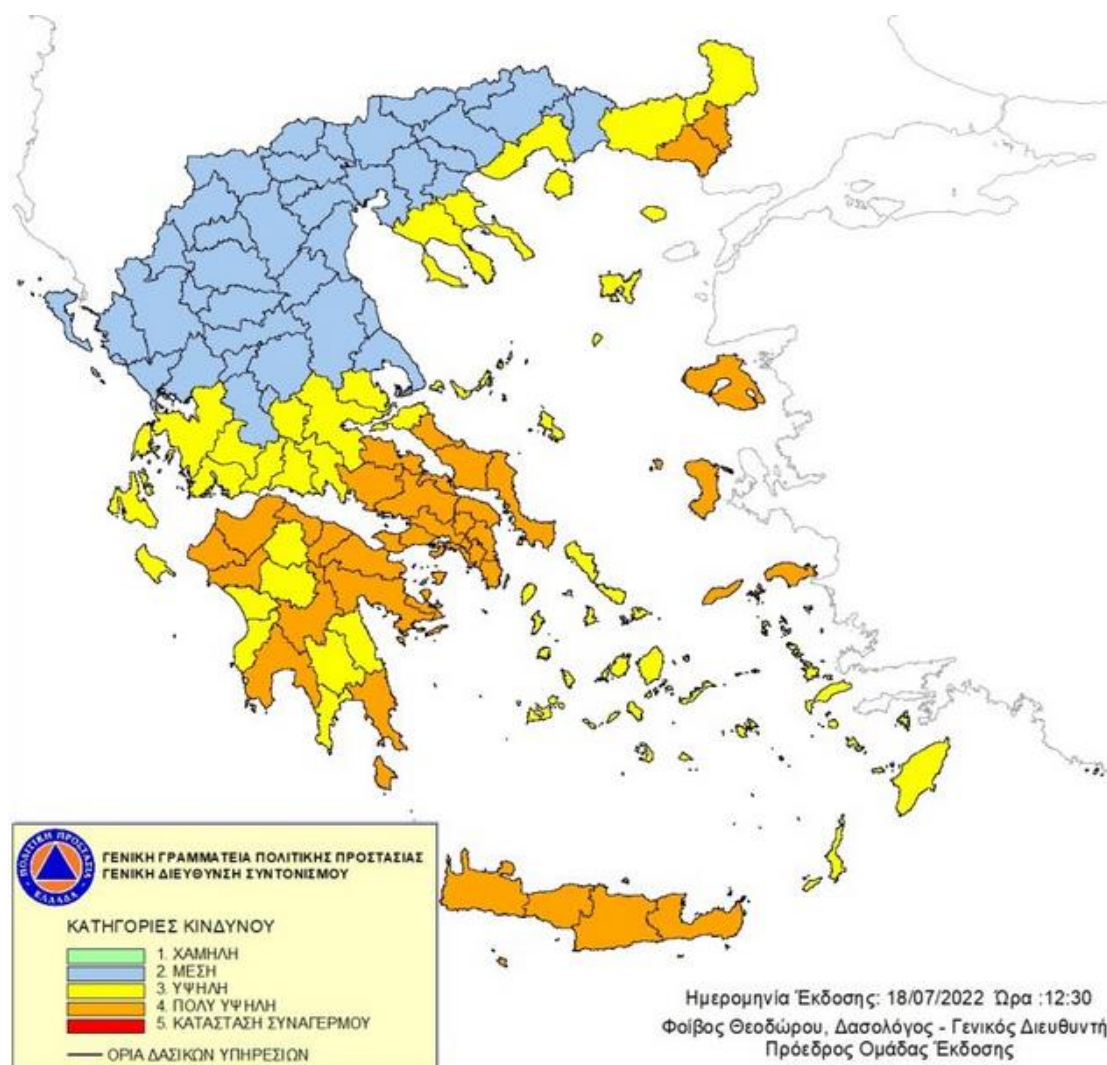
6.3 Η πυρκαγιά του 2022 στην Πεντέλη, την Ανθούσα και την Παλλήνη

Η πρόσφατη πυρκαγιά που έπληξε την Αττική στις 19 Ιουλίου του 2022, ξεκίνησε από τον ορεινό όγκο της Πεντέλης, πλησίον της περιοχής Βαγιάτι και επεκτάθηκε με γρήγορο ρυθμό στις περιοχές της Διώνης, του Δασαμαρίου, της Ανθούσας, του Πανοράματος της Παλλήνης και του Ντραφίου (www.fireservice.gr). Στον χάρτη 6.4 που ακολουθεί απεικονίζεται το μέτωπο της πυρκαγιάς (www.fireservice.gr).



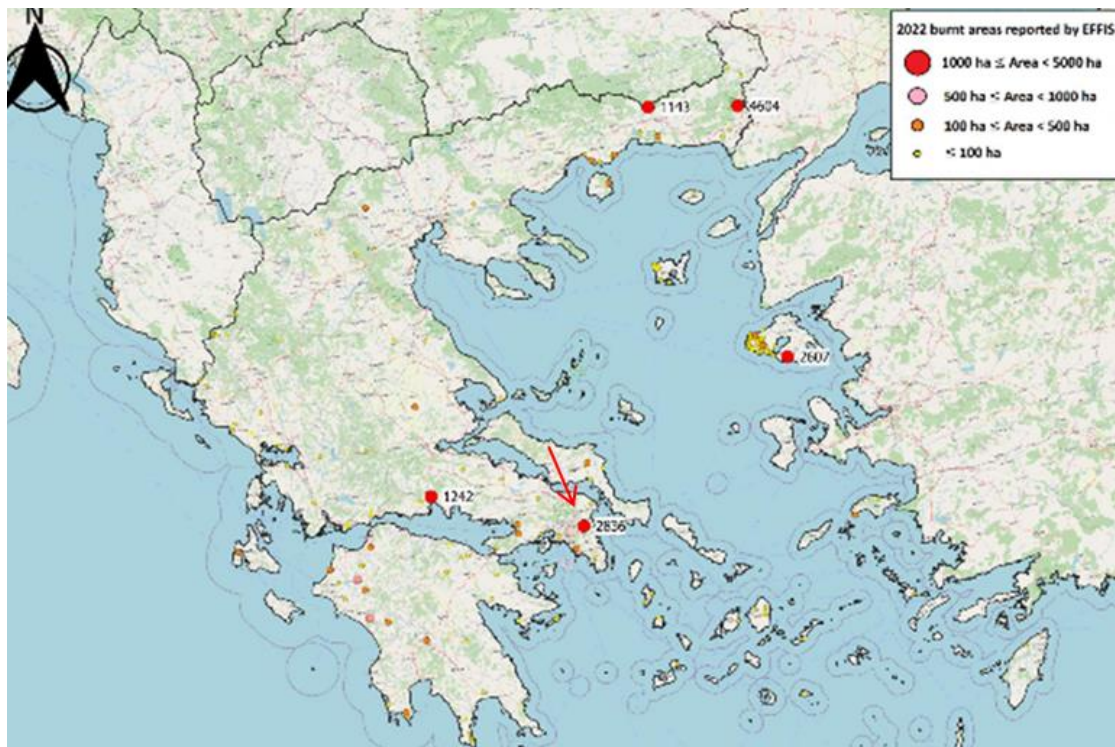
Χάρτης 6.4: Χάρτης στον οποίο απεικονίζεται το μέτωπο της πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στις περιοχές της Πεντέλης, της Ανθούσας και της Παλλήνης στις 19-07-2022 (πηγή: www.fireservice.gr).

Ο κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς για τη συγκεκριμένη ημερομηνία στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής ήταν πολύ υψηλός, όπως αποτυπώνεται και στον χάρτη 6.5, που παρατίθεται ακολούθως (civilprotection.gov.gr).



Χάρτης 6.5: Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για τις 19-07-2022 (πηγή: civilprotection.gov.gr)

Κάηκαν συνολικά 28,36 Km² (2836 εκτάρια) δασικών εκτάσεων, όπως στις προαναφερόμενες περιοχές, κατά την εκδήλωση του φαινομένου την συγκεκριμένη ημέρα (19-07-2022), όπως φαίνεται και στον χάρτη 6.6, που ακολουθεί (EFFIS, 2023).



Χάρτης 6.6: Καμένες εκτάσεις στην Ελλάδα στις 19-07-2022. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται η πληγείσα περιοχή (πηγή : EFFIS, 2023)

Και στην περίπτωση αυτής της πυρκαγιάς, λόγω τοπογραφίας των πληγεισών περιοχών είναι χαρακτηριστική η μίξη του αστικού και του δασικού στοιχείου. Παρ' όλα αυτά επειδή η φωτιά κατευθύνθηκε προς τον αστικό ιστό, τέθηκε γρήγορα υπό έλεγχο με ορατή όμως την καταστροφή δασικών εκτάσεων και οικιών, ενώ δεν υπήρξαν απώλειες σε ανθρώπινες ζωές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Αποτελέσματα δειγματοληψιών φορέων στα συστήματα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στα εσωτερικά ύδατα και τις ακτές κολύμβησης

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται οι παράμετροι που εξετάστηκαν κατά την δειγματοληψία και την ανάλυση των δειγμάτων νερού που συλλέχθηκαν από τα συστήματα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, τα εσωτερικά ύδατα και τις ακτές κολύμβησης. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε ορισμένα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών καθώς και αν βρέθηκαν εντός ή εκτός των ορίων, που προβλέπονταν από το νομοθετικό πλαίσιο, που ίσχυε κατά την περίοδο διενέργειάς τους.

Κατά τη διενέργεια δειγματοληψίας και συγκεκριμένα λίγο πριν τη διαδικασία λήψης του δείγματος θα πρέπει να εξετάζονται ορισμένα χαρακτηριστικά ανάλογα με την πηγή προέλευσης του νερού.

Για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, θα πρέπει να δηλώνεται η προέλευσή του (δίκτυο, γεώτρηση κλπ.), η απολύμανση και ο τρόπος μεταφοράς του. Επιπλέον, στο σημείο δειγματοληψίας, θα πρέπει να προσδιορίζεται η υπολειμματική απολυμαντική ουσία σε mg/L (χλώριο), το pH, η θερμοκρασία καθώς και ορισμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (οσμή, γεύση και χρώμα) (eody.gov.gr).

Για τα ύδατα των ακτών κολύμβησης, πρέπει να συμπληρώνεται στο αντίστοιχο δελτίο δειγματοληψίας, ο αριθμός των λουόμενων κατά την ώρα διενέργειάς της, η κατάσταση της θάλασσας, η φορά του ανέμου, ο τρόπος μεταφοράς των δειγμάτων καθώς και τυχόν ύπαρξη χρωμάτων, επιπλεόντων αντικειμένων τα οποία δύναται να εντοπιστούν μακροσκοπικά (eody.gov.gr).

Για τα εσωτερικά ύδατα (λίμνες, ποτάμια κλπ.) καταγράφονται στοιχεία όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος, αν υπήρξε βροχόπτωση την προηγούμενη ή την ημέρα της δειγματοληψίας, το βάθος της δειγματοληψίας, η ύπαρξη ή μη θολότητας, οσμής και ιζήματος κλπ.(eody.gov.gr).

7.1 Νομοθετικά όρια μικροβιολογικών αναλύσεων

Σε περιπτώσεις εκδήλωσης φαινομένου πυρκαγιάς, το Υπουργείο Υγείας, αποστέλλει σχετική εγκύκλιο, προκειμένου οι αρμόδιες αρχές ελέγχου των Περιφερειών που έχουν χωρική αρμοδιότητα, καθώς και οι υπεύθυνοι ύδρευσης (Δήμοι, Δ.Ε.Υ.Α., ΕΥΔΑΠ κλπ.), να προβούν σε δειγματοληψίες για τον μικροβιολογικό έλεγχο του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Ακολουθεί ο πίνακας 7.1 με τις μικροβιολογικές παραμέτρους που εξετάστηκαν σύμφωνα με τα όσα προβλέπονταν από την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β΄) Κοινή Υπουργική Απόφαση, η οποία ήταν σε ισχύ κατά τις χρονικές περιόδους όπου σημειώθηκαν οι πυρκαγιές, που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 6 της παρούσας.

Πίνακας 7.1: Μικροβιολογικές παράμετροι εξέτασης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την αριθ. Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β΄) Κοινή Υπουργική Απόφαση.

Παράμετρος & Μονάδα μέτρησης	Παραμετρική τιμή
E. Coli (cfu*/100ml)	0
Εντερόκοκκοι (cfu/100ml)	0
Ολικά κολοβακτηριοειδή (cfu/100ml)	0
Κοινά αερόβια (cfu/ml) (36°C /48h)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής
Κοινά αερόβια (cfu/ml) (22oC /72h)	

ΣΗΜ.*: CFU: μονάδα που χρησιμοποιείται στη μικροβιολογία για τον υπολογισμό του αριθμού των βιώσιμων βακτηριδίων ή των κυττάρων μύκητα (ικανότητα πολλαπλασιασμού) σε ένα δείγμα.

Επισημαίνεται ότι, η αιτιολογία απόκλισης του αποτελέσματος των αναλύσεων για τις μικροβιολογικές παραμέτρους, δεν οφείλεται κατά κύριο λόγο από την εκδήλωση αυτής καθεαυτής της πυρκαγιάς, αλλά κυρίως λόγω της πρόκλησης μηχανικών βλαβών στο δίκτυο ύδρευσης της εκάστοτε περιοχής, γι' αυτό και συνίσταται η διερεύνηση οποιασδήποτε πιθανότητας διαρροής που μπορεί να δημιουργεί πρόβλημα στην ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (όπως θραύση σωλήνων) και την περαιτέρω αποκατάστασή της (Paul et al., 2021).

Όσον αφορά τις ακτές κολύμβησης, οι γενικότερες μικροβιολογικές παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται, προβλέπονται στην «ΚΥΑ με αριθ. 8600/416/Ε103/2009 (ΦΕΚ 353/2009 τ. Β’), η οποία έχει εναρμονιστεί με την Οδηγία 2006/7/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων αυτών»

Στον πίνακα 7.2 παρατίθενται οι μικροβιολογικές παράμετροι της προαναφερόμενης ΚΥΑ.

Πίνακας 7.2: Μικροβιολογικές παράμετροι για τη διαχείριση της ποιότητας των ακτών κολύμβησης, όπως προβλέπονται από την αριθ. 8600/416/Ε103/2009 (ΦΕΚ 353/2009 τ. Β’)

Παράμετρος & Μονάδα μέτρησης	Παραμετρική τιμή
E. Coli (Κολοβακτηρίδια) / (cfu/100ml)	<500
Εντερόκοκκοι (cfu/100ml)	<200

Οι οπτικά παρακολουθούμενες παράμετροι των υδάτων κολύμβησης (κατάλοιπα πίσσας, γυαλιά, πλαστικά, καουτσούκ ή οποιαδήποτε άλλα απορρίμματα), που εξετάζονται μετά από οποιαδήποτε διενεργηθείσα δειγματοληψία, αξιολογούνται και στην περίπτωση των πυρκαγιών, προκειμένου να κριθεί εκ νέου η καταλληλότητά τους (ypen.gov.gr). Στα επιφανειακά ύδατα (εσωτερικά και μεταβατικά όπως ποταμοί, λίμνες κλπ.) αξιολογούνται χημικοί παράμετροι, οι οποίοι θα αναφερθούν σε επόμενη υποενότητα.

7.1.1 Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων στα ύδατα μετά τις πυρκαγιές του 2018, 2021 και 2022 στη Βορειοανατολική Αττική.

Σχετικά με τις μικροβιολογικές παραμέτρους για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (πόσιμο) διενεργήθηκαν δειγματοληψίες μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς στο Μάτι Αττικής, στις 26-07-2018, 31-07-2018 και στις 02-08-2018. Από τα στοιχεία που συλλέχτηκαν από την αρμόδια αρχή παρακολούθησης (Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου & Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής) αλλά και αντλήθηκαν από τον υπεύθυνο ύδρευσης (Δήμο Μαραθώνα), τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών, ως προς τις μικροβιολογικές παραμέτρους ήταν εντός των ορίων που προβλέπονται από την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β’) Κοινή Υπουργική

Απόφαση (marathon.gr). Επιπλέον, από στοιχεία δειγματοληψιών των επόμενων ετών, που διεξήχθησαν στις 25-09-2019, 11-10-2019, 16-03-2022, αλλά και το χρονικό διάστημα πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς (κατά τα έτη 2017, 2018) στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μαραθώνα, τα αποτελέσματα των αναλύσεων βρέθηκαν εντός των ορίων της προαναφερόμενης ΚΥΑ για τις μικροβιολογικές παραμέτρους. Επισημαίνεται ότι τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών αυτών τόσο πριν, όσο κατά και μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς στην υπό εξέταση περιοχή, δεν εμφάνισαν ουσιαστική διακύμανση.

Για την περίπτωση της πυρκαγιάς στη Βαρυμπόμπη το 2021, από στοιχεία που συλλέχτηκαν από την αρμόδια αρχή παρακολούθησης (Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου & Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής) σε 11 σημεία του Δήμου Αχαρνών, εκ των οποίων τα 7 αφορούσαν δεξαμενές ιδιωτικών δικτύων ύδρευσης και τα 4 ήταν από το δίκτυο ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ, δεν διαπιστώθηκαν αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια. Στις περιοχές όμως της Δροσοπηγής και της Ιπποκρατείου Πολιτείας, οι οποίες επλήγησαν από την ίδια πυρκαγιά, διαπιστώθηκαν αποκλίσεις σε 4 από τα 10 ληφθέντα δείγματα, ως προς τους μικροβιολογικούς δείκτες, γεγονός που αποδόθηκε στην πρόκληση μηχανικών βλαβών και τυχόν διαρροής στα συστήματα αυτά. Για τα δείγματα που συλλέχτηκαν την ίδια περίοδο από την ΕΥΔΑΠ, σε μονάδες επεξεργασίας και δεξαμενές νερού εντός της προαναφερόμενης πληγείσας περιοχής (στις 10-08-2021, σύμφωνα με το αρχείο που τηρείται στην προαναφερόμενη Υπηρεσία της Περιφέρειας), δεν διαπιστώθηκαν αποκλίσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων. Και τα αποτελέσματα από τις δειγματοληψίες της αρχής παρακολούθησης, που συλλέχτηκαν σε περιοχές της Πεντέλης και της Παλλήνης, κατά την εκδήλωση της πυρκαγιάς το 2022 (ημερομηνία δειγματοληψίας 25-07-2022) δεν κατέδειξαν διακύμανση των ορίων των προβλεπόμενων μικροβιολογικών παραμέτρων.

Για τα νερά κολύμβησης στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μαραθώνα (Δημοτική Ενότητα Νέας Μάκρης, Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου), από τις δειγματοληψίες που διεξήχθησαν τόσο πριν από την πυρκαγιά στο Μάτι το 2018 (07-06-2018 , 28-06-2018), όσο και μετά από αυτή (ενδεικτικά αναφέρονται οι από 26-07-2018, 14-06-2019, 06-07-2020, 22-06-2020, 08-07-2020, 13-07-2020, 17-06-2021 και 30-06-2021 δειγματοληψίες της αρμόδιας αρχής παρακολούθησης και των υπευθύνων ύδρευσης), δεν

διαπιστώθηκαν αποκλίσεις και διακυμάνσεις από τις μικροβιολογικές παραμέτρους της ισχύουσας εθνικής νομοθεσίας. Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας 7.3 με τα προαναφερόμενα αποτελέσματα.

Πίνακας 7.3: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μικροβιολογικών αναλύσεων

A. ΝΕΡΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		
ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ	ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς (26-07-2018, 31-07-2018 και στις 02-08-2018)	Εντός των ορίων & χωρίς ουσιαστική διακύμανση
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ	Τα επόμενα έτη 2019, 2022	Εντός των ορίων & χωρίς ουσιαστική διακύμανση
ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Εντός των ορίων
ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ & ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	4 από τα 10 δείγματα εκτός των ορίων
ΠΕΝΤΕΛΗΣ & ΠΑΛΛΗΝΗΣ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Εντός των ορίων
B. ΝΕΡΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ		
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	Πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Εντός των ορίων & χωρίς ουσιαστική διακύμανση
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	

7.2 Νομοθετικά όρια χημικών αναλύσεων

Σε περιπτώσεις εκδήλωσης φαινομένου πυρκαγιάς, το Υπουργείο Υγείας, αποστέλλει σχετική εγκύκλιο, προκειμένου οι αρμόδιες αρχές ελέγχου των Περιφερειών που έχουν χωρική αρμοδιότητα, καθώς και οι υπεύθυνοι ύδρευσης (Δήμοι, Δ.Ε.Υ.Α., ΕΥΔΑΠ κλπ.),

να προβούν σε δειγματοληψίες για τον χημικό έλεγχο του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Ακολουθεί ο πίνακας 7.5 με τις χημικές και ενδεικτικές παραμέτρους που εξετάστηκαν σύμφωνα με τα όσα προβλέπονταν από την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β΄) Κοινή Υπουργική Απόφαση, η οποία ήταν σε ισχύ κατά τις χρονικές περιόδους όπου σημειώθηκαν οι πυρκαγιές, που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 6 της παρούσας.

Πίνακας 7.5: Χημικές και Ενδεικτικές παράμετροι για την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β΄) ΚΥΑ.

Παράμετρος	& Μονάδα μέτρησης	Χημική παράμετρος (τιμή)	Ενδεικτική παράμετρος (τιμή)
Αγωγιμότητα	(20° C) $\mu\text{S}/\text{cm}$		2500
Χρώμιο	$\mu\text{g}/\text{L}$	50	
Νικέλιο	$\mu\text{g}/\text{L}$	20	
Μαγγάνιο	$\mu\text{g}/\text{L}$		500
Αλκαλικότητα	(mg/L ως CaCO_3)		
Αργίλιο	$\mu\text{g}/\text{L}$		200
Χαλκός	$\mu\text{g}/\text{L}$	2000	
Κάδμιο	$\mu\text{g}/\text{L}$	5,0	
Μόλυβδος	$\mu\text{g}/\text{L}$	10	
Αρσενικό	$\mu\text{g}/\text{L}$	10	
Υδράργυρος	$\mu\text{g}/\text{L}$	1,0	
Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)		Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ)	$\mu\text{g}/\text{L}$	0,10	
Βενζο (α) πυρένιο	$\mu\text{g}/\text{L}$	0,010	
pH	(συγκέντρωση ιόντων H^+)		$\geq 6,5$ & $\leq 9,5$
Χλωριούχα	mg/L		250
Νιτρικά	mg/L	50	
Νιτρώδη	mg/L	0,50	
Αμμώνιο	mg/L		0,50
Θειϊκά	mg/L		250
Φθοριούχα	mg/L	1,5	
Σίδηρος	$\mu\text{g}/\text{L}$		200

Για τα επιφανειακά ύδατα ισχύουν τα πρότυπα της αριθ. οίκ. 170766/2016 ΚΥΑ (ΦΕΚ 69/2016 τ.Β') , που αποτυπώνονται στο παράρτημα Α της παρούσας.

Για τα ύδατα κολύμβησης δεν γίνονται αναλύσεις χημικών παραμέτρων και ως επί το πλείστον αξιολογούνται οι οπτικά παρακολουθούμενες παράμετροι (κατάλοιπα πίσσας, γυαλιά, πλαστικά, καουτσούκ ή οποιαδήποτε άλλα απορρίμματα), προκειμένου να κριθεί η καταλληλότητά τους (ypen.gov.gr).

7.2.1 Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων στα ύδατα μετά τις πυρκαγιές του 2018, 2021 και 2022 στη Βορειοανατολική Αττική.

Οι τιμές συγκεντρώσεων ύστερα από χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τις παραμέτρους, όπως διοξίνες, φουράνια, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, PAHs και βαρέα μέταλλα, από τα αρμόδια εργαστήρια του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», σε τέσσερα δείγματα υπογείων υδάτων από γεωτρήσεις και πηγάδια στο Κόκκινο Λιμανάκι (Ραφήνα) και στο Μάτι, τα οποία συλλέχτηκαν κατά το χρονικό διάστημα από 27-08-2018 έως και 07-09-2018, ήταν εντός των ορίων που προβλέπονται από την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (www.demokritos.gr).

Για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (πόσιμο) διενεργήθηκαν δειγματοληψίες μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς στο Μάτι Αττικής, στις 31-07-2018 και στις 14-08-2018. Από τα στοιχεία που συλλέχτηκαν από την αρμόδια αρχή παρακολούθησης (Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου & Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής) αλλά και αντλήθηκαν από τον υπεύθυνο ύδρευσης (Δήμο Μαραθώνα), τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών ως προς τις χημικές παραμέτρους ήταν εντός των ορίων που προβλέπονται από την Γ1(δ)/ΓΠοικ.67322/2017(Φ.Ε.Κ. 3282/2017 τ. Β') ΚΥΑ (marathon.gr). Επιπλέον, από στοιχεία δειγματοληψιών των επόμενων ετών, που διεξήχθησαν στις 25-09-2019, 11-10-2019, 16-03-2022, αλλά και το χρονικό διάστημα πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς (κατά τα έτη 2017, 2018) στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μαραθώνα, τα αποτελέσματα των αναλύσεων βρέθηκαν εντός των ορίων της προαναφερόμενης ΚΥΑ για τις χημικές παραμέτρους και δεν διαπιστώθηκε ουσιαστική διακύμανση των επιπέδων ανίχνευσής τους.

Για την περίπτωση της πυρκαγιάς στη Βαρυμπόμπη το 2021, από στοιχεία που συλλέχτηκαν από την αρμόδια αρχή παρακολούθησης (Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου & Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής) σε 11 σημεία του Δήμου Αχαρνών, εκ των οποίων τα 7 αφορούσαν δεξαμενές ιδιωτικών δικτύων ύδρευσης και τα 4 ήταν από το δίκτυο ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ, καθώς και σε 10 δείγματα που ελήφθησαν από τις περιοχές της Δροσοπηγής και της Ιπποκρατείου Πολιτείας, δεν διαπιστώθηκαν αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας που διενεργήθηκε την ίδια περίοδο από την ΕΥΔΑΠ σε μονάδες επεξεργασίας και δεξαμενές νερού εντός της προαναφερόμενης πληγείσας περιοχής (στις 10-08-2021, σύμφωνα με το αρχείο που τηρείται στην προαναφερόμενη Υπηρεσία της Περιφέρειας), όπου δεν διαπιστώθηκαν αποκλίσεις για τις φυσικοχημικές παραμέτρους, τις συγκεντρώσεις σε ολικό οργανικό άνθρακα, μέταλλα, PAHs, βενζο (α) πυρένιο, διοξίνες και φουράνια, τα όρια των οποίων έχουν αναφερθεί σε προηγούμενες υποενότητες/κεφάλαια.

Τέλος, από τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών της αρχής παρακολούθησης, που συλλέχτηκαν σε περιοχές της Πεντέλης και της Παλλήνης, κατά την εκδήλωση της πυρκαγιάς το 2022 (ημερομηνία δειγματοληψίας 25-07-2022) δεν διαπιστώθηκε υπέρβαση των προβλεπόμενων από την κείμενη νομοθεσία ορίων.

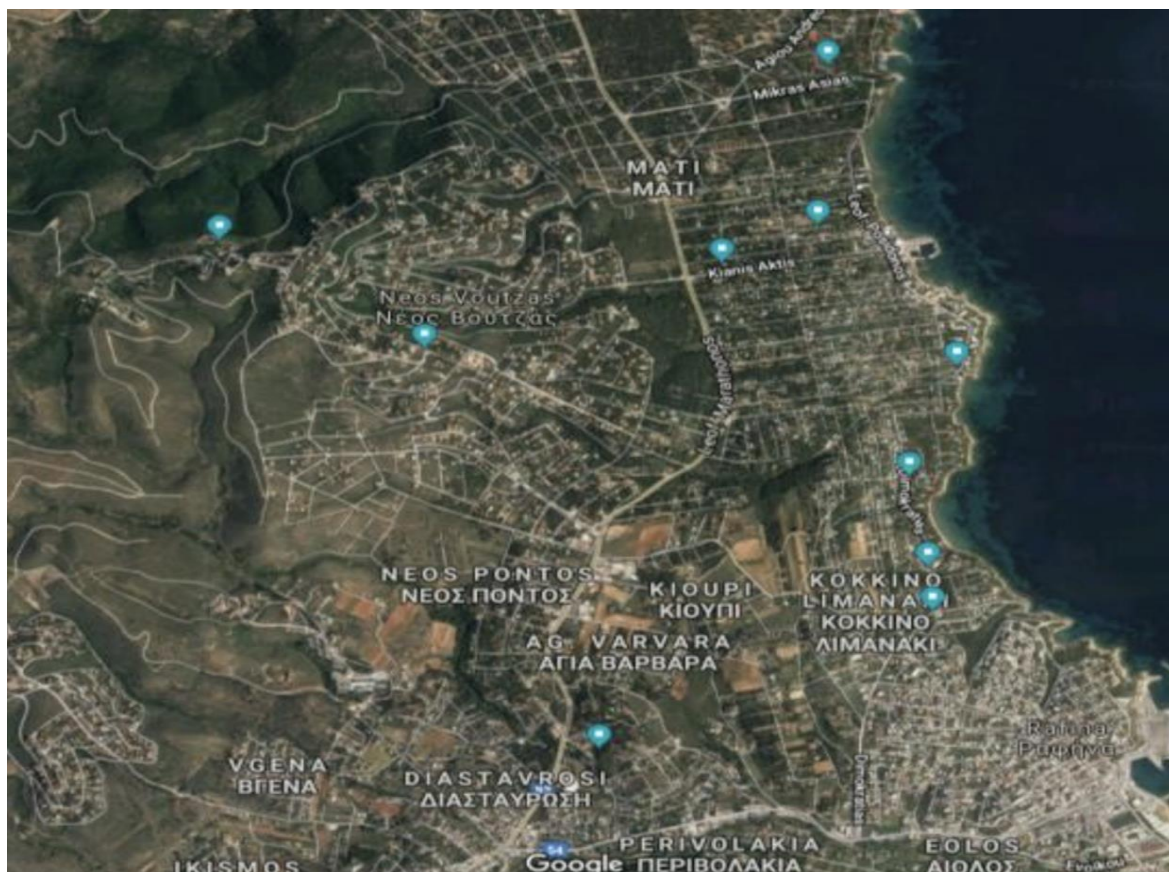
Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας 7.5 με τα προαναφερόμενα αποτελέσματα.

Πίνακας 7.5: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων χημικών αναλύσεων

A. ΝΕΡΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		
ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ	ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ	Πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς (έτη 2017, 2018)	Εντός των ορίων και χωρίς ουσιαστική διακύμανση
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς (31-07-2018, 14-08-2018 25-09-2019, 11-10-2019)	
ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ (ΔΗΜΟΣ ΑΧΑΡΝΩΝ - 11 σημεία : 7 ιδιωτικά δίκτυα & 4 ΕΥΔΑΠ)	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Όχι αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια
ΒΑΡΥΜΠΟΜΠΗ (ΕΥΔΑΠ – ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΝΕΡΟΥ)	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Όχι αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια
ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ & ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Όχι αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια
ΠΕΝΤΕΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΛΛΗΝΗΣ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς	Όχι αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια
B. ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ (ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ / ΠΗΓΑΔΙΑ)		
ΚΟΚΚΙΝΟ ΛΙΜΑΝΑΚΙ (ΡΑΦΗΝΑ)	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς (από 27-07-2018, έως 07-09-2018)	Εντός των ορίων
ΜΑΤΙ ΑΤΤΙΚΗΣ	Μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς (από 27-07-2018, έως 07-09-2018)	Εντός των ορίων

7.3: Αποτελέσματα αναλύσεων στο έδαφος μετά την πυρκαγιά του 2018, στο Μάτι Αττικής.

Διενεργήθηκαν από το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» δειγματοληψίες και αναλύσεις σε δέκα δείγματα εδάφους από τις περιοχές Νέος Βουτζάς, Κόκκινο Λιμανάκι και Μάτι, οι οποίες αποτυπώνονται στο χάρτη 7.1 που παρατίθεται στη συνέχεια (www.demokritos.gr).



Χάρτης 7.1: Σημεία δειγματοληψιών στο έδαφος στο Μάτι Αττικής κατά την χρονική περίοδο από 27/08/2018 έως και 07/09/2018 (πηγή : www.demokritos.gr)

Τέσσερα από τα δείγματα αυτά προήλθαν από την οδό όπου υπήρχαν τα περισσότερα καμένα οχήματα. Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν κατά την χρονική περίοδο από 27/08/2018 έως και 07/09/2018 και οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν οι διοξίνες, τα φουράνια, τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, οι PAHs και βαρέα μέταλλα (www.demokritos.gr).

Οι τιμές συγκέντρωσης των διοξινών και των φουρανίων που ανιχνεύτηκαν, κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα, από 0,17 έως 0,70 ng/Kg TEQ WHO (www.demokritos.gr), αναφορικά με προηγούμενες μελέτες του Εργαστηρίου Φασματομετρίας Μάζας κι Ανάλυσης Διοξινών (ΕΦΑΜΑΔ) του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», που διενεργήθηκαν σε χωματερές, όπου ανιχνεύτηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις διοξινών (7.91 ng PCDD/F-TEQ/Kg) (Vassiliadou et al., 2009). Οι συγκεντρώσεις των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα (www.demokritos.gr), όπως και οι συγκεντρώσεις των PAHs (κατά μέσο όρο στα 0,39 μg/g), από το όριο των 40 μg/g των ολικών PAH (www.demokritos.gr).

Όσο για τα βαρέα μέταλλα τα επίπεδα συγκέντρωσής τους στα εδάφη των υπό εξέταση περιοχών στο Μάτι Αττικής, κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα σε σύγκριση τις παραμετρικές τιμές, που ορίζει η σχετική βιβλιογραφία (Αμερικάνικη Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας - Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. 1999 κλπ.) για την υπέρβαση των ορίων επίδρασης στην ανθρώπινη υγεία (www.demokritos.gr).

Τα παραπάνω αποτελέσματα των αναλύσεων-μετρήσεων για την ανίχνευση μετάλλων, ανθρωπογενούς προέλευσης, όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, το αρσενικό κ.ά., επιβεβαιώνει και σχετική έρευνα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία από δελτίο τύπου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες εδάφους σε διαφορετικά σημεία από αυτά του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», όπως αυτά αποτυπώνονται και στην εικόνα 7.1 που ακολουθεί.



Εικόνα 7.1: Σημεία συλλογής / δειγματοληψίας εδάφους στο Μάτι Αττικής στις 04/09/2018 (πηγή: noa.gr).

Από τις αναλύσεις των δειγμάτων που διενεργήθηκαν δεν ανιχνεύθηκε το τοξικό κάδμιο (Cd) και το αντιμόνιο (Sb). Επιπλέον, όπως φαίνεται και στον πίνακα 7.6 δεν παρατηρήθηκε ουσιαστική διακύμανση στις τιμές των συγκεντρώσεων των δειγμάτων που ελήφθησαν από καμένες περιοχές, για τα μέταλλα βανάδιο (V), νικέλιο (Ni), χαλκός (Cu), ψευδάργυρος (Zn), αρσενικό (As) και μόλυβδος (Pb), από αυτές των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από μη καμένες περιοχές (σημεία αναφοράς 2 και 10 της εικόνας 7.1 που παρατίθεται παραπάνω), ενώ παράλληλα αποτυπώνονται και οι τιμές (σε mg/kg) από τη σχετική βιβλιογραφία, για τα συγκεκριμένα στοιχεία/μέταλλα, οι οποίες έχουν ανιχνευθεί στο Νομό Αττικής (www.noa.gr).

Πίνακας 7.6: Βιβλιογραφικές τιμές των στοιχείων/μετάλλων ανθρωπογενούς προέλευσης σε mg/kg για την Αττική και τα μέσα επίπεδα συγκεντρώσεών τους στο έδαφος καμένων και μη περιοχών στο Μάτι Αττικής (πηγή: noa.gr).

Τιμές/ επίπεδα ανίχνευσης στοιχείων	Βανάδιο (V)	Νικέλιο (Ni)	Χαλκός (Cu)	Ψευδάργυρος (Zn)	Αρσενικό (As)	Μόλυβδος (Pb)
Τιμές από τη βιβλιογραφική αναφορά των Argyraki et. al, 2014 για την Αττική	---	111	48	122	29	77
Μέσα επίπεδα καμένων περιοχών στο Μάτι Αττικής	50	78	26	103	22	77
Μέσα επίπεδα μη καμένων περιοχών στο Μάτι Αττικής	51	70	26	115	42	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Εφαρμογή διαφόρων μεθόδων και εφαρμοσμένων τεχνικών απορρύπανσης στις πληγείσες περιοχές

Το στάδιο της μεταπυρικής αποκατάστασης αποτελεί αναμφίβολα το βασικό στάδιο για τη βιώσιμη ανάπτυξη και ανθεκτικότητα στις πληγείσες περιοχές. Μετά το συμβάν της πυρκαγιάς στην περιοχή πέριξ του οικισμού στο Μάτι Αττικής, που σημειώθηκε προ περίπου πενταετίας, εκδόθηκε οδηγός από το Υπουργείο Ενέργειας, σχετικά με τη λήψη μέτρων στην ευρύτερη περιοχή των Δήμων Νέας Μάκρης – Μαραθώνα και Ραφήνας Πικερμίου.

Συγκεκριμένα (marathon.gr), οι Δήμοι αναλαμβάνουν:

- τη διαχείριση των αποβλήτων των εκσκαφών και λοιπών οικοδομικών υλικών.
- τη συλλογή και την επεξεργασία (τεμαχισμός) της υφιστάμενης χλωρής βλάστησης και παράδοσή της στον ΕΔΣΝΑ/ΕΜΑΚ Λιουσίων
- την υλοτόμηση, συλλογή της καμένης δασικής ύλης, τη μεταφορά της σε συγκεκριμένο χώρο (έκταση του Δήμου), τον μηχανικό τεμαχισμό ή και την αξιοποίηση αυτής (ως βελτιωτικού). Το σύνολο των προαναφερθέντων ενεργειών θα εκτελείται σε συνεργασία με την κατ' αρμοδιότητα Δασική Υπηρεσία.
- την ενημέρωση των πολιτών για την ύπαρξη εταιρειών (αδειοδοτημένων και εγγεγραμμένων στο αντίστοιχο Μητρώο), οι οποίες θα συνδράμουν στον εντοπισμό, τη συλλογή και την αποκομιδή αμιαντούχων υλικών.
- τη συγκέντρωση των κατεστραμμένων από την πυρκαγιά οχημάτων, λόγω τέλους του κύκλου ζωής τους, σε συνεργασία με τον φορέα ΣΣΕΔ (ΕΔΟΕ).
- την τοποθέτηση ειδικών κάδων (containers) σε διάφορα προκαθορισμένα σημεία για τη συλλογή λοιπών καμένων (ή μη) υλικών και συσκευών (ηλεκτρικών, λαμπτήρων κλπ.), σε συνεργασία με τον ΕΟΑΝ.
- τη διαχείριση των ογκωδών αποβλήτων, μέσω συμβεβλημένων εταιρειών οι οποίες θα προβαίνουν σε περαιτέρω ενέργειες τυχόν επεξεργασίας τους, ενώ για τα απόβλητα της κατηγορίας αυτής που δεν θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν, θα μεταφέρονται στον ΕΔΣΝΑ, για την περαιτέρω διαχείριση ως ΑΣΑ.

Επιπλέον, η προαναφερόμενη πληγείσα περιοχή, τέθηκε σε διαδικασία μελέτης και αναδιαμόρφωσης.

Συγκεκριμένα, καταρτίστηκε και βρίσκεται σε διαδικασία εφαρμογής, Ειδικό Πολεοδομικό Σχέδιο (ΕΠΣ) και Ρυμοτομικό Σχέδιο, το οποίο εκτός των άλλων περιλαμβάνει (ypen.gov.gr):

- τη μελέτη διευθέτησης των ρεμάτων και τον υπολογισμό της ποσότητας παροχής νερού, με απώτερο σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία και την εφαρμογή του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας.
- τον μετριάσμο των επιπτώσεων στα υδάτινα οικοσυστήματα, στους επιφανειακούς αποδέκτες (ρέματα, θάλασσα) και στις ζώνες όπου παρατηρείται ύπαρξη άγριας ζωής.
- την απομάκρυνση της υπάρχουσας καμένης δασικής ξυλείας, σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται από την ισχύουσα δασική νομοθεσία.
- τη μείωση της κατανάλωσης νερού για άρδευση, μέσω της εκπόνησης φυτοτεχνικής μελέτης προσδιορισμού της βλάστησης, το είδος της οποίας θα πρέπει να είναι ανθεκτικό στις πυρκαγιές, για να μπορέσει να ενισχυθεί η ακεραιότητα των εδαφών, από ενδεχόμενη διάβρωση.
- την υλοποίηση εγγειοβελτιωτικών έργων στην παράκτια ζώνη, προκειμένου να αντιμετωπιστεί ενδεχόμενη διάβρωση των πρανών.
- την εκπόνηση έργων κατασκευής ολοκληρωμένου δικτύου απορροής και αποστράγγισης των όμβριων υδάτων προς την κοντινότερη λεκάνη απορροής, καθώς και του δικτύου αποχέτευσης.
- την υλοποίηση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ), σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί στο θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, εκτός από τα προαναφερόμενα, σημαντικό ρόλο για την παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στο Δήμο του Μαραθώνα, αποτελεί η ολοκλήρωση της αντικατάστασης των σωλήνων αμιάντου του δικτύου ύδρευσης, σύμφωνα με το εγκεκριμένο σχέδιο της Περιφέρειας Αττικής (marathon.gr), καθώς και ο τακτικός έλεγχος της ποιότητάς του νερού, όπως ήδη εκτελείται τόσο από τους υπεύθυνους ύδρευσης (Δήμοι) όσο και από την εκάστοτε αρμόδια αρχή παρακολούθησης. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι από τη συλλογή στοιχείων από τη Διεύθυνση Υγειονομικού Ελέγχου και Περιβαλλοντικής Υγιεινής Π.Ε. Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής, ο Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου έχει προβεί στη ψηφιοποίηση του δικτύου ύδρευσης του

και πραγματοποιεί αναλύσεις για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού σε μηνιαία βάση μέσω διαπιστευμένου εργαστηρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η πρόβλεψη του κινδύνου ρύπανσης των υδάτων μετά τη φωτιά είναι ζωτικής σημασίας για τη διενέργεια αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού της υποβάθμισης της ποιότητας των υδάτων και της δυνατότητας επεξεργασίας τους, ιδίως δεδομένης της αυξημένης λειψυδρίας.

Η εκτίμηση του κινδύνου της ρύπανσης, απαιτεί πρωτίστως να υπάρχει καταγραφή του υδρολογικού και γεωμορφολογικού μοτίβου της περιοχής, ώστε να αξιολογηθεί η παραγωγή, η κίνηση ή εισροή, καθώς και η συσσώρευση των ρύπων στον υδάτινο αποδέκτη, ενώ απαραίτητως πρέπει να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά της φωτιάς και των καυσίμων, που καθορίζουν την παραγωγή των ρύπων.

Όπως προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, οι ρύποι που προκαλούν ανησυχία για την εμφάνιση τους στα ύδατα, ύστερα από την εκδήλωση πυρκαγιάς, είναι συχνά γνωστοί και η αντιμετώπισή τους είναι συνυφασμένη με την κατάσταση του αποδέκτη ή του δικτύου αντίστοιχα.

Αν και από τη συλλογή των αποτελεσμάτων των μικροβιολογικών και χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια δειγματοληψιών διαφόρων φορέων και υπηρεσιών, ύστερα από την πρόκληση πυρκαγιών στις υπό εξέταση περιοχές της Βορειοανατολικής Αττικής, κατά τα έτη 2018, 2021 και 2022, δεν προέκυψαν στοιχεία που να καταδεικνύουν την υπέρβαση των ορίων της κείμενης νομοθεσίας ή την ουσιαστική διακύμανση των επιπέδων ανίχνευσης των προβλεπόμενων παραμέτρων, ωστόσο όπως προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η μελέτη μεμονωμένων περιπτώσεων εκδήλωσης πυρκαγιών κατέδειξε ουσιαστική αύξηση ή ακόμα και διακύμανση στη συγκέντρωση ανά κατηγορία ρύπου στις περιπτώσεις των επιφανειακών υδάτων (λεκάνες απορροής, ρέματα), μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος τεσσάρων (4) ετών, από την εκδήλωσή τους (Burke et al., 2015). Ειδικότερα, οι Rust et al. (2018), κατέγραψαν σημαντική αύξηση στις συγκεντρώσεις των ενώσεων αζώτου και φωσφόρου, ενώ τα επίπεδα των ιόντων των μετάλλων, που σχετίζονται με ιζήματα και ορισμένες αυξημένες συγκεντρώσεις στις λεκάνες απορροής έτειναν να μειωθούν σε λιγότερο από 5 χρόνια από την εκδήλωση της πυρκαγιάς.

Μέσα από τις διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές που παρατέθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, κατέστη σαφές ότι η υλοποίηση της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, καθώς και η έγκαιρη και άμεση εφαρμογή Ειδικού Πολεοδομικού σχεδιασμού αποτελούν τα πρώτα βήματα για το σωστό σχεδιασμό της μεταπυρικής αποκατάστασης των περιοχών, στις οποίες έχουν εκδηλωθεί πυρκαγιές, καθώς και για τη λήψη μέτρων προστασίας επιφανειακών υδάτων και των συστημάτων ύδρευσης. Επιπλέον, ο τακτικός έλεγχος των ορίων για τις μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους, οι οποίες προβλέπονται από τη διεθνή και εθνική νομοθεσία, ιδίως μετά την παρέλευση της πενταετίας από την πρόκληση πυρκαγιάς, είναι ενδεχομένως το πολυτιμότερο εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί από τους αρμόδιους φορείς, για την παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτινων πόρων-συστημάτων. Προς την κατεύθυνση της παρακολούθησης αυτής θα συνδράμει ουσιαστικά η αξιοποίηση των μοντέλων ψηφιοποίησης, καθώς και τα υπάρχοντα διαθέσιμα δεδομένα, η εισαγωγή της μελέτης επικινδυνότητας στα υδατικά συστήματα και η εφαρμογή των σταδίων της αναγνώρισης των ρύπων και των υδάτινων αποδεκτών. Τέλος, η κατανόηση των βασικών μεθόδων που αφορούν τις διεργασίες απορροής, διείσδυσης και διάβρωσης και η σχηματική αναπαράσταση των οδών διαφυγής των ρύπων, θα συντελέσουν καταλυτικά σε συνδυασμό με τα προαναφερόμενα, στην πρόληψη και τον μετριασμό των επιπτώσεων των πυρκαγιών στο υδάτινο περιβάλλον γενικότερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abraham, J., Dowling, K., Florentine, S., 2017, *'Risk of post-fire metal mobilization into surface water resources: A review'*, Science of the Total Environment, pp 599–600; 1740–1755, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.096>.

Arryraki A., Kelepertzis E., 2014 *'Urban soil geochemistry in Athens, Greece: The importance of local geology in controlling the distribution of potentially harmful trace elements'* Science of the Total Environment, pp 599–600; Volumes 482–483, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.133>

Batelis, S.C., Nalbantis, I., 2022, *'A Multi-Model Multi-Scale Approach to Estimate the Impact of the 2007 Large-Scale Forest Fires in Peloponnese, Greece'*, Water 2022, 14, 3348, <https://doi.org/10.3390/w14203348> pp1-25.

Bondar, Y.I., Navumau, A.D., Nikitin, A.N., Brown, J., Dowdall, M., 2014, *'Model assessment of additional contamination of water bodies as a result of wildfires in the Chernobyl exclusion zone'*, Journal of Environmental Radioactivity, 138, pp. 170-176, doi: 10.1016/j.jenvrad.2014.08.018.

Burke, M.P., Hogue, T.S., Kinoshita, A.M., Barco, J., Wessel, C., Stein, E.D., 2013 *'Pre- and post-fire pollutant loads in an urban fringe watershed in Southern California'*, Environmental Monitoring and Assessment, 185, pp 10131–10145, <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3318-9>.

Burke, J. M., Prepas, E.E., Pinder, S., 2015 *'Runoff and phosphorus export patterns in large forested watersheds on the western Canadian Boreal Plain before and for 4 years after wildfire'*, Journal of Environmental Engineering and Science, <https://doi.org/10.1139/s04-072>.

Burton, C. A., Hoefen, T. M., Plumlee, G. S., Baumberger, K. L., Backlin, A. R., Gallegos, E., Fisher, R. N., 2016 *'Trace elements in stormflow, ash, and burned soil following the 2009 Station Fire in Southern California'*, PLoS One, 11(5), e0153372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153372>.

Campos, J., Lorenzo, M., Cammeraat, E.L. H., Pico, Y., Andreu, V., 2017 *'Emerging contaminants related to the occurrence of forest fires in the Spanish Mediterranean'*, Science of the Total Environment, 603, 330–339, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.005>.

Congressional Research Service, 2022, *'Wildfire Statistics'*, Διαθέσιμο από: <https://sgp.fas.org/crs/misc/IF10244.pdf>, πρόσβαση Φεβρουάριος 2023.

Da Silva, O.S., Fearnside, P.M., Lima de Alencastro Graça, P.M., Foster Brown, I., Alencar, A., Flores de Melo, A.W., 2018, *'Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon'*,

Forest Ecology and Management, Volume 424, pp 312-322, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>.

Doufexi, M., Gamvroula, D.E., Alexakis, D.E., 2022, '*Elements' Content in Stream Sediment and Wildfire Ash of Suburban Areas in West Attica (Greece)*', Water 2022, 14, 310, <https://doi.org/10.3390/w14030310> pp1-15.

Dunham, J. B., Rosenberger, A. E., Luce, C. H., Rieman, B. E., 2007, '*Influences of wildfire and channel reorganization on spatial and temporal variation in stream temperature and the distribution of fish and amphibians*', Ecosystems, 10(2), 335–346. <https://doi.org/10.1007/s10021-007-9029-8>

Efthimiou, N., Psomiadis, E., Panagos, P., 2019, '*Fire severity and soil erosion susceptibility mapping using multi-temporal Earth Observation data: The case of Mati fatal wildfire in Eastern Attica, Greece*', Catena 187, 104320, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104320>.

Emelko, M. B., Stone, M., Silins, U., Allin, D., Collins, A., Williams, C.H.S., 2016, '*Sediment-phosphorus dynamics can shift aquatic ecology and cause downstream legacy effects after wildfire in large river systems*', Global Change Biology, 22, pp 1168–1184, <https://doi.org/10.1111/gcb.13073>.

Escalé, T.V., Vila, M., Prat, N., 2007, '*Release of polycyclic aromatic compounds into a Mediterranean creek (Catalonia, NE Spain) after a forest fire*', Water Research, 41, pp 2171-2179, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.07.029>.

Evelpidou, N., Tzouxanioti, M., Gavalas, T., Spyrou, E., Saitis, G., Petropoulos, A., Karkani, A., 2022, '*Assessment of Fire Effects on Surface Runoff Erosion Susceptibility: The Case of the Summer 2021 Forest Fires in Greece*', Land 2022, 11, 21, pp 1-17, <https://doi.org/10.3390/land11010021>.

European Commission, Joint Research Centre, Ayanz, S.-M.J., Durrant, T., Boca, R., 2023, '*Advance report on forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*', Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/091540>.

Falaras, T., Tselka, I., Papadopoulos, I., Nikolidaki, M., Karavias, A., Bafi, D., Petani, A., Krassakis, P., Parcharidis, I., 2022, '*Operational Mapping and Post-Disaster Hazard Assessment by the Development of a Multiparametric Web App Using Geospatial Technologies and Data: Attica Region 2021 Wildfires (Greece)*', Appl. Sci. 2022, 12, 7256, pp 1-22, <https://doi.org/10.3390/app1214725>.

Fingas, M., 2012, '*The basics of oil spill cleanup*', 3rd edn, CRC Press Taylor and Francis Group, London, διαθέσιμο από: https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=17aJlF2bGS8C&oi=fnd&pg=PP1&ots=KsZtRwdWQH&sig=sEgENpWxUV6it6ycnRQDBQDZd6o&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

Gleyzer, a., Denisyuk, M., Rimmer, A., Salingar, Y., 2004, '*A fast recursive gis algorithm for computing Strahler's stream order in braided and non-braided networks*', Journal of the American Water Resources Association, pp 937-938, <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2004.tb01057.x>

Hanes, C. C., Wang, X., Jain, P., Parisien, M-A., Little, J. M., Flannigan, M. D., 2018, '*Fire-regime changes in Canada over the last half century*', Can J For Res, 49, pp 256- 269.

Harper, A. R., Doerr, S. H., Santin, C., Froyd, C. A., Sinnadurai, P., 2018, '*Prescribed fire and its impacts on ecosystem services in the UK*', Science of the Total Environment, 624, 691–703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.161>

IPCC, 2014, '*Climate Change, 2014, 'Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, πρόσβαση Δεκέμβριος 2022, https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3.*

Johnson, K. B., Haines, T. A., Kahl, J. S., Norton, S. A., Amirbahman, A., Sheehan, K. D., 2007, '*Controls on mercury and methylmercury deposition for two watersheds in Acadia National Park, Maine*', Environmental Monitoring and Assessment, 126, 55–67. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9331-5>

Kalabokidis, K., Athanasis, N., Vasilakos, C., Palaiologou P., 2014, '*Porting of a wildfire risk and fire spread application into a cloud computing environment*', International Journal of Geographical Information Science, pp 541-552.

Kalabokidis, K. Gatzojannis, S., Galatsidas, S., 2002, '*Introducing wildfire into forest management planning: Towards a conceptual approach*', Forest Ecology and Management, 158 (1-3), pp. 41 – 50, doi: 10.1016/S0378-1127(00)00715-5.

Kalabokidis, K., Xanthopoulos, G., Moore, P., Caballero, D., Kallos, G., Llorens, J., Roussou, O., Vasilakos, C., 2012, '*Decision support system for forest fire protection in the Euro-Mediterranean region*', European Journal of Forest Research, pp 597-608.

Kapsalis K., Kavvalou M., Damikouka I., Cavoura O., 2021, '*Investigation of petroleum hydrocarbon pollution along the coastline of South Attica, Greece, after the sinking of the Agia Zoni II oil tanker*', SN Applied Sciences, 3 (1), <https://doi.org/10.1007/s42452-020-04114-x>

Kumar, R., Gopinath, P., 2017, '*Nano-Bioremediation Applications of Nanotechnology for Bioremediation. Remediation of Heavy Metals in the Environment*', pp 28-48. doi:10.1201/9781315374536-3.

Leopardi, M., Scorzini, A.R., 2015, '*Effects of wildfires on peak discharges in watersheds*', I Forest 8, pp 302-307, <https://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1120-007>.

Lewis, S.L., Brando, P.M., Phillips, O.L., Van der Heijden, G.M.F., Nepstad, D.C., 2011, *'The 2010 Amazon Drought'*, vol 331, Issue 6017, p. 554, <https://doi:10.1126/science.1200807>.

Macler, B., Heaney, Y., Watada, M., Cajina, S., Newton, D., 2020, *'Smoke and water do not mix'*, *Opflow* 46(3), pp 10–15, <https://doi.org/10.1002/opfl.1336>.

Mansoor, S., Farooq, I., Kachroo, M.M., Mahmoud, A.E.D., Fawzy, M., Popescu, S.M., Alyemeni, M., N., Sonne, C., Rinklebe, J., Ahmad, P., 2022, *'Elevation in wildfire frequencies with respect to the climate change'*, *Journal of environmental management*, 301, art. No. 113769, <https://doi:10.1016/j.jenvman.2021.113769>.

Martens, D., Balta-Brouma, K., Brotsack, R., Michalke, B., Schramel, P., Klimm, C., Henkelmann, B., Oxynos, K., Schramm, K.W., Diamadopoulos, E., Kettrup, A., 1998, *'Chemical impact of uncontrolled solid waste combustion to the vicinity of the Kouroupitos ravine, Crete, Greece'*, *Chemosphere* 36, pp 2855-2866, [https://doi:10.1016/S0045-6535\(97\)10242-9](https://doi:10.1016/S0045-6535(97)10242-9).

McDonald, L. A., Grayson, K. L., Lin, H. A., Vonesh, J.R., 2018, *'Stage-specific effects of fire: Effects of prescribed burning on adult abundance, oviposition habitat selection, and larval performance of Cope's Gray Treefrog (Hyla chrysoscelis)'*, *Forest Ecology and Management*, vol. 430, pp 394-402, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.008>.

Moody, J.A., Shakesby, R.A., Robichaud, P.R., Cannon, S.H., Martin, D.A., 2013, *'Current research issues related to post wildfire runoff and erosion processes'*, *Earth Science Reviews*, 122, pp 10–37, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.03.004>.

Morales, J. J., Paes, N. D. S., Silva, A. C. M., Teixido, A. L., 2023, *'Fire and water: fire impacts on physicochemical properties of freshwater ecosystems'*, pp 137-153, doi: 10.1127/fal/2023/1488.

Moritz, M. A., Batllori, E., Bradstock, R. A., Gill, A. M., Handmer, J., Hessburg, P.F., 2014, *'Learning to coexist with wildfire'*, *Nature*, 515, pp 58–66, <https://doi.org/10.1038/nature13946>.

National Interagency Fire Center, 2012, *'Total wildland fires and acres (1960–2009)'*, Διαθέσιμο από: <http://www.nifc.gov/fireInfo/nfn.htm>, πρόσβαση Φεβρουάριος 2023.

Nnaji, J., 2018, *'Nanomaterial for Remediation of Petroleum Contaminated Soil and Water'*, *Journal of Engineering and Technology*, pp. 23-29, <https://www.researchgate.net/publication/322831225>.

Nunes, J.P., Doerr, S.H., Sheridan, G., Neris, J., Santin, Cr., Emelko, B.M., Silins, U., Robichau, R. P., Elliot, J. W., Keizer, J., 2018, *'Assessing water contamination risk from vegetation fires: Challenges, opportunities and a framework for progress'*, *Hydrological Processes*, pp 1-8, Journal article, <https://doi.org/10.1002/hyp.11434>

Olivella, M.A., Ribalta, T.G., Febrer, A.R., Mollet, J.M., Heras, F.X.C., 2006, '*Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in riverine waters after Mediterranean wildland fires*', *Science of the Total Environment*, vol. 355, Issue 1-3, pp 156 – 166, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.02.033>.

Paul, M. J., LeDuc, S. D., Lassiter, M. G., Moorhead, L. C., Noyes, P. D., Leibowitz, S. G., 2022, '*Wildfire induces changes in receiving waters: A review with considerations for water quality management*', *Water Resources Research*, 58, e2021WR030699, <https://doi.org/10.1029/2021WR030699>.

Pennino, M. J., Leibowitz, S. G., Compton, J. E., Beyene, M. T., LeDuc, S. D., 2022 '*Wildfires can increase regulated nitrate, arsenic, and disinfection byproduct violations and concentrations in public drinking water supplies*', *Science of the Total Environment*, 804, 149890. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149890>

Rhoades, C. C., Chow, A. T., Covino, T. P., Feghel, T. S., Pierson, D. N., Rhea, A. E., 2019, '*The legacy of a severe wildfire on stream nitrogen and carbon in headwater catchments*', *Ecosystems*, 22, pp 643–657, <https://doi.org/10.1007/s10021-018-0293-6>.

Rust, A. J., Hogue, T.S., Saxe, S., McCray J., 2018, '*Post-fire water-quality response in the western United States*', Article in *International Journal of Wildland Fire*, <https://doi.org/10.1071/WF17115>.

Sanders, A. M., Coble, A. A., Swartz, A.G., River, M., James, P., Warren, D.R., 2022, '*Heat and smoke from wildfires influence water temperature and dissolved oxygen levels in headwater streams*', *University of Chicago Press Journal*, vol. 41, pp 665-679, <https://doi.org/10.1086/722632>.

Schuster, R.L., Highland, L.M., 2021, '*Impact of landslides and innovative landslide-mitigation measures on the natural environment*', Geologic Hazards Team, U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, U.S.A., pp 1-46, <https://pubs.usgs.gov/op/HongKongJuly/HongKongJuly21>.

Silins, U., Bladon, K. D., Kelly, E. N., Esch, E., Spence, J. R., Stone, M., Tichkowsky, I., 2014, '*Five-year legacy of wildfire and salvage logging impacts on nutrient runoff and aquatic plant, invertebrate, and fish productivity*', *Ecohydrology*, 7(6), pp 1508-1523, <https://doi.org/10.1002/eco.1474>.

Simon, L. L., Brando, P. M., Phillips, O.L., Van der Heijden, G. M. F., Nepstad, D., 2011, '*The 2010 Amazon Drought*', *Science* 331, p 554, doi:10.1126/science.1200807.

Skilodimou, H.D., Bathrellos, G.D., Alexakis, D.E., 2021, '*Flood Hazard Assessment Mapping in Burned and Urban Areas*', *Sustainability* 2021, 13, 4455, pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/su13084455>.

Soulis, K.X., Generali, K.A., Papadaki, C., Theodoropoulos, C., Psomiadis, E., 2021, '*Hydrological Response of Natural Mediterranean Watersheds to Forest Fires*', *Hydrology* 2021, 8, 15, pp 1-23, <https://doi.org/10.3390/hydrology8010015>.

Swartz, A., Warren, D., 2022, '*Wildfire in western Oregon increases stream temperatures, benthic biofilms, and juvenile coastal cutthroat trout size and densities with mixed effects on adult trout and coastal giant salamanders*', Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 80(3), pp 503-516, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2022-0053>.

Troumbis A.Y., Kalabokidis K., Palaiologou P., 2022, '*Diverging rationalities between forest fire management services and the general public after the 21st-century mega-fires in Greece*', Journal of Forestry Research 33, pp 553–564.

Tymstra, C., Stocks, B. J., Cai, X., Flannigan, M. D., 2020, '*Wildfire management in Canada: Review, challenges and opportunities*', Progress in Disaster Science, 5, 10045, doi: 10.1016/j.pdisas.2019.100045.

USEPA, 2020a, '*National primary drinking regulations*', διαθέσιμο από: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

USEPA, 2020b, '*Secondary drinking water standards: Guidance for nuisance chemicals*', <https://www.epa.gov/sdwa/secondary-drinking-water-standards-guidance-nuisance-chemicals>, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

USEPA, 2020c, '*National recommended water quality criteria—Aquatic life criteria table*', διαθέσιμο από: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

USEPA, 2020d, '*Aquatic Life Ambient Water Quality Criterion for Selenium –Freshwater 2016*', EPA 822-R-16-006, United States Environmental Protection Agency, διαθέσιμο από: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-tab>, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

USEPA, 2020e, '*National recommended water quality criteria—Human health criteria table*', διαθέσιμο από <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-tab>, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

Vassiliadou I., Papadopoulos A., Costopoulou D., Vasiliadou S., Christoforou S., Leondiadis L., 2009, '*Dioxin contamination after an accidental fire in the municipal landfill of Tagarades, Thessaloniki, Greece*', Chemosphere, Vol. 74, Issue 7, p.p. 879-884, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.016>

Vila-Escalé, M., Vegas-Vilarrúbia, T., Prat, N., 2007, '*Release of polycyclic aromatic compounds into a Mediterranean creek (Catalonia, NE Spain) after a forest fire*', Water Research, 41 (10), pp. 2171 - 2179, doi: 10.1016/j.watres.2006.07.029.

Zikeloglou, I., Lekkas, E., Lozios, St., Stavropoulou, M., 2023, '*Is early evacuation the best and only strategy to protect and mitigate the effects of forest fires in WUI areas? A qualitative research on the residents' response during the 2021 forest fires in NE Attica*,

Greece', International Journal of Disaster Risk Reduction 88 (2023) 103612, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103612>.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Regato, P., 2010, *Τα Μεσογειακά Δάση απέναντι στην Παγκόσμια Κλιματική Αλλαγή*, Αθήνα: WWF Ελλάς', https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/to-dasos_mia-olokliromeni-proseggisi.pdf.

Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937 / Β), 2018, στην Ελλάδα, Διαθέσιμο από: https://www.hellenicparliament.gr/UserFiles/8158407a-fc31-4ff2-a8d3-433701dbe6d4/Y60_COMMITTEE_LANDSCAPE%20FIRE_FULL%20REPORT_GREECE.pdf, πρόσβαση Απρίλιος 2023.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

European Forest Information System, *Χάρτης πυρκαγιάς 19-07-2022*, διαθέσιμο από: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/firenews.viewer>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

European Commission, *Supporting surface water ecosystems and protecting EU surface waters from chemical pollution* διαθέσιμο από: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/surface-water_en), πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2023.

European Commission, *Ensuring groundwater quantity and quality across the EU*, διαθέσιμο από: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/groundwater_en, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2023.

Firesafe.org.uk, Information about the Fire Triangle/Tetrahedron and Combustion, διαθέσιμο από <https://www.firesafe.org.uk/information-about-the-fire-triangletetrahedron-and-combustion>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Φεβρουάριος 2023.

Δασαρχείο Ελλάδας, *Το δάσος, μία ολοκληρωμένη προσέγγιση*, διαθέσιμο από: https://dasarxeio.com/to-dasos_mia-olokliromeni-proseggisi.pdf, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Δεκέμβριος 2022.

Δήμος Μαραθώνα, *Έφημερίδα της υπηρεσίας | Δήμος Μαραθώνος - Part 220 (marathon.gr)*, διαθέσιμο από: <https://marathon.gr>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Έφημερίδα της υπηρεσίας | Δήμος Μαραθώνος - Part 221 (marathon.gr)*, διαθέσιμο από: <https://marathon.gr>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Έφημερίδα της υπηρεσίας | Δήμος Μαραθώνος - Part 222 (marathon.gr)*, διαθέσιμο από: <https://marathon.gr>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Νέα έργα στον Δήμο Μαραθώνος εντάχθηκαν στο Τεχνικό Πρόγραμμα της Περιφέρειας Αττικής*, διαθέσιμο από : <https://marathon.gr>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Έφημερίδα της υπηρεσίας | Οδηγός διαχείρισης αποβλήτων στις πυρόπληκτες περιοχές*, διαθέσιμο από: <https://marathon.gr/οδηγός-διαχείρισης-αποβλήτων-στις-πυ/>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Όλοκληρώθηκε η αντικατάσταση αμιαντοτσιμεντοσωλήνων στο Ζούμπερι*, διαθέσιμο από <https://marathon.gr>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Δήμος Μαραθώνα, *Ποιότητα υδάτων ακτών κολύμβησης Δήμου Μαραθώνος | (marathon.gr)*, διαθέσιμο από: <https://marathon.gr/>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), *Δελτίο δειγματοληψίας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (μικροβιολογική ανάλυση)*, διαθέσιμο από: <https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2023/01/E-09-09.pdf>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ), *Αποτελέσματα μετρήσεων ατμοσφαιρικού αέρα και αναλύσεων εδάφους στο Μάτι Ανατολικής Αττικής*, διαθέσιμο από: <https://www.noa.gr/news/nea/deltio-tyroug-apotelesmata-metriseon-atmosfairikoy-aera-kai-analyseon-edafous-sto-mati-anatolikis-attikis/> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Ιούλιος 2023.

Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), *Δελτίο δειγματοληψίας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (χημική ανάλυση)*, διαθέσιμο από: <https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2023/01/E-09-16.pdf>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), *Δελτίο δειγματοληψίας εσωτερικών υδάτων (χημική ανάλυση)*, διαθέσιμο από: <https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2020/05/E-09-25>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), *Δελτίο δειγματοληψίας ακτής κολύμβησης (χημική ανάλυση)*, διαθέσιμο από: <https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2020/05/E-09-20.pdf>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), 'Δελτίο δειγματοληψίας ακτής κολύμβησης (μικροβιολογική ανάλυση), διαθέσιμο από: <https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2020/05/E-09-13.pdf>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", 'Επικαιροποίηση των περιβαλλοντικών μετρήσεων του Δημόκριτου στο Μάτι Αττικής – National Centre For Scientific Research Demokritos', διαθέσιμο από: https://www.demokritos.gr/el/per_metriseis_anat_attiki/, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", 'Περιβαλλοντικές Μετρήσεις του Δημόκριτου στις Πυρόπληκτες Περιοχές της Ανατολικής Αττικής – National Centre For Scientific Research Demokritos', διαθέσιμο από: https://www.demokritos.gr/el/meleti_attiki/, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", 'Περιβαλλοντικές Μετρήσεις του Δημόκριτου στις Πυρόπληκτες Περιοχές της Ανατολικής Αττικής – National Centre For Scientific Research Demokritos', διαθέσιμο από: https://www.demokritos.gr/el/per_metriseis_anat_attiki/, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Ελληνικό Κοινοβούλιο, 'Άρθρο 24 του Συντάγματος', διαθέσιμο από <https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-politevma/Syntagma/article-24/>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Εταιρεία Ύδρευσης Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ), 'ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΥΔΑΠ ΑΕ.pdf', διαθέσιμο από: eydap.gr, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης (ΦΕΚ 4855/2021 τ.Β'), διαθέσιμο από elinyae.gr, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Κτηματολόγιο, 'Γεωγραφική θέση της Βαρυμπόμπης', διαθέσιμο από: www.ktimatologio.gr, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2023.

Παράρτημα Ι της αριθ. οίκ. 170766/2016 ΚΥΑ (ΦΕΚ 69/2016 τ.Β') «Τροποποίηση της υπ' αριθ. 51354/2641/Ε103/2010 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1909), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2013/39/ΕΕ για την τροποποίηση των οδηγιών 2000/60/ΕΚ και 2008/105/ΕΚ όσον αφορά τις ουσίες προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Αυγούστου 2013 και άλλες συναφείς διατάξεις», διαθέσιμο από elinyae.gr, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, (pkm.gov.gr), 'Νομοθεσία Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης', διαθέσιμο από <https://env-rypoi.pkm.gov.gr/index.php?r=site/legislation>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Πυροσβεστικό Σώμα, 'Χάρτης από πυρκαγιά Αττικής 2022', διαθέσιμο από: https://www.fireservice.gr/el_GR/-/ektakte-enemerose-gia-te-dasike-pyrkagia-tes

penteles-aro-ton-ekprosopo-tyrou-tou-pyrosbestikou-somatos-epiryrago-ioanne-artorio, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Πυροσβεστικό Σώμα, 'Δραστηριότητες Π.Σ.-Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος', διαθέσιμο από: https://www.fireservice.gr/el_GR/drasteriotetes-p.s./, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδας, 2021, 'Αρχείο Συμβάντων 2021', Διαθέσιμο από: https://www.fireservice.gr/el_GR/synola-dedomenon, πρόσβαση Μάρτιος 2023.

Το Βήμα, 'Εικόνα από την φωτιά στην Βαρυμπόμπη, 2021', διαθέσιμο από: <https://www.tovima.gr/2021/08/03/society/varymprompi-se-roies-perioxes-yparxoun-diakopes-reymatos-pote-tha-arakatastathei-i-ilektrodotisi/>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 'Σχέδιο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων', διαθέσιμο από https://ypreka.gr/wp-content/uploads/2017/04/BEA20-N74_KYA_SMPE_GR06.pdf πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Υπουργείο Περιβάλλοντος κι Ενέργειας, 2022, 'Στην τελική ευθεία ο νέος σχεδιασμός στο Μάτι', διαθέσιμο από: <https://ypen.gov.gr/stin-teliki-eftheia-o-neos-schediasmos-sto-mati/> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Υπουργείο Περιβάλλοντος κι Ενέργειας, 'Συστήματα πρόληψης δασικών πυρκαγιών', διαθέσιμο από: <https://ypen.gov.gr/perivallon/dasi/prostasia-dason/systimata-prolipsis-dasikon-pyrkagion>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Φεβρουάριος 2023.

Υπουργείο Περιβάλλοντος κι Ενέργειας, 'Υδατικοί πόροι', διαθέσιμο από: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/legacy/Files/Ydatikoi%20Poroi>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2023.

Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας, 'Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς 03-08-2021', διαθέσιμο από: https://civilprotection.gov.gr/arxeio-imerision-xartwn?field_imerominia-harti_value=08%2F03%2F2021, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας, 'Χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς 19-07-2022', διαθέσιμο από: https://civilprotection.gov.gr/arxeio-imerision-xartwn?field_imerominia_harti_value=&page=15, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Απρίλιος 2023.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΠΠ) ΓΙΑ ΟΥΣΙΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΑΛΛΕΣ ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α: ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΠΠ)

EMT : ετήσια μέση τιμή.

ΜΕΣ : μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση.

Μονάδα : [μg/l] για τις στήλες (4) έως (7)
[μg/kg υγρού βάρους] για τη στήλη (8)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Αριθ.	Όνομασία της ουσίας	Αριθμός CAS ⁽¹⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Λουτά επιφανειακά ύδατα	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Λουτά επιφανειακά ύδατα	ΠΠΠ Ζώντες οργανισμοί ⁽¹²⁾
(1)	Alachlor	15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7	
(2)	Ανθρακένιο	120-12-7	0,1	0,1	0,1	0,1	
(3)	Ατραζίνη	1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0	
(4)	Βενζόλιο	71-43-2	10	8	50	50	
(5)	Βρωμιούχοι διφαινυλαιθέρες ⁽⁵⁾	32534-81-9			0,14	0,014	0,0085
(6)	Κάδμιο και οι ενώσεις του (ανάλογα με τις κατηγορίες σκληρότητας νερού) ⁽⁶⁾	7440-43-9	≤ 0,08 (Κατηγορία 1) 0,08 (Κατηγορία 2) 0,09 (Κατηγορία 3) 0,15 (Κατηγορία 4) 0,25 (Κατηγορία 5)	0,2	≤ 0,45 (Κατηγορία 1) 0,45 (Κατηγορία 2) 0,6 (Κατηγορία 3) 0,9 (Κατηγορία 4) 1,5 (Κατηγορία 5)	≤ 0,45 (Κατηγορία 1) 0,45 (Κατηγορία 2) 0,6 (Κατηγορία 3) 0,9 (Κατηγορία 4) 1,5 (Κατηγορία 5)	
(6α)	τετραχλωράν-θρακας ⁽⁷⁾	56-23-5	12	12	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(7)	Χλωροαλκάνια C10-13 ⁽⁸⁾	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4	
(8)	Chlorfenvinphos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3	
(9)	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1	
(9α)	Φυτοφάρμακα κυκλοδιενίου: Αλδρίνη ⁽⁷⁾ Διελδρίνη ⁽⁷⁾ Ενδρίνη ⁽⁷⁾ Ισοδρίνη ⁽⁷⁾	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	Σ = 0,01	Σ = 0,005	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Αριθ.	Όνομασία της ουσίας	Αριθμός CAS ⁽¹⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Λοιπά επιφανειακά ύδατα	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Λοιπά επιφανειακά ύδατα	ΠΠΠ Ζώντες οργανισμοί ⁽¹²⁾
(9β)	Ολικό DDT ^{(7),(9)}	δεν εφαρμόζεται	0,025	0,025	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
	Παρα-παρα-DDT ⁽⁷⁾	50-29-3	0,01	0,01	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(10)	1,2-Διχλωροαιθάνιο	107-06-2	10	10	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(11)	Διχλωρομεθάνιο	75-09-2	20	20	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(12)	Φθαλικό δι(2-αιθυλεξύλιο) (DEHP)	117-81-7	1,3	1,3	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(13)	Διuron (Διουρόνη)	330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8	
(14)	Endosulfan (Ενδοσουλφάνη)	115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004	
(15)	Φλουορανθένιο	206-44-0	0,0063	0,0063	0,12	0,12	30
(16)	Εξαχλωροβενζόλιο	118-74-1			0,05	0,05	10
(17)	Εξαχλωροβουταδιένιο	87-68-3			0,6	0,6	55
(18)	Εξαχλωροκυκλοεξάνιο	608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02	
(19)	Isoproturon (Ισοπροτουρόνη)	34123-59-6	0,3	0,3	1,0	1,0	
(20)	Μόλυβδος και οι ενώσεις του	7439-92-1	1,2 (13)	1,3	14	14	
(21)	Υδράργυρος και οι ενώσεις του	7439-97-6			0,07	0,07	20
(22)	Ναφθαλίνο	91-20-3	2	2	130	130	
(23)	Νικέλιο και οι ενώσεις του	7440-02-0	4 (13)	8,6	34	34	
(24)	Εννευλοφαινόλες (4-εννευλοφαινόλη)	84852-15-3	0,3	0,3	2,0	2,0	
(25)	Οκτυλοφαινόλη (4-(1,1',3,3'- τετραμεθυλβουτυλική)- φαινόλη)	140-66-9	0,1	0,01	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(26)	Πενταχλωροβενζόλιο	608-93-5	0,007	0,0007	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(27)	Πενταχλωροφαινόλη	87-86-5	0,4	0,4	1	1	
(28)	Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΡΑΗ) (11)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
	Βενζο(α)πυρένιο	50-32-8	1,7 × 10 ⁻⁴	1,7 × 10 ⁻⁴	0,27	0,027	5
	Βενζο(b)φλουορανθένιο	205-99-2	βλέπε υποσημείωση 11	βλέπε υποσημείωση 11	0,017	0,017	βλέπε υποσημείωση 11
	Βενζο(k)φλουορανθένιο	207-08-9	βλέπε υποσημείωση 11	βλέπε υποσημείωση 11	0,017	0,017	βλέπε υποσημείωση 11
	βενζο(g,h,i)περυλένιο	191-24-2	βλέπε υποσημείωση 11	βλέπε υποσημείωση 11	8,2 × 10 ⁻³	8,2 × 10 ⁻⁴	βλέπε υποσημείωση 11
	ΙνδENO(1,2,3-cd)πυρένιο	193-39-5	βλέπε υποσημείωση 11	βλέπε υποσημείωση 11	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	βλέπε υποσημείωση 11
(29)	Σιμαζίνη	122-34-9	1	1	4	4	
(29α)	Τετραχλωροαιθυλένιο ⁽⁷⁾	127-18-4	10	10	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(29β)	Τριχλωροαιθυλένιο ⁽⁷⁾	79-01-6	10	10	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(30)	Ενώσεις τριβουτυλοκασσιτέρου (κατιόν τριβουτυλοκασσιτέρου)	36643-28-4	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015	
(31)	Τριχλωροβενζόλια	12002-48-1	0,4	0,4	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(32)	Τριχλωρομεθάνιο	67-66-3	2,5	2,5	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(33)	Τριφλουραλίνη	1582-09-8	0,03	0,03	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(34)	Dicofol	115-32-2	1,3 × 10 ⁻³	3,2 × 10 ⁻⁵	δεν εφαρμόζεται ⁽¹⁰⁾	δεν εφαρμόζεται ⁽¹⁰⁾	33

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Αριθ.	Όνομασία της ουσίας	Αριθμός CAS ⁽¹⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	EMT-ΠΠΠ ⁽²⁾ Λοιπά επιφανειακά ύδατα	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽⁴⁾ Λοιπά επιφανειακά ύδατα	ΠΠΠ Ζώντες οργανισμοί ⁽¹²⁾
(35)	Υπερφθοροκτανοσουλφονικό οξύ και τα παράγωγά του (PFOS)	1763-23-1	6,5 × 10 ⁻⁴	1,3 × 10 ⁻⁴	36	7,2	9,1
(36)	Quinoxifen	124495-18-7	0,15	0,015	2,7	0,54	
(37)	Διοξίνες και παρόμοιες με τις διοξίνες ενώσεις	Βλέπε υποσημείωση 10 στο παράρτημα Χ της οδηγίας 2000/60/ΕΚ			δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Άθροισμα των PCDD + PCDF + PCB-DL 0,0065 µg.kg ⁻¹ TEQ (14)
(38)	Aclonifen	74070-46-5	0,12	0,012	0,12	0,012	
(39)	Bifenox	42576-02-3	0,012	0,0012	0,04	0,004	
(40)	Cybutryne	28159-98-0	0,0025	0,0025	0,016	0,016	
(41)	Κυπερμεθρίνη	52315-07-8	8 × 10 ⁻⁵	8 × 10 ⁻⁶	6 × 10 ⁻⁴	6 × 10 ⁻⁵	
(42)	Dichlorvos	62-73-7	6 × 10 ⁻⁴	6 × 10 ⁻⁵	7 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁵	
(43)	Εξαβρωμοκυκλοδεκάνιο (HBCDD)	Βλέπε υποσημείωση 12 στο παράρτημα Χ της οδηγίας 2000/60/ΕΚ	0,0016	0,0008	0,5	0,05	167
(44)	Heptachlor και εποξείδιο του heptachlor	76-44-8/1024-57-3	2 × 10 ⁻⁷	1 × 10 ⁻⁸	3 × 10 ⁻⁴	3 × 10 ⁻⁵	6,7 × 10 ⁻³
(45)	Τερβουτρίνη	886-50-0	0,065	0,0065	0,34	0,034	

⁽¹⁾ CAS: Chemical Abstracts Service.

⁽²⁾ Η παράμετρος αυτή είναι το ΠΠΠ εκφραζόμενο ως ετήσια μέση τιμή (EMT-ΠΠΠ). Εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά, ισχύει για την ολική συγκέντρωση όλων των ισομερών.

⁽³⁾ Τα επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας καλύπτουν τους ποταμούς και τις λίμνες, καθώς και τα συναφή τεχνητά ή ιδιαίτερος τροποποιημένα υδατικά συστήματα.

⁽⁴⁾ Η παράμετρος αυτή είναι το ΠΠΠ εκφραζόμενο ως μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση (ΜΕΣ-ΠΠΠ). Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες για το ΜΕΣ-ΠΠΠ σημειώνεται “δεν εφαρμόζεται”, οι τιμές EMT-ΠΠΠ θεωρείται ότι προστατεύουν έναντι βραχυπρόθεσμων αιχμών ρύπανσης σε συνεχείς απορρίψεις, καθώς είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τις τιμές που προκύπτουν με βάση την οξεία τοξικότητα.

⁽⁵⁾ Για την ομάδα ουσιών προτεραιότητας που καλύπτεται από τους βρωμιούχους διφαινυλαιθέρες (με αριθμό 5) το ΠΠΠ συγκρίνεται με το άθροισμα των συγκεντρώσεων των συγγενών ουσιών 28, 47, 99, 100, 153 και 154.

⁽⁶⁾ Για το κάδμιο και τις ενώσεις του (αριθ. 6) οι τιμές των ΠΠΠ διαφέρουν ανάλογα με τη σκληρότητα του νερού, που κατατάσσεται σε 5 κατηγορίες (κατηγορία 1: < 40 mg CaCO₃/l, κατηγορία 2: 40 έως < 50 mg CaCO₃/l, κατηγορία 3: 50 έως < 100 mg CaCO₃/l, κατηγορία 4: 100 έως < 200 mg CaCO₃/l, κατηγορία 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l).

⁽⁷⁾ Η ουσία αυτή δεν είναι ουσία προτεραιότητας, αλλά ένας από τους άλλους ρύπους για τους οποίους τα ΠΠΠ ταυτίζονται με τα προβλεπόμενα στη νομοθεσία που ίσχυε πριν από τις 13 Ιανουαρίου 2009.

⁽⁸⁾ Δεν παρέχεται ενδεικτική παράμετρος γι' αυτή την ομάδα ουσιών. Η (οι) ενδεικτική(-ές) παράμετρος(-οι) πρέπει να καθορίζεται(-ονται) μέσω της αναλυτικής μεθόδου.

⁽⁹⁾ Το ολικό DDT περιλαμβάνει το άθροισμα των ισομερών 1,1,1-τριχλωρο2,2 δις(p-χλωροφαινυλ)-αιθάνιο (αριθμός CAS 50-29-3· αριθμός ΕΕ 200-024-3), 1,1,1-τριχλωρο2 (ο-χλωροφαινυλο)2-(p-χλωροφαινυλ)-αιθάνιο (αριθμός CAS 789-02-6· αριθμός ΕΕ 212-332-5), 1,1-διχλωρο2,2 δις(p-χλωροφαινυλ)-αιθυλένιο (αριθμός CAS 72-55-9· αριθμός ΕΕ 200-784-6) και 1,1-διχλωρο2,2 δις(p-χλωροφαινυλ)-αιθάνιο (αριθμός CAS 72-54-8· αριθμός ΕΕ 200-783-0).

⁽¹⁰⁾ Δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για να καθοριστεί ΜΕΣ-ΠΠΠ για τις ουσίες αυτές.

⁽¹¹⁾ Για την ομάδα ουσιών προτεραιότητας των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ΡΑΗ) (με αριθμό 28), το ΠΠΠ στους ζώντες οργανισμούς και το αντίστοιχο ΕΜΤ-ΠΠΠ στα ύδατα αναφέρονται στη συγκέντρωση βενζο(α)πυρενίου, στην τοξικότητα του οποίου βασίζονται. Το βενζο(α)πυρένιο μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτης για

τους άλλους ΡΑΗ, για τον λόγο αυτόν μόνον το βενζο(α)πυρένιο πρέπει να παρακολουθείται για να συγκρίνεται με το ΠΠΠ στους ζώντες οργανισμούς ή το αντίστοιχο ΕΜΤ-ΠΠΠ στα ύδατα.

⁽¹²⁾ Το ΠΠΠ στους ζώντες οργανισμούς αναφέρεται στους ιχθύς, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά. Αντί των ιχθύων μπορεί να παρακολουθείται εναλλακτική ταξινομητική ομάδα ζώντων οργανισμών, ή άλλος υλικός φορέας, με την προϋπόθεση ότι το εφαρμοζόμενο ΠΠΠ προσφέρει ισοδύναμο επίπεδο προστασίας. Για τις ουσίες με αριθμό 15 (Φλουορανθίνιο) και 28 (πολυκυκλικό αρωματικό υδρογονάνθρακες (ΡΑΗ)), το ΠΠΠ σε ζώντες οργανισμούς αναφέρεται στα καρκινοειδή και τα μαλάκια. Για την αξιολόγηση της χημικής κατάστασης, η μέτρηση του φλουορανθινίου και των ΡΑΗ σε ιχθύς δεν είναι σωστή. Για τις ουσίες με αριθμό 37 (Διοξίνες και παρόμοιες με τις διοξίνες ενώσεις), το ΠΠΠ σε ζώντες οργανισμούς αναφέρεται στους ιχθύς, στα καρκινοειδή και τα μαλάκια. σύμφωνα με το τμήμα 5.3 του παραρτήματος στον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1259/2011 της Επιτροπής, της 2ας Δεκεμβρίου 2011, για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1881/2006 όσον αφορά τα μέγιστα επίπεδα διοξινών, παρόμοιων με τις διοξίνες PCB και μη παρόμοιων με τις διοξίνες PCB σε τρόφιμα (ΕΕ L 320 της 3.12.2011, σ. 18).

⁽¹³⁾ Αυτά τα ΠΠΠ αναφέρονται στις βιοδιαθέσιμες συγκεντρώσεις των ουσιών.

⁽¹⁴⁾ PCDD: πολυχλωριωμένες διβενζο-p-διοξίνες· PCDF: πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια· PCB-DL: παρόμοια με τις διοξίνες πολυχλωριωμένα διφαινύλια· TEQ: τοξικά ισοδύναμα σύμφωνα με τους συντελεστές τοξικής ισοδυναμίας του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για το 2005.»