



**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ  
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “ENVIRONMENT AND HEALTH. MANAGEMENT OF  
ENVIRONMENTAL HEALTH EFFECTS”**

**Διευθυντής ΠΜΣ**

**Νικόλαος Καβαντζάς, Καθηγητής Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**

**«ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ  
ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ»  
“NATURAL DISASTERS’ CONSEQUENCES  
ON ENVIRONMENT & HUMAN HEALTH”**

**Γεωργία Τσαρουχά**

AM: 20180454

Πολιτικός Μηχανικός, MSc

**Επιβλέπων Καθηγητής ΜΔΕ**

**Νικόλαος Καβαντζάς, Καθηγητής Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**



**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ  
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “ENVIRONMENT AND HEALTH. MANAGEMENT OF  
ENVIRONMENTAL HEALTH EFFECTS”**

**Διευθυντής ΠΜΣ**

**Νικόλαος Καβαντζάς, Καθηγητής Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**

**«ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ  
ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ»  
“NATURAL DISASTERS’ CONSEQUENCES  
ON ENVIRONMENT & HUMAN HEALTH”**

**Γεωργία Τσαρουχά**

AM: 20180454

Πολιτικός Μηχανικός, MSc

**Τριμελής επιτροπή**

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Εμμανουήλ Πικουλής, Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Σωτήριος Μάιπας, Δρ. Φυσικός, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

**ΑΘΗΝΑ 2020**

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

**Γεωργία Τσαρουχά**

## Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	1
Κατάλογος Πινάκων	2
Κατάλογος Γραφημάτων	3
Συντομογραφίες	4
Περίληψη	5
Abstract	6
Εισαγωγή	8
<b>Κεφάλαιο 1. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών</b>	<b>10</b>
1.1. Χρήσιμοι ορισμοί	10
1.2. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών	14
<b>Κεφάλαιο 2. Επιδημιολογικά δεδομένα φυσικών καταστροφών.</b>	<b>17</b>
2.1. Ελληνικά δεδομένα	17
2.2. Διεθνή δεδομένα	20
<b>Κεφάλαιο 3. Σκοπός μελέτης</b>	<b>23</b>
3.1. Θεωρητική βάση μελέτης	23
3.2. Σκοπός	27
<b>Κεφάλαιο 4. Επίπτωση φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Γεωφυσικές καταστροφές</b>	<b>30</b>
4.1.1. Σεισμικές καταστροφές (σεισμοί, τσουνάμι)	30
4.1.1.1. Επιπτώσεις σεισμικών καταστροφών στο περιβάλλον	31
4.1.1.2. Επιπτώσεις σεισμικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία	34
4.1.2. Ηφαιστειογενείς καταστροφές	39
4.1.2.1. Επιπτώσεις ηφαιστειακών καταστροφών στο περιβάλλον	39
4.1.2.2. Επιπτώσεις ηφαιστειακών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία	40
4.1.3. Καταστροφές από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας (καθιζήσεις, κατολισθήσεις, πτώσεις βράχων)	44
4.1.3.1. Επιπτώσεις καταστροφών από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας στο περιβάλλον	44
4.1.3.2. Επιπτώσεις καταστροφών από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας στην ανθρώπινη υγεία	46
<b>4.2. Μετεωρολογικές καταστροφές</b>	<b>48</b>
4.2.1. Καταιγίδες - Τυφώνες - Κυκλώνες	48
4.2.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από καταιγίδες στο περιβάλλον	48
4.2.1.2. Επιπτώσεις καταστροφών από καταιγίδες στην ανθρώπινη υγεία	49
4.2.2. Ακραίες θερμοκρασίες	51

4.2.2.1. Επιπτώσεις καταστροφών από ακραίες θερμοκρασίες στο περιβάλλον	51
4.2.2.2. Επιπτώσεις καταστροφών από ακραίες θερμοκρασίες στην ανθρώπινη υγεία	52
<b>4.3. Κλιματολογικές καταστροφές</b>	<b>55</b>
<b>4.3.1. Καταστροφές από πυρκαγιά</b>	<b>55</b>
4.3.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πυρκαγιά στο περιβάλλον	56
4.3.1.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πυρκαγιά στην ανθρώπινη υγεία	57
<b>4.3.2. Καταστροφές από ξηρασία</b>	<b>59</b>
4.3.2.1. Επιπτώσεις ξηρασίας στο περιβάλλον	59
4.3.2.2. Επιπτώσεις ξηρασίας στην ανθρώπινη υγεία	60
<b>4.4. Υδρολογικές καταστροφές</b>	<b>62</b>
<b>4.4.1 Πλημμύρες &amp; μεγάλες μετακινήσεις φυσικής υγρής μάζας (Λάσπη, χιόνι, καθίζηση, υποχώρηση εδάφους)</b>	<b>62</b>
4.4.4.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πλημμύρες & μεγάλες μετακινήσεις φυσικής υγρής μάζας (Λάσπη, χιόνι, καθίζηση, υποχώρηση εδάφους) στο περιβάλλον	62
4.4.4.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πλημμύρες στην ανθρώπινη υγεία	63
<b>4.5. Διαπλανητικές – Εξωγήινες καταστροφές</b>	<b>68</b>
<b>4.5.1. Πτώση μετεωριτών &amp; μεταβολές διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών</b>	<b>68</b>
4.5.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πτώση μετεωριτών & μεταβολών των διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών στο γήινο περιβάλλον	68
4.5.1.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πτώση μετεωριτών & μεταβολών των διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών στην ανθρώπινη υγεία	69
<b>Κεφάλαιο 5. Συζήτηση</b>	<b>72</b>
<b>Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα</b>	<b>75</b>
<b>6.1. Κύρια συμπεράσματα μελέτης</b>	<b>75</b>
<b>6.2. Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες</b>	<b>78</b>
<b>Βιβλιογραφικές Πηγές</b>	<b>79</b>

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Ταξινόμηση Φυσικών Καταστροφών.....σελ 15
Πίνακας 2. Φυσικές καταστροφές στην Ελλάδα.....σελ 17

## Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1. Παγκόσμια κατανομή θανάτων ανά αίτιο φυσικών καταστροφών ανά

δεκαετία.....σελ 20

Γράφημα 2. Συγκριτική συνολική ποσοστιαία θνητότητα (%) ανά Ήπειρο μεταξύ 2018 και της περιόδου 2008-2017.

.....σελ 21

Γράφημα 3. Μέσος ετήσιος αριθμός θανάτων ανά τύπο φυσικής καταστροφής.....

.....σελ 22

Γράφημα 4. Οι 10 πιο θανατηφόρες φυσικές καταστροφές για το έτος 2018.....

.....σελ 23

## Συντομογραφίες

**CRED:** Centre for research on epidemiology of Disaster (Κέντρο Έρευνας Επιδημιολογίας των Καταστροφών)

**EM-DAT:** Emergency Events Database (Βάση Δεδομένων Καταστροφών)

**EMS:** European Macroseismic Scale (Ευρωπαϊκή Μακροσεισμική Κλίμακα)

**FOA:** Food & Agriculture Organization of the UN (Τμήμα Τροφής και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών)

**INQUA:** International Union for Quaternary Research (Διεθνής Ένωση για την Τεταρτολογική έρευνα)

**PTSD:** Post-Traumatic Stress Disorder (Αγχώδης Μετατραυματική Διαταραχή).

**UNISDR:** United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Τμήμα Στρατηγικής για τη Μείωση των Καταστροφών των Ηνωμένων Εθνών)

**USAID:** Office of US Foreign Disaster Assistance (Αμερικανικός Οργανισμός Παροχής Ανθρωπιστικής Βοήθειας στο Εξωτερικό)

**WHO:** World Health Organization (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας-ΠΟΥ)

**WWF:** World Wildlife Fund (Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση)

**IOM:** Institute of Medicine (U.S.). (Αμερικανικό Ιατρικό Ινστιτούτο)

**ΕΕ:** Ευρωπαϊκή Ένωση

**ΟΑΣΠ:** Οργανισμός Αντισεισμικής Προστασίας

## **Περίληψη**

**Εισαγωγή:** Η ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον επηρεάζονται αναμφισβήτητα από τις φυσικές συνθήκες. Συστηματικά ο κόσμος μας σε παγκόσμιο επίπεδο αντιμετωπίζει ποικίλης κλίμακας φυσικές καταστροφές με άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στο ίδιο το περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη υγεία. Ερευνητικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι πλήττονται από φυσικές καταστροφές σε όλο τον κόσμο.

**Σκοπός:** Σκοπός της ανασκοπικής αυτής μελέτης ήταν η διερεύνηση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών: α) στο περιβάλλον και β) την ανθρώπινη υγεία.

**Μέθοδος – Υλικό:** Η ανασκόπηση αυτή πραγματοποιήθηκε με κριτική ανάλυση δεδομένων από ποικίλες βιβλιογραφικές βάσεις. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε αναζήτηση δημοσιευμένων άρθρων και εκθέσεων εθνικών και διεθνών οργανισμών αναφορικά με τα επιδημιολογικά χαρακτηριστικά και τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

**Αποτελέσματα:** Οι φυσικές καταστροφές αντανakλούν σε ένα σημαντικό βαθμό τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οι επιπτώσεις των καταστροφών από ακραία φυσικά φαινόμενα επηρεάζουν το περιβάλλον μεταβάλλοντας τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, τις γεωλογικές συνθήκες και την βιοποικιλότητα και απειλούν την βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων. Οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία είναι πολύπλοκες. Προκαλούν θανάτους, αναπηρίες, σοβαρούς τραυματισμούς και απαιτούν παρατεταμένες νοσηλείες σε σημαντικό αριθμό θυμάτων ανάλογο του μεγέθους της καταστροφής. Οι μαζικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών ενισχύουν τον κίνδυνο μεταδοτικών ασθενειών, απειλούν την ποιότητα και την επάρκεια των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβη στα συστήματα ύδρευσης, έλλειψη τροφής ή ακόμη και στέγασης και να οδηγήσουν σε μετακινήσεις πληθυσμού. Γενικότερα θα λέγαμε ότι οι φυσικές καταστροφές έχουν άμεση επίπτωση στην υγεία του πληθυσμού, με αποτέλεσμα φυσικό τραύμα, οξεία ασθένεια και συναισθηματικό τραύμα.

**Συμπεράσματα:** Οι καταστροφές θα συνεχίσουν να αυξάνονται σε παγκόσμια κλίμακα και κατά συνέπεια θα πρέπει να ληφθούν μέτρα προστασίας σε επίπεδο πρώιμης προετοιμασίας και πρόληψης των επιπτώσεών τους και όχι μόνο λήψη μέτρων αντιμετώπισής τους. Εάν δεν μειωθεί η ευπάθεια των κοινωνιών στις φυσικές καταστροφές ο αντίκτυπος σε ανθρώπινες απώλειες και ο οικονομικός και περιβαλλοντικός αντίκτυπος θα είναι όλο και πιο δύσκολα διαχειρίσιμος.



## **Abstract**

**Introduction:** Human health and the environment are undoubtedly affected by natural conditions. Systematically, our world is facing a wide range of natural disasters with direct and indirect effects on the environment itself and on human health. Research data indicates that millions of people are affected by natural disasters around the world every year.

**Aim:** The purpose of this prospective study was to investigate the effects of natural disasters: a) on the environment and b) on human health.

**Methods:** This review was carried out by critical analysis of data from a variety of bibliographic databases. Specifically, a literature search was performed for published articles and reports by national and international organizations on the epidemiological characteristics and effects of natural disasters on human health and the environment.

**Results:** Natural disasters reflect to a significant extent the impacts of climate change. The effects of disasters from extreme natural phenomena affect the environment by altering atmospheric conditions, geological conditions and biodiversity and threatening the viability of ecosystems. The consequences of natural disasters on human health are complex. They cause deaths, disabilities, serious injuries and require prolonged hospitalization to a significant number of victims depending on the size of the disaster. The massive impacts of natural disasters increase the risk of communicable diseases, threaten the quality and adequacy of health services, may damage water systems, lead to lack of food or even housing, and lead to population displacement. In general, natural disasters have a direct impact on the health of the population, resulting in natural trauma, acute illness and emotional trauma.

**Conclusions:** Disasters will continue to increase globally. Consequently protection measures should be enforced at an early stage of preparation and prevention rather than implementation of measures to address them. If societies' vulnerability to natural disasters won't be controlled, the impact on human casualties and economic and environmental impacts will keep increasing and therefore will be difficult to manage.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχές μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέπων Καθηγητή μου Δρ. Νικόλαο Καβαντζά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξαρχής όταν μου ανέθεσε προς μελέτη το συγκεκριμένο θέμα. Επίσης τον Δρ. Εμμανουήλ Πικουλή, Καθηγητή και μέλος της Τριμελούς μου Επιτροπής για τα εποικοδομητικά του σχόλια και τον Δρ. Σωτήριο Μάιπα, Δρ. Φυσικό και Επιστημονικό Συνεργάτη του ΠΜΣ, ο οποίος με καθοδήγησε στην επιτυχή ανάπτυξη της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ και τους υπόλοιπους Διδάσκοντες που συνέβαλαν στην ανάκτηση των απαραίτητων γνώσεων για την επιτυχή φοίτησή μου.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην οικογένεια μου, στον μπαμπά μου Κωνσταντίνο, στην μητέρα μου Λιάνα, στα αδέρφια μου Σοφία και Γιάννη και τέλος στα δίδυμά μου Μελίνα και Κωνσταντίνο για την καθημερινή τους υποστήριξη και μεταφορά θετικής ενέργειας που ήταν καθοριστική σε στάδια αυξημένης πίεσης.

## Εισαγωγή

Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, καθώς και του θέματος την (εν λόγω) διπλωματικής εργασίας ήταν η απόκτηση εμπειρισταωμένων γνώσεων που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Καθώς είμαι Πολιτικός Μηχανικός στο επάγγελμα, ήθελα να έχω μια πιο πολυδιάστατη προσέγγιση στο κομμάτι που αφορά στον χωρικό σχεδιασμό κτιρίων και υποδομών και ιδιαίτερα αναφορικά με τη διαχείριση κίνδυνου, μιας και η χώρα μας βρίσκεται εκτεθειμένη σε μια μεγάλη ποικιλία από φυσικούς κινδύνους που περιλαμβάνει ενδεικτικά σεισμούς, πλημμύρες, διάβρωση εδαφών και δασικές πυρκαγιές.

Οι φυσικές καταστροφές, όπως είναι ευρέως γνωστό, πλήττουν τον αστικό χώρο, τις υποδομές, το φυσικό περιβάλλον, τις οικονομικές δραστηριότητες και πάνω από όλα την ανθρώπινη υγεία. Εκείνο που κάνει ενδιαφέρουσα την μελέτη της επίπτωσής τους στον άνθρωπο και στο περιβάλλον είναι αφενός από τη μία η απρόβλεπτη φύση τους που δοκιμάζει την ανθεκτικότητα και την ευελιξία των συστημάτων αντιμετώπισής τους και από την άλλη η επιδημιολογική τους εικόνα που μεταβάλλεται ανά περιόδους και τα τελευταία χρόνια δείχνει αυξημένη συχνότητα.

Στο Κεφάλαιο 1 περιγράφονται οι βασικοί ορισμοί που σχετίζονται με τις φυσικές καταστροφές και τα φυσικά φαινόμενα. Στο Κεφάλαιο 2 αναπτύσσονται ιστορικά στοιχεία και σύγχρονα επιδημιολογικά δεδομένα αναφορικά με την εμφάνιση των φυσικών καταστροφών τόσο διεθνώς όσο και στη χώρα μας.

Στο Κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται εν συντομία η θεωρητική βάση της ανασκοπικής μελέτης. Βασικός σκοπός αυτής της ανασκοπικής μελέτης ήταν η διερεύνηση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών: α) στο περιβάλλον και β) την ανθρώπινη υγεία.

Στο Κεφάλαιο 4 αναπτύσσονται οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών ξεχωριστά για κάθε τύπο φυσικής καταστροφής σε επίπεδο ανθρώπινης υγείας και περιβάλλοντος. Παρατηρείται αυξημένη συχνότητα εμφάνισης φυσικών καταστροφών ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες με την επίπτωσή τους στη θνητότητα ανά περίπτωση να παρουσιάζει αυξομειώσεις. Οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και ευημερία αλλά και οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα, η επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής και η απειλή των συνθηκών βιώσιμης ανάπτυξης αποτυπώνονται διεξοδικά.

Στο Κεφάλαιο 5 αναπτύσσεται κριτική συζήτηση στα αποτελέσματα των ερευνών που εισήχθησαν στην ανασκοπική μελέτη. Τα επιδημιολογικά δεδομένα αναφορικά με τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών αναφορικά

με τη θνητότητα και τους τραυματισμούς διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τη φύση της φυσικής καταστροφής. Οι καταστροφές, πολλές από τις οποίες επιδεινώνονται από την αλλαγή του κλίματος και οι οποίες αυξάνονται σε συχνότητα και ένταση, παρεμποδίζουν σημαντικά την πρόοδο προς την αειφόρο ανάπτυξη. Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι είναι επείγον και κρίσιμο να προβλέψουμε, να σχεδιάσουμε και να μειώσουμε τον κίνδυνο καταστροφών προκειμένου να προστατέψουμε αποτελεσματικότερα τα άτομα, τις κοινωνίες και τα οικοσυστήματα και να ενισχύσουμε την ανθεκτικότητα και την ετοιμότητα των συστημάτων ανταπόκρισής τους.

Στο Κεφάλαιο 6 αποτυπώνονται τα κύρια συμπεράσματα και προτάσεις για το μέλλον. Τα συμπεράσματα που αναπτύσσονται σε αυτή την ανασκοπική μελέτη αναμένεται ότι θα χρησιμεύσουν στην κατανόηση και τη δομημένη αποτύπωση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον. Η αναγνώριση αυτών των επιπτώσεων θα βοηθήσει ερευνητές και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής υγείας ώστε να στοχεύσουν στον περιορισμό αυτών των επιπτώσεων μέσω ανασχεδιασμού των δράσεων ετοιμότητας και διαχείρισης των φυσικών καταστροφών.

## Κεφάλαιο 1. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών

Ο ορισμός των φυσικών καταστροφών και η ταξινόμησή τους διαδραματίζει εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στη δυνατότητα δημιουργίας αξιόπιστων βάσεων δεδομένων αλλά και για τη δυνατότητα σύγκρισή τους μεταξύ διαφορετικών πηγών αναφοράς. Στην ανασκοπική αυτή εργασία χρησιμοποιήσαμε ως βάση την κοινή ταξινόμηση και την ορολογία των δύο μεγαλύτερων βάσεων για την καταγραφή των φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο επίπεδο, του Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) και της Munich Reinsurance Company (Munich RE ) (Below et al, 2009).

Τα σαφή πρότυπα και ορισμοί είναι χρήσιμα και αποτελεσματικά για την αξιοπιστία και τη διαλειτουργικότητα των στοιχείων καταστροφών. Αυτό κυρίως διότι οι διαφορές και η έλλειψη τυποποίησης της ορολογίας περιπλέκουν τις συγκρίσεις των δεδομένων. Επιπλέον, χωρίς τυποποιημένη ορολογία, οι βάσεις δεδομένων θα εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν το πρόβλημα μειωμένης ακρίβειας στην αναφορά επιπτώσεων που σχετίζονται με τις καταστροφές. Όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά και οι Below et al (2009), συγγραφείς της κοινής αυτής ταξινόμησης, *«Η εναρμόνιση της ταξινόμησης της κατηγορίας καταστροφών μεταξύ δύο από τις σημαντικότερες παγκόσμιες βάσεις καταστροφών - NatCatSERVICE και EM-DAT - καθώς και ο καθορισμός κοινών προτύπων αποτελεί σημαντική συμβολή στη βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των διεθνών βάσεων δεδομένων καταστροφών»*.

### 1.1. Χρήσιμοι ορισμοί

Στη διεθνή βιβλιογραφία μπορεί να βρει κανείς εκατοντάδες ορισμούς της έννοιας «καταστροφή». Σύμφωνα με το Κέντρο Έρευνας για την Επιδημιολογία των Καταστροφών (CRED) που εδρεύει στο Βέλγιο, μια καταστροφή ορίζεται ως *«ένα απρόβλεπτο και συχνά ξαφνικό συμβάν που προκαλεί μεγάλες ζημιές, καταστροφές και ανθρώπινο πόνο»*. Οι φυσικές καταστροφές ορίζονται ως *«φυσικά φαινόμενα που προκαλούνται φυσικά είτε από ταχείες ή αργές εκδηλώσεις που μπορεί να είναι γεωφυσικές, υδρολογικές, κλιματολογικές, μετεωρολογικές ή βιολογικές»* (CRED, 2020).

Ένας ενδιαφέρον ορισμός προέρχεται από το Τμήμα Στρατηγικής για τη Μείωση των Καταστροφών των Ηνωμένων Εθνών (UNISDR, 2009). Σύμφωνα με αυτόν, ως καταστροφή ορίζεται *«μια σημαντικού βαθμού διατάραξη της λειτουργίας μιας κοινότητας ή κοινωνίας που σχετίζεται με ευρείες απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και επιπτώσεις (ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές ή περιβαλλοντικές) που υπερβαίνουν την ικανότητα της κοινότητας ή κοινωνίας να ανταποκριθεί αποτελεσματικά με τη διάθεση των δικών της πόρων»*. Στις επιπτώσεις μιας καταστροφής περιλαμβάνονται οι τραυματισμοί, οι νόσοι και

σειρά άλλων επιπτώσεων την υγεία, περιλαμβανόμενης και της ψυχοκοινωνικής επίπτωσης. Ανάλογα περιλαμβάνονται οι οικονομικές απώλειες, η καταστροφή υλικών αγαθών και κατοικιών, οι επιπτώσεις στις μεταφορές και την παραγωγή αγαθών καθώς και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον (UNISDR, 2009).

Η UNISDR στην πρόσφατη αναθεώρηση των ορισμών της (2015), όρισε την καταστροφή ως *«μια σοβαρή διατάραξη της λειτουργίας μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας λόγω επικίνδυνων γεγονότων που αλληλεπιδρούν με τις συνθήκες ευπάθειας και έκθεσης, οδηγώντας σε εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές απώλειες και επιπτώσεις»*. Οι καταστροφές είναι ένα είδος επικίνδυνου γεγονότος στο οποίο υπάρχει σημαντική διακοπή της λειτουργίας ολόκληρης ή μέρους της κοινωνίας. Ο αντίκτυπος της καταστροφής είναι συχνά διαδεδομένος και μπορεί να διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο αντίκτυπος μπορεί να δοκιμάσει ή να υπερβεί την ικανότητα μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας να αντιμετωπίσει τους ίδιους πόρους της και συνεπώς μπορεί να απαιτεί συνδρομή από εξωτερικές πηγές, οι οποίες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν γειτονικές χώρες ή εθνικό ή διεθνές επίπεδο (UNISDR, 2015).

Σύμφωνα με την Συμφωνία του Sendai (2015) των Ηνωμένων Εθνών, παγκόσμιος στόχος θα πρέπει να είναι η πρόληψη νέων και η μείωση του υφιστάμενου κινδύνου καταστροφών μέσω της εφαρμογής ολοκληρωμένων και αποκλειστικών οικονομικών, διαρθρωτικών, νομικών, κοινωνικών, υγειονομικών, πολιτιστικών, εκπαιδευτικών, περιβαλλοντικών, τεχνολογικών, πολιτικών και θεσμικών μέτρων που προλαμβάνουν και μειώνουν την έκθεση σε κίνδυνο και την ευαλωτότητα σε καταστροφές (UNISDR, 2015).

Ο παραπάνω στόχος εκφράζει την τεκμηριωμένη άποψη ότι μια καταστροφή δεν θα πρέπει αποδίδεται μόνο στο φαινόμενο ή το συμβάν που αποτελεί την αιτία της. Η καταστροφή εκδηλώνεται όταν η εμφάνιση του επικίνδυνου συμβάντος συνυπάρξει με συνθήκες ευπάθειας και τρωτότητας και η ικανότητα ανταπόκρισης της κοινωνίας είναι μειωμένη ή δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις πραγματικές ανάγκες ώστε να μετριάσει τις ενδεχόμενες επιπτώσεις και να ανακάμψει από αυτές. Συνεπώς ως φυσικές ορίζονται οι καταστροφές από ένα φυσικό φαινόμενο μεγάλης κλίμακας ως αποτέλεσμα φυσικών διαδικασιών της Γης και της βιόσφαιρας, που υπό προϋποθέσεις οδήγησε σε εξαιρετικά αρνητικές επιπτώσεις.

Πριν ορίσουμε τους ειδικούς με τις φυσικές καταστροφές όρους θα ήταν χρήσιμο να αναφερθούμε στην έννοια του κινδύνου. Σύμφωνα με το σχέδιο «Ξενοκράτης» *«Κίνδυνος νοείται η πιθανότητα εκδήλωσης ενός φυσικού φαινομένου ή τεχνολογικού συμβάντος ή και λοιπών καταστροφών σε συνδυασμό με την ένταση των καταστροφών, που μπορεί να προκληθούν στους πολίτες, στα αγαθά, στις πλουτοπαραγωγικές πηγές και στις υποδομές μιας περιοχής»* (ΦΕΚ 423/Β/10.04.2003, Άρθρο 2).

Σε λειτουργική συνάφεια είναι ο όρος επικινδυνότητα (Risk/Hazard) ο οποίος εκφράζει την πιθανότητας να συμβεί ένα φαινόμενο και να εκδηλωθούν οι αρνητικές συνέπειές του (UNISDR, 2009). Ορίζεται δηλαδή η επικινδυνότητα ως δυνητική απειλή για τον άνθρωπο και την ευημερία του. Στο Νόμο 2013 αναφορικά με την αναβάθμιση της πολιτικής προστασίας και λοιπές διατάξεις, περιγράφηκε ο όρος επικινδυνότητα ως «η πιθανότητα εκδήλωσης ενός φυσικού φαινομένου ή τεχνολογικού συμβάντος ή και λοιπών καταστροφών σε συνδυασμό με την ένταση των καταστροφών που μπορεί να προκληθούν στους πολίτες, στα αγαθά, στις πλουτοπαραγωγικές πηγές και στις υποδομές μιας περιοχής» (ΦΕΚ 102/Β/01.05.2002, Άρθρο 2). Οι Λαζαρίδης και Κατσαφάδος (2012), στις Πανεπιστημιακές τους σημειώσεις αναφέρουν ως επικινδυνότητα, «κάθε φυσικό ή ανθρωπογενές γεγονός ή διαδικασία που ενέχει μια πιθανότητα μικρή ή μεγάλη, να προκαλέσει βλάβη ή καταστροφή» και διευκρινίζουν ότι αναφέρεται μόνο στην πιθανότητα να συμβεί κάτι και όχι στα αποτελέσματά του. Κατ'ουσίαν διακρίνουν την επικινδυνότητα έκθεσης με την «τρωτότητα».

Ο όρος τρωτότητα ή ευπάθεια αναφέρεται στα χαρακτηριστικά, την υποδομή, τους διαθέσιμους πόρους και το επίπεδο οργάνωσης μιας κοινωνίας, που την καθιστούν ευάλωτη στην επίδραση ενός επικίνδυνου φαινομένου. Ο βαθμός τρωτότητας ή ευπάθειας μιας κοινωνίας μπορεί να εμφανίζει σημαντικές γεωγραφικές ή κοινωνικοοικονομικές ανισότητες και να μεταβάλλεται με το χρόνο και τις διαθέσιμες υποδομές (UNISDR, 2009).

Με ιδιαίτερη έμφαση στις φυσικές καταστροφές, ως «προσαρμοστικότητα», ορίζεται η ικανότητα μιας κοινωνίας (ή ενός συστήματος) να αντιστέκεται ή να μεταβάλλεται, με σκοπό να διατηρεί ένα λειτουργικά αποδεκτό επίπεδο δομής και λειτουργίας. Συντελεστές της προσαρμοστικότητας είναι η αυτοοργάνωση και η εκμάθηση με στόχευση την ανθεκτικότητα. Η προσαρμοστικότητα εξαρτάται από τις ικανότητες οργάνωσης της σε συνθήκες πίεσης και από τους διαθέσιμους πόρους κατά την εμφάνιση του φαινομένου (UNISDR, 2009).

Στη συνέχεια παρατίθενται σημαντικοί ορισμοί που είναι χρήσιμοι για την ταξινόμηση των φυσικών καταστροφών. Γεωφυσικός είναι ο κίνδυνος καταστροφής που προέρχεται από το στερεό έδαφος και το υπέδαφος της Γης. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τον όρο γεωλογικός κίνδυνος. Μετεωρολογικός είναι ο κίνδυνος που σχετίζεται με ακραίες καιρικές συνθήκες και ατμοσφαιρικές συνθήκες μικρής διάρκειας και μικρής έως μεσαίας κλίμακας που διαρκούν από λεπτά έως μέρες. Υδρολογικός είναι ο κίνδυνος που προκαλείται από την εμφάνιση, μετακίνηση και κατανομή επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Κλιματολογικός είναι ο κίνδυνος που προκαλείται από μακροχρόνιες ατμοσφαιρικές διεργασίες μακράς διάρκειας και μεσαίας κλίμακας, που σχετίζονται με τη μεταβλητότητα του κλίματος. Βιολογικός είναι ο κίνδυνος που προκαλείται από την έκθεση σε ζωντανούς οργανισμούς και τις τοξικές τους ουσίες ή ασθένειες που μεταφέρονται με φορέα. Εξωγήινος ή διαπλανητικός, είναι ο κίνδυνος που προκαλείται από αστεροειδείς, μετεωρίτες

και κομήτες καθώς περνούν κοντά στη Γη, εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της Γης και καταλήγουν στο έδαφος της ή εκρήγνυνται και επηρεάζουν τη μαγνητόσφαιρα, τη ιονόσφαιρα και τη θερμοσφαιρία της Γης (CRED, 2020).

Ενώ ορίζονται και οι σημαντικότερες αιτίες των φυσικών καταστροφών που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια της εργασίας. Ως σεισμός ορίζονται οι εδαφικές δονήσεις οι οποίες δημιουργούνται κατά τις αλλαγές της μηχανικής ισορροπίας των γήινων πετρωμάτων από φυσικά αίτια που βρίσκονται στο εσωτερικό της Γης. Στα σημεία διατάραξης της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων απελευθερώνεται μηχανική ενέργεια η οποία διαδίδεται μέσα στη Γη με τη μορφή σεισμικών κυμάτων, και εκδηλώνεται με τη μορφή δονήσεων του εδάφους. Ο σεισμός ως φαινόμενο, εκδηλώνεται χωρίς προειδοποίηση και δεν μπορεί να αποτραπεί.

Ως πλημμύρα ορίζεται ή προσωρινή κάλυψη από νερό περιοχής του εδάφους το οποίο φυσιολογικά δεν καλύπτεται από νερό, ανεξάρτητα από τις πηγές προέλευσης του νερού. Οι πλημμύρες προέρχονται από την αλληλεπίδραση των φυσικών φαινομένων με τις συνθήκες απορροής της περιοχής που καλύπτουν και τη χωρητικότητα του φυσικού ή τεχνητού συστήματος αποστράγγισης της.

Ως πυρκαγιά ορίζεται η ταυτόχρονη ανάπτυξη θερμότητας και φλόγας, η οποία μεταδίδεται εκτός της κανονικής της εστίας ή οποία μπορεί να προκληθεί από διάφορα αίτια. Υπάρχει μια γενική πρόκληση που περιβάλλει τον ορισμό των πυρκαγιών. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) δόθηκε έμφαση στις δασικές πυρκαγιές. Οι συχνές εκδηλώσεις πυρκαγιών όμως σε μη δασικές περιοχές, όπως πχ αγροτικές, έχουν προκαλέσει την ανάγκη για έναν ευρύτερο, κοινά αποδεκτό ορισμό της πυρκαγιάς.

Γενικά λοιπόν ορίζεται ως η φωτιά που είναι εκτός ελέγχου. Αυτό αποκλείει τις πυρκαγιές που έχουν οριστεί για νόμιμους σκοπούς, όπως η καύση των καλλιεργειών, αλλά θα περιλάμβανε τις ίδιες πυρκαγιές εάν εξαπλώνονταν έξω από την προβλεπόμενη περιοχή. Μια πυρκαγιά μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε από φυσικές αιτίες (π.χ. αστραπές) είτε από αιτίες που προκαλούνται από τον άνθρωπο (π.χ. εμπρησμοί). Καθώς η πυρκαγιά εξαπλώνεται, μπορεί να αντλεί καύσιμο από όλους τους τύπους εύφλεκτων πηγών, να επεκτείνεται σε μέγεθος και αντίκτυπο και υπό συγκεκριμένες συνθήκες, μπορεί να μετατραπεί σε ανεξέλεγκτη πυρκαγιά. Οι μεγάλες πυρκαγιές κοντά σε κατοικημένες περιοχές μπορούν γενικά να θέτουν σημαντικούς κινδύνους για τους πληθυσμούς, τις κρίσιμες υποδομές και το περιβάλλον. Η δραματική και ανεξέλεγκτη επέκταση της πυρκαγιάς οδηγεί συνήθως σε ανθρώπινα θύματα και σε απώλειες ακινήτων όπως στην Ελλάδα (2018), την Πορτογαλία (2017), την Αυστραλία (2019) και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (2017) (UNDRR, 2019).

Ως κατολίσθηση ορίζεται κάθε αλλαγή της επιφάνειας μιας επιφάνειας γης υπό κλίση (πλαγιά) που συνοδεύεται με μετακίνηση υλικού και η οποία συνήθως



προκαλεί ρήξη της συνέχειας της (Παυλόπουλος, 2008). Είναι ένα γεωλογικό φαινόμενο που περιγράφεται από ένα ποικίλο εύρος μετακινήσεων του εδάφους, όπως πτώσεις, ολισθήσεις, ανατροπές και ροές οι οποίες μπορούν να περιλαμβάνουν υγρή ή ξηρά μάζα γης και ενδέχεται να συμβούν σε χερσαία ή παράκτια περιβάλλοντα. Σε περίπτωση που η μετακίνηση της μάζας είναι μόνο προς την κατακόρυφη κατεύθυνση, το φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως καθίζηση (κατάρρευση ή κατάπτωση).

## 1.2. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών

Οι καταστροφές διακρίνονται σε φυσικές και σε τεχνολογικές ή ανθρωπογενείς. Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των Φυσικών Καταστροφών όπως ισχύει σήμερα (2020) σύμφωνα με το Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) και τη Munich Reinsurance Company (Munich RE ) (Below et al, 2009; CRED, 2020). Σημειώνεται επίσης ότι για να ενσωματωθεί μια καταστροφή στη βάση δεδομένων της Διεθνούς Στρατηγικής των Ηνωμένων Εθνών για τη Μείωση των Καταστροφών (UNISDR) θα πρέπει να ικανοποιούνται ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα κριτήρια:

- Αναφορά για 10 τουλάχιστον θανάτους,
- αναφορά για 100 τουλάχιστον θύματα,
- Κήρυξη κατάστασης έκτακτης ανάγκης από την Κυβέρνηση
- Αίτημα της Κυβέρνησης για διεθνή βοήθεια.

**Πίνακας 1. Ταξινόμηση Φυσικών Καταστροφών**

<b>Βασική Κατηγορία</b>	<b>Υποκατηγορία I</b>	<b>Υποκατηγορία II</b>
<i>Γεωφυσικές</i>	Σεισμοί	Κίνηση εδάφους
		Τσουνάμι
	Μετακινήσεις ξηρής μάζας	Πτώση βράχων
		Καθίζηση
<i>Μετεωρολογικές</i>	Ακραίες θερμοκρασίες	Πτώση τέφρας
		Λαχάρ (Lahar)
		Πυροκλαστική ροή
		Ροή λάβας
Καταιγίδες	Ακραίες θερμοκρασίες	Κύμα Ψύχους
		Κύμα Ζέστης
		Ακραίες χειμερινές συνθήκες
	Καταιγίδες	Έξω-τροπική καταιγίδα
Τροπική καταιγίδα		

		Συνδυασμένη ακραία καταιγίδα (Convective Storm)
Κλιματολογικές	Ξηρασία	
	Υπερχειλίση λίμνης	
	Πυρκαγιά	Δασική πυρκαγιά Μη δασική πυρκαγιά
Υδρολογικές	Πλημμύρες	Παράκτια
		Παραποτάμια
		Υπερβολική υδατόπτωση
		Λιώσιμο πάγων
Μετακινήσεις υγρής μάζας	Χιονοστιβάδα	
	Λασποροή	
Βιολογικές	Υδάτινα κύματα	Γιγαντιαία κύματα (Rogue waves)
		Κυματανάπαυση (Seiche)
	Επιδημία	Ιογενής νόσος
		Βακτηριακή νόσος
		Παρασιτική νόσος
Μυκητίαση		
Καταστροφές από έντομα	Ακρίδα	
	Λογκούστα	
	Ζωικές καταστροφές	
Εξωγήινες-διαπλανητικές	Πτώσεις μετεωριτών	Ατμοσφαιρικές εκρήξεις
		Πτώσεις στο έδαφος
	Μεταβολές διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών	Ενεργειακά σωματίδια
Γεωμαγνητική καταιγίδα		
Ωστικά κύματα		

Σημειώνεται ότι ως λαχάρ ορίζεται η ροή ηφαιστειακής λάσπης ή άλλων ηφαιστειακών ρευστών υλικών, λασποροές ή ροές ηφαιστειακών αναβλυσμάτων που αποτελούνται από πυροκλαστικά υλικά αναμεμιγμένα με κάποιο υγρό, συνήθως νερό. Τα υλικά αυτά κινούνται καθοδικά στις πλαγιές και τις κοιλάδες των ηφαιστείων και μπορούν να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες.

Ο διεθνής όρος seiche αντιστοιχεί στον ελληνικό όρο κυματανάπαυση, με τον οποίο χαρακτηρίζεται η ρυθμική ταλάντωση του νερού που παρατηρείται είτε

σε λίμνη, είτε σε κάπως κλειστή εγκόλπωση ακτής, όπως συμβαίνει σε κλειστούς όρμους, κόλπους ή και λιμένες.

Τέλος σημειώνεται πως στην παρούσα ανασκοπική εργασία δεν μελετήθηκε η συχνότητα εμφάνισης και η επίπτωση των βιολογικών κινδύνων.

## Κεφάλαιο 2. Επιδημιολογικά δεδομένα φυσικών καταστροφών.

### 2.1. Ελληνικά δεδομένα

Τα φαινόμενα φυσικών καταστροφών στην Ελλάδα παρουσιάζουν αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια με επιπτώσεις τόσο για το οικοσύστημα της χώρας μας αλλά και σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού με βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες αλλά και με σημαντικές οικονομικές συνέπειες (ΕΑΕΕ, 2019).

Στο παρακάτω Γράφημα αποτυπώνονται σημαντικές ιστορικές φυσικές καταστροφές για τη χώρα μας (ΕΑΕΕ, 2019).

	Ημερομηνία	Τόπος	Πλήθος δηλωθεισών ζημιών	Ποσό απαίτησης (€)	Αιτία ζημιάς
1	20 Νοεμβρίου 1993	Αττική	358	4.554.600	Βροχοπτώσεις
2	31 Μαΐου 1994	Αττική	138	1.577.523	Βροχοπτώσεις
3	21 Οκτωβρίου 1994	Αττική / Ελλάδα	1.159	26.077.872	Βροχοπτώσεις
4	6 Οκτωβρίου 1996	Αττική	48	653.353	Βροχοπτώσεις
5	30 Νοεμβρίου 1996	Θράκη	40	876.478	Βροχοπτώσεις
6	12 Ιανουαρίου 1997	Αττική / Ελλάδα	311	6.909.486	Βροχοπτώσεις
7	26 Μαρτίου 1998	Αττική / Ελλάδα	1.704	6.023.074	Βροχοπτώσεις
8	7 Σεπτεμβρίου 1999	Αττική	9.480	110.934.694	Σεισμός
9	8 Ιουλίου 2002	Αττική / Ελλάδα	1.350	28.621.262	Βροχοπτώσεις
10	13 Φεβρουαρίου 2004	Αττική / Ελλάδα	646	2.409.739	Χιονοπτώσεις
11	17 Σεπτεμβρίου 2004	Θεσσαλονίκη	387	2.841.395	Βροχοπτώσεις
12	5 Νοεμβρίου 2004	Αττική / Ελλάδα	209	1.930.133	Βροχοπτώσεις
13	Ιούλιος - Αύγουστος 2007	Αττική / Ελλάδα	232	5.656.344	Δασικές πυρκαγιές
14	7 Δεκεμβρίου 2008	Αττική / Ελλάδα	891	23.339.100	Ταραχές
15	Αύγουστος 2009	Αττική	227	4.095.910	Δασικές πυρκαγιές
16	10 Φεβρουαρίου 2012	Αττική	302	25.189.835	Ταραχές
17	22 Φεβρουαρίου 2013	Αττική	765	5.286.423	Βροχοπτώσεις
18	22 Νοεμβρίου 2013	Ρόδος	93	3.441.998	Βροχοπτώσεις
19	26 Ιανουαρίου 2014	Κεφαλονιά	415	7.824.348	Σεισμός
20	24 Οκτωβρίου 2014	Αττική	1.170	4.296.297	Βροχοπτώσεις
21	20-23 Οκτωβρίου 2015	Αττική/Ελλάδα	1.065	10.933.233	Βροχοπτώσεις
22	17 Νοεμβρίου 2015	Λευκάδα	177	2.822.889	Σεισμός
23	21 Ιουλίου 2017	Κως	140	9.512.499	Σεισμός
24	26 Οκτωβρίου 2017	Κρήτη	141	5.240.193	Βροχοπτώσεις
25	15 Νοεμβρίου 2017	Δυτική Αττική	326	12.303.663	Βροχοπτώσεις
26	23 Ιουλίου 2018	Αττική	1.083	36.009.746	Δασικές πυρκαγιές
27	27-30 Σεπτεμβρίου 2018	Αττική / Ελλάδα	1.148	7.042.149	Βροχοπτώσεις / Ανεμοστρόβιλος
28	26 Οκτωβρίου 2018	Ζάκυνθος	101	2.400.969	Σεισμός

Πηγή: Ένωση Ασφαλιστικών Εταιρειών Ελλάδος (ΕΑΕΕ). Φυσικές καταστροφές και ταραχές στην Ελλάδα 1993-2018. Οικονομική μελέτη 112. Αθήνα, Ιανουάριος 2019.

Αναφορικά με τους σεισμούς, τα επιδημιολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι η Ελλάδα σε επίπεδο Ευρώπης κατέχει την πρώτη θέση και την έκτη θέση σε παγκόσμιο επίπεδο από άποψη σεισμικότητας. Είναι γεγονός ότι ως σεισμογενής χώρα η Ελλάδα έχει βελτιώσει τις υποδομές της και οι περισσότεροι σεισμοί δεν προκαλούν ιδιαίτερα προβλήματα. Ωστόσο περιοδικά εμφανίζονται πολύ ισχυροί σεισμοί σε περιοχές με σεισμογενή ρήγματα ή σε σημεία που συγκλίνουν οι τεκτονικές πλάκες με αποτέλεσμα ακόμη και με την πιο ισχυρή θωράκιση να προκαλούνται προβλήματα (ΟΑΣΠ, 2020).

Το έτος 2018 αναφέρθηκε ως ένα από τα θερμότερα, επηρεάζοντας τις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου όπως είναι η Ελλάδα, η Ιταλία, η Πορτογαλία και η Ισπανία, αλλά και οι χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν γενικά συσχετιστεί με ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως παρατεταμένες ξηρασίες, κύματα θερμότητας και πλημμύρες. Η βραχυπρόθεσμη περίοδος βροχόπτωσης που είναι εντατική στο χώρο προκαλεί συνήθως πλημμύρες και επομένως συμβαίνει συχνότερα σε ξηρότερα κλίματα. Κάτω από τέτοιες συνθήκες, πυρκαγιές σε ξηρές κλιματολογικές ζώνες μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε μεγάλες πυρκαγιές όπως οι ελληνικές πυρκαγιές τον Ιούλιο και τον Αύγουστο το 2007 οι οποίες κατέστρεψαν τεράστιες δασικές εκτάσεις, καθώς και η φονική πυρκαγιά στο Μάτι τον Ιούνιο του 2018 με πάνω από 100 θύματα (UNDRR, 2019).

Το 2007 χαρακτηρίζεται ως μια από τις χειρότερες χρονιές για την Ελλάδα στην ιστορία των δασικών πυρκαγιών. Επί τρεις μήνες, η χώρα αντιμετώπιζε υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, με ξηρό κλίμα και ισχυρούς ανέμους. Κάηκαν περίπου 268.834 εκτάρια γης (περίπου 670.000 στρέμματα), με 110 οικισμούς να επηρεάζονται άμεσα αντιμετωπίζοντας τα μέτωπα της πυρκαγιάς και περισσότερα από 3.000 σπίτια καταστράφηκαν (ολικώς ή μερικώς). Εκτός από τις τεράστιες δασικές καταστροφές, 78 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Οι περιοχές που επλήγησαν περισσότερο ήταν η Θεσσαλία, η Στερεά Ελλάδα, η Αττική και η Πελοπόννησος (Ταμπάκης και Καρανικόλα, 2015). Στις 23 Ιουλίου 2018 δύο μεγάλες πυρκαγιές ξέσπασαν στην Αττική, η πρώτη στην Κινέττα και η δεύτερη κοντά στο Νταού Πεντέλης. Η δεύτερη εστία επεκτείνεται σε κατοικημένη περιοχή με αποτέλεσμα τον θάνατο 104 ανθρώπων. Από τις δύο πυρκαγιές καταστράφηκαν ολοσχερώς ή έπαθαν ζημιές χιλιάδες σπίτια ενώ κάηκαν και δεκάδες χιλιάδες στρέμματα δάσους.

Ο σεισμός στην Κρήτη τον Ιούλιο του 365 μ.Χ. ήταν ο ισχυρότερος σεισμός που έχει πλήξει ποτέ η χώρα μας με μέγεθος του εκτιμάται πως ήταν μεταξύ 8,3 και 8,7 Ρίχτερ. Εκτός από τον σεισμό την καταστροφή επέτεινε το τσουνάμι το οποίο προκάλεσε. Ο σεισμός προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές στην κεντρική και νότια Ελλάδα, στην Λιβύη, στην Μικρά Ασία και την Αίγυπτο. Εκτιμάται ότι προκάλεσε το θάνατο χιλιάδων θυμάτων (Papadimitriou and Karakoostas, 2010).

Ιστορικά, οι σεισμοί που έπληξαν την περιοχή του Ιονίου Πελάγους κατά τον Αύγουστο του 1953, είναι από τις πιο θανατηφόρες καταστροφές στη σύγχρονη Ελλάδα με 455 νεκρούς. Η ακολουθία των σεισμικών δονήσεων ξεκίνησε με ένα σεισμό 6,4 της Κλίμακας Ρίχτερ με επίκεντρο την Ιθάκη τον οποίο ακολούθησε νέος ισχυρός σεισμός 6,8 Ρίχτερ δυο μέρες αργότερα με επίκεντρο την Ζάκυνθο. Την επόμενη ημέρα, στις 12 Αυγούστου, ένας ισχυρότερος σεισμός 7,2 Ρίχτερ έπληξε την Κεφαλονιά. Η σεισμική αυτή ακολουθία κατέστρεψε τα τρία νησιά του Ιονίου που αποτυπώνεται στην ολοσχερή καταστροφή των 27.659 εκ των 33.300 κατοικιών. Η ανοικοδόμηση του νησιού πήρε πολλά χρόνια για να επιτευχθεί και είχε επίπτωση τόσο στην οικονομία του νησιού όσο κι στον πληθυσμό του που μειώθηκε κατά 30% μέσα σε λίγα χρόνια εξαιτίας της οικονομικής μετανάστευσης.

Ο πρώτος σεισμός στη σύγχρονη ιστορία της χώρας μας ο οποίος έπληξε μεγαλοαστική περιοχή ήταν αυτός της 20<sup>ης</sup> Ιουνίου 1978 στη Θεσσαλονίκη. Τα 6,5 Ρίχτερ άφησαν πίσω τους 45 νεκρούς με εκατοντάδες τραυματίες και τεράστιες ζημιές στη Θεσσαλονίκη και στους νομούς Κιλκίς, Σερρών και Χαλκιδικής. Ο πιο καταστροφικός σεισμός σε έκταση καταστροφής ήταν ο επιφανειακός σεισμός των 5,9 Ρίχτερ με επίκεντρο την Πάρνηθα την 7<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 1999. Προκάλεσε το θάνατο σε 143 άτομα και ανυπολόγιστες ζημιές.

Σημαντικό σεισμικό καταστροφικό γεγονός ήταν αυτό της 12<sup>ης</sup> Ιουνίου 2017 που έπληξε το Πλωμάρι της Λέσβου με κύριο έναν σεισμό με ένταση 6,3 Ρίχτερ. Ως αποτέλεσμα δεκάδες τραυματισμοί και οικονομικές απώλειες με 300 κατοικίες ολοκληρωτικά κατεστραμμένες και 1.000 οικήματα με πολύ σοβαρές ζημιές. Την ίδια χρονιά το μήνα Ιούλιο, την Κω πλήττει ισχυρός σεισμός 6,4 Ρίχτερ με 2 νεκρούς, 115 τραυματίες και πολύ σοβαρές υλικές ζημιές που συνοδεύτηκαν και με εκτεταμένη περίοδο διακοπής της ηλεκτροδότηση του νησιού.

Μια από τις μεγαλύτερες πλημμύρες όλων των εποχών που έπληξαν την Αττική, έλαβε χώρα κατά τις νυχτερινές ώρες της 5ης Νοεμβρίου του 1961, με αποτέλεσμα τον θάνατο 43 ατόμων και τη δημιουργία 4000 περίπου αστέγων. Θύματα από πλημμύρες έχει γνωρίσει ξανά η Αττική το 1977 με 37 νεκρούς, το 1994 με 9 νεκρούς, το 2017 στη Μάνδρα Αττικής με 24 νεκρούς και το 2019 στην Χαλκιδική με 7 νεκρούς και πάνω από 100 τραυματίες.

## 2.2. Διεθνή δεδομένα

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ (<https://www.who.int>), σε ετήσια βάση περίπου 90 000 άτομα χάνουν την ζωή τους εξαιτίας φυσικών καταστροφών και οι επιπτώσεις τους επηρεάζουν 160 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως. Οι φυσικές καταστροφές περιλαμβάνουν σεισμούς, τσουνάμι, ηφαιστειακές εκρήξεις, κατολισθήσεις, τυφώνες, πλημμύρες, πυρκαγιές, θερμικά κύματα και ξηρασίες. Απειλούν άμεσα την ανθρώπινη ζωή και έχουν άμεσες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία (σωματική and ψυχική) και την κοινωνική ζωή των θυμάτων (ΠΟΥ, 2019).

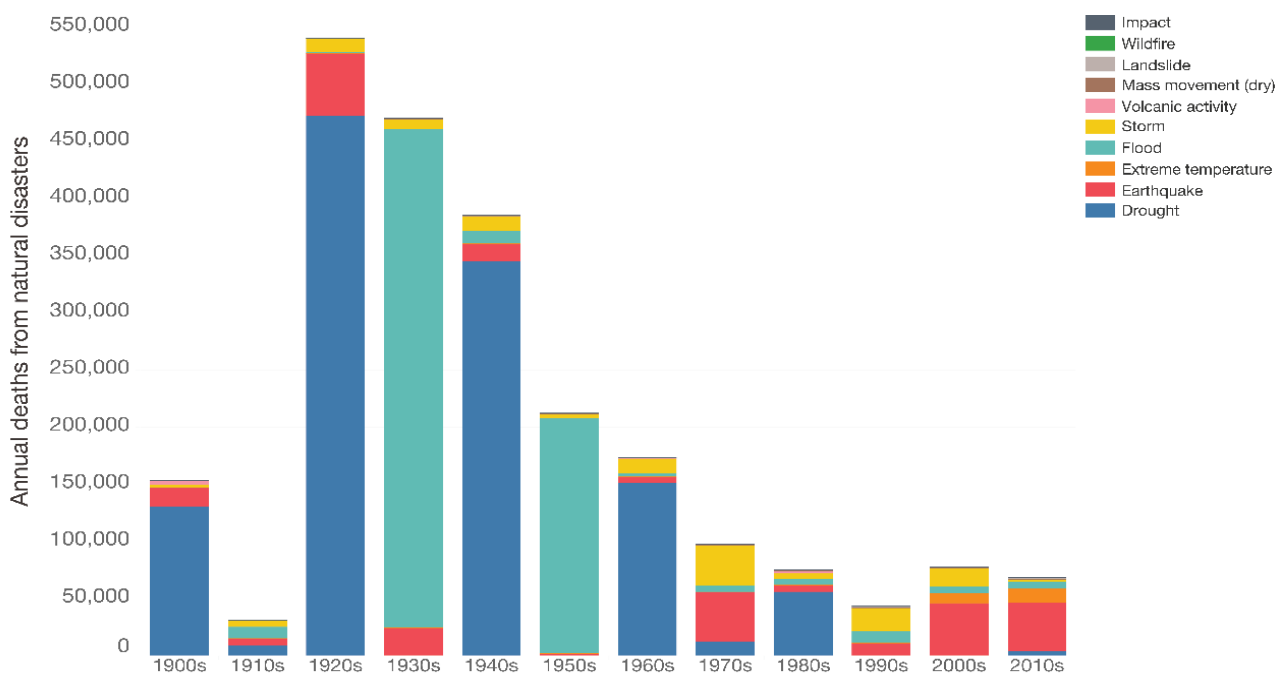
Στο παρακάτω γράφημα που δημοσιεύεται από το EM-DAT (2019) απεικονίζονται οι θάνατοι από φυσικές καταστροφές σε παγκόσμιο επίπεδο ανά δεκαετία.

Γράφημα 1. Παγκόσμια κατανομή θανάτων ανά αίτιο φυσικών καταστροφών ανά δεκαετία

### Global annual deaths from natural disasters, by decade

Absolute number of global deaths from natural disasters, per year.

This is given as the annual average per decade (by decade 1900s to 2000s; and then six years from 2010-2015).



Source: EMDAT (2017): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium.

The data visualization is available at [OurWorldinData.org](https://www.ourworldindata.org). There you find research and more visualizations on this topic.

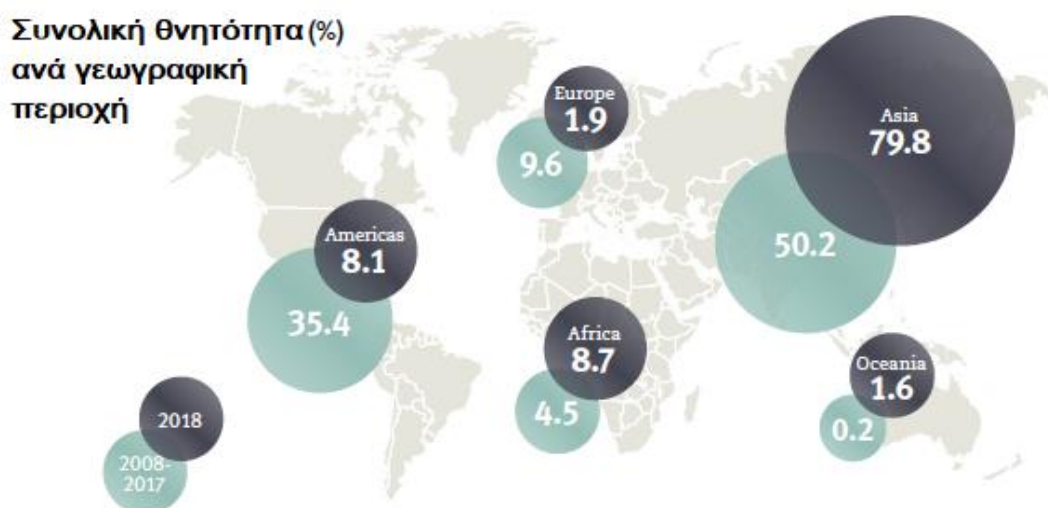
Licensed under CC-BY-SA by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Πηγή: EM-DAT, 2019

Σύμφωνα με το Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), το 2018 σημειώθηκαν 315 φυσικές καταστροφές με 11804 θανάτους,

Παράλληλα, περισσότερα από 68 εκατομμύρια άτομα υπέστησαν συνέπειες των καταστροφών και το συνολικό οικονομικό κόστος, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών προσέγγισε τα 131,7 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ. Η κατανομή των φυσικών καταστροφών δεν ήταν αναλογική αλλά αντίθετα κάποιες περιοχές υπέστησαν τις μεγαλύτερες καταστροφές τόσο αριθμητικά όσο και σε μέγεθος καταστροφής. Χαρακτηριστικά, τις σημαντικότερες συνέπειες τις υπέστησαν χώρες που ανήκαν στην Ασιατική ήπειρο, στις οποίες αντιστοιχεί το 45% των καταστροφών, το 80% των θανάτων (Γράφημα 2) και το 76% των ατόμων που υπέστησαν συνέπειες. Σε επίπεδο χωρών, η Ινδονησία ήταν αυτή που αντιμετώπισε τον μεγαλύτερο αριθμό θανάτων (47% επί του συνόλου) (CRED, 2019).

Γράφημα 2. Συγκριτική συνολική ποσοστιαία θνητότητα (%) ανά Ήπειρο μεταξύ 2018 και της περιόδου 2008-2017.



Πηγή: CRED,2019.

Οι σεισμοί ήταν ο πιο θανατηφόρος τύπος καταστροφής που αντιστοιχούσε στο 45% των θανάτων, ακολουθούμενο από πλημμύρες στο 24%. Οι πλημμύρες επηρέασαν το μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, αντιπροσωπεύοντας το 50% του συνόλου των πληγέντων, ακολουθούμενες από καταιγίδες που αντιπροσώπευαν το 28%. Σε σχέση με την προηγούμενη δεκαετία (2008-2017), το 2018 υπήρξαν λιγότερες καταστροφές σε σύγκριση με τον ετήσιο μέσο όρο των 348 συμβάντων, λιγότεροι θάνατοι σε σύγκριση με τον μέσο όρο των 67.572 (Γράφημα 3), λιγότεροι πληγέντες σε σύγκριση με τον ετήσιο μέσο όρο των 198,8 εκατομμυρίων των ατόμων που πλήττονταν και χαμηλότερες οικονομικές απώλειες σε σύγκριση με τον ετήσιο μέσο όρο των 166,7 δισ. δολαρίων. Η μείωση αυτή οφείλεται στην έλλειψη μαζικών καταστροφών όπως ο σεισμός του 2010 στην Αϊτή (222.500 θάνατοι), η ξηρασία του 2015/2016 στην



Ινδία (330 εκατομμύρια άνθρωποι υπέστησαν την καταστροφή) ή τον σεισμό και το τσουνάμι της Ιαπωνίας το 2011 (210 δισ. δολάρια ζημιών). Για το 2018 η πιο θανατηφόρα φυσική καταστροφή ήταν ο σεισμός του Σεπτεμβρίου στην Ινδονησία με 4.340 νεκρούς ή αγνοούμενους, ακολουθούμενος από έναν άλλο σεισμό τον Αύγουστο ο οποίος άφησε 564 νεκρούς ή αγνοούμενους.

Γράφημα 3. Μέσος ετήσιος αριθμός θανάτων ανά τύπο φυσικής καταστροφής.



Πηγή: CRED,2019.

Το 2018 ήταν ένα ξεχωριστό έτος για τις πυρκαγιές (10 γεγονότα) και την ηφαιστειακή δραστηριότητα (7 εκδηλώσεις). Οι πυρκαγιές της Αττικής στην Ελλάδα σκότωσαν περίπου 100 ανθρώπους, καθιστώντας την πιο θανατηφόρο πυρκαγιά που έχει καταγραφεί στην Ευρώπη στα αρχεία της EM-DAT. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι πυρκαγιές της Καλιφόρνια ήταν οι πιο θανατηφόρες και καταστροφικές στην ιστορία της χώρας.

Ενδιαφέρον είναι ότι το 2018, η ηφαιστειακή δραστηριότητα είχε ως αποτέλεσμα περισσότερους θανάτους από ό, τι συνέβησαν τα προηγούμενα 18 χρόνια. Τον Ιούνιο, η έκρηξη του Volcán de Fuego στη Γουατεμάλα σκότωσε πάνω από 400 άτομα και έπληξε πάνω από 1,7 εκατομμύρια, ενώ τον Δεκέμβριο η έκρηξη του Anak Krakatau στην Ινδονησία πυροδότησε ένα τσουνάμι που σκότωσε πάνω από 400 ανθρώπους στα νησιά Σουμάτρα και Java.

Γράφημα 4. Οι 10 πιο θανατηφόρες φυσικές καταστροφές για το έτος 2018.

	Event		Country	Death Toll
1.	Earthquake/Tsunami, September		Indonesia	4,340
2.	Earthquake, August		Indonesia	564
3.	Flood, August		India	504
4.	Volcanic Activity/Tsunami, December		Indonesia	453
5.	Volcanic Activity, June		Guatemala	425
6.	Flood, June		Japan	246
7.	Flood, September		Nigeria	199
8.	Storm, December		Philippines	182
9.	Heatwave, May		Pakistan	180
10.	Flood, August		Korea DPR	146

Πηγή: Yaghmaei, Nima. (2019). *Disasters 2018: Year in Review (CRED Crunch Issue: 54)*. 10.13140/RG.2.2.28419.55840.

Οι πλημμύρες έχουν επηρεάσει περισσότερους ανθρώπους από κάθε άλλη καταστροφή στον 21ο αιώνα, συμπεριλαμβανομένου του 2018 (127 γεγονότα). Οι πλημμύρες του Αυγούστου στην κατάσταση της Ινδίας στην Κεράλα ήταν μακράν το μεγαλύτερο γεγονός πλημμυρών του έτους, με 504 νεκρούς και τα 2/3 του πληθυσμού να υποφέρουν. Όσον αφορά τις οικονομικές απώλειες, οι καταιγίδες ήταν ο πιο δαπανηρός τύπος καταστροφής. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι τυφώνες Φλωρεντία και Μιχαήλ κοστίζουν 14 δισεκατομμύρια δολάρια και 16 δισεκατομμύρια δολάρια αντίστοιχα, ενώ η Ασία, η Κίνα, η Ινδία, η Ιαπωνία και οι Φιλιππίνες αντιμετώπισαν εκτεταμένες ζημιές από πολλές καταιγίδες. Η πιο δαπανηρή καταιγίδα ήταν ο τυφώνας Jebi στην Ιαπωνία (12,5 δισ. Δολάρια), ενώ για τις ανθρώπινες επιπτώσεις, οι πολλαπλές καταιγίδες στις Φιλιππίνες στοίχισαν τη ζωή σε συνολικά 300 ανθρώπους και είχαν επίπτωση σε πάνω από 10 εκατομμύρια ανθρώπους.

Σύμφωνα με τον Tobin (2014), οι δασικές πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν μετά το 1984 εμφανίζουν μικρές διακυμάνσεις, σημειώνοντας όμως αυξητική τάση (Tobin, 2014). Περισσότερο πιθανή είναι η εκδήλωση πυρκαγιάς στις Μεσογειακές χώρες λόγω του κλίματος, που είναι ξηρό και με υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι. Χαρακτηριστικά στην Πορτογαλία, την Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ελλάδα το 2013 καταγράφηκαν 35.938 πυρκαγιές με 291.101 εκτάρια καμένης γης (European Commission, 2014).

### Κεφάλαιο 3. Σκοπός μελέτης

#### 3.1. Θεωρητική βάση μελέτης

Ο ΠΟΥ ορίζει την φυσική καταστροφή ως «την καταστροφική κατάσταση εξαιτίας ενός φυσικού απρόβλεπτου φαινομένου στην οποία τα καθημερινά πρότυπα της ζωής διαταράσσονται ξαφνικά και οι άνθρωποι υποφέρουν και αδυνατούν να ανταπεξέλθουν και ως εκ τούτου χρειάζονται τρόφιμα, ρουχισμό,

*στέγαση, ιατρική και νοσηλευτική φροντίδα και προστασία από τους δυσμενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις ακραίες συνθήκες» (<https://www.who.int>).*

Η ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον επηρεάζονται αναμφισβήτητα από τις φυσικές συνθήκες. Συστηματικά ο κόσμος μας σε παγκόσμιο επίπεδο αντιμετωπίζει ποικίλης κλίμακας φυσικές καταστροφές με άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στο ίδιο το περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη υγεία. Ερευνητικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι πλήττονται από φυσικές καταστροφές σε όλο τον κόσμο. Ενώ ιστορικά στοιχεία αναφορικά με τις επιπτώσεις αυτών των καταστροφών έχουν επηρεάσει σημαντικά τον αριθμό, την κατάσταση της υγείας και τον τρόπο ζωής κοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα (EM-DAT, 2019; Giorgadze et al, 2011).

Οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών στη δημόσια υγεία είναι πολύπλοκες. Προκαλούν θανάτους, αναπηρίες, σοβαρούς τραυματισμούς και απαιτούν παρατεταμένες νοσηλείες σε σημαντικό αριθμό θυμάτων ανάλογο του μεγέθους της καταστροφής. Οι μαζικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών ενισχύουν τον κίνδυνο μεταδοτικών ασθενειών, απειλούν την ποιότητα και την επάρκεια των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβη στα συστήματα ύδρευσης, έλλειψη τροφής ή ακόμη και στέγασης και να οδηγήσουν σε μετακινήσεις πληθυσμού. Γενικότερα θα λέγαμε ότι οι φυσικές καταστροφές έχουν άμεση επίπτωση στην υγεία του πληθυσμού, με αποτέλεσμα φυσικό τραύμα, οξεία ασθένεια και συναισθηματικό τραύμα. Επιπλέον, οι καταστροφές μπορεί να αυξήσουν τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα που σχετίζονται με χρόνιες ασθένειες και λοιμώδεις νόσους μέσω της επίδρασής τους στα συστήματα παροχής φροντίδας (Ligon, 2006; Giorgadze et al, 2011).

Κατά συνέπεια, οι φυσικές καταστροφές αποτελούν ανησυχία για τη δημόσια υγεία, γεγονός που επιδεινώνεται από το γεγονός ότι πολλοί παράγοντες μπορούν να λειτουργούν συνεργικά και να αυξάνουν τον κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας από τις μεταδοτικές ασθένειες. Αναλυτικότερα, ταυτόχρονα με τις μεγάλες απώλειες ανθρώπινων ζώων οι κοινωνίες αντιμετωπίζουν εκτεταμένες ζημιές σε υποδομές και απώλειες πόρων. Οι επιζώντες πρέπει να αντιμετωπίσουν την απειλή κινδύνων για την υγεία, ιδίως μολυσματικών ασθενειών, ως αποτέλεσμα περιορισμένων παροχών υγείας, υπηρεσιών και εγκαταστάσεων. Η περιορισμένη γνώση σχετικά με τους κινδύνους για την υγεία μετά από καταστροφές, εκτός από την έλλειψη συνειδητοποίησης, συμβάλλει στην εμφάνιση μολυσματικών ασθενειών που είναι κατά βάση αποτρέψιμες (Ligon, 2006; Laugharne, van der Watt, Janca, 2011; Albrecht, 2018).

Επιπρόσθετα, ακόμη και πρόσφατες μελέτες με μεγαλύτερα διαστήματα μακροχρόνιας παρακολούθησης των επιπτώσεων σε θύματα φυσικών καταστροφών, υποστηρίζουν τα προηγούμενα ευρήματα ότι οι φυσικές καταστροφές συνδέονται με αρνητικές επιπτώσεις στην ψυχική και σωματική υγεία των θυμάτων, των οικογενειών τους και των επαγγελματιών και

εθελοντών που ανταποκρίνονται στις καταστροφές. Αυτές οι επιδράσεις μπορεί να καθυστερήσουν την εμφάνισή τους και να παραμείνουν για αρκετά χρόνια (Laugharne, van der Watt, Janca, 2011; Albrecht, 2018).

Οι φυσικές καταστροφές όμως έχουν και κοινωνικό αντίκτυπο. Οι κοινωνίες αντιδρούν με αλληλεγγύη και δημιουργούν δίκτυα υποστήριξης τα οποία ξεπερνούν τις τοπικές κοινωνίες ή ακόμη και τα σύνορα των χωρών. Το θετικό αυτό πρόσημο εκφράζεται με αποστολή ρούχων, τροφίμων και φαρμάκων παράλληλα με εθελοντική ανθρωπιστική εργασία. Η κοινωνική συνοχή αυξάνεται μετά από ένα φυσικό γεγονός και σταδιακά επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες γίνονται λιγότερο δυσμενείς. Από την άλλη υπάρχουν και δεδομένα που δείχνουν αυξημένη βία και κακοποίηση ευάλωτων πληθυσμών (παιδιών, γυναικών, ηλικιωμένων) σε καταυλισμούς και καταφύγια. Καθώς και έλλειψη εμπιστοσύνης, αύξηση τη εγκληματικότητας και των λεηλασιών σε επίπεδο τοπικής κοινωνίας. Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι οι καταστροφές δεν έχουν μόνο υγειονομικές, οικονομικές και φυσικές συνέπειες αλλά έχουν και κοινωνικό αντίκτυπο (Laugharne, van der Watt, Janca, 2011; Albrecht, 2018; Calo-Blanco et al, 2017).

Μια άλλη διάσταση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών επικεντρώνεται στις επιπτώσεις τους στο ίδιο το φυσικό περιβάλλον. Μεγάλης έκτασης φυσικά φαινόμενα φαίνεται πως αλληλοσυνδέονται με έναν πολύπλοκο στην ερμηνεία τρόπο. Για παράδειγμα η εμφάνιση πυρκαγιών σχεδόν ταυτόχρονα σε πολλά μέρη του πλανήτη πέρα από τον ίδιο τον ανθρώπινο παράγοντα φαίνεται να σχετίζεται και με την υπερθέρμανση του πλανήτη, καθώς πολλές από τις πυρκαγιές ακολούθησαν μεγάλες περιόδους ξηρασίας και θερμοκρασίες ρεκόρ. Παράλληλα μεταβάλλεται το οικοσύστημα και λειτουργεί προδιαθεσικά για άλλου τύπου φυσικές καταστροφές. Χαρακτηριστικά περιοχές μετά από πυρκαγιές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες σε κατολισθήσεις και πλημμύρες εξαιτίας της καταστροφής της βλάστηση και της αποσταθεροποίησης του εδάφους. Αυτή η απλή αλυσίδα γεγονότων φαίνεται ότι διέπει όλες τις φυσικές καταστροφές με μια αλληλουχία όμως που είναι πολύπλοκη. Σήμερα, οι αναλυτές κινδύνου χρησιμοποιώντας αλγόριθμους εκτιμούν την πιθανότητα μεμονωμένων γεγονότων, προβλέποντας περιόδους ξηρασίας, σεισμογενούς δραστηριότητας, αυξημένης βροχόπτωσης κτλ. Χρειάζονται όμως περισσότερα ερευνητικά δεδομένα ώστε οι αξιολογήσεις κινδύνου να επεκταθούν για να διερευνηθούν τα δυνητικά επικίνδυνα φυσικά φαινόμενα και να μπορούν μελλοντικά σε κάποιο βαθμό να προβλεφθούν πρώιμα. Συνεπώς οι φυσικές καταστροφές απειλούν το φυσικό οικοσύστημα σε μια ευρέως διαδεδομένη γεωγραφική περιοχή (Ivey J, 2016; Morabia and Benjamin, 2018).

Σε μια πρόσφατη βιβλιομετρική ανάλυση (2019) σχετικά με τη βιβλιογραφία αναφορικά με την υγεία σε σχέση με τις φυσικές καταστροφές, βρέθηκε ότι ο

τομέας αυτός αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς αλλά με ανεπαρκή διεθνή ερευνητική συνεργασία και με σημαντικές ελλείψεις αναφορικά με τον τύπο της φυσικής καταστροφής και τις συνέπειές του. Υπάρχει συνεπώς ανάγκη να επεκταθεί η εστίαση της έρευνας σε αυτόν τον τομέα, ώστε να περιλαμβάνει μεταδοτικές και μη μεταδοτικές ασθένειες αλλά και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

### 3.2. Σκοπός

Σκοπός της ανασκοπικής αυτής μελέτης ήταν η διερεύνηση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών: α) στο περιβάλλον και β) την ανθρώπινη υγεία.

Η ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με κριτική ανάλυση δεδομένων από ποικίλες βιβλιογραφικές βάσεις. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε αναζήτηση δημοσιευμένων άρθρων και εκθέσεων εθνικών και διεθνών οργανισμών αναφορικά με τα επιδημιολογικά χαρακτηριστικά και τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε διαμέσου ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων (Pubmed, Google Scholar, Scopus, Cochrane Library) με τη βοήθεια κατάλληλων λέξεων ευρετηριασμού.

Τα γενικά κριτήρια εισαγωγής των μελετών και των εκθέσεων ήταν:

- Δημοσίευση μετά το 2000
- Δημοσίευση στην ελληνική ή την αγγλική γλώσσα
- Συμφωνία περιεχομένου με το σκοπό της μελέτης

## Κεφάλαιο 4. Επίπτωση φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία

Οι φυσικές καταστροφές προκαλούν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εκ των οποίων οι βασικότερες αφορούν τις επιπτώσεις στο οικιστικό σύστημα, την ποιότητα και την ποσότητα των διαθέσιμων πηγών νερού, την καταστροφή των καλλιεργειών ή/και των αποθεμάτων τροφής και την παρουσία νεκρών ανθρωπίνων σωμάτων και ζώων εκτεθειμένων στο περιβάλλον. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ποικίλλουν σημαντικά από καταστροφή σε καταστροφή και εξαρτώνται τόσο από τη φύση όσο και από την ένταση και έκταση της καταστροφής αλλά και τις υπάρχουσες υποδομές στο χώρο της καταστροφής. Για παράδειγμα, οι σεισμοί επηρεάζουν τα κτίρια αλλά συνήθως δεν επηρεάζουν τις καλλιέργειες ενώ οι πλημμύρες ή οι πυρκαγιές μπορεί να επηρεάσουν και τα δύο.

Οι επιπτώσεις που επιφέρουν οι φυσικές καταστροφές στην υγεία μπορούν γενικευμένα να ενταχθούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

α) Επιπτώσεις που είναι **άμεσες** και συνήθως προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα (πχ θάνατοι, τραυματισμοί ή αναπηρίες).

β) **Έμμεσες** επιπτώσεις που προκαλούνται ως συνέπεια περιβαλλοντικών αλλαγών και οικολογικών διαταραχών που οφείλονται στις φυσικές καταστροφές (π.χ. αυξανόμενη απειλή από ασθένειες που μεταφέρονται από τα κουνούπια ή τρωκτικά).

γ) **Ειδικές επιπτώσεις** που προκαλούνται σε ανθρώπους που διαβιούν σε περιοχές που υποβαθμίστηκαν εξαιτίας της φυσικής καταστροφής (π.χ. διατροφικές ή ψυχοσυναισθηματικές επιπτώσεις).

Συνεπώς, οι μεγάλες φυσικές καταστροφές έχουν πολυδιάστατες δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και κυρίως την δημόσια υγεία. Οι μεγάλοι μεγέθους φυσικές καταστροφές συχνά προκαλούν όχι μόνο απώλειες σε ανθρώπινες ζωές αλλά και τεράστια κοινωνική αναστάτωση με αυξημένο αριθμό τραυματιών και αυξημένο κίνδυνο για την εκδήλωση επιδημικών ασθενειών. Σύμφωνα με στοιχεία που δημοσίευσε η CRED το 2015, από το 1960 έως και το 2015 οι φυσικές καταστροφές ευθύνονταν για την απώλεια περίπου πέντε εκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως και τον τραυματισμό αρκετών εκατομμυρίων (CRED, 2015). Χαρακτηριστικά την δεκαετία 2004-2014, καταγράφηκαν 4.130 φυσικές καταστροφές διεθνώς, με 1.177.527 νεκρούς (CRED, 2015; USAID, 2016).

Παράλληλα, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες επηρεάζονται δυσανάλογα, με μικρότερες επιπτώσεις συνήθως, ο σεισμός και το τσουνάμι στη Μεγάλη Ανατολική Ακτή της Ιαπωνίας τον Μάρτιο του 2011 έστειλαν ένα σαφές μήνυμα ότι οι ανεπτυγμένες χώρες είναι επίσης ευάλωτες σε τέτοιες σοβαρές

καταστροφές. Οι μη βιώσιμες αναπτυξιακές πρακτικές, η υποβάθμιση του οικοσυστήματος, η φτώχεια, καθώς και η κλιματική αλλαγή με ακραία κλιματολογικά φαινόμενα, έχουν οδηγήσει σε αύξηση τόσο του φυσικού όσο και του ανθρωπογενούς κινδύνου καταστροφών σε τέτοιο βαθμό που απειλεί τις ζωές και τις αναπτυξιακές προσπάθειες όλων των κρατών (Mapletoft, 2016).

Μια ακόμη σημαντική επίπτωση των φυσικών καταστροφών αφορά τις ψυχροσυναισθηματικές επιπτώσεις. Τα συνήθη συμπτώματα είναι η κόπωση, η σύγχυση, η μειωμένη συγκέντρωση, η διαταραχή έλλειψης προσοχής, το άγχος, η κατάθλιψη καθώς και συμπεριφορικές επιδράσεις όπως οι μεταβολές του ύπνου και της όρεξης, ενώ δεν είναι σπάνιες και οι αναφορές για κατάχρηση ουσιών. Επιπρόσθετα, αυξητική τάση δείχνουν οι αυτοκτονικές συμπεριφορές καθώς σχετίζονται με έντονη συναισθηματική φόρτιση λόγω απώλειας αγαπημένων προσώπων ή παρουσίας (Chou et al., 2003).

Όλες αυτές οι επιδράσεις μπορεί να είναι ήπιες και παροδικές ή να οδηγήσουν σε Αγχώδη Μετατραυματική Διαταραχή (PTSD). Σύμφωνα με τους Sadeghi and Ahmadi (2008), οι ψυχικές καταστάσεις των θυμάτων μπορούν να περιλαμβάνουν τρία στάδια: α) την άμεση αντίδραση που εμπεριέχει δυσφορία στα συμπτώματα που συνοδεύουν το προσαρμοστικό άγχος β) η ενδιάμεση φάση, η οποία περιλαμβάνει συμπτώματα κακής προσαρμογής (σύγχυση, διέγερση και περιστασιακά νευρωτικές ή ψυχωτικές αντιδράσεις) και γ) τη φάση μακροπρόθεσμης επίπτωσης, η οποία περιλαμβάνει την επιστροφή στην υγεία ή την εμφάνιση της PTSD, η οποία μπορεί μερικές φορές να οδηγήσει σε μια χρόνια φάση που περιλαμβάνει αλλαγές προσωπικότητας. Η επίδραση αυτή μπορεί να είναι πιο έντονη σε ευάλωτες ομάδες πληθυσμού όπως τα παιδιά και οι μειονότητες (Overstreet et al., 2011).

Η συστηματική παρατήρηση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία έχει οδηγήσει σε αρκετά διαφορετικά συμπεράσματα, τόσο για τις επιπτώσεις της καταστροφής στην υγεία όσο και για τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους παροχής βοήθειας.



## 4.1. Γεωφυσικές καταστροφές

### 4.1.1. Σεισμικές καταστροφές (σεισμοί, τσουνάμι)

Οι σεισμοί είναι από τις πιο καταστροφικές φυσικές καταστροφές που επηρεάζουν την ανθρωπότητα. Ίσως οι πιο τρομακτικοί μεταξύ των φυσικών καταστροφών, που μας διδάσκουν για τις τεράστιες δυνάμεις της φύσης και την απρόβλεπτη φύση τους. Τα αποτελέσματα ενός σοβαρού σεισμού που θα προκαλέσει δομικές καταστροφές σε μια περιοχή είναι άμεσα και χωρίς καμιά προειδοποίηση και περιλαμβάνουν θανάτους, σοβαρούς τραυματισμούς (ή/και αναπηρίες), απώλεια στέγης, έλλειψη τροφής και νερού καθώς και σειρά επιπτώσεων στο οικοσύστημα στο οποίο εμφανίζονται. Οι σεισμοί ευθύνονται για το 50-60% της θνησιμότητας που συνδέεται με φυσικές καταστροφές. Ενδεικτικό των παραπάνω είναι ότι σε παγκόσμιο επίπεδο εμφανίζονται περισσότεροι από ένα εκατομμύριο σεισμοί κάθε χρόνο, που ισοδυναμεί με περίπου δύο σεισμικές δονήσεις ανά λεπτό (Naghii, 2006; Bartels and Van Rooyen, 2012).

Ο σεισμός είναι μια ξαφνική απελευθέρωση ενέργειας στο φλοιό της Γης που προκαλείται από την ολίσθηση των τεκτονικών πλακών. Χαρακτηρίζεται από τη βίαιη ανάδευση του εδάφους που παράγεται από βαθιά σεισμικά κύματα, τα οποία εξαπλώνονται από το αρχικό σημείο της ρήξης. Οι σεισμοί μπορούν να προκαλέσουν ανάδευση εδάφους, υγροποίηση εδάφους, κατολισθήσεις, σχισμές, χιονοστιβάδες ακόμη και τσουνάμι. Η έκταση της καταστροφής και της βλάβης που προκαλείται από ένα σεισμό εξαρτάται από το μέγεθος, την ένταση και τη διάρκεια της, την τοπική γεωλογία, την εποχή που συμβαίνει, τον σχεδιασμό και τα υλικά των κτιρίων και των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και τα μέτρα διαχείρισης κινδύνου που έχουν τεθεί σε εφαρμογή (WHO, 2018).

Αναμένεται ότι η φυσική αυτή απειλή θα συνεχίσει να εμφανίζει υψηλή επικινδυνότητα εξαιτίας της παγκόσμιας αστικοποίησης και της αυξημένης ευπάθειας των μεγάλων αστικών κέντρων, λόγω μειωμένης λήψης προληπτικών μέσων και αυξημένο ποσοστό κατασκευών που δεν πληρούν τα κριτήρια ασφαλούς δόμησης ή αφορούν αυθαίρετη δόμηση (Bartels and VanRooyen, 2012). Πάνω από τις μισές μεγάλες πόλεις του κόσμου βρίσκονται σήμερα σε περιοχές που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στη σεισμική δραστηριότητα. Η ταχεία αστικοποίηση θα αυξήσει περαιτέρω την έκθεση σε κίνδυνο καταστροφών (UNISDR, 2014).

Μια άλλη σημαντική επίπτωση των σεισμών σχετίζεται με την απρόβλεπτη φύση τους, που θα συνεχίζει να αποτελεί πηγή φόβου για τις περιοχές με έντονη σεισμική δραστηριότητα. Μη γνωρίζοντας την ακριβή στιγμή κατά την οποία ένας σεισμός μπορεί να διαταράξει την καθημερινή μας ρουτίνα (όπως μπορούμε να κάνουμε για άλλες φυσικές καταστροφές όπως τα ακραία καιρικά

φαινόμενα ή τους ανεμοστρόβιλους για παράδειγμα) καθιστά δυσκολότερη την αντιμετώπισή του. Η επιστήμη προσπαθεί με σύγχρονα μέσα να προβλέψει έναν σεισμό, αλλά η ακριβής στιγμή εξακολουθεί να είναι κάτι δύσκολο να υπολογιστεί. Ωστόσο, μπορούμε να πούμε ότι είμαστε πολύ καλύτερα προετοιμασμένοι για έναν επερχόμενο σεισμό, από ότι στο παρελθόν.

Τέλος, σχετική με τους σεισμούς είναι η εμφάνιση τσουνάμι, προερχόμενο από την ιαπωνική λέξη που σημαίνει «κύμα του λιμανιού». Αν και τα τσουνάμι ονομάζονται μερικές φορές «παλιρροιακά κύματα», δεν σχετίζονται με τις παλίρροιες. Τα κύματα προέρχονται από υποθαλάσσια ή παράκτια σεισμική δραστηριότητα. Καταλήγουν τελικά στην ξηρά με μεγάλη καταστροφική δύναμη, που συχνά επηρεάζουν ακόμα και αρκετά απομακρυσμένες ακτές σε σχέση με το επίκεντρο του σεισμού. Οι ακόλουθοι σημαντικοί παράγοντες συμβάλλουν στην τρωτότητα των περιοχών που πλήττονται από τσουνάμι (UNISDR, 2014; WHO, 2018.):

- Ο σύγχρονος αστικοποιημένος τρόπος ζωής με τη συνεχή αύξηση πληθυσμών σε παράκτιες περιοχές, ειδικά λόγω τουριστικών επενδύσεων.
- Έλλειψη κτηριακής υποδομής αλλά και σχεδιασμού μέτρων αντιμετώπισης της εκδήλωσης τσουνάμι.
- Έλλειψη συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης σε περίπτωση τσουνάμι.
- Έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης του κοινού ώστε να συνειδητοποιήσει τις επιπτώσεις ενός τσουνάμι.
- Απρόβλεπτη ένταση και συχνά απρόβλεπτη εμφάνιση των τσουνάμι.

#### **4.1.1.1. Επιπτώσεις σεισμικών καταστροφών στο περιβάλλον**

Οι σεισμικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι οι παρατηρούμενες φυσικές αλλαγές και επιβλαβείς επιπτώσεις που προκύπτουν από μέτριους έως μεγάλους σεισμούς στη γεωλογία, τη γεωμορφολογία, την υδρολογία, τη βοτανική και την τοπογραφία της περιοχής που πλήττουν (Guerrieri et al., 2007). Οι επιπτώσεις αυτές ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της σεισμικής δόνησης (π.χ. μέγεθος, βάθος εστίασης, επίκεντρο κτλ.) και των εδαφικών συνθηκών της περιοχής (π.χ. γεωλογική ετερογένεια, υδάτινες λεκάνες, τοπογραφικές επιδράσεις) (Blumetti et al., 2017). Ως όρος η μακροσεισμική εξετάζει τη σοβαρότητα ενός σεισμού με βάση τα αποτελέσματά του. Μέτρο των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων και κατά συνέπεια μέτρο της καταστροφικής επίπτωσης της σεισμικής δόνησης στους ανθρώπους και στις τεχνικές κατασκευές, είναι η ένταση του σεισμού. Μέχρι πρόσφατα η εκτίμηση της έντασης γινόταν με εμπειρικές κλίμακες όπως η τροποποιημένη 12βάθμια κλίμακα Mercalli (δημοσιεύτηκε το 1931) και η

12βάθμια MSK των Medvedev, Sponheuer and Karnik (δημοσιεύτηκε το 1964). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο μετά το 1992 χρησιμοποιείται ευρέως η Κλίμακα EMS (European Macroseismic Scale) η οποία είναι προσαρμοσμένη στα ευρωπαϊκά δεδομένα (ΟΑΣΠ, 2020).

Για τη μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των σεισμών, μεταξύ άλλων, έχει αναπτυχθεί η κλίμακα περιβαλλοντικής σεισμικής έντασης (Environmental Seismic Intensity scale – ESI 2007) ), η οποία εισήχθη από την INQUA (International Union for Quaternary Research) και δημοσιεύτηκε το 2007. Είναι μια δομημένη δωδεκαβάθμια κλίμακα, η οποία βασίζεται στην ποσοτικοποίηση των σεισμικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, πρωτογενών και δευτερογενών (Michetti et al., 2007). Συγκεκριμένα, εκτιμά την κατανομή του μεγέθους και της επιφάνειας δράσης του σεισμικού φαινομένου, συμπεριλαμβανομένων των επιφανειακών διαμορφώσεων και ανωμαλιών, της τεκτονικής ανύψωσης και καθίζησης, των κατολισθήσεων, των καταρρακτών, της υγροποίησης, της κατάρρευσης γης, των υδρολογικών επιπτώσεων και των κυμάτων των τσουνάμι (Michetti et al, 2007). Λόγω του ποσοτικού χαρακτήρα της, η κλίμακα βελτιώνει τη διαδικασία αξιολόγησης των μακροσεισμικών εντάσεων, ιδιαίτερα στις περιοχές γύρω από το επίκεντρο του σεισμού. Η κλίμακα αυτή φαίνεται να υπερτερεί έναντι των παραδοσιακών κλιμάκων έντασης. Η κλίμακα αυτή μετά από σειρά μελετών παραμετροποιήθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της επίπτωσης και στη χώρα μας (Papanikolaou and Melaki, 2017).

Σύμφωνα με την WWF (World Wildlife Fund) οι επιπτώσεις των σεισμών και των δευτερογενών επιπτώσεών τους στην βιοποικιλότητα και το περιβάλλον είναι σημαντικές. Συνοδεύονται από απώλεια δασικής έκτασης και ταυτόχρονα αυξημένα ποσοστά παράνομης υλοτομίας και απώλειας δασικών προϊόντων λόγω της καταστροφής. Ενώ την καταστροφή του εδάφους συνοδεύει η μετακίνηση πληθυσμών ζώων της άγριας φύσης που σε συνδυασμό με την λαθροθηρία απειλεί την επιβίωσή τους. Εκτός από τις εδαφικές καταστροφές οι σεισμοί επιμολύνουν την ατμόσφαιρα, ελευθερώνουν μάζες βιοαερίων και επηρεάζουν τους υδάτινους πόρους.

Σε περιοχές ή βιομηχανικές ζώνες όπου παράγονται, χρησιμοποιούνται ή αποθηκεύονται χημικά, αυτά ενδέχεται να είναι ευάλωτα σε περίπτωση σεισμού και να οδηγήσουν σε χημική απελευθέρωση. Ειδικά εάν η αποθήκευση ή η μεταφορά τους γίνεται με σωληνώσεις υπό πίεση κι πεπαλαιωμένα συστήματα, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε ρήξη μετά από σεισμό. Σε βιομηχανικούς χώρους, οι μηχανισμοί χημικής απελευθέρωσης περιλαμβάνουν: ρήξη αγωγών και των δοχείων αποθήκευσης που οδηγούν σε βλάβη και πιθανή κατάρρευση του κελύφους της δεξαμενής και ζημιά στην τροφοδοσία ρεύματος, η οποία μπορεί να προκαλέσει διαταραχές της διαδικασίας και να επηρεάσει τα μέτρα ασφαλείας όπως οι οθόνες θερμοκρασίας και πίεσης και οι βαλβίδες ελέγχου. Η ζημιά στα δοχεία αποθήκευσης σε εγκαταστάσεις πετρελαίου μπορεί να απελευθερώσει τεράστιες ποσότητες πετρελαϊκών προϊόντων στο περιβάλλον

και ταυτόχρονα αυξάνει τον κίνδυνο έκρηξης ή πυρκαγιάς. Σε περιπτώσεις εκδήλωσης πυρκαγιάς, ενδέχεται η καύση να διαρκεί αρκετές ημέρες απελευθερώνοντας τοξικά προϊόντα καύσης στον αέρα για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, οι πυρκαγιές στα κτίρια μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλες ποσότητες σκόνης και ινών από μόνωση από αμίαντο και γυαλί. Η ανεξέλεγκτη καύση αποβλήτων μετά από καταστροφή μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία τοξικού και ερεθιστικού καπνού (WHO, 2018).

Ακολουθούν παραδείγματα σεισμικών καταστροφών τα οποία αποτυπώνουν σε πραγματικά μεγέθη τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στις 12 Μαΐου 2008, ένας σεισμός μεγέθους 8,0 έπληξε τη νοτιοδυτική περιοχή της Κίνας (συγκεκριμένα την επαρχία Sichuan). Δεν προκάλεσε μόνο μεγάλο αριθμό θανάτων και τραυματισμών αλλά και τεράστιες απώλειες ακίνητης περιουσίας και δημιούργησε εκτεταμένες επιπτώσεις στο τοπικό οικοσύστημα. Ένα μοντέλο αξιολόγησης υπηρεσιών οικοσυστήματος βασισμένο στο GIS, το InVEST (Ολοκληρωμένη Αποτίμηση Υπηρεσιών Οικοσυστημάτων και Μεταφορών), χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων του σεισμού σε τρεις κρίσιμους τομείς: του υδάτινους πόρους, την επιφάνεια του εδάφους και την αποθήκευση άνθρακα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αν και η περιοχή που καταστράφηκε από τον σεισμό ήταν γεωγραφικά περιορισμένη, εντούτοις οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα ήταν δυσανάλογα μεγάλες. Η επίπτωση είχε εκθετική μείωση με την απόσταση από το επίκεντρο του σεισμού (Wang et al, 2012).

Στην περιοχή συνολικά το 10-15% των κτιρίων κατέρρευσαν ολοσχερώς, ενώ το 25-30% υπέστησαν σημαντικές δομικές βλάβες. Αφορούσε κυρίως κατάρρευση πολυώροφων κτηρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα ανεξάρτητα ηλικίας κατασκευής. Χαρακτηριστικά, νέες ή υπό ανέγερση κατασκευές με σύγχρονη αντισεισμική σχεδίαση κατέρρευσαν ή υπέστησαν σημαντικές βλάβες εξαιτίας της σημαντικής κλίσης της περιοχής στην οποία κατασκευάστηκαν σε συνδυασμό με το υλικό θεμελίωσής τους που περιείχε υπολείμματα ποτάμιων αποθέσεων και ασύνδετων πλευρικών. Επιπρόσθετα, σημαντικές επιπτώσεις εμφανίστηκαν στο οδικό δίκτυο, καταστράφηκαν γέφυρες και φράγματα, ενώ εμφανίστηκαν περιορισμένες καθιζήσεις αλλά μεγάλος αριθμός μέγα-κατολισθήσεων, οι οποίες δημιούργησαν φυσικά φράγματα με συνέπεια την πρόκληση υπερχειλίσης σε εκτεταμένες παραποτάμιες περιοχές και σημαντικές αποθέσεις φερτών υλικών στον πυθμένα των ποταμιών και των τεχνητών φραγμάτων. Ειδικά για τα φράγματα το 30% εκ των 450 υφιστάμενων φραγμάτων υπέστησαν ολοκληρωτική καταστροφή, ενώ το 70% υπέστη σημαντικές βλάβες που οδήγησαν ανεξέλεγκτη ροή υδάτων με αποκλεισμούς περιοχών λόγω υπερχειλίσης και διακοπή της οδικής επικοινωνίας (Λέκκας, 2008).

Στο Νεπάλ στις 25 Απριλίου 2015 και 11:56 τοπική ώρα, ένας σεισμός μεγέθους Mw 7,6 R, όπως καταγράφηκε από το Εθνικό Σεισμολογικό Κέντρο του Νεπάλ, έπληξε το Barpak στην ιστορική περιοχή Gorkha, περίπου 76 χλμ. Βορειοδυτικά του Κατμαντού. Το Νεπάλ δεν είχε αντιμετωπίσει μεγάλη φυσική καταστροφή μέχρι εκείνη την ημέρα για μια περίοδο πάνω από 80 έτη. Η σεισμική δραστηριότητα ήταν παρατεταμένη και ακολούθησε μια σεισμική ακολουθία με πάνω από 300 μετασεισμούς, με τον μεγαλύτερο να έχει ένταση 7.6 R και να εμφανίζεται 17 ημέρες αργότερα από τον κύριο σεισμό. Τριάντα μία από τις 75 συνοικίες της χώρας είχαν πληγεί, εκ των οποίων οι 14 χαρακτηρίστηκαν «σε έκτακτη ανάγκη» με σκοπό να δοθεί προτεραιότητα στις επιχειρήσεις διάσωσης και αντιμετώπισης. Σημειώνεται ότι άλλες 17 γειτονικές περιοχές επηρεάστηκαν επίσης. Η καταστροφή ήταν ευρεία καταστρέφοντας σημαντικό μέρος των υποδομών και του οικοσυστήματός. Καταστράφηκαν οικίες και κυβερνητικά κτίρια, κέντρα πολιτιστικής κληρονομιάς, σχολεία και δομές υγείας (νοσοκομεία κέντρα παροχής ΠΦΥ), αγροτικοί και αστικοί δρόμοι, γέφυρες, συστήματα ύδρευσης, γεωργικές εκτάσεις, υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις και αθλητικές εγκαταστάσεις. Στις περιοχές με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις, ολόκληροι οικισμοί, συμπεριλαμβανομένων των δημοφιλών τουριστικών προορισμών, όπως ο Langtang, εξαφανίστηκαν από κατολισθήσεις και χιονοστιβάδες που πυροδότησαν οι σεισμοί. Ενώ εξαιτίας της εδαφικής καταπόνησης και των εξασθενημένων, ραγισμένων και αποσταθεροποιημένων πλαγιών και επιφανειών, οι ευάλωτες περιοχές έχουν πλέον γίνει πιο επιρρεπείς σε πλημμύρες και κατολισθήσεις που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των μουσώνων (NPC, 2015).

#### **4.1.1.2. Επιπτώσεις σεισμικών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία**

Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα που προκαλούνται από ένα μεμονωμένο σεισμό εξαρτώνται από το μέγεθος, την εγγύτητα του επίκεντρου σε μεγάλα αστικά κέντρα, το βαθμό ετοιμότητας για την αντιμετώπιση σεισμικής καταστροφής, το βαθμό στον οποίο έχουν εφαρμοστεί μέτρα μετριασμού της επίπτωσης και από προηγούμενη εμπειρία σεισμικής καταστροφής. Οι θάνατοι από ισχυρούς σεισμούς κυμαίνονται στα επίπεδα του 1-8% και η αναλογία θανάτων προς τραυματισμούς υπολογίζεται μεσοσταθμικά ως 1 προς 3 (Bartels and Van Rooyen, 2012).

Η θνητότητα μετά από μια σεισμική καταστροφή εμφανίζει τρεις βασικές περιόδους κορύφωσης. Η πρώτη αφορά την άμεση θνητότητα, δηλαδή τους θανάτους που αφορούν θανάσιμους τραυματισμούς κατά τη διάρκεια του σεισμού και υποκύπτουν στα τραύματά τους σε άμεσο χρόνο. Η προηγούμενη εμπειρία έχει δείξει ότι παροχή αποτελεσματικής θεραπείας εντός των πρώτων

ωρών μετά την καταστροφή επιδρά θετικά στη μείωση της θνητότητας. Συνήθως, αφορά την παροχή φροντίδας για την αντιμετώπιση υποδόριων αιματωμάτων, τραυματισμούς των κοίλων οργάνων της κοιλιακής χώρας (ήπαρ και σπληνός) και μεγάλα κατάγματα (μακρών οστών των άκρων και της πυέλου). Τέλος, η τρίτη αιχμή θανάτων εμφανίζεται ημέρες έως εβδομάδες μετά τον σεισμό και οφείλεται στην εμφάνιση σήψης, πολυοργανικής ανεπάρκειας και διαταραχές της πήκτικότητας. Αυτοί οι ασθενείς πεθαίνουν πιο αργά από επιπλοκές τραυματισμού και έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή πιθανότητα επιβίωσης (ACS, 2008; Bartels and Van Rooyen, 2012).

Τα τραυματισμένα θύματα συνήθως αναζητούν επείγουσα ιατρική περίθαλψη κατά τις πρώτες 3-5 ημέρες μετά από σεισμό. Έτσι, η μεγαλύτερη ζήτηση για ιατρονοσηλευτική φροντίδα κορυφώνεται την πρώτη εβδομάδα. Βέβαια η φροντίδα των τραυματιών θα συνεχίσει να απασχολεί τους επαγγελματίες υγείας επί αρκετές εβδομάδες μετά την σεισμική καταστροφή, ειδικά όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός θυμάτων (Sever et al, 2006; Bartels and VanRooyen, 2012).

Αναφορικά με το είδος των καταγμάτων και των τραυματισμών εν γένει αυτά εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες ανάμεσα στους οποίους η ηλικία φαίνεται να διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο. Σε μελέτη μετά το σεισμό της Αϊτής το 2010, συνολικά 1.111 ασθενείς υποβλήθηκαν σε θεραπεία στο νοσοκομείο. Το τριάντα επτά τοις εκατό ήταν ηλικίας 0 έως 18 ετών. Οι τραυματισμοί που σχετίζονται με σεισμό ήταν η αιτία της εισόδου στο 47% των παιδιών και το 66% των ενηλίκων. Το σαράντα επτά τοις εκατό των παιδιών με τραυματικά τραύματα υπέστη κατάγματα. Το εβδομήντα δύο τοις εκατό ήταν στα κάτω άκρα, το 19% ήταν στα άνω άκρα και το 9% ήταν στον αξονικό σκελετό, με το μηρό να είναι το συνηθέστερο μακρύ οστό που υπόκειται σε κάταγμα συγκριτικά με την κνήμη στους ενήλικες. Η επιδημιολογία των παιδιατρικών τραυματισμών μετά από σεισμό διαφέρει σημαντικά από εκείνη που παρατηρείται στους ενήλικες. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά διατρέχουν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό μηριαίων καταγμάτων και είναι πιο πιθανό να απαιτηθεί χειρουργική επέμβαση για αποκατάσταση του κατάγματος (Bar-On et al, 2015).

Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση που μελέτησε την επιδημιολογία των τραυματισμών μετά από σεισμό στις αναπτυσσόμενες χώρες βρέθηκε ότι οι περισσότεροι τραυματισμοί που απαιτούν θεραπεία μετά από σειμούς (87%) ήταν ορθοπεδικοί. Σχεδόν τα δύο τρίτα αυτών των τραυματισμών (65%) ήταν κατάγματα. Οι πιο συνηθισμένες θέσεις κατάγματος ήταν η κνήμη (27%), το μηριαίο οστό (17%) και κατάγματα του άκρου ποδιού, κυρίως του αστράγαλου (16%). Το σαράντα δύο τοις εκατό αφορούσε πολλαπλά κατάγματα, το 22% ανοικτά κατάγματα και στο 16% το οστό ήταν θρυμματισμένο (MacKenzie et al, 2017).

Οι σεισμοί σχετίζονται με υψηλή θνητότητα εξαιτίας των τραυματισμών από πτώσεις αντικειμένων. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος τραυματισμού από σεισμό είναι είτε σε εσωτερικούς χώρους είτε σε κοντινή απόσταση από κτίρια και άλλες κατασκευές. Αντίθετα, ο κίνδυνος τραυματισμού σε ανοικτούς χώρους όπως τα χωράφια ή στην ύπαιθρο είναι σχετικά χαμηλός. Επιπλέον, η σοβαρότητα της βλάβης συνδέεται αντιστρόφως με την απόσταση από το επίκεντρο του σεισμού. Οι τραυματισμοί και οι θάνατοι αυξάνονται γενικά με το μέγεθος του σεισμού, την αυξημένη κινητικότητα του εδάφους και τις δομικές βλάβες. Αν ένας σεισμός εμφανιστεί τη νύχτα, υπάρχει μεγαλύτερη συχνότητα τραύματος στη λεκάνη, τον θώρακα και τη σπονδυλική στήλη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα θύματα βρίσκονται στο κρεβάτι κατά τη στιγμή της καταστροφής. Αυτοί οι τραυματισμοί συνήθως οδηγούν σε σοβαρή βλάβη στα εσωτερικά όργανα με κίνδυνο εσωτερικής αιμορραγίας. Αν ο σεισμός εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι πιο συνηθισμένο να βλέπουμε τραυματισμούς των άκρων, του κρανίου και της κλείδας. Οι συνήθεις τραυματισμοί που πρέπει να αντιμετωπιστούν επείγοντως περιλαμβάνουν ακρωτηριασμούς, αγγειακή αποκατάσταση και επίδεση σοβαρών ανοιχτών τραυμάτων (WHO, 2018).

Οι χημικές ουσίες που απελευθερώνονται μετά από έναν σεισμό δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν δερματικές, αναπνευστικές και άλλες τοξικές επιδράσεις μετά την άμεση έκθεση των θυμάτων. Τοξικές επιδράσεις και τραυματισμοί μπορεί επίσης να προκύψουν από την περιβαλλοντική μόλυνση, από πυρκαγιές και εκρήξεις. Πιο συγκεκριμένα:

- Εγκαύματα από επαφή με διαβρωτικές χημικές ουσίες.
- Βλάβες της αναπνευστικής οδού από εισπνοή ερεθιστικών αερίων, προϊόντων καύσης, βαριάς σκόνης και ινών (π.χ. από μόνωση από αμίαντο και υαλοβάμβακα).
- Δηλητηριάσεις από έκθεση τοξικές χημικές ουσίες και κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων ή νερού.
- Δηλητηριάσεις από μονοξειδίο του άνθρακα που οφείλεται σε λανθασμένη χρήση γεννητριών βενζίνης / ντίζελ ή καύσης ξύλων για τη θέρμανση και το μαγείρεμα (συνήθως όταν δεν είναι διαθέσιμες πηγές ηλεκτρικού ρεύματος).
- Τραυματισμοί και δηλητηριάσεις σε εργαζόμενους που εμπλέκονται στη διάσωση και τον καθαρισμό.

Για παράδειγμα, μετά τον σεισμό Loma Prieta στην Καλιφόρνια, ΗΠΑ, σχεδόν το 20% των τραυματισμών που σχετίζονται με την εργασία προκλήθηκαν από την έκθεση σε επικίνδυνα υλικά

Οι σεισμοί φαίνεται από ερευνητικά δεδομένα να σχετίζονται με αύξηση των μεταδοτικών νόσων από διάφορα αίτια. Οι μολύνσεις των αναπνευστικών οδών από σύννεφα σκόνης, διαρροϊκές νόσοι από μολυσμένο νερό, ελονοσία από

τον αυξημένο πληθυσμό κουνουπιών, περιστατικά τετάνου και ιλαράς που θ μπορούσαν να προληφθούν από τον εμβολιασμό, ήταν οι συχνότερα αναφερόμενες μολυσματικές ασθένειες λόγω σεισμών. Το 1991, παρατηρήθηκε τεράστια αύξηση της συχνότητας εμφάνισης της ελονοσίας μετά τον σεισμό και τις πλημμύρες στην Κόστα Ρίκα ως αποτέλεσμα της αύξησης των κουνουπιών που προκλήθηκαν από την αποψίλωση των δασών και τις αλλαγές στις ροές των ποταμών (Saenz et al, 1995).

Αντίστοιχα, στον σεισμό του Ελ Σαλβαδόρ, το 2001, το 30% εκ των 594 τραυματιών εμφάνισαν λοίμωξη του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος (Woersching and Snyder, 2004). Στο Ιράν, το 1,6% των 75.586 ατόμων που έμειναν άστεγοι από τον σεισμό του Μπαμ το 2003 είχαν νοσήσει από διαρροϊκές ασθένειες εξαιτίας της κακής υγιεινής, του συνωστισμού, της έλλειψης πόσιμου νερού και της αναποτελεσματικής αποχέτευσης, ενώ το 14% εμφάνισε λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος λόγω έκθεσης στο ψύχος κατά τη διάρκεια των χειμερινών νυχτών (Akbari et al, 2004).

Μετά από μια κατολίσθηση στην εκβολή Karnaphuli του Μπαγκλαντές το Μάιο του 2007, η αύξηση των αποβλήτων και οι μεταβολές της θολερότητας και της αλατότητας, στα ήδη μολυσμένα ύδατα, οδήγησαν σε αύξηση της ανάπτυξης των βακτηριδίων, συμπεριλαμβανομένης της δεκαπλάσιας αύξησης των κολοβακτηρίων και της αύξησης των περιστατικών χολέρας (Lara et al, 2009). Ενώ, δέκα μήνες μετά τον σεισμό το 2010, η Αϊτή γνώρισε τη μεγαλύτερη επιδημία χολέρας (Domercant et al, 2010).

Μετά τον σεισμό του Lushan, που έπληξε την κομητεία Lushan στην Κίνα στις 20 Απριλίου 2013, εισήχθησαν συνολικά 1.857 θύματα στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Sichuan (χωρητικότητα 4.300 κλινών) και 81 ασθενείς νοσηλεύθηκαν στη μονάδα εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ). Δείγματα για καλλιέργεια ελήφθησαν σε ασθενείς με πυρετό ή σημεία λοιμώξεων. Τα κρανιακά τραύματα ήταν ο πιο συνηθισμένος τραυματισμός (28, 34,6%). Το ποσοστό των ασθενών με τραύμα που εμφάνισαν επιπλοκή σχετιζόμενη με λοίμωξη κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στη ΜΕΘ ήταν 85,19%, με πιο συχνή επιπλοκή της εμφάνιση αναπνευστικής λοίμωξης (45,7%). Οι ηλικιωμένοι ήταν πιο επιρρεπείς σε λοιμώξεις της αναπνευστικής οδού και εμφάνισαν και αυξημένη συννοσηρότητα. Τα *Staphylococcus aureus* και *Escherichia coli* ήταν τα πιο συχνά παθογόνα στο αρχικό στάδιο της νοσηλείας. Με παρατεταμένη νοσηλεία στη ΜΕΘ, τα *Acinetobacter baumannii* και *Klebsiella pneumoniae* σταδιακά έγιναν τα σημαντικότερα παθογόνα. Οι λοιμώξεις που προκλήθηκαν από Gram-αρνητικά βακτήρια ήταν πιο συχνές. Μόνο ένας ασθενής εμφάνισε μυκητίαση (Qu et al, 2015).

Σε μια πρόσφατη μελέτη (2018) μελετήθηκε η εξάπλωση του ιού Zika μετά την καταστροφική επίδραση του σεισμού του Απριλίου 2016 κατά μήκος των ακτών του Ισημερινού. Τα αποτελέσματά της δείχνουν ότι ο σεισμός αύξησε τις αναφερόμενες περιπτώσεις του Zika κατά 0,509 ανά επιδημιολογική εβδομάδα



(στοιχεία ανά 10.000 κατοίκους) και οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι το κατεστραμμένο περιβάλλον μαζί με άλλους παράγοντες δημιούργησαν ένα ευνοϊκό περιβάλλον όπου ο ιός εξαπλώθηκε εύκολα. (Pacheco Barzallo et al, 2018).

Σε ανάλογη μελέτη στην Ιαπωνία , μετά τον μεγάλο σεισμό τον Μάρτιο του 2011. μελετήθηκε η επιδημιολογία της εμφάνισης της γρίπης με στελέχη H3N2. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης επιδημίας μετά από μια σεισμική καταστροφή, ιδίως εάν το φαινόμενο εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της εποχικής γρίπης. Η συνήθης διαδρομή μετάδοσης είναι πιο πιθανό να σχετίζεται με την κοινή χρήση χώρου και την αυξημένη συνάθροιση (Kamigaki et al, 2014).

Ακολουθούν παραδείγματα που δείχνουν το μέγεθος της θανατηφόρου επίπτωσης των σεισμών στην ανθρώπινη υγεία. Ο σεισμός επαρχία Sichuan της Νότιας Κίνας που προαναφέραμε εκτός τις εκτεταμένες επιπτώσεις στο οικοσύστημα της περιοχής, οδήγησε στο θάνατο 69.172 ανθρώπους, ενώ οι αγνοούμενοι ένα μήνα μετά τον σεισμό ήταν 17.420, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του Ιουνίου 2008. Συνολικά οι τραυματίες ήταν 374.159 και εκτιμάται ότι περίπου 8.000.000 έμειναν άστεγοι (Λέκκας, 2008). Στους σεισμούς του Νεπάλ το 2015 κατεγράφησαν πάνω από 8.790 θύματα και 22.300 τραυματισμοί. Εκτιμάται ότι οι ζωές οκτώ εκατομμυρίων ανθρώπων, σχεδόν το ένα τρίτο του πληθυσμού του Νεπάλ, επηρεάστηκαν σε κάποιο σημαντικό βαθμό από αυτούς τους σεισμούς (NPC, 2015).

Εκτός όμως από το θάνατο και τις σωματικές συνέπειες, οι σεισμικές καταστροφές συνοδεύονται και από αυξημένο επιπολασμό ψυχικών διαταραχών. Η οξεία διαταραχή άγχους (ASD), η μετατραυματική διαταραχή άγχους PTSD, η κατάθλιψη, και οι διαταραχές ύπνου έχουν καταγραφεί ευρέως. Αν και οι συνέπειες οποιασδήποτε καταστροφής μπορεί να περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα συμπτωμάτων και ψυχοπαθολογιών. η πλειοψηφία των μελετών έχει τεκμηριώσει ότι η συχνότερα παρούσα και συχνότερη ψυχοπαθολογία μετά από φυσικές καταστροφές είναι η PTSD. Η έγκαιρη ταυτοποίηση των συμπτωμάτων σε συνδυασμό με αυξημένη ψυχολογική και κοινωνική στήριξη και τη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης για τους πληγέντες μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη μείωση των συμπτωμάτων και στην πρόληψη της ανάπτυξης όχι μόνο της PTSD αλλά και άλλων ψυχικών διαταραχών. Η έγκαιρη αναγνώριση των συμπτωμάτων, η έγκαιρη παρέμβαση και η παρακολούθηση της αντίδρασης στη θεραπεία είναι μερικά από τα μακροπρόθεσμα προληπτικά μέτρα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της ταχύτητας ανάκτησης και την εξασφάλιση της ψυχικής ευεξίας. (Farooqui et al, 2017).

#### **4.1.2. Ηφαιστειογενείς καταστροφές**

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα εμφανίζει αξιοσημείωτη εμφάνιση σε ορισμένες περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα σε μια περιοχή που αναφέρεται ως "δαχτυλίδι της φωτιάς" που περιβάλλει τον Ειρηνικό Ωκεανό. Χαρακτηριστικά, την περίοδο 2000-2017, σημειώθηκαν 90 καταστροφές από ηφαιστειακές δραστηριότητες, οι οποίες οδήγησαν στο θάνατο 665 άτομα αλλά επηρέασαν τη ζωή 3.000.000 ανθρώπων. Το 2018, η θνησιμότητα από τα ηφαίστεια είχε ως αποτέλεσμα περισσότερους θανάτους από ό, τι όλα τα προηγούμενα χρόνια στον 21ο αιώνα συνολικά. Η έκρηξη του Volcan de Fuego στη Γουατεμάλα είχε 425 θύματα και επηρέασε 1,7 εκατομμύρια άτομα στην περιοχή με τεράστιες επιπτώσεις στις υποδομές της χώρας, την γεωργία, την κτηνοτροφία και εν γένει την οικονομία. Τον Δεκέμβριο της ίδιας χρονιάς το ηφαίστειο Anak Krakatau ενεργοποιήθηκε και πυροδότησε ένα τσουνάμι που έπληξε τα νησιά της Ιάβα και της Σουμάτρα, με συνέπεια συνολικά 453 θανάτους και επίδραση σε περίπου 48.000 ανθρώπους. Τα γεγονότα του 2018 ενίσχυσαν την απειλή της ηφαιστειακής δραστηριότητας σε όλο τον κόσμο και τις δυνατότητές τους για εκτεταμένη καταστροφή με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία σε διεθνές επίπεδο (CRED, 2019).

##### **4.1.2.1. Επιπτώσεις ηφαιστειακών καταστροφών στο περιβάλλον**

Οι επιπτώσεις των ηφαιστειακών εκρήξεων διακρίνονται σε άμεσες ή πρωτογενείς και σε έμμεσες ή δευτερογενείς. Οι καταστροφές που επιδρούν άμεσα στο φυσικό περιβάλλον ανήκουν στις πρωτογενείς και κατά κανόνα εκδηλώνονται αμέσως. Η ροή της λάβας, η πυροκλαστική δραστηριότητα, τα ηφαιστειακά αέρια, η παραγωγή τέφρας, οι λασποροές και ανήκουν στις πρωτογενείς εκδηλώσεις όπως και η σεισμική δραστηριότητα πριν και κατά τη διάρκεια του φαινομένου. Η εμφάνιση πυρκαγιών, καθιζήσεων, κατολισθήσεων, πλημμυρών ή και τσουνάμι αφορούν επακόλουθες καταστροφές οι οποίες διασυνδέονται με την ηφαιστειακή δραστηριότητα και αυξάνουν την περιβαλλοντική της επίπτωση (Λέκκας, 2015). Για παράδειγμα, η πυροκλαστική ροή μπορεί να ταξιδέψει σε ταχύτητες έως και 500 χλμ. / Ωρα και να αποτεφρώσει οτιδήποτε στην πορεία της. Τα σύννεφα τέφρας μεταβάλουν την ορατότητα, αυξάνουν τη συγκέντρωση στον αέρα ορισμένων ρύπων, με συνέπεια την εμφάνιση όξινης βροχής η οποία επιμολύνει το νερό και το έδαφος όταν η τέφρα φτάνει στο έδαφος. Ανάλογα τα δηλητηριώδη αέρια που ελευθερώνονται κατά τη ροή της λάβας είναι τοξικά για τα ζώα και τους ανθρώπους και προκαλούν ακόμη κι θάνατο μετά από έκθεση σε αυξημένες δόσεις. Η εμφάνιση των Λαχάρ (Lahar) επίσης είναι καταστρεπτική για το οικοσύστημα καθώς η ανάμιξη της λάβας με το χιόνι ή/και το νερό της βροχής ή των ποταμών δημιουργεί ισχυρές καταστροφικές ροές ( ).

Σημαντική αρνητική επίδραση της ηφαιστειακής δραστηριότητας στα οικοσυστήματα είναι η καταστροφή σημαντικού τμήματος της χλωρίδας και της πανίδας στις περιοχές που ενεργοποιείται. Για παράδειγμα υπολογίζεται ότι η έκρηξη του ηφαιστείου της Αγίας Ελένης στοίχισε τη ζωή σε χιλιάδες ζώα (>24000). Παράλληλα, η όξινη βροχή και η τέφρα δηλητηριάζουν ποσοστιαία τον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής. Ενώ καθώς τα ηφαίστεια καταστρέφουν τις ανθρώπινες υποδομές, η τοξικότητα των ουσιών που απελευθερώνουν επιδρά αρνητικά στην γεωργία και την κτηνοτροφία της περιοχής (Hlodversdottir et al, 2010).

Σύμφωνα με το Γεωπονικό Τμήμα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου ([http://www.geo.auth.gr/765/3\\_products/38\\_clima.htm](http://www.geo.auth.gr/765/3_products/38_clima.htm)), οι επιπτώσεις της ηφαιστειακής δραστηριότητας δεν είναι μόνο αρνητικές. Οι λεγόμενοι «ηφαιστειακοί χειμώνες» αντισταθμίζουν την αρνητική επίδραση των ηφαιστειών (εξαιτίας της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα) στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, μέσω της διασποράς σωματιδίων σκόνης και στάχτης που περιορίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στην ατμόσφαιρα και έτσι προκαλούν πτώση της θερμοκρασίας της Γης. Οι ηφαιστειακές εκρήξεις ενισχύουν αυτό το φαινόμενο, πολύ περισσότερο από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκαλώντας έτσι σημαντική πτώση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Για πολλά χρόνια επικρατούσε η άποψη ότι η θετική συμβολή της ηφαιστειακής δραστηριότητας οφειλόταν αποκλειστικά στην εκπομπή αυτών των σωματιδίων. Όμως τα σύγχρονα συγκριτικά δεδομένα έδειξαν ότι τα θειούχα αέρια προκαλούσαν μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας σε σχέση με την ηφαιστειακή στάχτη, καθώς η ένωση του θείου με τους υδρατμούς στη στρατόσφαιρα σχηματίζει πυκνά νέφη θειικού οξέος, τα οποία αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία και διασπώνται μετά από σημαντικά μεγάλο χρονικό διάστημα στο επίπεδο της τροπόσφαιρας (Robock, 2000).

#### **4.1.2.2. Επιπτώσεις ηφαιστειακών καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία**

Τα ηφαίστεια εκπέμπουν μια ποικιλία προϊόντων που μπορεί να είναι επιβλαβή για την υγεία των ανθρώπων. Οι ηφαιστειακές εκρήξεις μπορούν να προκαλέσουν άμεσα τραυματισμό ή θάνατο, να προκαλέσουν ασθένειες, ιδιαίτερα στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα, ή προβλήματα ψυχικής υγείας. Οι επιπτώσεις στην υγεία σχετίζονται με τον βαθμό έκθεσης και τον τύπο του ηφαιστείου. Οι εκρήξεις συνοδεύονται από αέρια και αερολύματα, τα οποία μπορεί να βλάψουν το αναπνευστικό σύστημα. Συνεπώς, εκτός από τη λάβα, επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να έχουμε από έκθεση στην τέφρα και τα ηφαιστειογενή αέρια (Horwell et al, 2015).

Οι τραυματισμοί και ο θάνατος οφείλονται σε διάφορους ηφαιστειακούς κινδύνους, οι οποίοι μπορούν να συνοψιστούν με τις επιπτώσεις τους στον οργανισμό:

1) **Μηχανικοί τραυματισμοί** από εκτόξευση υλικού και τη μεταφορά του μέσω αέρα ή νερού (lahars, βράχοι, τέφρα). Το 1985, η έκρηξη του ηφαιστείου του Nevado del Ruiz στην Κολομβία, συνοδεύτηκε με την απώλεια περίπου 23.000 θυμάτων. Εκείνοι που βρίσκονται εγγύτητα στο ηφαίστειο κινδυνεύουν να ενταφιαστούν από εναποθέσεις λάβας, βράχων ή τέφρας ή να υποστούν ασφυξία από την εισπνοή σωματιδίων.

2) **Θερμικές βλάβες** (εγκαύματα) που προκαλούνται από θερμές ηφαιστειακές εκπομπές. Αυτά έχουν τη μορφή πυροκλαστικών ρευμάτων πυκνότητας (PDCs) και υπερτάσεων (που αποτελούνται από αέρια καύσης, τέφρα και πετρώματα), ροές λάβας και υδροθερμικά νερά. Στους περισσότερους θανάτους που σχετίζονται με το PDC, σοβαρά εγκαύματα στο δέρμα (δερματικά) και αεραγωγούς (που οδηγούν σε πνευμονικό οίδημα) προκαλούν άμεση θνησιμότητα ή καθυστερημένη θνησιμότητα από αναπνευστικές επιπλοκές και λοίμωξη.

3) **Τοξικολογικές επιδράσεις**. Τα αέρια, η τέφρα και τα αερολύματα μπορούν να εισπνευστούν ή να καταποθούν. Μια σειρά δυνητικά τοξικών στοιχείων μπορεί να εισέλθει από αυτά τα σωματίδια. Οι περιπτώσεις δηλητηρίασης σχετίζονται κυρίως με υψηλά επίπεδα βιοαπορροφούμενου φθορίου στην τέφρα και άλλων υλικών που επιμολύνουν και τις πηγές πόσιμου νερού στην περιοχή και δυνητικά οδηγούν δευτερευόντως και σε έλλειψη νερού.

4) **Ηλεκτρικές εκκενώσεις**, που δημιουργούνται από την τριβή των σωματιδίων στο ηφαιστειακό φρεάτιο. Είναι πιθανό να πλήξουν τους ανθρώπους απευθείας ή να προκαλέσουν πυρκαγιές.

Παράλληλα υπάρχουν και δευτεροπαθείς συνέπειες για την υγεία που σχετίζονται με την ηφαιστειακή καταστροφή. Για παράδειγμα, ο συνωστισμός ανθρώπων σε καταφύγια αυξάνει τον κίνδυνο έκθεσης σε μεταδοτικές νόσους. Η εμφάνιση ψυχικών διαταραχών και μετατραυματικού στρες που σχετίζεται με την απώλεια αγαπημένων προσώπων ή την απώλεια στέγης και περιουσίας. Οι επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους, τις καλλιέργειες και τη ζωική παραγωγή μπορεί να οδηγήσουν σε πείνα ή κατανάλωση ακατάλληλων τροφών ή νερού.

Ιστορικά και επιδημιολογικά στοιχεία συσχετίζουν την υψηλή θνησιμότητα που σχετίζεται με τα ηφαιστειακά φαινόμενα με πυροκλαστικά ρεύματα πυκνότητας (χιονοστιβάδες και καυτή τέφρα, αέρια και πετρώματα), την εμφάνιση τσουνάμι, τις κατολισθήσεις και την απευθείας έκθεση στη λάβα. Παράλληλα, η έκθεση σε ηφαιστειακή τέφρα μπορεί να οδηγήσει σε οξεία αναπνευστική νοσηρότητα, ειδικά σε εκείνους με προϋπάρχουσα αναπνευστική νόσο, αλλά οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις είναι ασαφείς. Οι εκρήξεις τέφρας και η

παραγωγή αερολυμάτων και όξινων αερίων μπορεί να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις (εκατοντάδες χιλιόμετρα) και να προκαλεί επιπτώσεις στην υγεία σε απομακρυσμένες περιοχές αναλογικά με το ηφαιστείο (Hansell et al, 2006).

Ας δούμε όμως αναλυτικά τα φαινόμενα που χαρακτηρίζουν μια ηφαιστειακή καταστροφή και τις επιπτώσεις τους στην υγεία. Η όξινη βροχή που σχηματίζεται από το μίγμα ηφαιστειακών αερίων με τη βροχή και όπου η λάβα εισέρχεται στο νερό. Είναι ερεθιστική για τα μάτια και το δέρμα. Επίσης, είναι μια πιθανή απειλή για το πόσιμο νερό το οποίο επιβαρύνει και η αθροιστική της δράση και η διείσδυση της στο έδαφος μπορεί να το κάνει τοξικό και να επηρεάσει τις καλλιέργειες. Οι σεισμοί ως συνέπεια της ηφαιστειακής έκρηξης οι οποίοι μπορεί να συνοδεύονται από σχηματισμό τσουνάμι εάν αφορά παράκτιες ή υποβρύχιες περιοχές. Οι επιπτώσεις τους είναι άμεσες με τραυματισμούς, συχνά θανατηφόρους και τις σχετικές συνέπειες με τους σεισμούς ου έχουμε ήδη προαναφέρει. Η ροή της λάβας δημιουργεί θερμικούς τραυματισμούς. Εκρήξεις μεθανίου μπορούν να εμφανιστούν όταν η λάβα κινείται πάνω από βλάστηση ή εγκαταστάσεις. Καθιζήσεις και εδαφικές αλλοιώσεις που προκαλούν ενταφιασμό περιοχών με αποτέλεσμα ασφυξία των θυμάτων και τραυματισμούς. Ηφαιστειακά αέρια προκαλούν ασφυξία, έμετο, πονοκέφαλο, ζάλη, οπτικές διαταραχές, ταχυκαρδία, ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, βρογχίτιδα, βρογχοπνευμονία, ερεθισμό των οφθαλμών και των βλεννογόνων. Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει λαρυγγικούς σπασμούς και πνευμονικό οίδημα. Η πυροκλαστική πυκνότητα επίσης δημιουργεί θερμικά εγκαύματα. Ανάλογοι είναι και οι ερεθισμοί από την ηφαιστειακή τέφρα. Η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε πυριτίαση και χρόνια αποφρακτική πνευμονική νόσο (Hegie et al, 2009).

Οι Hlodversdottir et al (2010) μελέτησαν τις επιπτώσεις της έκθεσης στο ηφαιστείο Eyjafjallajökull στην Ισλανδία. Στη μελέτη διαπιστώθηκε ότι ακόμη και 6-9 μήνες μετά την έκρηξη του Eyjafjallajökull οι συμμετέχοντες από εκτεθειμένες περιοχές ανέφεραν αυξημένη συχνότητα συμπτωμάτων από το αναπνευστικό όπως, συριγμό, βήχα και παραγωγή βλέννης, καθώς και συμπτώματα από άλλα συστήματα όπως πρόσφατο ερεθισμό των ματιών και του δέρματος. Οι συμμετέχοντες από περιοχές μέσης έκθεσης και υψηλής έκθεσης εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερα ποσοστά συμπτωμάτων του ανώτερου αναπνευστικού, ερεθισμού του δέρματος και των οφθαλμών από εκείνα που προέρχονταν από την περιοχή χαμηλής έκθεσης. Αυτό υποδηλώνει μια δόσοεξαρτώμενη σχέση της έκθεσης τέφρας και φυσικών συμπτωμάτων. Ένας αριθμός σωματικών και ψυχοσυναισθηματικών συμπτωμάτων από αυτά που μελετήθηκαν εμφάνισαν οριακή στατιστική σημαντικότητα στην περιοχή υψηλής από τη μεσαία έκθεση, υποδεικνύοντας ότι υπάρχει ένα όριο πέρα από το οποίο η πρόσθετη έκθεση δεν οδηγεί σε αυξημένη νοσηρότητα. Εντούτοις, η αναφορά δύο ή περισσότερων βασικών αναπνευστικών συμπτωμάτων ήταν πιο συχνή στον εκτεθειμένο πληθυσμό.

Οι Newnham et al (2010) αντίθετα αναφέρουν ότι τα ευρήματα τους υποστηρίζουν την ιδέα ότι η διάχυτη λεπτή ηφαιστειακή τέφρα θέτει σε κίνδυνο την αναπνευστική υγεία σε μεγαλύτερες αποστάσεις από αυτές που προηγούμενες μελέτες αναφέρονε ότι η επίδραση παύει να έχει στατιστικά σημαντική επίδραση. Υποστηρίζουν ότι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα τμήμα της τέφρας και των ηφαιστειακών αερίων με δυνητικά επικίνδυνες φυσικοχημικές ιδιότητες είναι πιθανό να εκτοξευθεί υψηλότερα στην ατμόσφαιρα και διασκορπιστεί σε μεγαλύτερη απόσταση. Εάν σημαντικά ποσά φθάσουν σε μεγάλες πόλεις, τότε μεγάλος αριθμός ατόμων μπορεί να διατρέξει κίνδυνο, ειδικά εκείνοι που ήδη υποφέρουν από επηρεασμένη αναπνευστική λειτουργία και οι υπερήλικες.

### **4.1.3. Καταστροφές από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας (καθιζήσεις, κατολισθήσεις, πτώσεις βράχων)**

Όλα τα στερεά υλικά στη Γη μπορούν να δεχτούν παραμορφωτικές δυνάμεις ποικίλης αιτιολογίας και να οδηγήσουν σε εδαφικές παραμορφώσεις και μετακινήσεις. Η κατολίσθηση είναι ένας γενικός όρος για τη μαζική μετακίνηση των γήινων υλικών και εμφανίζονται σε μια ποικιλία υλικών (χώμα, βράχια, οργανικά υλικά κτ), τα οποία κινούνται με ποικίλους ρυθμούς (από χιλιοστά ανά έτος έως και δεκάδες μέτρα ανά δευτερόλεπτο) και περιλαμβάνουν επίσης διάφορες μορφές κινήσεων (ανατροπή, πτώση, κτ) και διαφορετικό πάχος (επιφανειακές ή εν τω βάθει μετακινήσεις). Οι διαφορετικοί τύποι κατολισθήσεων συμπεριφέρονται διαφορετικά, έχουν διαφορετικούς σχετικούς κινδύνους και έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Geertsema et al, 2009).

#### **4.1.3.1. Επιπτώσεις καταστροφών από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας στο περιβάλλον**

Οι συνέπειες των κατολισθήσεων μπορεί να είναι καταστρεπτικές. Ενδέχεται να έχουν βραχυπρόθεσμες ή και μακροχρόνιες επιπτώσεις στο περιβάλλον αναλογικά με την ένταση και την έκτασή τους και σε σχέση με τον αιτιολογικό παράγοντα που τις ενεργοποίησε. Στις ακραίες περιπτώσεις οι τοπογραφικές αλλαγές που προκαλούνται από μεγάλες κατολισθήσεις μπορούν να διατηρηθούν για πολλές χιλιάδες χρόνια. Οι επιδράσεις τους είναι σε ορισμένες περιπτώσεις σχεδόν ριζικές. Μπορούν για παράδειγμα να αλλάξουν τη ροή ρεμάτων ή να επηρεάσουν τον υδροφόρο ορίζοντα μιας περιοχής, ακόμη και σε επίπεδο επιμόλυνσης των υδάτων και κατά συνέπεια και την ζωή σε αυτά (παράκτια χλωρίδα, παράκτια πανίδα και ιχθυότοπους). Οι κατολισθήσεις μπορούν να εξαλείψουν μεγάλες εκτάσεις δασών, να καταστρέψουν τα οικοσυστήματα της άγριας πανίδας και να απομακρύνουν ή να αλλοιώσουν τα παραγωγικά εδάφη από τις πλαγιές (Geertsema et al, 2009).

Στον ελλαδικό χώρο η εμφάνιση κατολισθήσεων είναι συχνή και εντοπίζει μια γεωγραφική κατανομή που δείχνει μεγαλύτερη ένταση και συχνότητα εμφάνιση στην κεντρική και δυτική Ελλάδα και κυρίως κατά μήκος της οροσειράς της Πίνδου (Sabatakakis et al, 2013). Δυστυχώς για τη χώρα μας το μεγαλύτερο ποσοστό κατολισθήσεων εμφανίζεται σε οικιστικές περιοχές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Βέβαια αυτό μπορεί να οφείλεται και σε περιορισμένα στοιχεία αναφορικά με τα υψηλότερα υψόμετρα λόγω αραιής κατοίκησης αλλά και στην σύσταση των πετρωμάτων σε αυτά που είναι πιο συμπαγής και κατά συνέπεια πιο ανθεκτική σε παραμορφώσεις. Η μεγαλύτερη συχνότητα των

κατολισθήσεων (61.4%) παρατηρείται σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο (Κούκης και Σαμπατακάκης, 2007).

Οι κατολισθήσεις στη χώρα μας και διεθνώς αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για (α) τις υποδομές μεταφορών, (β) τις κατοικημένες περιοχές και (γ) τις τοποθεσίες πολιτιστικής κληρονομιάς. Σε μια πρόσφατη δημοσίευση ο Χ. Σαρόγλου (2019) έκανε μια προσπάθεια αξιολόγησης του κινδύνου κατολίσθησης για τη χώρα μας αναλύοντας γεωγραφικά δεδομένα για το χρονικό διάστημα μεταξύ 1935 έως και το 2019. Μέσω λεπτομερούς ανάλυσης των καταγεγραμμένων δεδομένων ο συγγραφέας είχε τη δυνατότητα να προσδιορίσει τους παράγοντες που καθορίζουν την κατολισθήσεων και καθιζήσεων στη χώρα μας. Με μια πρώτη ανάλυση των καταγεγραμμένων στοιχείων από αυτήν την απογραφή, ήταν φανερό ότι ο αριθμός των κατολισθήσεων αυξήθηκε τα τελευταία χρόνια. Επίσης, ήταν προφανές ότι ο κύριος παράγοντας ενεργοποίησης ήταν η βροχόπτωση (33%), ενώ ο δεύτερος συνηθέστερος μηχανισμός ενεργοποίησης ήταν ο σεισμός (25%). Μελετήθηκε επίσης η σχέση με την απόσταση και το μέγεθος του σεισμικού επίκεντρου. Διαπιστώθηκε ότι οι σεισμοί μεγέθους μεταξύ Mw 5,7 και 6,7 πυροδοτούν κατολισθήσεις σε μια απόσταση 3 – 37 km από το επίκεντρό τους. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα ήταν περιορισμένες με αρκετές υλικές ζημιές και περιορισμένο αριθμό ανθρωπίνων θυμάτων.

Διεθνώς η καταστροφή των δασών από κατολισθήσεις είναι κοινή σε πολλά μέρη του κόσμου, αλλά ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές ως αποτέλεσμα του συνδυασμού έντονων βροχοπτώσεων και σεισμών. Το μέγεθος και ο τύπος κατολίσθησης παίζουν επίσης ρόλο στις επιπτώσεις στα υδάτινα ρεύματα. Προφανώς το μέγεθος της κατολίσθησης σε σχέση με το μέγεθος της ροής του νερού είναι σημαντικό. Οι κατολισθήσεις μπορούν να προκαλέσουν μικρές ή μεγαλύτερες διακοπές στη ροή ενός υπόγειου ρεύματος ή ενός ποταμού και να οδηγήσουν ακόμη και σε μετατροπή της διαμόρφωσης του καναλιού ή και πλήρη απόφραξη. Αυτές οι επιπτώσεις επηρεάζουν τους υδροβιότοπους της περιοχής και κύρια το οικοσύστημα των ψαριών, βραχυπρόθεσμα ή και μακροπρόθεσμα. Οι κατολισθήσεις μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τις πηγές πόσιμου νερού με την επιμόλυνση από ιζήματα και οργανικά υλικά. Έχει καταγραφεί από μελέτες έκθεση σε φυσικό αμίαντο, νικέλιο και χρώμιο. Η κακή ποιότητα του νερού θεωρείται ότι συνδέεται με την κατολισθητική δραστηριότητα σε λεκάνες απορροής πάνω από δεξαμενές πόσιμου νερού (Geertsema et al, 2009).

Οι κατολισθήσεις όμως μπορεί να εμφανίσουν και οφέλη μέσω της βιοποικιλότητας που μπορεί να προκαλέσουν σε ένα οικοσύστημα, μεταβάλλοντας τις εδαφικές συνθήκες και τα πρότυπα βλάστησης. Για παράδειγμα η ποικιλότητα των φυτών μπορεί να επηρεαστεί από τις κατολισθήσεις σε τέτοιο βαθμό που θα δώσει την ευκαιρία για νέα είδη να



αρχίσουν να αναπτύσσονται, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα την ανανέωση της ποικιλότητας των δασικών ειδών σε ορισμένες περιοχές. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να αποτελέσει μια βελτιωμένη πηγή τροφής για την άγρια φύση. Ορισμένοι τύποι ψαριών ενδέχεται να ενισχυθούν με την εισαγωγή μεγάλων πετρωμάτων, ξύλων και ιζημάτων που μεταφέρονται και εναποτίθενται από κατολισθήσεις στους πυθμένες ποταμών κι υδάτινων λεκανών ().

#### **4.1.3.2. Επιπτώσεις καταστροφών από μεγάλες μετακινήσεις φυσικής ξηρής μάζας στην ανθρώπινη υγεία**

Οι κατολισθήσεις προκαλούν υψηλή θνησιμότητα. Οι τεράστιες μετακινήσεις, βράχων, εδάφους και λασπών έχουν σκοτώσει πολλές χιλιάδες κατοίκους, καθώς εκτεταμένες κατοικημένες περιοχές μπορεί να πληγούν απροειδοποίητα. Τα άτομα που είναι παγιδευμένα σε κατεστραμμένα κτίρια πρέπει να διασώζονται τις πρώτες 24-48 ώρες μετά το συμβάν για να επιβιώσουν. Αυτό έχει εμφανείς συνέπειες για το είδος της αναγκαίας βοήθειας. Σήμερα η συχνότητα και η εμφάνιση κατολισθήσεων μπορεί να εκτιμηθεί και οι περιοχές κινδύνου προσδιορίζονται βάσει πληροφοριών σχετικά με τη γεωλογία, το κλίμα, τη βλάστηση και την υδρολογία. Τα δεδομένα αναφορικά με την θνητότητα από τις κατολισθήσεις φαίνεται να αντιμετωπίζουν θέματα αξιοπιστίας, πιθανόν λόγω μεθοδολογικών προβλημάτων. Χαρακτηριστικά, ο Retley (2012) δημιούργησε μια βάση δεδομένων θανάτων από κατολισθήσεις για την περίοδο 2004-2010. Σύμφωνα με τις καταγραφές που συγκέντρωσε 80.058 θανάτους κατά προσέγγιση σε παγκόσμιο επίπεδο για αυτό το χρονικό διάστημα οφείλονταν σε μεγάλες μετακινήσεις μαζών του εδάφους. Σχεδόν το 60% (N=47.736) από αυτούς τους θανάτους οφείλονταν σε κατολισθήσεις που προκλήθηκαν από σεισμούς. Συγκριτικά και σύμφωνα με τη βάση δεδομένων των Ηνωμένων Εθνών EM-DAT μόνο 2.923 άτομα καταγράφηκαν ότι σκοτώθηκαν εξαιτίας κατολισθήσεων ή άλλων μετακινήσεων υγρής ή στερεάς εδαφικής μάζας την ίδια περίοδο. Η θνησιμότητα που προκαλείται από τους φυσικές καταστροφές είναι γενικά δύσκολο να εκτιμηθεί με συστηματικό τρόπο, λόγω τόσο της έλλειψης χρονικών και γεωγραφικών πληροφοριών όσο και της αμφισβήτησης της αιτίας θανάτου (Borden and Cutter, 2008). Υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στα κριτήρια ένταξης των δεδομένων θνησιμότητας σε βάσεις φυσικών κινδύνων. Για παράδειγμα, το EM-DAT καταγράφει μόνο φυσικές καταστροφές που προκάλεσαν τουλάχιστον 10 θανάτους, ενώ άλλες βάσεις δεδομένων περιλαμβάνουν κάθε περιστατικό που προκάλεσε θανάτους ανεξάρτητα από τον αριθμό τους (Pereira et al, 2014).

Ο εγκλωβισμός ενός ανθρώπου σε μια κατολίσθηση μπορεί προκαλέσει εκτεταμένες βλάβες λόγω των φορτίσεων και των τραυμάτων. Την κατάσταση αυτή περιγράφει ο όρος σύνδρομο σύνθλιψης ή τραυματική σύνθλιψη. Η τραυματική αυτή σύνθλιψη μπορεί να οδηγήσει σε δερματική νέκρωση και

οστικές βλάβες, ενώ το σύνδρομο συμπληρώνει η εμφάνιση ραβδομύωσης, νεφρικής ανεπάρκειας και υπερκαλιαιμίας. Το σύνδρομο σύνθλιψης είναι επί της ουσίας το αποτέλεσμα βραδείας και μακράς συμπίεσης των σκελετικών μυών, που προκαλεί σοβαρή ισχαιμία και δυσχέρεια επαναιμάτωσης. Αυτοί οι τραυματισμοί μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στα νεφρά και άλλα όργανα, συνεπεία της ραβδομύωσης, με την εμφάνιση πολυοργανικών παθολογιών που οδηγούν σε θάνατο στις πιο σοβαρές περιπτώσεις.

Αναλογικά και με άλλες φυσικές καταστροφές οι κατολισθήσεις έχουν συσχετιστεί με εστίες μολυσματικών ασθενειών. Μια τεράστια αύξηση της επίπτωσης της ελονοσίας καταγράφηκε μετά το σεισμό και τις πλημμύρες στην Κόστα Ρίκα το 1991. Εν μέρει, η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης της ελονοσίας ήταν πιθανώς το αποτέλεσμα της αύξησης των κουνουπιών που προκλήθηκαν από την αποψίλωση των δασών και τις αλλαγές στις ροές των ποταμών. Αυτές ήταν, με τη σειρά τους, συνεπεία των κατολισθήσεων που προκλήθηκαν από τον σεισμό. Στους καταυλισμούς που φιλοξενούν πληθυσμούς μετά από κατολίσθηση, προηγούμενες μελέτες έχουν διαπιστώσει προβλήματα πρόσβασης σε καθαρό νερό και προβλήματα υγιεινής, που σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω πολιτισμικών παραγόντων επιδεινώνονται. Γαστρεντερίτιδες συνοδευόμενες από διάρροιες και αναπνευστικές λοιμώξεις εμφανίζουν επίσης αυξημένη συχνότητα. Εάν οι κατολισθήσεις περάσουν από κατοικημένες περιοχές, διαταράσσουν την διαχείριση αποβλήτων και επιμολύνουν περαιτέρω τις παροχές νερού. Τέλος, σημαντικές είναι οι ψυχοσυναισθηματικές διαταραχές και το μετατραυματικό στρες που εκδηλώνεται άμεσα αλλά και μακροπρόθεσμα μετά από τέτοιου είδους μαζικές καταστροφές (Kennedy et al, 2015).

## 4.2. Μετεωρολογικές καταστροφές

### 4.2.1. Καταιγίδες - Τυφώνες - Κυκλώνες

#### 4.2.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από καταιγίδες στο περιβάλλον

Οι μεγάλοι μεγέθους καταιγίδες, οι τυφώνες και οι κυκλώνες προκαλούν μια σειρά από επιπτώσεις στο περιβάλλον και το οικοσύστημα όπως πλημμύρες, πυρκαγιές, κατολισθήσεις, διαβρώσεις εδαφών κτλ. οι οποίες οδηγούν σε εκτεταμένη καταστροφή κατά περιπτώσεις που επηρεάζει τη λειτουργικότητα του οικοσυστήματος το οποίο πλήττουν. Επηρεάζεται για παράδειγμα η πανίδα και η χλωρίδα της περιοχής, ενώ εάν πρόκειται για γεωργικές ή οικιστικές περιοχές συνοδεύονται από σημαντικές καταστροφές στην καλλιέργεια και διακόπτουν προσωρινά ή για μεγαλύτερο χρόνο τις μεταφορές και τις επικοινωνίες.

Μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και πρόσφατη δημοσίευση των Fan et al (2019) αναφέρεται στην επίδραση των τυφώνων στη δημιουργία των «stormquakes» (από τις λέξεις storm=καταιγίδα και quake=σεισμός). Είναι ένα φαινόμενο το οποίο συνδυάζει την επίδραση των τυφώνων με την εμφάνιση σεισμικών δονήσεων. Εξαιτίας των τυφώνων ή των πολύ έντονων καταιγίδων δημιουργούνται τεράστια κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας. Αυτά εν συνεχεία δημιουργούν με τη σειρά τους μια νέα ακολουθία κυμάτων τα οποία καταλήγουν στο βυθό. Η δόνηση που προκαλούν στο βυθό επηρεάζει το έδαφος με αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρών σεισμικών δονήσεων της τάξης των 3-3.5 βαθμών της Κλίμακας Ρίχτερ. Σύμφωνα με τους Fan et al, το φαινόμενο ενδέχεται να επηρεάζει με τρόπους που ακόμη δεν έχουν αποσαφηνιστεί τις υποθαλάσσιες συνθήκες. Συνολικά για το χρονικό διάστημα 2006-2015 οι συγγραφείς αναφέρουν 14.077 stormquakes. Η συχνότητα εμφάνισης τους σχετίζεται με την κατεύθυνση της καταιγίδας, την ένταση της και την περιοχή στην οποία εμφανίζεται.

Οι τυφώνες είναι εξαιρετικά υψηλής ενέργειας διαταραχές που πλήττουν τις παράκτιες περιοχές και στις οποίες προκαλούν μεγάλες οικιστικές καταστροφές αλλά και σημαντικές περιβαλλοντικές καταστροφές. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις μελέτες αξιολόγησης των επιπτώσεων των τυφώνων σε υδροβιότοπους έχουν επικεντρωθεί στις αρνητικές επιπτώσεις χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θετική επίδραση της εναπόθεσης ιζημάτων που προκαλείται από τους τυφώνες και της σχετικής θρεπτικής γονιμοποίησης στην παραγωγικότητα και την ανθεκτικότητά τους. Οι Castañeda-Moya et al (2020) ποσοτικοποίησαν τον τρόπο με τον οποίο ο τυφώνας Irma επηρέασε τις δεξαμενές θρεπτικών συστατικών του εδάφους, την κατακόρυφη προσαύξηση και την πρόσληψη φυτικού φωσφόρου μετά τη διέλευσή του στις παραθαλάσσιες ακτές της Florida, τον Σεπτέμβριο του 2017. Οι συγγραφείς τονίζουν τον θετικό ρόλο των

τυφώνων ως φυσικού μηχανισμού γονιμοποίησης που επηρεάζει την παραγωγικότητα των δασών και των υδροβιοτόπων και συγκεκριμένα αναφέρουν ότι τα πλούσια σε φώσφορο, ορυκτά ιζήματα που εναποτίθενται από τους τυφώνες, δημιουργούν το κατάλληλο υπόστρωμα για την ταχεία ανάκαμψη των δασών, την τόνωση της ανάπτυξης της τύρφης και την ανθεκτικότητα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

#### **4.2.2.2. Επιπτώσεις καταστροφών από καταιγίδες στην ανθρώπινη υγεία**

Ο αριθμός των μετεωρολογικών καταστροφών αυξήθηκε τα τελευταία 20 χρόνια. Σχεδόν το ήμισυ των καταστροφών ήταν πλημμύρες, οι οποίες σκότωσαν 157.000 άτομα. Οι καταιγίδες ήταν το ένα τέταρτο των καταστροφών αλλά ευθύνονται για μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων, προκαλώντας 220.000 θανάτους και επηρεάζοντας 660.000 ανθρώπους. Για παράδειγμα, ο τυφώνας Great Galveston (κατηγορία iv) που έπληξε τις ακτές του Τέξας τον Σεπτέμβριο του 1900, είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 12.000 κατοίκων της περιοχής. Δεδομένου ότι η κλιματική αλλαγή αναμένεται ότι θα επιβαρύνει περαιτέρω τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των καιρικών φαινομένων τα επόμενα χρόνια, οι επιπτώσεις των πλημμυρών και των καταιγίδων ενδέχεται να επιδεινωθούν (Saulnier et al, 2017).

Πολλές περιοχές στον πλανήτη μας έρχονται αντιμέτωπες με ισχυρές τροπικές καταιγίδες και τυφώνες. Ιστορικά, οι τυφώνες είναι και οι καταιγίδες ήταν από τα πιο θανατηφόρα μετεωρολογικά φαινόμενα. Όμως η εξέλιξη της μετεωρολογίας και των τεχνικών μέσων έχει βελτιώσει τις προβλέψεις για τις καταιγίδες, οι οποίες έχουν γίνει πιο ακριβείς και πιο ευρείες, παρέχοντας έτσι προειδοποιήσεις για την ετοιμότητα. Ωστόσο, ακόμη και σήμερα, οι τροπικές καταιγίδες και οι τυφώνες ανάλογα με το μέγεθος τους προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις καταιγίδες, οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν τον πνιγμό, τον τραυματισμό, την δηλητηρίαση από το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τις διατροφικές και υδατογενείς λοιμώξεις (FDH, 2015).

Σε μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση (2016) με 113 μελέτες, οι δηλητηριάσεις και οι τραυματισμοί, ειδικά τα τραύματα, αναφέρθηκαν ως κύρια πηγή νοσηρότητας μετά από καταιγίδες. Οι τραυματισμοί αυξάνονταν συστηματικά την περίοδο που ακολούθησε αμέσως μετά από ισχυρές καταιγίδες. Παράλληλα, αυξάνεται εκθετικά η συχνότητα των επιμολύνσεων των τραυμάτων τα ίδια διαστήματα. Η αύξηση των ορθοπεδικών τραυμάτων και των διαστρεμμάτων επίσης εμφανίζει αυξητικές τάσεις. Μελέτες ε παιδιατρικούς πληθυσμού υποδεικνύουν αυξημένο σχετικό κίνδυνο για εγκαύματα και κακώσεις κατά την περίοδο τυφώνων και ισχυρών καταιγίδων. Ενώ και τα

δήγματα ζώων και εντόμων σε πέντε μελέτες εμφάνισαν σημαντικές αυξήσεις κατά τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες μετά τις καταιγίδες (Saulnier et al, 2017).

Οι πλημμύρες και οι ισχυρές καταιγίδες συσχετίζονται με δυσμενή αποτελέσματα κατά της περιόδου της εγκυμοσύνης οι οποίες εκδηλώνονται με χαμηλό σωματικό βάρος, διαταραχές της ψυχικής υγείας, αυξημένο μετατραυματικό στρες και θνητότητα. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται να επηρεάζουν τις πιο άμεσα εκτεθειμένες γυναίκες και σχετίζονται με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία για τη μητέρα και το παιδί. Οι εγκυμονούσες που εμφανίζουν αυξημένα επίπεδα άγχους θα πρέπει να αξιολογούνται για εμφάνιση μετατραυματικού στρες και κατάθλιψη και θα πρέπει να παρακολουθούνται για αυξημένο κίνδυνο ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων, όπως πρόωρες γεννήσεις και χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση. Η εκπαίδευση των γυναικών σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης του στρες μετά από καταστροφή θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των επιπτώσεων.

Προκαταρκτικά αποτελέσματα πρόσφατης μελέτης (Schwartz et al, 2018) δείχνουν ότι η αυξημένη έκθεση του Hurricane Harvey μπορεί να είχε σημαντική επίδραση στην ψυχική υγεία των κατοίκων του Χιούστον. Ο αναφερόμενος αριθμός προσωπικών ή ακίνητων εκθέσεων συσχετίστηκε θετικά με τα συμπτώματα ψυχικής υγείας, ιδιαίτερα τα συμπτώματα της PTSD, τρεις εβδομάδες μετά τον τυφώνα. Η μετεγκατάσταση σε καταυλισμούς ή η φιλοξενία σε άλλη περιοχή σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο συμπτωμάτων PTSD και κατάθλιψης. Τα δεδομένα δείχνουν επίσης μια συσχέτιση μεταξύ της εκφάνσεως χημικής / τοξινικής έκθεσης στον τυφώνα και των συμπτωμάτων PTSD και άγχους. Συνεπώς φαίνεται ότι οι εκθέσεις που σχετίζονται ειδικά με τις χημικές ουσίες έχουν αρνητικές βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ψυχική υγεία (Schwartz et al, 2018).

#### 4.2.2. Ακραίες θερμοκρασίες

Οι ακραίες καιρικές συνθήκες (θερμότητα, ψύχος) συνοδεύονται από σημαντική νοσηρότητα και θνησιμότητα. Οι μελέτες για τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα που σχετίζονται με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος έχουν επιδιώξει τόσο την ποσοτικοποίηση του μεγέθους του προβλήματος όσο και τον εντοπισμό ευπαθών υποπληθυσμών, ώστε να μπορούν να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται κατάλληλες παρεμβάσεις δημόσιας υγείας. Η συχνότητα και η ένταση όλων των ειδών ακραίων καιρικών φαινομένων (κύματα καύσωνα, κύματα ψύχους) αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον ως αποτέλεσμα μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών, κυρίως εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής.

Η έκθεση σε υπερβολική φυσική θερμότητα είναι πρόβλημα δημόσιας υγείας, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε ασθένειες που σχετίζονται με την έκθεση αυτή (π.χ. θερμικές κρίσεις, θερμοπληξία, θερμική εξάντληση) ακόμη και θάνατο. Ενώ παράλληλα η έκθεση σε υπερβολική φυσική θερμότητα επιδεινώνει τις προϋπάρχουσες χρόνιες παθήσεις (π.χ. καρδιαγγειακές, εγκεφαλικές και αναπνευστικές παθήσεις).

##### 4.2.2.1. Επιπτώσεις καταστροφών από ακραίες θερμοκρασίες στο περιβάλλον

Οι ακραίες θερμοκρασίες εμφανίζουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε δύο βασικού άξονες. Από τη μία επηρεάζουν το μικροκλίμα των περιοχών και μεταβάλλουν τις τροπικές και υποτροπικές ζώνες και από την άλλη επιδρούν άμεσα στην πανίδα και τη χλωρίδα του περιβάλλοντος λόγω της εμφάνισης ακραίων φαινομένων. Πιο συγκεκριμένα, οι θερμοκρασίες αυξάνονται, η συχνότητα των βροχοπτώσεων μεταβάλλεται, οι παγετώνες λιώνουν, η στάθμη των θαλασσών ανεβαίνει και τα ακραία καιρικά φαινόμενα κάνουν την εμφάνισή τους όλο και πιο συχνά, προκαλώντας κινδύνους όπως πλημμύρες και ξηρασίες. Οι επιπτώσεις τους όπως αναλύθηκε και στα σχετικά υποκεφάλαια είναι αρκετά δυσμενείς. Παρότι το κλίμα στον πλανήτη μας ποτέ δεν έπαψε να μεταβάλλεται υπό την επίδραση διαφόρων μεταβλητών, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου του θερμοκηπίου φαίνεται να επιταχύνουν κάποιες αλλαγές, με αποτελέσματα που τα βιώνουμε σε εκθετικό βαθμό πια (WWF, 2020).

Η συχνότητα, η διάρκεια και η ένταση των ψυχρών κυμάτων αναμένεται να μειωθούν στο εγγύς μέλλον υπό το μεταβαλλόμενο κλίμα. Οι Wang et al (2016) δημιούργησαν ένα προβλεπτικό μοντέλο για να εκτιμήσουν τον κίνδυνο θνητότητας από ακραίες θερμοκρασίες. Σύμφωνα με το μοντέλο που δημιουργήσανε θα υπάρξει μείωση της εμφάνισης ψυχρών κυμάτων αλλά ταυτόχρονα αύξηση των θερμών κυμάτων. Συνεπώς, η πρόβλεψη για μείωση

των ψυχρών κυμάτων είναι μικρή και μπορεί να μην είναι σε θέση να αντισταθμίσει τη δυνητική αύξηση των θανάτων που σχετίζονται με τη θερμότητα, ειδικά αν η προσαρμογή στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη δεν είναι επαρκής (Wang et al, 2016). Τέλος, και σε άλλες αντίστοιχες μελέτες, τα προβλεπτικά κλιματικά μοντέλα προβλέπουν αύξηση κατά 50% της συχνότητας και της έντασης των θερμών ημερών στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική κατά το δεύτερο μισό του 21ου αιώνα (Ganguly et al, 2009; Duffy and Tebaldi, 2012).

#### **4.2.2.2. Επιπτώσεις καταστροφών από ακραίες θερμοκρασίες στην ανθρώπινη υγεία**

Το φαινόμενο εμφάνισης ακραίων θερμοκρασιών, είναι όλο και πιο συχνά και εντονότερα λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι οποίες συνδέονται σημαντικά με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των πληθυσμών παγκοσμίως (Guo et al, 2014).

Οι καύσωνες προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία και εξαρτώνται από το επίπεδο έκθεσης (χρόνο, συχνότητα, ένταση και διάρκεια του θερμικού κύματος), το μέγεθος και το δημογραφικό προφίλ του εκτεθειμένου πληθυσμού, την ευαισθησία του πληθυσμού (χρόνιες ασθένειες, θεραπεία, κ.λπ.) και τα μέτρα πρόληψης που εφαρμόζονται. Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η σχέση μεταξύ καθημερινών καιρικών συνθηκών και υγείας ποικίλλει μεταξύ των πληθυσμών και μεταξύ των μελετών. Οι συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών συνδέονται με θνητότητα εξαιτίας θερμοπληξίας, εγκεφαλικών επεισοδίων και καρδιαγγειακών παθήσεων. Η θερμική εξάντληση είναι η συχνότερη κλινική εκδήλωση της οξείας έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες και εκδηλώνεται με συνήθη συμπτώματα την εμφάνιση εφίδρωσης, ζάλης, κόπωσης, κεφαλαλγίας, ναυτίας, έμετου με συνοδό ταχυκαρδία.

Τα θερμικά κύματα αναμένεται να αυξηθούν σε διάρκεια και σοβαρότητα με την κλιματική αλλαγή, αποτέλεσμα που έχει καταστεί εμφανές τις τελευταίες δεκαετίες. Για παράδειγμα, το 2003 είχαμε περίπου 45.000 θανάτους σε ευρωπαϊκό επίπεδο λόγω παρατεταμένης περιόδου καύσωνα. Ακριβώς όπως συμβαίνει και με τη θνητότητα που σχετίζεται με την έκθεση στο ψύχος, η επίδραση σχετίζεται με την ηλικία (παιδιά και ηλικιωμένοι), την κοινωνική απομόνωση και τις κακές συνθήκες στέγασης. Οι περισσότερες μελέτες των επιπτώσεων των θερμικών κυμάτων έχουν μέχρι στιγμής διεξαχθεί στις ανεπτυγμένες χώρες. Στην Ευρώπη, οι θάνατοι από ασθένειες που σχετίζονται με την ακραία έκθεση στη θερμότητα ή το ψύχος, με τους ηλικιωμένους να διατρέχουν μεγαλύτερο. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, περίπου 130.000 ηλικιωμένοι έχασαν τη ζωή τους υπό συνθήκες έντονου ψύχους από το 2004 έως το 2008. Οι καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον βαθμό

έκθεσης σχετίζονται με την ηλικία της κατοικίας, το κόστος θέρμανσης, το εισόδημα των νοικοκυριών, το μέγεθος των νοικοκυριών και το επίπεδο ικανοποίησης από το υπάρχον σύστημα θέρμανσης. Τα επιδημιολογικά δεδομένα έδειξαν ότι οι ηλικιωμένοι αποτελούν τη σημαντικότερη ομάδα υψηλού κινδύνου, επειδή η γήρανση εξασθενίζει την ικανότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος (ΕΜΕΚΑ, 2011).

Αντίστοιχα, κάθε χρόνο στις ΗΠΑ περισσότεροι από 550 θάνατοι οφείλονται σε έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες και περισσότεροι από 675 θάνατοι που σχετίζονται με την έκθεση στο ψύχος. Παράλληλα μεγάλος αριθμός πολιτών υποφέρουν από ασθένεια ή μόνιμη αναπηρία από έκθεση σε υπερβολική ζέστη ή κρύο. Χαρακτηριστικά, το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC) σε μια ανάλυση του αναφέρει ότι αναφορικά με τους θανάτους που σχετίζονται με τη θερμοκρασία των ΗΠΑ μεταξύ 2006 και 2010 βρέθηκε ότι το 63% οφείλεται στην έκθεση στο κρύο, ενώ μόνο το 31% οφείλεται στην έκθεση στη θερμότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτοί οι θάνατοι και ασθένειες μπορούν να προληφθούν (Berko et al, 2014).

Η υψηλή θερμοκρασία έχει οδηγήσει σε σημαντικά αυξημένο κίνδυνο τόσο νοσηρότητας όσο και θνησιμότητας, σχετιζόμενη με ένα ευρύ φάσμα μεταδοτικών και μη μεταδοτικών ασθενειών. Τα τοπικά μικροκλίματα, το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο, η πολυπλοκότητα του φυσικού και οικοδομικού περιβάλλοντος και οι στρατηγικές προσαρμογής αποτελούν βασικούς προσδιοριστές της επίπτωσης. Για παράδειγμα, ο κίνδυνος νοσηλείας αυξάνεται κατά 1,1-1,3% για κάθε 1 ° C αύξηση των θερμοκρασιών του περιβάλλοντος την ίδια ημέρα. Ανάμεσα στις αιτίες εισαγωγής, οι μολυσματικές, αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις συνδέονταν επιδημιολογικά με τις υψηλές θερμοκρασίες (Lal et al., 2015).

Οι υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη μετάδοση μολυσματικών ασθενειών που μεταδίδονται με τα τρόφιμα, το νερό ή ενδιάμεσους ξενιστές, όπως γαστρεντερικές λοιμώξεις, διάρροιες και ο δάγκειος πυρετός. Οι θερμοκρασίες επηρεάζουν άμεσα την αναπαραγωγή και την επιβίωση των βακτηρίων που προκαλούν γαστρεντερικές λοιμώξεις. Για παράδειγμα, ο ροταϊός και τα βακτήρια που προκαλούν διάρροια πολλαπλασιάζονται ταχύτερα σε ζεστά θαλάσσια νερά. Ομοίως, οι υψηλές θερμοκρασίες οδηγούν σε ταχεία ανάπτυξη βακτηριδίων, τα οποία προκαλούν δηλητηρίαση στα τρόφιμα. Ενώ, η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τον κύκλο ζωής των κουνουπιών (Ebi and Nealon, 2016).

Οι ασθενείς με συνυπάρχουσα συννοσηρότητα, όπως οι νευρολογικές και ψυχιατρικές διαγνώσεις (π.χ. άνοια) οι οποίοι είναι υπό αγωγή με αντιψυχωσικά, αντικαταθλιπτικά και υπνωτικά, έχει αποδειχθεί ότι αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο νοσηλείας και θνησιμότητας (Page et al, 2012). Η συννοσηρότητα με καρδιαγγειακές αναπνευστικές, νεφρικές και διαβητικές παθήσεις καθιστά τους ασθενείς πιο ευάλωτους στις επιδράσεις των υψηλών θερμοκρασιών (Phung et al, 2018). Αναλυτικότερα, η συμβολή των κλιματολογικών συνθηκών στις κλινικές εκδηλώσεις καρδιοπνευμονικών



διαταραχών έχει αναγνωρισθεί από αρκετές μελέτες που δείχνουν μια εποχική διακύμανση των οξέων στεφανιαίων συνδρόμων, του εμφράγματος του μυοκαρδίου και των σχετικών ποσοστών νοσηρότητας και θνησιμότητας (Analitis et al, 2018). Για παράδειγμα, μια πρόσφατη μελέτη βρήκε μια συσχέτιση μεταξύ της περιβαλλοντικής θερμοκρασίας, της υγρασίας και των νοσοκομειακών εισαγωγών για στηθάγχη (Abrignani et al, 2009). Ενώ άλλες, συσχετίζουν τις οξείες αυξήσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας με περισσότερες επισκέψεις σε τμήματα έκτακτης ανάγκης και νοσηλεία για άσθμα, τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες (Lin et al, 2009; Mireku et al, 2009).

Η ένταση και ο χρόνος έκθεσης στις ακραίες θερμοκρασίες έχει σαφή επίδραση. Σε μελέτη στη Μ. Βρετανία διαπιστώθηκε ότι η αύξηση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος πάνω από το όριο των 20 °C συσχετίστηκε με υψηλότερο κίνδυνο εμφράγματος του μυοκαρδίου και εμφανίζεται η επίδραση από 1 έως 6 ώρες μετά την έκθεση. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι η ακραία θερμότητα μπορεί να προκαλέσει επιδείνωση της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας (Anderson et al, 2013).

### 4.3. Κλιματολογικές καταστροφές

#### 4.3.1. Καταστροφές από πυρκαγιά

Η εμφάνιση δασικής πυρκαγιάς αποτελεί φαινόμενο εκτεταμένης κλίμακας που είναι δύσκολο να ελεγχθεί και απειλεί τα φυσικά χερσαία οικοσυστήματα και τους ανθρώπινους οικισμούς σε παγκόσμιο επίπεδο (Mitsopoulos and Mallinis, 2017). Η απειλή είναι ακόμα πιο έντονη για περιοχές με έντονη βλάστηση, ορεινούς όγκους, δυνατούς ανέμους και υψηλές θερμοκρασίες. Χαρακτηριστικά σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το 85% της συνολικής καμένης έκτασης το συναντάμε στις μεσογειακές χώρες (San-Miguel-Ayanz et al, 2013).

Οι δασικές πυρκαγιές δύνανται να προκαλέσουν:

- Τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινων ζωών.
- Καταστροφή πανίδας και χλωρίδας
- Αλλαγή του μικροκλίματος.
- Καταστροφές στον πρωτογενή τομέα (δασικά προϊόντα, γεωργία, κτηνοτροφία).
- Καταστροφές σε διάφορες υποδομές και εγκαταστάσεις της χώρας (δίκτυα ηλεκτρισμού, ύδρευσης, τηλεπικοινωνιών κα).
- Αύξηση της επιφανειακής απορροής.
- Εδαφικές διαβρώσεις που ευνοούν πλημμυρικά φαινόμενα.
- Συνέπειες στη δασική αναψυχή και τον τουρισμό.
- Διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας των φυσικών οικοσυστημάτων.

Σημαντικό είναι να διακρίνουμε τις συνήθεις δασικές πυρκαγιές, που καταστρέφουν δασικές περιοχές περιορισμένης έκτασης και ο έλεγχός τους είναι σχετικά εύκολος με τις μέγα-πυρκαγιές που είναι πυρκαγιές οι οποίες υπό ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες οδηγούν σε σύνθετα πύρινα μέτωπα τα οποία είναι δύσκολο να κατασβηστούν. Συνήθως εμφανίζονται όχι μεμονωμένες εστίες, αλλά σειρά μεγάλων πυρκαγιών που στον ίδιο χρόνο επεκτείνονται σε μια εκτεταμένη περιοχή. Χαρακτηριστικά στις ΗΠΑ μόνο το 0,1% των δασικών πυρκαγιών μετατρέπεται σε μέγα- πυρκαγιές, εντούτοις αυτό το μικρό ποσοστό αναλογικά ευθύνεται για το 95% της συνολικά καμένης δασικής γης. Οι ακραίες καιρικές συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασία, δυνατοί άνεμοι) ευνοούν την μεγάλη ένταση πυρκαγιά και υπερβαίνουν όλες τις προσπάθειες συμβατικού ελέγχου της έως ότου οι καιρικές συνθήκες μεταβληθούν ή εξαντληθεί η καύσιμη ύλη (Dimitrakopoulos, 2011; San Miguel et al, 2013). Οι χώρες της Μεσογείου, οι ΗΠΑ και η Αυστραλία έχουν υποστεί τις συνέπειες τέτοιου είδους πυρκαγιών. Στην Ελλάδα σύμφωνα με τα στοιχεία του Πυροσβεστικού σώματος για την περίοδο 2000-2017, το 15% των δασικών πυρκαγιών οφείλεται σε φυσικά αίτια με το 26% να οφείλεται σε εμπρησμούς. Οι μέγα-πυρκαγιές προκαλούν τεράστιες ανθρώπινες, οικονομικές και

περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Παραδείγματα μέγα-πυρκαγιών συναντάμε στην Πορτογαλία το 2003 και το 2005, στην Ισπανία το 2006 και στην Ελλάδα το 2007.

#### **4.3.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πυρκαγιά στο περιβάλλον**

Η πυρκαγιά είναι μια φυσική καταστροφή η οποία έχει τεράστιες επιπτώσεις όχι μόνο στο φυσικό περιβάλλον και το οικοσύστημα μας αλλά επηρεάζει σημαντικά και το ανθρωπογενές περιβάλλον εξαιτίας της τεράστιας οικονομικής του επίπτωσης. Παρά τη λήψη μέτρων και την εξέλιξη των συστημάτων ταχείας πυρανίχνευσης για τον εντοπισμό των δασικών πυρκαγιών αλλά και τη βελτίωση των μέσων και μεθόδων πυρόσβεσης, παρατηρείται μια σταθερή ή αυξητική συχνότητα στην εμφάνισή τους παγκόσμια, χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε αναπτυγμένα ή μη κράτη. Το σύνολο των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών οφείλονται στις ζωογόνες ιδιότητες των δασών και των λειτουργιών που σχετίζονται με το ανθρωπογενές περιβάλλον. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις τους σχετίζονται με:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση
- Ζημιές σε έδαφος, λεκάνες απορροής και αποθέματα νερού
- Αλλαγή της βιοποικιλότητας και της άγριας ζωής
- Εκπομπές άνθρακα

Η πυρκαγιά προκαλεί επιπτώσεις τόσο στο βιολογικό (φυτικό και ζωικό) όσο και στο αβιοτικό φυσικό οικοσύστημα. Προκαλεί μεταβολές στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (θερμοκρασία, υγρασία, περιεχόμενο σε οργανική ουσία και θρεπτικά άλατα, αερισμός, pH) και επηρεάζει το βαθμό διάβρωσης του. Σε βιολογικό επίπεδο επιδρά πολυεπίπεδα μεταβάλλοντας τη φυσιογνωμία της βλάστησης, την ποικιλία της χλωρίδας και της πανίδας, τον πληθυσμό των ζώων κ.α. Το εύρος των επιπτώσεων διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος, την ένταση και την έκταση της φωτιάς. Για παράδειγμα, η υπέργεια βλάστηση στις περισσότερες περιπτώσεις καταστρέφεται σχεδόν ολοσχερώς, ενώ επηρεάζεται και η πανίδα, ανάλογα με τις αμυντικές ικανότητες κάθε είδους, ώστε είτε να μεταναστεύσει και να σωθεί ή να καεί. Οι αρνητικές επιπτώσεις των πυρκαγιών σε σχέση με το περιβάλλον συνοψίζονται σε:

- Απώλειες στην πανίδα και χλωρίδα.
- Υποβάθμιση παραγωγικότητας δασικών εκτάσεων.
- Απώλειες γόνιμου και παραγωγικού εδάφους.
- Μείωση στην παραγωγή νερού.
- Απώλειες ανθρώπινων ζώων.
- Απώλειες κτηνοτροφίας.
- Εξαφάνιση ειδών και απώλεια πολύτιμου γενετικού υλικού.

- Υποβάθμιση φυσικού περιβάλλοντος (αύξηση θερμοκρασίας και CO<sub>2</sub> και μείωση O<sub>2</sub>).

Με το κάψιμο του φυλλοτάπητα όπως και μέρους του «χούμου» (το προϊόν της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων), η μεγαλύτερη απώλεια είναι το χάσιμο των αμμωνίων (NH<sub>4</sub>) και νιτρικών (NO<sub>3</sub>), από τα οποία εξαρτάται η καλή αύξηση των δέντρων. Οι επανειλημμένες πυρκαγιές μπορεί να οδηγήσουν στην εξαφάνιση ακόμη και αναγεννημένων ή αναδασωμένων δασικών περιοχών με σχηματισμό έρημων ασφοδέλων ή θυμαρώνων. Στο σχηματισμό αυτών συμβάλλει και η βόσκηση των περιοχών από ζώα κτηνοτρόφων της περιοχής που αλλάζουν ριζικά την ικανότητα αναγέννησης των δασών. Ένας τρόπος αναγέννησης των δασών είναι μέσω της ικανότητας ορισμένων δέντρων όπως είναι οι λαδανιές και τα πεύκα να διαθέτουν σπόρους οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στη φωτιά. Τα ζώα μιας δασικής περιοχής που θα πληγεί από μια πυρκαγιά έχουν διαφορετικούς τρόπους αντίδρασης και διαφυγής. Τα πουλιά απομακρύνονται πιο εύκολα όπως και τα μεγαλόσωμα θηλαστικά, τα οποία όμως διατρέχουν τον κίνδυνο εγκλωβισμού από τη φωτιά. Το ίδιο συμβαίνει με τα πιο αργοκίνητα ερπετά και άλλα ζώα ή ακόμη εκείνα που θα παγιδευτούν στη φωτιά, οπότε κινδυνεύουν ακόμη και από ασφυξία. Μετά τη φωτιά κάποια είδη θα επιβιώσουν και κάποια άλλα όχι συνεπώς αυτό που αλλάζει σίγουρα μετά τη φωτιά είναι η σύνθεση των ειδών (Απλάδα και συν, 2007).

Οι δασικές πυρκαγιές επιδρούν επίσης και στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους καταστρέφοντας την οργανική του βάση. Η πιο σοβαρή επίπτωση εστιάζεται στις φυσικές ιδιότητες αυτών, που τελικά καταλήγει στην έντονη διάβρωση του εδάφους. Κατά συνέπεια, η καταστροφή της δασικής βλάστησης, η καύση της οργανικής ουσίας του εδάφους, σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν σε μία πυρκαγιά, μεταβάλλουν την εδαφική δομή και την ικανότητα απορρόφησης του νερού. Η απώλεια της εδαφικής κάλυψης και η μικρή απορρόφηση νερού μπορεί να οδηγήσει σε πλημμύρες. Η παραγωγή καπνού από τις πυρκαγιές εκτός από την τοξικότητά τους επιβαρύνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η καταστροφή της βλάστησης επηρεάζει το μικροκλίμα των πυρόπληκτων περιοχών. Οι δασικές πυρκαγιές ελεγχόμενης κλίμακας μπορεί να έχουν και θετικές επιδράσεις στο περιβάλλον, όπως την ενίσχυση της φυσικής αναγέννησης και την υποβλάστηση λόγω της καύσης της άχρηστης ξερής βιομάζας και την ενίσχυση της χαμηλής βλάστησης.

#### **4.3.1.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πυρκαγιά στην ανθρώπινη υγεία**

Η θερμότητα και η ξηρασία συμβάλλουν σημαντικά στην εμφάνιση πυρκαγιών, η συχνότητα των οποίων έχει αυξηθεί δραματικά στις ΗΠΑ, τη Ρωσία και τις περιοχές της Μεσογείου. Οι εκπομπές καπνού μπορούν να μεταφερθούν

εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τις περιοχές εκδήλωσης της πυρκαγιάς, εκθέτοντας πολλούς ανθρώπους σε ένα επιβλαβές μείγμα σωματιδίων, όζοντος και άλλων βλαβερών ουσιών. Σύμφωνα με πρόσφατη εκτίμηση, περίπου 339.000 θάνατοι αποδίδονται ετησίως σε παγκόσμια κλίμακα από επιπτώσεις σε έκθεση στον καπνό από πυρκαγιές (Johnston et al, 2012).

Ο φυσικός κύκλος της δασικής πυρκαγιάς διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη διατήρηση της οικολογικής υγείας του οικοσυστήματος. Ωστόσο, η εκπομπή και η ατμοσφαιρική μεταφορά προϊόντων καύσης από την πυρκαγιά, η παραγωγή δηλαδή καπνού επιβαρύνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αφενός αλλά ενδέχεται να περιέχει και τοξικές ουσίες ανάλογα με το είδος της ύλης που καίγεται. Παράλληλα, οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες και η ξηρασία αυξάνουν περαιτέρω τον κίνδυνο πυρκαγιάς των άγριων δασών και των συνεπαγόμενων κινδύνων. Καθώς αυξάνεται η ένταση και το μέγεθος των πυρκαγιών των δασών, το αντίστοιχο κόστος και οι ευάλωτοι πληθυσμοί που βρίσκονται σε κίνδυνο επηρεάζονται δυσμενώς από τον καπνό της φωτιάς (Johnston et al, 2012).

Οι επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση στο δασικό καπνό σχετίζονται άμεσα με παράγοντες, όπως είναι η τοξικότητα των συστατικών του, τα χαρακτηριστικά της έκθεσης (π.χ. συχνότητα, διάρκεια), καθώς επίσης και ο βαθμός ευπάθειας του εκτιθέμενου πληθυσμού: (άτομα με αναπνευστικά προβλήματα ή άσθμα, με καρδιοαγγειακές ασθένειες, ηλικιωμένοι, παιδιά, βρέφη, έγκυες γυναίκες, καπνιστές). Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να επιδράσουν στον άνθρωπο ως εξής (Reid et al., 2016):

- Άμεσα σε περιπτώσεις επαφής με τη φωτιά, οπότε υπάρχει και σοβαρός κίνδυνος ανάφλεξης των ρούχων αλλά και εγκαυμάτων. Αλλά και με τη μορφή ισχυρής θερμικής ακτινοβολίας, όπου η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί αφυδάτωση (εξάτμιση του νερού που είναι κύριο στοιχείο του ανθρώπινου σώματος) και εγκαύματα που μπορεί να οδηγήσουν στο θάνατο.
- Επαφή με θερμές αέριες μάζες (υπερθερμία, αφυδάτωση, σοκ, εγκαύματα, αναπνευστικά προβλήματα, καρδιακά προβλήματα, κ.α.). Κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς καταναλώνεται οξυγόνο, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αίσθηση πνιγμού, συμπτώματα ασφυξίας και τελικά θάνατο.
- Τα καυσαέρια (αιωρούμενα σωματίδια άνθρακα και πίσσας), ορατά κατάλοιπα της καύσης, χαρακτηρίζονται με τον όρο καπνός. Οι δυσμενείς επιπτώσεις από τα καυσαέρια μπορεί να επιδράσουν στον ανθρώπινο οργανισμό με ποικιλία συμπτωμάτων (δυσχέρεια αναπνοής, δύσπνοια, βήχας κ)

Επίσης οι άνθρωποι που επιβιώνουν από δασικές καταστροφές εμφανίζουν ψυχοσωματικά συμπτώματα, υψηλά ποσοστά άγχους και μετατραυματικού

στρες. Μακροπρόθεσμα οι συνήθεις ψυχοπαθολογικές εκδηλώσεις περιλαμβάνουν το γενικευμένο άγχος, τα ποικίλα φοβικά συμπτώματα, τα ψυχοσωματικά συμπτώματα, την κατάθλιψη, την κατάχρηση αλκοόλ και άλλων ουσιών.

Συνοψίζοντας οι αρνητικές συνέπειες των πυρκαγιών περιλαμβάνουν τι θάνατο, τον εγκαυματικό τραυματισμό, την αναπνευστική δυσχέρεια και μια σειρά άλλων σωματικών ή ψυχικών επιπτώσεων. Λίγες τοξικολογικές και επιδημιολογικές μελέτες εξέτασαν συγκεκριμένα τις επιπτώσεις των σωματιδίων από δασικές πυρκαγιές. Επομένως, υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία που να υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι επιπτώσεις που σχετίζονται με αυτά τα σωματίδια διαφέρουν από εκείνες που σχετίζονται με σωματίδια στις αστικές περιοχές που εκπέμπονται από πολλαπλές πηγές. Ορισμένες τοξικολογικές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων αυτών που διεξήχθησαν με πυροσβέστες, διερεύνησαν τις επιπτώσεις της έκθεσης στον καπνό του ξύλου μέσω της εισπνοής. Τα αποτελέσματα περιγράφουν επιπτώσεις όπως η μεταβολή του μηχανισμού άμυνας στους πνεύμονες (Naeher et al., 2007). Αυτές οι επιπτώσεις έχουν σοβαρές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης αντίστασης σε λοίμωξη λόγω αντιδράσεων οξειδωτικού στρες στους πνεύμονες (Park et al., 2004) και αυξημένης φλεγμονώδους απόκρισης (Swiston et al., 2008), καθώς και μέτριες μεταβολές στη λειτουργία των πνευμόνων (Tesfaigzi et al., 2005, Adetona et al., 2011, Jacquin et al., 2011). Η μεταλλαξιγόνο φύση του καπνού από ξύλο μπορεί επίσης να αυξήσει τον κίνδυνο καρκίνου. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC 2010), υπάρχουν "περιορισμένες" ενδείξεις ότι οι εκπομπές καύσης ξύλου προκαλούν καρκίνο και επαρκή στοιχεία

Από την άλλη πλευρά, δεν είναι γνωστή η αξιολόγηση του πλήρους αντίκτυπου στη δημόσια υγεία και της κοινωνικής επιβάρυνσης των πυρκαγιών, επειδή δεν υπάρχουν άμεσα διαθέσιμα δεδομένα που να αντιστοιχούν σε συμπτώματα που συμβάλλουν στην εξασθένιση της λειτουργίας, της δυσφορίας, της απώλειας εργασίας και της παραγωγικότητας (Cascio, 2018).

### **4.3.2. Καταστροφές από ξηρασία**

#### **4.3.2.1. Επιπτώσεις ξηρασίας στο περιβάλλον**

Η ξηρασία ή ανομβρία είναι περίοδος μειωμένης ή πλήρους διακοπής της βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα την παρατεταμένη έλλειψη νερού η οποία εξαντλεί τόσο τους ατμοσφαιρικούς όσο και τους εδαφικούς ή υπεδάφειους υδροφόρους πόρους. Η παρατεταμένη ξηρασία έχει σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και την ανθρώπινη δραστηριότητα. Συχνά τις περιόδους ξηρασίας ακολουθούν πυρκαγιές και πλημμύρες. Περίοδοι υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να επιδεινώσουν σημαντικά τις συνθήκες ξηρασίας, επιταχύνοντας την

εξάτμιση των υδρατμών. Παρατεταμένες ξηρασίες έχουν προκαλέσει μαζικές μεταναστεύσεις της πανίδας μιας περιοχής και καταστροφή ή μεταβολή της χλωρίδας της.

Από συγκριτικές αναλύσεις προκύπτει ότι οι καλλιέργειες γης, η κτηνοτροφία, οι αλιευτικές δραστηριότητες, οι δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας και δασοκομίας απορρόφησαν το 23% των απωλειών που προκλήθηκαν από φυσικές καταστροφές μεταξύ 2006 και 2016. Το ποσοστό αυξάνεται σε 26% για τις καταστροφές που συνδέονται με το κλίμα (πλημμύρες, ξηρασία και τροπικές καταιγίδες) γεγονός που υπογραμμίζει την ευάλωτη κατάσταση των μικροκαλλιεργητών σε επικίνδυνα συμβάντα (FAO, 2017).

#### **4.3.2.2. Επιπτώσεις ξηρασίας στην ανθρώπινη υγεία**

Η ξηρασία επιδρά στην μεταβλητότητα του μικροκλίματος, τις καλλιέργειες, την αυξημένη αλάτωση των εδαφών κα. Οι επιπτώσεις της ξηρασίας στην υγεία περιλαμβάνουν τους θανάτους, τον υποσιτισμό, τις μολυσματικές ασθένειες και τις αναπνευστικές ασθένειες (Menne and Bertollini, 2000).

Η ξηρασία μειώνει τη διατροφική ποικιλομορφία και επηρεάζει τη δυνατότητα κατανάλωσης τροφίμων και συνεπώς μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών. Για παράδειγμα, στο Γκουτζαράτ της Ινδίας, κατά τη διάρκεια ξηρασίας το έτος 2000, διαπιστώθηκε ότι η διαίτα είναι ανεπαρκής σε ενέργεια και αρκετές βιταμίνες. Σε αυτό το πληθυσμό, τα σοβαρά αποτελέσματα της ξηρασίας σε ανθρωπομετρικούς δείκτες μπορεί να είχαν προληφθεί με μέτρα δημόσιας υγείας (Hari Kumar et al., 2005). Ο υποσιτισμός αυξάνει τον κίνδυνο τόσο της απόκτησης όσο και του θανάτου από μολυσματική ασθένεια. Μια μελέτη στο Μπαγκλαντές διαπίστωσε ότι η ξηρασία και η έλλειψη φαγητού συνδέονταν με αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας από διάρροια ασθένεια (Aziz et al., 1990).

Η μετάδοση ορισμένων νόσων που μεταδίδονται από τα κουνουπίδια επηρεάζεται από την ξηρασία. Κατά τη διάρκεια της ξηρασίας, η δραστηριότητα των κουνουπιών μειώνεται και ως εκ τούτου αυξάνεται ο πληθυσμός των μη ανοσοποιημένων ατόμων. Όταν ξεσπάσει η ξηρασία, υπάρχει πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ευπαθών ξενιστών για να μολυνθούν, αυξάνοντας έτσι πιθανώς τη μετάδοση (Woodruff et al., 2002).

Το 50% περιπτώσεων επιδημιών χολέρας εμφανίζονται στην υποσαχάρια Αφρική και με υψηλή θνησιμότητα. Ενώ οι πλημμύρες είναι ένας αναγνωρισμένος παράγοντας κινδύνου για τη μετάδοση της χολέρας από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), οι ξηρασίες δεν θεωρούνται ξεκάθαρα ως παράγοντας κινδύνου στις κατευθυντήριες γραμμές. Οι Rieckmann et al (2018) μελέτησαν τα επιδημιολογικά στοιχεία αναφορικά με την εμφάνιση χολέρας σε

40 χώρες της υποσαχάριας Αφρικής κατά την περίοδο από το 1990 έως το 2010 σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ξηρασία έναντι πλημμύρας). Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι οι ξηρασίες, εκτός από τις πλημμύρες, απαιτούν αυξημένη ετοιμότητα για την εμφάνιση μεταδοτικών νοσημάτων που σχετίζονται με τα διαθέσιμα αποθέματα νερού και την ποιότητα τους σε περιόδους ξηρασίας (Rieckmann et al, 2018). Όμως τα παραπάνω συμπεράσματα θα πρέπει να αναλυθούν με προσοχή καθώς η πλειοψηφία των περιπτώσεων επιδημιών χολέρας 76,8% εμφανίστηκαν σε περιόδους που δεν υπήρχε ούτε ξηρασία ούτε πλημμύρα. Οπότε πέρα από την σχετική επαγρύπνηση και τον σχετικό κίνδυνο δεν στοιχειοθετείται και αιτιολογική σχέση.



## 4.4. Υδρολογικές καταστροφές

### 4.4.1 Πλημμύρες & μεγάλες μετακινήσεις φυσικής υγρής μάζας (Λάσπη, χιόνι, καθίζηση, υποχώρηση εδάφους)

Οι πλημμύρες είναι από τις πιο συχνές φυσικές καταστροφές. Ορίζονται ως υπερχειλίσεις των υδάτων σε περιοχές που συνήθως δεν καλύπτονται από νερό. Η αλλαγή του κλίματος συμβάλλει στην αύξηση της συχνότητας και της σοβαρότητας των φυσικών καταστροφών, ιδίως των καταιγίδων και των πλημμυρών που μπορούν να οδηγήσουν σε ορισμένους κοινωνικούς κινδύνους και σε σημαντικές επιπτώσεις για την υγεία.

Η διαμόρφωση των σύγχρονων αστικών οικοσυστημάτων, με αποψίλωση των δασών, δημιουργία φραγμάτων, δόμηση σε ρέματα και άλλες περιβαλλοντικά επιβαρυντικές παρεμβάσεις, συμβάλουν στη διατάραξη των υδρολογικών λεκανών και την κλιματική αλλαγή εν γένει.

Οι επιπτώσεις στην υγεία των ακραίων συνθηκών του κλίματος μπορεί να είναι άμεσες, όπως οι πνιγμοί και οι τραυματισμοί, ή οι έμμεσες και καθυστερημένες, όπως οι μολυσματικές διαταραχές, οι οξείες ή χρόνιες επιπτώσεις της έκθεσης σε χημικούς ρύπους που εκλύονται στα νερά πλημμύρας, οι ασθένειες φορέων, οι συνέπειες της ψυχικής υγείας και οι ελλείψεις σε τρόφιμα. Οι καταιγίδες και οι πλημμύρες μπορούν επίσης να διαταράξουν την ικανότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης να ανταποκριθούν στις κρίσεις της υγείας και να επηρεάσουν τη συνολική ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης. Οι μελετητές έχουν διακρίνουν τρεις χρονικές περιόδους επίπτωσης, την άμεση περίοδο (ημέρες ή εβδομάδες) όπου εξακολουθούν να υπάρχουν τα νερά των πλημμυρών και χαρακτηρίζεται από δραστηριότητες προστασίας της ζωής και διάσωσης, την μεσοπρόθεσμη περίοδο (εβδομάδων ή μηνών) όπου η εστίαση είναι η άμεση ανάκαμψη και η αποκατάσταση της λειτουργικότητας και τέλος, η μακροχρόνια περίοδος (μήνες ή χρόνια) όπου είναι η φάση της ανασυγκρότησης μετά την πλημμύρα. Οι επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με τις πλημμύρες διαφέρουν σημαντικά σε κάθε φάση. Για παράδειγμα, οι επιπτώσεις σχετίζονται με το άμεσο συμβάν (π.χ., πνιγμός, τραυματισμός, λοιμώδης ασθένεια) και διαφέρουν από εκείνες που προκύπτουν από τις μεσοπρόθεσμες και μακροχρόνιες περιόδους μετά την πλημμύρα (π.χ. λοιμώδη νοσήματα, χρόνιες ασθένειες και ψυχικές ασθένειες) (Du et al., 2010; Zhong et al, 2018).

#### 4.4.4.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πλημμύρες & μεγάλες μετακινήσεις φυσικής υγρής μάζας (Λάσπη, χιόνι, καθίζηση, υποχώρηση εδάφους) στο περιβάλλον

Οι πλημμύρες διακρίνονται σε πλημμύρες από βροχοπτώσεις ή γλυκό νερό και σε πλημμύρες από θαλασσινό νερό. Οι παράκτιες πλημμύρες έχουν εξαιρετικά αρνητικές συνέπειες εξαιτίας της πολύ υψηλής περιεκτικότητας τους σε αλάτι, το οποίο καταστρέφει τη χλωρίδα της περιοχής και μπορεί να αδρανοποιήσει για πολλά χρόνια την ικανότητα των εδαφών για καλλιέργεια. Αντίθετα οι ποτάμιες πλημμύρες, οι οποίες μπορεί να έχουν θετική επίδραση στα εδάφη με την τροφοδότηση και τον εμπλουτισμό τους. Οι πλημμύρες επηρεάζουν μέσω των εναποθέσεών τους την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής (Γλυνού, 2014).

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον σχετίζονται :

- Με την άμεση επίδραση στα οικοσυστήματα λόγω της έντασης του φαινομένου (υδροβιότοπων, προστατευόμενων περιοχών)
- Την μείωση της χλωρίδας και της πανίδας
- Την μεταφορά ρυπογόνων ή τοξικών ουσιών σε περιπτώσεις που πλημμυρίζουν εγκαταστάσεις
- Την πρόκληση γεωλογικών φαινομένων όπως κατολισθήσεις, και καθίζηση εδαφών.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αναγνωρίζοντας μεταξύ άλλων, ότι:

- Οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν θανάτους, μετακινήσεις πληθυσμών και ζημιές στο περιβάλλον, να θέσουν σοβαρά σε κίνδυνο την οικονομική ανάπτυξη και να υπονομεύσουν τις οικονομικές δραστηριότητες της Κοινότητας
- Οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα τα οποία είναι αδύνατο να προληφθούν
- Ορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες (όπως η αύξηση των ανθρωπίνων οικισμών και περιουσιακών στοιχείων στις πλημμυρισμένες περιοχές καθώς και η μείωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους όσον αφορά την κατακράτηση υδάτων λόγω αλλαγών στη χρήση γης) και η αλλαγή του κλίματος συμβάλλουν στην αύξηση της πιθανότητας επέλευσης φαινομένων πλημμύρας, με αντίστοιχη αύξηση των αρνητικών τους επιπτώσεων,

έθεσε σε ισχύ την Οδηγία 2007/60/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

#### **4.4.4.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πλημμύρες στην ανθρώπινη υγεία**

Οι πλημμύρες είναι συνηθέστερη φυσική καταστροφή που συμβαίνει σε όλο τον κόσμο, με την επίπτωση και τη συχνότητα της να αναμένεται να αυξηθεί στο άμεσο μέλλον λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της αστικοποίησης του τρόπου ζωής. Οι πλημμύρες θέτουν άμεσους κινδύνους για

την ανθρώπινη υγεία, αλλά και απώτερες επιπλοκές που σχετίζονται με τη διαβίωση σε καταυλισμούς και τις επιδεινούμενες συνθήκες διαβίωσης μετά την καταστροφή (Paterson et al, 2018).

Οι επιπτώσεις ενός πλημμυρικού φαινομένου στην δημόσια υγεία είναι αποτέλεσμα επιδράσεων των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών του και της ηλικιακής τρωτότητας. Συνεπώς, το επίπεδο της υγείας του πληθυσμού πριν από το συμβάν θα πρέπει να συνυπολογίζεται. Γενικότερα, οι επιπτώσεις των πλημμυρών στην υγεία περιλαμβάνουν το θάνατο, τους τραυματισμούς, τις μεταδοτικές ασθένειες, τις νόσους που μεταδίδονται με το νερό, τις ασθένειες που μεταδίδονται με κάποιο ενδιάμεσο φορέα, τις μη μεταδοτικές ασθένειες, την ψυχοκοινωνική υγεία και τον υποσιτισμό (Alderman et al., 2012). Το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων οφείλεται σε πνιγμό, ενώ ακολουθούν οι θάνατοι από υποθερμία, καρδιακές προσβολές και ατυχήματα. Επιπλέον, η λοιμώδης διάρροια είναι μία από τις σημαντικότερες συνέπειες των πλημμυρών, ειδικά σε περιοχές όπου ο πληθυσμός δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό νερό και αποχέτευση (Liu et al., 2018).

Οι πλημμύρες εκτιμάται ότι προκάλεσαν σχεδόν 53.000 θανάτους παγκοσμίως την περίοδο 2000-2010. Οι περισσότεροι θάνατοι από πλημμύρες σημειώθηκαν σε χώρες και κοινότητες με φτωχές πηγές, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης ευπάθειας στις καταστροφές και στα ελλιπή συστήματα διαχείρισης καταστροφών. Χαρακτηριστικά σύμφωνα με το Κέντρο Έρευνας για την Επιδημιολογία των Καταστροφών (EM-DAT) εκτιμάται ότι ο λόγος των θανάτων που σχετίζονται με τις πλημμύρες κατά τα έτη 2002-11, στα αναπτυσσόμενα σε σχέση με τα ανεπτυγμένα κράτη είναι περίπου 23 προς 1 (EM-DAT, 2011). Η θνητότητα ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της πλημμύρας και την ατομική ευπάθεια των θυμάτων. Η πλειονότητα των άμεσων θανάτων οφείλονται σε πνιγμό ή σοβαρό τραυματισμό (Alderman et al, 2012).

Μεταξύ των επιπτώσεων στην υγεία, οι δερματολογικές ασθένειες συγκαταλέγονται μεταξύ των συχνότερων. Οι ασθένειες του δέρματος που σχετίζονται με την έκθεση σε πλημμύρες αντιπροσωπεύουν ένα εξαιρετικά ευρύ κλινικό φάσμα. Τόσο οι μολυσματικές όσο και οι μη λοιμώδεις δερματολογικές καταστάσεις αυξάνονται μετά τις πλημμύρες, ενώ υπάρχει αυξημένος κίνδυνος τραυματισμού κατά τη διάρκειά τους. Πολλοί παράγοντες σχετίζονται με αυτή την ποικιλία παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών παραγόντων (ενδημική περιοχή, φυσική πορεία και σοβαρότητα της καταστροφής) και προσωπικών παραγόντων (ιατρικές και δερματολογικές υποκείμενες παθήσεις). Οι βασικές κατηγορίες αυτών των δερματοπαθειών που σχετίζονται με έκθεση σε πλημμυρικά φαινόμενα περιλαμβάνουν τέσσερις ομάδες τις φλεγμονώδεις δερματικές παθήσεις, τις δερματικές λοιμώξεις, τις τραυματικές δερματικές παθήσεις και άλλες διάφορες δερματικές παθήσεις μεταξύ των οποίων και αυτές που οφείλονται σε δήγματα κουνουπιών ή άλλων εντόμων και αυτές που έχουν ψυχοσυναισθηματική αιτιοπαθολογία όπως η

ατοπική δερματίτιδα, η κνίδωση, η αλωπεκία, η ψωρίαση, το αγγειοοίδημα και η λεύκη (Tempark et al, 2013; Dayrit et al, 2018). Η πλειοψηφία των λοιμώξεων από τραύματα μετά από τσουνάμι είναι συνήθως πολυμικροβιακή, αλλά τα αρνητικά κατά gram βακτήρια υπερτερούν. Η πρόληψη είναι απαραίτητη για τη διαχείριση δερματικών παθήσεων εξαιτίας των πλημμυρών. Αποφεύγεται η έκθεση σε μολυσμένα περιβάλλοντα, η χρήση προστατευτικών συσκευών, η ταχεία παροχή καθαρού νερού και εγκαταστάσεων υγιεινής, ο άμεσος έλεγχος των φορέων και η εκπαίδευση σχετικά με τον κίνδυνο και την πρόληψη των ασθενειών (Dayrit et al, 2018).

Τα νερά από τις πλημμύρες μπορεί να λειτουργήσουν ως ενεργοποιητές, απελευθερώνοντας χημικές ουσίες που ήταν ήδη αποθηκευμένες στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με την τοξική έκθεση είναι επομένως μεγαλύτερες σε πληθυσμούς που ζουν κοντά σε βιομηχανικές ή γεωργικές περιοχές που έχουν πληγεί από πλημμύρες. Πιο συγκεκριμένα, οι υδάτινοι πόροι και το έδαφος επιμολύνονται με μονοξείδιο του άνθρακα, φυτοφάρμακα, γεωργικά χημικά, διοξίνη και μερικά βαρέα μέταλλα. Η έκθεση σε αυτούς τους παράγοντες είναι γνωστό ότι σχετίζεται με καρκίνο, καρδιαγγειακά, γαστρεντερικά, νεφρικά, ηπατικά και νευρολογικά νοσήματα (Euripidou and Murray, 2004, Fox et al., 2009).

Οι πλημμύρες συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο για μεταδοτικές ασθένειες μέσω λοιμογόνων παραγόντων που μεταδίδονται διατροφικά ή μέσω μικροβιακών φορέων ή ξενιστών. Ταυτόχρονα υπάρχουν κίνδυνοι για την υγεία που συνδέονται με τη διαχείριση των νεκρών και των νεκρών ζώων, οι οποίοι όμως περιορίζονται στην επαγγελματική έκθεση των συνεργείων διάσωσης και των επαγγελματιών υγείας και οι κίνδυνοι ελαχιστοποιούνται εάν ληφθούν οι κατάλληλες προφυλάξεις και τα μέτρα υγιεινής. Από την άλλη επιδημίες μεταδοτικών νοσημάτων μετά από πλημμύρες είναι σπάνιες. Όμως ο κίνδυνος αυξάνεται όταν επηρεάζεται σημαντικά η υποδομή, οι πληθυσμοί αναγκάζονται να εγκαταλείψουν την πληγείσα περιοχή και να μείνουν σε καταυλισμούς και όταν τα συστήματα υδροδότησης υπόκεινται σε βλάβες, οδηγώντας σε μόλυνση των εγκαταστάσεων πόσιμου νερού. Γενικά, οι ασθένειες που προκύπτουν από τη μόλυνση του νερού περιλαμβάνουν τη χολέρα, τη διάρροια, την ηπατίτιδα Α και Ε, την λεπτοσπείρωση, τις παρασιτικές ασθένειες, τον ροταϊό, τη σιγγέλωση και τον τυφοειδή πυρετό. Ενώ σχετιζόμενες με ασθένειες που οφείλονται στη χρήση επιμολυσμένου νερού είναι οι λοιμώξεις από τραύματα, δερματίτιδες, επιπεφυκίτιδες, ωτίτιδες, ρινίτιδες και στοματίτιδες (Alderman et al, 2012).

Οι επιπτώσεις των χρόνιων νόσων και η σχετιζόμενη με αυτές συμπτωματολογία, ενδέχεται να επιδεινωθούν μετά από φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες, αυξάνοντας την ευπάθεια των ατόμων (Sharma, et al., 2008). Στην αμέσως μετά την πλημμύρα περίοδο, διαπιστώθηκε ότι αυτή η επιβάρυνση ξεπερνά εκείνη που σχετίζεται με μη θανατηφόρα τραύματα. Η

αδυναμία διατήρησης της συστηματικής λήψης της φαρμακευτικής κυρίως αλλά και όποιας άλλης θεραπείας, αποτελεί το κύριο εμπόδιο στη συνέχεια της φροντίδας για τα χρόνια νοσήματα κατά τη διάρκεια της καταστροφής. Η επίπτωση αυτή σχετίζεται με έλλειψη πληροφόρησης, μειωμένη προσβασιμότητα στις υπηρεσίες φροντίδας χρόνιων νοσημάτων λόγω περιορισμού των διαθέσιμων πόρων και εξαιτίας οικονομικών περιορισμών (Arrieta et al., 2009). Για παράδειγμα, σε μελέτη των Tomio et al (2010) στην οποία μελετήσαν τις επιπτώσεις της πλημμύρας που έπληξε την Ιαπωνία το 2006, βρήκαν ότι τα άτομα ηλικίας >75 ετών και εκείνα με χρόνια νοσήματα είχαν περισσότερες πιθανότητες να διακόψουν τα φάρμακά τους ως αποτέλεσμα των πλημμυρών (OR = 3,6, 95% CI: 1,0, 12,6 και OR = 4,6, (95% CI: 1,1, 19,1 αντίστοιχα), με την διακοπή να προκαλεί τετραπλάσιο κίνδυνο για δυσμενή έκβαση υγείας σε σύγκριση με τους ασθενείς με συνεχιζόμενη φροντίδα (OR = 4,5, 95% CI: 1,2, 17,6) (Tomio et al, 2010).

Οι πλημμύρες επηρεάζουν την καθημερινότητα και την κοινωνική ζωή των περιοχών που πλήττουν, λόγω τόσο των άμεσων, αλλά και των μακροπρόθεσμων απωλειών και του στρες. Οι επιπτώσεις αυτές είναι βιβλιογραφικά τεκμηριωμένες τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις ανεπτυγμένες χώρες. Άμεση συνέπεια είναι η εμφάνιση ψυχοσυναισθηματικών διαταραχών που συνοδεύουν το υψηλό στρες και την απώλεια ανθρώπων ή/και περιουσίας. Οι διαταραχές της ψυχικής υγείας που απαντώνται συχνότερα σε άτομα που έχουν πληγεί από φυσικές καταστροφές, όπως οι πλημμύρες, είναι η μετατραυματική διαταραχή στρες (PTSD), ακολουθούμενη από κατάθλιψη και άγχος (Mason et al., 2010).

Όμως συχνές είναι και οι καταγραφές ψυχοσωματικών συμπτωμάτων, όπως είναι κεφαλαλγίες, ωταλγίες και σωματικός πόνος χωρίς παθολογικά αίτια. Οι μελέτες μετά από πλημμυρικά φαινόμενα αναφέρουν ότι οι διαταραχές της ψυχικής υγείας κυμαίνονται από 8,6% έως 53% τα πρώτα δύο χρόνια μετά τις πλημμύρες, με διαρκή επίδραση στην ποιότητα ζωής των επιζώντων. Οι ψυχοκοινωνικές επιπτώσεις διακρίνονται σε μακροπρόθεσμες, σταδιακές και συν-νοσηρές και μπορεί να είναι πιο διαδεδομένες σε φτωχά περιβάλλοντα, ακόμη και σε ανεπτυγμένες χώρες. Έχουν εντοπιστεί διάφοροι παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη ψυχολογικών διαταραχών μετά από φυσικές καταστροφές, όπως ο βαθμός έκθεσης, η προηγούμενη εμπειρία πλημμύρας και η ετοιμότητα για την αντιμετώπιση καταστροφών, το γυναικείο φύλο και η μεγαλύτερη ηλικία, η κοινωνικοοικονομική κατάσταση, η οικογενειακή δομή, η θρησκεία, σωματική υγεία και παράγοντες προσωπικότητας. Υπάρχει επίσης υποψία ότι οι ψυχοκοινωνικές επιπτώσεις μπορεί να είναι υψηλότερες σε αγροτικές περιοχές σε σύγκριση με τις αστικές κοινότητες λόγω ηλικίας μεγαλύτερης ηλικίας, χαμηλότερης εκπαίδευσης του αγροτικού πληθυσμού και διαβίωσης με τη συνεχή απειλή σοβαρών κλιματικών γεγονότων. Οι συστηματικές μελέτες των ψυχικών επιπτώσεων των πλημμυρών παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με τη φύση των μακροχρόνιων ψυχιατρικών

συννοσηροτήτων και θα πρέπει να ενθαρρύνονται (Du et al., 2010; Alderman et al, 2012; Zhong et al, 2018).

## **4.5. Διαπλανητικές – Εξωγήινες καταστροφές**

### **4.5.1. Πτώση μετεωριτών & μεταβολές διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών**

Στη παρούσα ανασκοπική εργασία η μελέτη της επίδρασης του εξωγήινου περιβάλλοντος στο γήινο περιβάλλον είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Αναγνωρίζεται ότι το περιβάλλον ως έννοια δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στο χώρο που περιβάλλει στον πλανήτη μας αλλά επεκτείνεται και στο διάστημα. Συγκεκριμένα, οι συνθήκες στον διαπλανητικό χώρο και ιδιαίτερα παράγοντες όπως οι ηλιακές εκλάμψεις, ο ηλιακός άνεμος και η κοσμική ακτινοβολία, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στους ανθρώπους (προσωπικό αεροσκαφών, διαστημικών οχημάτων, δορυφόρων κτλ.) και τις τεχνολογικές συσκευές όπως οι δορυφόροι στους οποίους επιδρούν. Ο διαπλανητικός χώρος φαίνεται να επηρεάζει και την ανθρώπινη υγεία, καθώς οι μεταβολές στην ηλιακή και κοσμική ακτινοβολία φαίνεται να συνδέονται με συγκεκριμένες επιδράσεις. Τα περιορισμένα δεδομένα που έχουμε σήμερα μας οδηγούν στη διαπίστωση ότι πρέπει να προχωρήσει η έρευνα για τις επιπτώσεις παραγόντων όπως η ηλιακή και κοσμική ακτινοβολία στην ανθρώπινη υγεία, ώστε η επιστήμη να συνειδητοποιήσει καλύτερα την αλληλεπίδραση μεταξύ των βιολογικών οργανισμών και της ακτινοβολίας. Ως κοσμική ακτινοβολία ορίζεται το σύνολο των σωματιδίων πολύ υψηλών ενεργειών (106eV - 1021eV) που προέρχονται από εξωγήινες πηγές εντός ή εκτός του γαλαξία μας (Dorman, 1974). Αποτελείται κυρίως από πρωτόνια (90%), σωματία α (9%) και βαρείς πυρήνες (1%) (Giannaropoulou et al, 2014; Mavromichalaki et al, 2012; Stoupele E, 2015).

Μια διαφορετική περίπτωση είναι η άμεση επαφή του γήινου περιβάλλοντος με έναν αστεροειδή ή έναν μετεωρίτη. Για παράδειγμα η πτώση ενός ευμεγέθους μετεωρίτη θα ισοπέδωνε μία μεγάλη έκταση σε ακτίνα αρκετών χιλιομέτρων από το σημείο της έκρηξης. Αν ο αστεροειδής έπεφτε στη θάλασσα ή σε ερημική έκταση, οι επιπτώσεις θα ήταν μικρότερες. Αν όμως έπεφτε σε κάποια μεγάλη πόλη, ο αριθμός των θυμάτων θα ήταν εξαιρετικά μεγάλος. Μία πτώση αστεροειδή θα είχε επίσης σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αφού θα κατέστρεφε τη χλωρίδα και την πανίδα σε μεγάλη ακτίνα και θα διατάρασσε τις μετεωρολογικές συνθήκες για αρκετά μεγάλο διάστημα.

#### **4.5.1.1. Επιπτώσεις καταστροφών από πτώση μετεωριτών & μεταβολών των διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών στο γήινο περιβάλλον**

Όταν ένα κοσμικό αντικείμενο χτυπά τη Γη, έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να πέσει σε έναν ωκεανό. Ανάλογα με την ενέργεια κρούσης και το βάθος του ωκεανού, θα μπορούσε να μετατοπιστεί μια μεγάλη ποσότητα νερού σχηματίζοντας τεράστια κύματα (τσουνάμι). Λόγω των εκτεταμένων

καταστροφικών συνεπειών αυτών των κυμάτων, ο ωκεάνιος αντίκτυπος έχει προταθεί ως πιο σοβαρός από έναν παρόμοιο αντίκτυπο στη Γη. Εάν ένα τέτοιο γεγονός συμβεί σε θαλάσσιο περιβάλλον, η δημιουργία κυμάτων τσουνάμι θα ενίσχυε τις συνέπειες με τη διεύρυνση της πληγείσας περιοχής σε σύγκριση με παρόμοιες επιπτώσεις μεγέθους στην ξηρά. Μέχρι σήμερα δεν έχουν βρεθεί σαφή αποδεικτικά στοιχεία για τσουνάμι εξαιτίας μετεωριτών. Παρόλο που οι συχνότητες, ειδικότερα, των σχετικά μικρών σωμάτων που επηρεάζουν τη Γη είναι θέμα συζήτησης, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι πιθανότατα θα μπορούσε μελλοντικά να συμβεί (Wunemann and Weiss, 2015).

#### **4.5.1.2. Επιπτώσεις καταστροφών από πτώση μετεωριτών & μεταβολών των διαπλανητικών περιβαλλοντικών συνθηκών στην ανθρώπινη υγεία**

Ο Ήλιος εκπέμπει μία συνεχή ροή πλάσματος που ονομάζεται ηλιακός άνεμος, ο οποίος καθώς κατευθύνεται προς τη Γη, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες μαγνητικές καταιγίδες στο διαστημικό περιβάλλον γύρω από τη Γη, τη μαγνητόσφαιρα και την ανώτερη ατμόσφαιρα. Έτσι, με τον όρο διαστημικός καιρός κάνουμε λόγο για τις συνθήκες που επικρατούν στην μαγνητόσφαιρα της Γης, την ιονόσφαιρα και τη θερμόσφαιρα λόγω του Ήλιου και του ηλιακού ανέμου, που μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία και την αξιοπιστία των διαστημικών και επίγειων τεχνολογικών συστημάτων και υπηρεσιών ή να θέσουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή ή την υγεία. Ο διαστημικός καιρός αφορά φαινόμενα που αφορούν το διαχεόμενο προς τη Γη πλάσμα, τα μαγνητικά πεδία, την ακτινοβολία, τη ροή σωματιδίων στο διαστημικό χώρο και τον τρόπο με τον οποίο τα φαινόμενα αυτά μπορούν να επηρεάσουν τα βιολογικά και τεχνητά συστήματα. Οι διακυμάνσεις του διαστημικού καιρού οφείλονται κυρίως σε ηλιακά φαινόμενα, όπως οι ηλιακές εκλάμψεις και οι στεμματικές εκπομπές μάζας. Εκτός από τον Ήλιο, μη-ηλιακές πηγές, όπως οι γαλαξιακές κοσμικές ακτίνες, μπορούν να θεωρηθούν ως διαστημικός καιρός καθώς μεταβάλλουν τις συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου κοντά στη Γη.

Η αυξημένη ακτινοβολία λόγω διαστημικού καιρού μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των κινδύνων για την υγεία για τους αστροναύτες που συμμετέχουν σε επανδρωμένες διαστημικές αποστολές. Ο τομέας των αερομεταφορών ενδέχεται επίσης να αντιμετωπίσει βλάβη στα ηλεκτρονικά του αεροσκάφους και ελαφρώς αυξημένες δόσεις ακτινοβολίας σε μεγάλο υψόμετρο του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια εκδήλωσης έντονων φαινομένων διαστημικού καιρού. Οι επίγειες επιδράσεις του διαστημικού καιρού περιλαμβάνουν βλάβες στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, αυξημένη διάβρωση των αγωγών και την υποβάθμιση των ραδιοεπικοινωνιών (Mavromichalaki et al., 2007).



Η επίγεια επαύξηση της κοσμικής ακτινοβολίας (Ground Level Enhancement – GLE) αποτελεί μία απότομη αύξηση στο ρυθμό καταμέτρησης των σωματιδίων που καταγράφονται από τους επίγειους ανιχνευτές, λόγω άφιξης σχετικιστικών σωματιδίων ηλιακής προέλευσης (Plainaki et al., 2007). Πρόκειται για έκτακτα γεγονότα διάρκειας λίγων ωρών, τα οποία είναι ιδιαίτερα σπάνια, αλλά αρκετά επικίνδυνα τόσο για τεχνολογικά όσο βιολογικά συστήματα (π.χ. δορυφόροι, αστροναύτες). Έτσι, η έγκαιρη και έγκυρη πρόβλεψή τους είναι απαραίτητη. (Mavromichalaki et al., 2007, 2010; Souvatzoglou 2014).

Το περιβάλλον ακτινοβολίας στα υψόμετρα πλεύσης της πολιτικής αεροπορίας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης φορτισμένων σωματιδίων ηλιακής και γαλαξιακής προέλευσης με τη μαγνητόσφαιρα και την ατμόσφαιρα της Γης. Η ένταση και η σύνθεση του πεδίου ακτινοβολίας αλλάζουν με υψόμετρο, γεωγραφικό πλάτος και ηλιακή δραστηριότητα. Η έκθεση του αεροσκάφους και των επιβατών έγινε ένα επίκεντρο ενδιαφέροντος μετά την έρευνα σχετικά με τη λειτουργία του υπερηχητικού αεροσκάφους Concorde. Το 1991, η Διεθνής Επιτροπή για την Ακτινοπροστασία πρότεινε νέα όρια δόσης ακτινοβολίας για επαγγελματικά εκτεθειμένους εργαζόμενους και για τους πολίτες. Η σχετική οδηγία πρότυπου ασφάλειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ακτινοπροστασία απαιτεί να θεωρείται η έκθεσή της σε αεροσκάφη κοσμικής ακτινοβολίας ως επαγγελματική έκθεση (EU, 1996). Τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την έκθεση των πληρωμάτων των αεροσκαφών σε κοσμική ακτινοβολία περιλαμβάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου και γενετικές ανωμαλίες που μπορεί να περάσουν σε απογόνους. Ο θάνατος από καρκίνο είναι ο βασικός κίνδυνος που σχετίζεται με την συστηματική έκθεση σε ιονίζουσες ακτινοβολίες, ενώ θεωρείται ότι η βλάβη στο γενετικό υλικό των κύτταρων είναι και η αιτία που κρύβεται πίσω από τον κίνδυνο εκδήλωσης καρκίνου. Έτσι, ο κίνδυνος θανάτου από καρκίνο των αεροπορικών πληρωμάτων είναι ελαφρώς μεγαλύτερος σε σχέση με τον αντίστοιχο κίνδυνο για το γενικό κοινό. Το ίδιο ισχύει και για τον κίνδυνο γενετικών ανωμαλιών και τις εμβρυικές βλάβες.

Η κοσμική ακτινοβολία είναι και η έκθεση σε αυτή πρέπει να εκτιμάται. Πιο επικίνδυνες για τους αστροναύτες είναι οι γαλαξιακές κοσμικές ακτίνες, φορτισμένα ατομικά σωματίδια που ταξιδεύουν με ταχύτητα που πλησιάζει εκείνη του φωτός και οι αστρονόμοι εκτιμούν ότι προέρχονται από εκρήξεις υπερκαινοφανών (supernova) αστερών. Πέρα από τις ακτίνες αυτές, που διατρέχουν όλο το διαστημικό χώρο ως ομοιόμορφο πεδίο, ο Ήλιος εκπέμπει πρωτόνια (ιονισμένα άτομα υδρογόνου), σε μεγάλη γκάμα ενεργειών. Αν και τα πρωτόνια αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας στο Διάστημα, λόγω της μικρής τους μάζας προκαλούν συγκριτικά μικρότερη ζημιά στους ζωντανούς ιστούς, σε σχέση με βαρύτερα σωματίδια. Το πρόβλημα με την κοσμική ακτινοβολία είναι ότι όταν αυτά τα σωματίδια διαπεράσουν το ανθρώπινο σώμα, αφήνουν πίσω τους ένα μέρος από την ενέργεια που διαθέτουν, ιονίζοντας τα άτομα των ιστών που θα βρουν στο δρόμο τους. Τα

ιονισμένα άτομα συγκρούονται με άλλα άτομα των βιολογικών μορίων, προκαλώντας ένα δεύτερο κύμα βλαβών. Όσο πιο βαρύ είναι ένα σωματίδιο και όσο γρηγορότερα κινείται, τόσο μεγαλύτερη ενέργεια μεταφέρει και τόσο περισσότερα άτομα θα ιονίσει. Η ανακατανομή των ηλεκτρονίων που αποσπάζτηκαν από τα άτομα θα κάνει ορισμένα απ' αυτά να σπάσουν τους χημικούς δεσμούς στο μόριο στο οποίο βρίσκονταν και ανάλογα με το είδος του μορίου θα προκύψουν βλάβες σε πρωτεΐνες, σε λιπίδια, σε νουκλεϊκά οξέα και άλλα κρίσιμα βιολογικά μόρια (Giannaroulou et al, 2014; Mavromichalaki et al, 2012; Stoupe E, 2015).

## Κεφάλαιο 5. Συζήτηση

Τα επιδημιολογικά δεδομένα αναφορικά με τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών αναφορικά με τη θνητότητα και τους τραυματισμούς διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τη φύση της φυσικής καταστροφής. Για παράδειγμα, οι πλημμύρες και οι τυφώνες συνήθως προκαλούν πολλούς θανάτους εξαιτίας του πνιγμού, αλλά ελάχιστους σοβαρούς τραυματισμούς. Συνεπώς υπάρχουν φυσικές καταστροφές που επιβαρύνουν το υπάρχον σύστημα υγείας και η ανάγκη λήψη εκτάκτων μέτρων είναι αναγκαία και άλλες όπου η επίδρασή τους είναι περιορισμένη και αντιμετωπίζονται με σχετική ευκολία. Συγκριτικά, οι σεισμικές καταστροφές όχι μόνο προκαλούν αρχικά πολλούς θανάτους, αλλά και πολλούς σοβαρούς τραυματισμούς που απαιτούν πολύπλοκη ιατρονοσηλευτική φροντίδα (διάσωσης, αναζωογόνησης, αποκατάστασης κτλ.). Παράλληλα, οι σημαντικές δομικές καταστροφές προκαλούν προβλήματα στις επικοινωνίες, τις μεταφορές και την προμήθεια υγειονομικού κι άλλου υλικού όπως τρόφιμα κι ένδυση και κάνουν ακόμη πιο δυσχερή την παροχή αποτελεσματικής ιατρονοσηλευτικής φροντίδας (Bartels and VanRooyen, 2012).

Οι φυσικές καταστροφές δεν εμφανίζουν ομοιόμορφη γεωγραφική κατανομή. Υπάρχουν χώρες οι οποίες πλήττονται κυριολεκτικά ενώ άλλες είναι πιο προστατευμένες. Η εμφάνιση των φαινομένων δεν σχετίζεται με τη ανάπτυξη μιας χώρας, η λήψη προληπτικών μέτρων και οι δυνατότητες αντιμετώπισης και ανάκαμψης προφανώς και είναι συνάρτηση του οικονομικού επιπέδου της. Στην Ευρώπη έχουμε συχνά την εμφάνιση φυσικών καταστροφών όμως είναι η Ασία που διαχρονικά υπόκεινται στις μεγαλύτερες επιπτώσεις από φυσικές καταστροφές. Δεδομένης της μεγάλης έκτασης της Ασίας, του υψηλότερου πληθυσμού σε σχέση με άλλες ηπείρους και των πολλαπλών κινδύνων για την επικινδυνότητα, τα αποτελέσματα δεν προκαλούν έκπληξη.

Οι καταστροφές, πολλές από τις οποίες επιδεινώνονται από την αλλαγή του κλίματος και οι οποίες αυξάνονται σε συχνότητα και ένταση, παρεμποδίζουν σημαντικά την πρόοδο προς την αιεφόρο ανάπτυξη. Ενώ τα ακραία κλιματικά φαινόμενα, όπως τα κύματα ψύχους και τα κύματα καύσωνα, έχουν συσχετιστεί με αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα από καρδιαγγειακές νόσους σε διάφορους πληθυσμούς και σε διαφορετικές χώρες. Υπάρχει ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης, ποσοτικοποίησης και επεξήγησης των υπερβολικών θανάτων και επιπτώσεων που σχετίζονται με τις προκλήσεις της θερμοκρασίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στο παγκόσμιο περιβάλλον της σοβαρής ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του ολοένα αυξανόμενου ηλικιωμένου πληθυσμού και των ευάλωτων ομάδων ανθρώπων όπως εκείνων με συνυπάρχουσες ασθένειες (liu et al, 2015).

Τα χαμηλότερα ποσοστά θανάτου ενδεχομένως καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των βελτιωμένων προτύπων διαβίωσης και της

διαχείρισης καταστροφών. Ωστόσο, είναι απολύτως απαραίτητο να αποφύγουμε την εφησυχασμό για σημαντικά κενά στη συλλογή δεδομένων και την υποβολή εκθέσεων και την ανθεκτικότητα, ιδίως για τις καταστροφές που σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Ενώ η επαγγελματική έκθεση σε φυσικές καταστροφές θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω για να ληφθούν οι κατάλληλες πολιτικές υγείας. Για παράδειγμα, σε μια σύγχρονη συστηματική ανασκόπηση βρέθηκε ότι η επαγγελματική έκθεση σε δασικές πυρκαγιές επηρεάζει τη λειτουργία των πνευμόνων βραχυπρόθεσμα και μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο υπέρτασης μακροπρόθεσμα. Η έκθεση σε πυρκαγιές με άγρια ζώα σχετίζεται επίσης με συμπτώματα μετατραυματικού στρες. Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν ότι απαιτούνται περισσότερα εστιασμένες μελέτες για να διερευνηθεί η δυνητικά πιθανή συσχέτιση μεταξύ επαγγελματικής έκθεσης σε δασικές πυρκαγιές με κλινικά σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των πυροσβεστών και άλλων επαγγελματιών που σχετίζονται με αυξημένη έκθεση (Croot et al, 2019).

Τα στοιχεία δείχνουν ότι η έκθεση ατόμων και περιουσιακών στοιχείων σε όλες τις χώρες αυξήθηκε ταχύτερα από ό,τι η μειωμένη ευαισθησία, δημιουργώντας έτσι νέους κινδύνους και σταθερή αύξηση των ζημιών που σχετίζονται με καταστροφές, με σημαντικές οικονομικές, κοινωνικές, υγειονομικές, πολιτιστικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε βραχυπρόθεσμα, μακροπρόθεσμα, ειδικά σε τοπικό και κοινοτικό επίπεδο. Οι επανειλημμένες καταστροφές μικρής κλίμακας και οι καταστροφές με αργή εκδήλωση επηρεάζουν ιδιαίτερα τις κοινότητες, τα νοικοκυριά και τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, που συνιστούν υψηλό ποσοστό όλων των ζημιών. Όλες οι χώρες -ιδίως οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η θνησιμότητα και οι οικονομικές απώλειες από καταστροφές είναι δυσανάλογα υψηλότερες- αντιμετωπίζουν αυξανόμενα επίπεδα πιθανών κρυφών δαπανών και προκλήσεων για την εκπλήρωση οικονομικών και άλλων υποχρεώσεων.

Είναι επείγον και κρίσιμο να προβλέψουμε, να σχεδιάσουμε και να μειώσουμε τον κίνδυνο καταστροφών προκειμένου να προστατέψουμε αποτελεσματικότερα τα άτομα, τις κοινότητες και τις χώρες, τα μέσα διαβίωσής τους, την υγεία, την πολιτιστική κληρονομιά, τα κοινωνικοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία και τα οικοσυστήματα και να ενισχύσουμε έτσι την αντοχή τους.

Απαιτούνται ενισχυμένες εργασίες για τη μείωση της έκθεσης και της ευπάθειας, αποτρέποντας έτσι τη δημιουργία νέων κινδύνων καταστροφών, και απαιτείται λογοδοσία για τη δημιουργία κινδύνου καταστροφών σε όλα τα επίπεδα. Οι πιο συγκεκριμένες δράσεις πρέπει να επικεντρωθούν στην αντιμετώπιση των βασικών παραγόντων κινδύνου καταστροφών, όπως οι συνέπειες της φτώχειας και της ανισότητας, της κλιματικής αλλαγής και της μεταβλητότητας, της απρογραμμάτιστης και ταχείας αστικοποίησης, της

ανεπαρκούς διαχείρισης της γης και των παραγόντων σύνθεσης, όπως οι δημογραφικές αλλαγές, η έλλειψη ρυθμίσεων και τα κίνητρα για ιδιωτικές επενδύσεις μείωσης του κινδύνου καταστροφών, σύνθετες αλυσίδες εφοδιασμού, περιορισμένη διαθεσιμότητα τεχνολογίας, μη βιώσιμη χρήση φυσικών πόρων, φθίνουσα οικοσυστήματα, πανδημίες και επιδημίες. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να συνεχιστεί η ενίσχυση της χρηστής διακυβέρνησης σε στρατηγικές μείωσης του κινδύνου καταστροφών σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και να βελτιωθεί η ετοιμότητα και ο συντονισμός σε εθνικό επίπεδο για την αντιμετώπιση των καταστροφών, την αποκατάσταση και την ανασυγκρότηση και να χρησιμοποιηθεί η ανάκαμψη και η ανασυγκρότηση μετά την καταστροφή. Υποστηριζόμενη από ενισχυμένους τρόπους διεθνούς συνεργασίας (UNISDR, 2015).

Οι περισσότερες αναπτυγμένες χώρες, με συντονισμένα μέτρα έχουν καταφέρει να μειώσουν την θνησιμότητα και τους τραυματισμούς από φυσικά φαινόμενα. Παρά το γεγονός αυτό, παρατηρείται και στο εσωτερικό των αναπτυγμένων χωρών διαφορετική αντιμετώπιση. Οι διαφορές εντοπίζονται ανάμεσα σε περιοχές που προσελκύουν τα πιο εύπορα κοινωνικά στρώματα, όπου κατά γενική ομολογία είναι καλύτερα προστατευμένες, σε σύγκριση με αυτές που προσελκύουν τις λιγότερο εύπορες κοινωνικές ομάδες. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, ο συνδυασμός της αύξησης του πληθυσμού με την αδυναμία των χωρών λόγω οικονομικών, οργανωτικών ή άλλων παραγόντων να επιβάλλουν ολοκληρωμένα προγράμματα διαχείρισης φυσικών καταστροφών έχει οδηγήσει σε μεγάλο ποσοστό ανθρώπινων απωλειών. Εντούτοις, στις περισσότερες φυσικές καταστροφές, η σωστή προετοιμασία και η εφαρμογή μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης μειώνει δραστικά τους θανάτους και τους τραυματισμούς.

## Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

### 6.1. Κύρια συμπεράσματα μελέτης

Οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών στη δημόσια υγεία και εν γένει τον ανθρώπινο πολιτισμό είναι πολυδιάστατες. Τα ιστορικά και επιδημιολογικά στοιχεία αποτυπώνουν εμφατικά ότι προκαλούν θανάτους, αναπηρίες, σοβαρούς τραυματισμούς και απαιτούν παρατεταμένες νοσηλείες σε σημαντικό αριθμό θυμάτων ανάλογο του μεγέθους της καταστροφής. Οι μαζικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών ενισχύουν τον κίνδυνο μεταδοτικών ασθενειών, απειλούν την ποιότητα και την επάρκεια των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβη στα συστήματα ύδρευσης, έλλειψη τροφής ή ακόμη και στέγασης και να οδηγήσουν σε μετακινήσεις πληθυσμών.

Γενικότερα θα λέγαμε ότι οι φυσικές καταστροφές έχουν άμεση επίπτωση στην υγεία του πληθυσμού, με αποτέλεσμα φυσικό τραύμα, οξεία ασθένεια και συναισθηματικό τραύμα.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, οι φυσικές καταστροφές θα εμφανίσουν αυξητική συχνότητα και αναμένεται να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία. Οι επιπτώσεις αυτές θα προέλθουν από τις αυξανόμενες και αιγίδες, πλημμύρες, κύματα ξηρασίας και πυρκαγιές που θα επηρεάσουν τα αποθέματα νερού, τη παραγωγή υγιεινών τροφών και τη γενικότερη διαχείριση των συστημάτων υγείας. Τα παραπάνω θα προκαλέσουν αύξηση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας και μια σειρά μακροπρόθεσμων επιπτώσεων που θα επηρεάσουν το φυσικό επίπεδο υγείας, την ψυχική υγεία και την ποιότητα ζωής, όχι μόνο σε κατοίκους των φτωχών και υποανάπτυκτων χωρών αλλά ακόμη και των πιο πλούσιων και προηγμένων τεχνολογικά.

Οι μελέτες που έχουν διερευνήσει στις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην υγεία επισημαίνουν τον αυξημένο κίνδυνο για θάνατο ή τραυματισμό ανάλογα με τον βαθμό έκθεσης στο φυσικό φαινόμενο, υψηλότερη συχνότητα επιδημιών μεταδοτικών ασθενειών λόγω πλημμυρών και ακραίων καιρικών φαινομένων, υπολογίσιμες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία όχι μόνο λόγω της άμεσης έκθεσης αλλά και εξαιτίας της μετακίνησης πληθυσμών και της φιλοξενίας τους σε μαζικές πρόχειρες εγκαταστάσεις μετά την καταστροφή. Ο βαθμός προετοιμασίας των κοινωνιών μας έναντι απρόβλεπτων καταστροφών και ο βαθμός προσαρμογής μας στην κλιματική αλλαγή είναι βασικοί προσδιοριστές της ικανότητας μιας κοινωνίας να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις που προκαλεί η εμφάνιση ενός καταστρεπτικού φυσικού φαινομένου. Η αποτροπή μοιάζει αδύνατη, ο μετριασμός της επίπτωσης και η ανάκαμψη θα πρέπει όμως να είναι εφικτή και στρατηγικά σχεδιασμένη.

Η κατάλληλη ενημέρωση διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο σε όποια προσπάθεια αποτελεσματικής διαχείρισης των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών. Συνεπώς, απαιτούνται μεγαλύτερες προσπάθειες για την αποτελεσματικότερη επιδημιολογική μελέτη αναφορικά με τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών, των αξιολογήσεων των μηχανισμών για τη μείωση του κινδύνου και των προτεινόμενων επιλογών για τη μετάφραση των επιστημονικών ευρημάτων στην πράξη.

Παρόλο που οι φυσικές καταστροφές παρουσιάζουν τεράστια ποικιλομορφία όχι μόνο στην έντασή τους, αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά τους, όπως την χρονικότητα, την διάρκεια κτλ., ακόμη και παρά το γεγονός ότι πλήττουν περιοχές με διαφορετικό κοινωνικό, πολιτισμικό και οικονομικό υπόβαθρο, εξακολουθούν να υπάρχουν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον στρατηγικό σχεδιασμό για την αντιμετώπιση τους και την αποτελεσματική τους διαχείριση, που επιτρέπουν τον σχεδιασμό μιας ενοποιημένης προσέγγισης (all hazards approach) και εκμετάλλευσης των περιορισμένων πόρων.

Ενδιαφέρουσα είναι και η ανάλυση των επιπτώσεων των καταστροφών στην ανθρώπινη υγεία. Υπάρχουν σαφείς συσχετίσεις μεταξύ του τύπου της καταστροφής και της επίδρασής της στην υγεία. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την άμεση επίπτωση στην πρόκληση τραυματισμών. Για παράδειγμα, οι σεισμοί συχνά προκαλούν πολλούς τραυματισμούς που απαιτούν ιατρική περίθαλψη, ενώ οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και παλιρροϊκά κύματα προκαλούν σχετικά λίγες. Ενώ, ορισμένες επιπτώσεις αποτελούν πιθανή και όχι αναπόφευκτη απειλή για την υγεία. Για παράδειγμα, η μετακίνηση του πληθυσμού και άλλες περιβαλλοντικές αλλαγές ενδέχεται να οδηγήσουν σε αυξημένο κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών και να συσχετιστούν με επιδημίες. Κατά συνέπεια η πρότυπη οργάνωση και η διασφάλιση συνθηκών καλής υγιεινής και διατροφής θα μπορούσαν να εξαλείψουν αυτόν τον κίνδυνο. Οι πραγματικοί και οι δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία μετά την καταστροφή δεν συμβαίνουν όλοι ταυτόχρονα. Αντί αυτού, τείνουν να προκύπτουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και να διαφέρουν σημαντικά σε μια περιοχή που έχει πληγεί από καταστροφές.

Οι φυσικές καταστροφές, η κλιματική αλλαγή, καθώς και η καταστροφή του περιβάλλοντος με σοβαρές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία θεωρούνται πλέον από τα σημαντικότερα προβλήματα και ταυτόχρονα προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η σύγχρονη κοινωνία σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα έντονα και πολλές φορές ακραία καιρικά φαινόμενα παρουσιάζουν ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια (πχ σεισμοί, πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές, ξηρασία) και οι επιπτώσεις τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον σχετίζονται με τον σύγχρονο τρόπο ζωής, τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών, τη παγκοσμιοποίηση, τον ασύδοτο τρόπο οικονομικής ανάπτυξης και τον αλόγιστο τρόπο χρήσης των φυσικών πόρων.

Η επίπτωση των φυσικών καταστροφών δεν είναι ορατή μόνο σε επίπεδο δημόσιας υγείας ή σε επίπεδο επίδρασης του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Η κλιματική αλλαγή και οι δυσμενείς επιπτώσεις στο ίδιο το φυσικό περιβάλλον συνθέτουν έναν φαύλο κύκλο ενεργειών που εάν δεν αντιμετωπιστεί στη ρίζα του προβλήματος θα οδηγήσει σε καταστροφή του περιβάλλοντος. Ήδη βιώνουμε απώλειες σε επίπεδο πανίδας και χλωρίδας τις οποίες δεν μπορούμε να ανατρέψουμε πια.

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών θα προκύψει μόνο μέσα από οικουμενική και συλλογική δράση σε επίπεδο κρατών, κυβερνήσεων και πολιτών. Η διασφάλιση της ποιότητας ζωής θα συμβάλει στην ευαισθητοποίηση των πολιτών μέσω κοινωνικής και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, αφού θα προωθήσει την αειφόρο ανάπτυξη.

Μέσα από την ανασκοπική αυτή εργασία είναι ιδιαίτερο σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε την καθοριστική έννοια του περιβάλλοντος για τον άνθρωπο και τους κινδύνους που απορρέουν από τις φυσικές καταστροφές για την ανθρώπινη υγεία, καθώς να αναλογιστούμε πως εάν θέλουμε να επιβιώσουμε πρέπει ο καθένας μας ξεχωριστά να συμβάλει στη προστασία του περιβάλλοντος με απλά και βασικά πράγματα που προκύπτουν μέσα από την καθημερινότητα. Τέλος, σε διεθνές επίπεδο υπάρχει ανάγκη για δημιουργία ισόρροπης σχέσης μεταξύ περιβάλλοντος, οικονομικής ανάπτυξης και ευημερίας των κοινωνιών.

Οι καταστροφές θα συνεχίσουν να αυξάνονται σε παγκόσμια κλίμακα και κατά συνέπεια θα πρέπει να ληφθούν μέτρα προστασίας σε επίπεδο πρώιμης προετοιμασίας και πρόληψης των επιπτώσεών τους και όχι μόνο λήψη μέτρων αντιμετώπισής τους. Εάν δεν μειωθεί η ευπάθεια των κοινωνιών στις φυσικές καταστροφές ο αντίκτυπος σε ανθρώπινες απώλειες και ο οικονομικός και περιβαλλοντικός αντίκτυπος θα είναι όλο και πιο δύσκολα διαχειρίσιμος.



## 6.2. Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες

Τα ευρήματα που αναπτύχθηκαν σε αυτή την ανασκοπική μελέτη αναμένεται ότι θα χρησιμεύσουν ως ένα βασικό πλαίσιο για τη δομημένη αποτύπωση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον. Όμως η περαιτέρω μελέτη των επιπτώσεων και η δημιουργία μέγα-βάσεων δεδομένων είναι βήματα τα οποία θα πρέπει άμεσα να ακολουθήσουμε στο μέλλον ώστε να είναι εφικτή η πρόληψη και η αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών με πιο οργανωμένο τρόπο.

Η αναγνώριση αυτών των επιπτώσεων θα βοηθήσει ερευνητές και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής υγείας ώστε να στοχεύσουν στον περιορισμό αυτών των επιπτώσεων μέσω ανασχεδιασμού των δράσεων πρόληψης, ετοιμότητας και διαχείρισης των φυσικών καταστροφών.

Επιπρόσθετα, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στον σχεδιασμό και την εφαρμογή προβλεπτικών μοντέλων κινδύνου φυσικών καταστροφών και στη συνεργασία των ομάδων για την ενίσχυση της αξιοπιστίας και της χρήσης τους

Τέλος, ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον πεδίο μελέτης θα ήταν η μελέτη της συνέργειας ανθρωπογενών παρεμβάσεων και φυσικών καταστροφών στην ενίσχυση του κινδύνου έκθεσης και επίπτωσης που προκύπτει από ανθρωπογενείς παράγοντες.

Η προστασία της φύσης και η αειφόρος ανάπτυξη απαιτεί την άμεση λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που μοιάζει να έχει σχέση αιτίου-αιτιατού με τις φυσικές καταστροφές.

Ο διαπλανητικός χώρος φαίνεται να επηρεάζει και την ανθρώπινη υγεία, καθώς οι μεταβολές στην ηλιακή και κοσμική ακτινοβολία φαίνεται να συνδέονται με συγκεκριμένες επιδράσεις. Τα περιορισμένα δεδομένα που έχουμε σήμερα μας οδηγούν στη διαπίστωση ότι πρέπει να προχωρήσει η έρευνα για τις επιπτώσεις παραγόντων όπως η ηλιακή και κοσμική ακτινοβολία στην ανθρώπινη υγεία, ώστε η επιστήμη να συνειδητοποιήσει καλύτερα την αλληλεπίδραση μεταξύ των βιολογικών οργανισμών και της ακτινοβολίας.

## Βιβλιογραφικές Πηγές

- Abrignani MG, Corrao S, Biondo GB, Renda N, Braschi A, Novo G, et al. Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions. *Int J Cardiol*, 2009;137:123–9.
- Akbari ME, Farshad AA, Asadi-Lari M. The devastation of Bam: an overview of health issues 1 month after the earthquake. *Public Health* 2004;118(Suppl. 2):403–8.
- Albrecht F. Natural hazard events and social capital: the social impact of natural disasters. *Disasters*. 2018;42(2):336-360.
- Alderman K, Turner LR, Tong S. Floods and human health: a systematic review. *Environ Int*. 2012;47:37-47.
- American College of Surgeons. Advanced trauma life support program for doctors: student course manual. Chicago, IL: American College of Surgeons, 2008.
- Analitis A, De' Donato F, Scortichini M, Lanki T, Basagana X, Ballester F, Astrom C, Paldy A, Pascal M, Gasparrini A, Michelozzi P, Katsouyanni K. Synergistic Effects of Ambient Temperature and Air Pollution on Health in Europe: Results from the PHASE Project. *Int J Environ Res Public Health*, 2018;15(9). pii: E1856.
- Anderson GB, Dominici F, Wang Y, McCormack MC, Bell ML, Peng RD. Heat-related emergency hospitalizations for respiratory diseases in the Medicare population. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013;187:1098–103.
- Arrieta M, Foreman R, Crook E, Icenogle M. Providing continuity of care for chronic diseases in the aftermath of Katrina: from field experience to policy recommendations. *Disaster Med Public Health Prep.*, 2009;3:174–82.
- Bar-On E, Lebel E, Blumberg N, Sagi R, Kreiss Y; Israel Defense Forces Medical Corps, Petah Tikva, Israel. Pediatric Orthopedic Injuries Following an Earthquake: Experience in an Acute-Phase Field Hospital. *J Trauma Nurs*. 2015;22(4):223-8.
- Bartels SA, VanRooyen MJ. Medical complications associated with earthquakes. *Lancet*. 2012;379(9817):748-57.
- Below P., Wirtz A., Guha Sapir D.. Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes - Common accord. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Munich Reinsurance Company (Munich RE). October 2009
- Berko J, et al. Deaths attributed to heat, cold, and other weather events in the United States, 2006–2010. *National Health Statistics Reports*, No. 76.

- Hyattsville, MD:National Center for Health Statistics, U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 30 July 2014.
- Blumetti AM, Grützner C, Guerrieri L, Livio F. Quaternary earthquakes: Geology and palaeoseismology for seismic hazard assessment. *Quat. Int.*, 2017;451, 1–10.
- Borden KA, Cutter SL. Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States. *International Journal of Health Geographics*, 2008; 7(64):1–13.
- Calo-Blanco A, Kovářik J, Mengel F, Romero JG. Natural disasters and indicators of social cohesion. *PLoS One*. 2017;12(6):e0176885.
- Cascio WE. Wildland fire smoke and human health. *Sci Total Environ*. 2018 May 15;624:586-595.
- Castañeda-Moya E, Rivera-Monroy VH, Chambers RM, Zhao X, Lamb-Wotton L, Gorsky A, Gaiser EE, Troxler TG, Kominoski JS, Hiatt M. Hurricanes fertilize mangrove forests in the Gulf of Mexico (Florida Everglades, USA). *Proc Natl Acad Sci USA*, 2020, pii:201908597.
- Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Annual Disaster Statistical Review: The Numbers and Trends 2015. Brussels, Belgium, 2015.
- Chou, Y.J., Huang, N., Lee, C.H., Tsai, S.L., Tsay, J.H., Chen, L.S. and Chou, P. Suicides after the 1999 Taiwan earthquake. *Inter. Jour. of Epidemiology*, 2003;32, 1007–1014.
- CRED 2020. EM-DAT General Classification. Assessed 16/02/2020 online from CRED website (<https://www.emdat.be/classification>).
- CRED. Natural Disasters 2018. Brussels: CRED; 2019. This document is available at: [https://emdat.be/sites/default/files/adsr\\_2018.pdf](https://emdat.be/sites/default/files/adsr_2018.pdf).
- CRED. Volcanic Activity and Wildfires. CRED crunch, Issue 55, August 2019.
- Dayrit JF, Bintanjoyo L, Andersen LK, Davis MDP. Impact of climate change on dermatological conditions related to flooding: update from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. *Int J Dermatol*. 2018;57(8):901-910.
- Dimitrakopoulos, A., C. Gogi, G. Stamatelos, I. Mitsopoulos. Statistical analysis of the fire environment of large forest fires (1000 ha) in Greece. *Pol J Environ Stud*, 2011;20:327–332.
- Domercant JW, Guillaume FD, Marston BJ, Lowrance DW. Centers for disease control and prevention (CDC). Update on progress in selected public health programs after the, Earthquake and cholera epidemic – Haiti, 2014. *Morb Mortal Wkly Rep* 2010;2015(64):137–40.

- Duffy PB, Tebaldi C. Increasing prevalence of extreme summer temperatures in the US. *Clim Change* 2012;111:487–95.
- Ebi, K.L., Nealon, J.. Dengue in a changing climate. *Environ. Res.*, 2016;151, 115–123.
- EM-DAT (2019): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium (<http://www.emdat.be/>).
- EU. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation, OJ L 159, 29.6.1996.
- Euripidou E, Murray V. Public health impacts of floods and chemical contamination. *J Public Health*, 2004; 26:376–83.
- Fan W, McGuire J, de Groot-Hedlin C, Hedlin M, Coats S, Fiedler J. Stormquakes. *Geophysical Research Letters*, 2019; 46 (22), 12909-12918.
- FAO. The impact of disasters on agriculture. Addressing the information gap Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2017. [www.fao.org/resilience](http://www.fao.org/resilience).
- Farooqui M, Quadri SA, Suriya SS, Khan MA, Ovais M, Sohail Z, et al. Posttraumatic stress disorder: a serious post-earthquake complication. *Trends Psychiatry Psychother.* 2017;39(2):135-143.
- FDH. Health Effects of Tropical Storms and Hurricanes in Florida. Florida Department of Health, Division of Disease Control and Health Protection, Bureau of Epidemiology, 2015.
- FoxM, Chari R, Resnick B, Burke T. Potential for chemical mixture exposures and health risks in New Orleans post-Hurricane Katrina. *Human and Ecol Risk Assess*, 2009;15:831–45.
- Ganguly AR, Steinhäuser K, Erickson 3rd DJ, BranstetterM, Parish ES, Singh N, et al. Higher trends but larger uncertainty and geographic variability in 21st century temperature and heat waves. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009;106:15555–9.
- Geertsema M, Highland L and Vaugeouis L. Environmental Impact of Landslides. Chapter 31 in *Landslides – Disaster Risk Reduction*. K. Sassa, P. Canuti (eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 589-607.
- Giannaropoulou E. Papailiou M. Mavromichalaki, H. Gigolashvili, M. Tvildiani, L. Janashia, K. Preka-Papadema, P. Papadima, Th. (2014). A study on the various types of arrhythmias in relation to the polarity reversal of the solar magnetic field. *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, Springer;

International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, vol. 70(2), pages 1575-1587.

Giorgadze T, Maisuradze I, Japaridze A, Utiashvili Z, Abesadze G. Disasters and their consequences for public health. *Georgian Med News*. 2011;(194):59-63.

Groot E, Caturay A, Khan Y, Copes R. A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires. *Int J Occup Med Environ Health*. 2019;32(2):121-140.

Guerrieri L, Tatevossian R, et al. Earthquake environmental effects (EEE) and intensity assessment: the INQUA scale project. *Boll. Soc. Geol. Ital*. 2007;126, 375–386.

Guo, Y., Gasparrini, A., Amstrong, B., Li, S., Tawatsupa, B., Tobias, A., et al., 2014. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: a systematic evaluation. *Epidemiology*, 2014;25(6), 781–789.

Hansell AL, Horwell CJ and Oppenheimer C. The Health Hazards of Volcanoes and geothermal areas. *Occup Environ Med* 2006;63:149–156.

Heggie TW. Geotourism and volcanoes: Health hazards facing tourists at volcanic and geothermal destinations. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 2009;7,257e261.

Hlodversdottir H, Thorsteinsdottir H, Thordardottir EB, Njardvik U, Petursdottir G, Hauksdottir A. Long-term health of children following the Eyjafjallajökull volcanic eruption: a prospective cohort study. *Eur J Psychotraumatol*. 2018;9(sup2):1442601.

Horwell, C. Baxter, P. and Kamanyire, R. (2015) Health impacts of volcanic eruptions. In: S.C. Loughlin, R.S.J. Sparks, S.K. Brown, S.F. Jenkins and C. Vye-Brown (eds) *Global Volcanic Hazards and Risk*, Cambridge: Cambridge University Press.

Ivey J. Natural Disasters: Looking at the Consequences. *Pediatr Nurs*. 2016;42(5):242.

Johnston FH, Henderson SB, Chen Y, Randerson JT, Marlier M, Defries RS, et al. Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environ Health Perspect* 2012;120:695–701.

Kamigaki T, Seino J, Tohma K, Nukiwa-Soma N, Otani K, Oshitani H. Investigation of an Influenza A (H3N2) outbreak in evacuation centres following the Great East Japan earthquake, 2011. *BMC Public Health*. 2014;14:34.

- Kennedy IT, Petley DN, Williams R, Murray V. A systematic review of the health impacts of mass Earth movements (landslides). *PLoS Curr.* 2015;7. pii: ecurrents.dis.1d49e84c8bbe678b0e70cf7fc35d0b77.
- Lal, A., Hales, S., Kirk, M., Baker, M.G., French, N.P. Spatial and temporal variation in the association between temperature and salmonellosis in NZ. *Aust. N. Z. J. Public Health*, 2015;40(2),165–169.
- Lara RJ, Neogi SB, Islam MS, Mahmud ZH, Yamasaki S, Nair GB. Influence of catastrophic climatic events and human waste on *Vibrio* distribution in the Karnaphuli estuary. Bangladesh. *Eco Health* 2009;6(Suppl. 2):279–86.
- Laugharne J, van der Watt G, Janca A. After the fire: the mental health consequences of fire disasters. *Curr Opin Psychiatry.* 2011;24(1):72-7.
- Ligon BL. Infectious diseases that pose specific challenges after natural disasters: a review. *Semin Pediatr Infect Dis.* 2006; 17(1):36-45.
- Lin S, Luo M, Walker RJ, Liu X, Hwang SA, Chinery R. Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases. *Epidemiology*, 2009; 20:738–46.
- Liu C, Yavar Z, Sun Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2015;309(11):H1793-812.
- Liu Z, Zhang F, Zhang Y, Li J, Liu X, Ding G, Zhang C, Liu Q, Jiang B. Association between floods and infectious diarrhea and their effect modifiers in Hunan province, China: A two-stage model. *Sci Total Environ.* 2018;626:630-637.
- MacKenzie JS, Banskota B, Sirisreetreerux N, Shafiq B, Hasenboehler EA. A review of the epidemiology and treatment of orthopaedic injuries after earthquakes in developing countries. *World J Emerg Surg*, 2017;12:9.
- Mallett LH, Etzel RA. Flooding: what is the impact on pregnancy and child health? *Disasters.* 2018;42(3):432-458.
- Mavromichalaki, H., Papailiou, M., Dimitrova, S. et al. (2012). Space weather hazards and their impact on human cardio-health state parameters on Earth. *Natural Hazards* 64: 1447. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0306-2>.
- Mireku N, Wang Y, Ager J, Reddy RC, Baptist AP. Changes in weather and the effects on pediatric asthma exacerbations. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 2009;103:220–4.
- Morabia A, Benjamin GC. Preparing and Rebuilding After Natural Disasters: A New Public Health Normal! *Am J Public Health.* 2018 Jan;108(1):9-10.

- Naghii MR. Public health impact and medical consequences of earthquakes. *Rev Panam Salud Publica* 2005; 18: 216–21.
- Newnham RM, Dirks KN and Samaranayake D. An investigation into long-distance health impacts of the 1996 eruption of Mt Ruapehu, New Zealand. *Atmospheric Environment*, 2010;44,1568e1578.
- NPC. Nepal Earthquake 2015. Post Disaster Needs Assessment. Executive summary. National Planning Commission. Government of Nepal. Kathmandu, 2015.
- Overstreet, S., Salloum, A., Burch, B. and West, J. Challenges Associated with Childhood Exposure to Severe Natural Disasters: Research Review and Clinical Implications. *Journal of Child and Adolescent Trauma*, 2011;4, 52–68.
- Pacheco Barzallo D, Pacheco Barzallo A, Narvaez E. The 2016 Earthquake in Ecuador: Zika Outbreak After a Natural Disaster. *Health Secur.* 2018;16(2):127-134.
- Page, L.A., Hajat, S., Kovats, R.S., Howard, L.M. Temperature-related deaths in people with psychosis, dementia and substance misuse. *Br. J. Psychiatry J. Ment. Sci.* 2012; 200(6), 485–490.
- Papadimitriou E, Karakostas V. Rupture model of the great AD 365 Crete earthquake in the southwestern part of the Hellenic Arc. *Acta Geophysica*, 2010; 56 (2): 293-312.
- Papanikolaou I, Melaki M. The Environmental Seismic Intensity Scale (ESI 2007) in Greece, addition of new events and its relationship with magnitude in Greece and the Mediterranean; preliminary attenuation relationships. *Quaternary International*, 2017; 451:37-55.
- Paterson DL, Wright H, Harris PNA. Health Risks of Flood Disasters. *Clin Infect Dis.* 2018;67(9):1450-1454.
- Pereira S, Zêzere JL, Quaresma ID, Bateira C. Landslide incidence in the north of Portugal: Analysis of a historical landslide database based on press releases and technical reports. *Geomorphology*, 2014; 214:514–525
- Petley, D.N. Global patterns of loss of life from landslides. *Geology*, 2012;40(10), 927-930.
- Phung D, Chu C, Tran DN, Huang C. Spatial variation of heat-related morbidity: A hierarchical Bayesian analysis in multiple districts of the Mekong Delta Region. *Sci Total Environ.* 2018;637-638:1559-1565.
- Rieckmann A, Tamason CC, Gurley ES, Rod NH, Jensen PKM. Exploring Droughts and Floods and Their Association with Cholera Outbreaks in

- Sub-Saharan Africa: A Register-Based Ecological Study from 1990 to 2010. *Am J Trop Med Hyg.* 2018;98(5):1269-1274.
- Robock A. Volcanic eruptions and climate. *Reviews of Geophysics*, 2000;38:2,191-219.
- Sabatakakis N, Koukis G, Vassiliades E, Lainas S. Landslide susceptibility zonation in Greece. *Nat. Hazards*, 2013;65,523–543.
- Sadeghi, N. and Ahmadi, M.H. Mental health preparedness for natural disasters. *Iran. Natural Hazards*, 2008;44, 243–252.
- Saenz R, Bissell RA, Paniagua F. Post-disaster malaria in Costa Rica. *Prehosp Disaster Med* 1995;10(Suppl. 2):154–60.
- San Miguel-Ayanz J, Moreno J, Camia A. Analysis of large fires in European Mediterranean land- scapes: lessons learned and perspectives, *For Ecol Manag*, 2013 294:11–22.
- Saroglou C. GIS-Based Rockfall Susceptibility Zoning in Greece. *Geosciences* 2019;9,163.
- Saulnier DD, Brolin Ribacke K, von Schreeb J. No calm after the storm: a systematic review of human health following flood and storm disasters. *Prehosp Disaster Med.* 2017;32(5):568-579.
- Schwartz RM, Tuminello S, Kerath SM, Rios J, Lieberman-Cribbin W, Taioli E. Preliminary Assessment of Hurricane Harvey Exposures and Mental Health Impact. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(5).pii: E974.
- Sever M, Vanholder R, Lameire N. Management of crush-related injuries after disasters. *N Engl J Med* 2006; 354: 1052–65.
- Sharma A, Young S, Stephens K, Ratard R, Straif-Bourgeois S, et al. Chronic disease and related conditions at emergency treatment facilities in the New Orleans area after Hurricane Katrina. *Disaster Med Public Health Prep.*, 2008;2:27–32.
- Stoupel, E. (2015). Considering space weather forces interaction on human health: the equilibrium paradigm in clinical cosmobiology – is it equal? *Journal of Basic Clinical Physiology and Pharmacology.* 2015 Mar;26(2):147-51.
- Sweileh WM. A bibliometric analysis of health-related literature on natural disasters from 1900 to 2017. *Health Res Policy Syst.* 2019;17(1):18.
- Tempark T, Lueangarun S, Chatproedprai S, Wananukul S. Flood-related skin diseases: a literature review. *Int J Dermatol.* 2013;52(10):1168-76.



- Tomio J, Sato H, Mizumura H. Interruption of medication among outpatients with chronic conditions after a flood. *Prehosp Disaster Med.*, 2010;25:42–50.
- UNDRR (2019), Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
- UNISDR. Towards a Post- 2015 Framework for Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland; ISDR (UNISDR), 2014.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. UNISDR/GE/2015 - ICLUX EN5000 1st edition. Geneva, 2015.
- USAID. Office of US Foreign Disaster Assistance (2016). Disaster History: Significant data on major disasters worldwide, 1900– present. Washington, DC: Agency for International Development, November 2016.
- Wang Y, Shi L, Zanobetti A, Schwartz JD. Estimating and projecting the effect of cold waves on mortality in 209 US cities. *Environ Int.*, 2016;94:141-149.
- Wang YK, Fua B, Xua P. Evaluation the impact of earthquake on ecosystem services. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modelling. *Procedia Environmental Sciences*, 2012;13:954–966.
- WHO. Chemical releases caused by natural hazard events and disasters – information for public health authorities. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- WHO. <https://www.who.int/hac/techguidance/ems/natprofiles/en/>
- Woersching JC, Snyder AE. Earthquakes in El-Salvador: a descriptive study of health concerns in a rural community and the clinical implication – part II. *Disaster Manag Response* 2004;2(Suppl. 2):10–3.
- Wünnemann K, Weiss R. The meteorite impact-induced tsunami hazard. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci.* 2015, 28;373(2053). pii: 20140381.
- WWF. World Wildlife Fund). <https://www.worldwildlife.org> (Assessed online 18/02/2020).
- Yaghmaei, Nima. (2019). Disasters 2018: Year in Review (CRED Crunch Issue: 54). 10.13140/RG.2.2.28419.55840.
- Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Science of the Total Environment.* 2004;322(1–3):3–20.

Zhong S, Yang L, Toloo S, Wang Z, Tong S, Sun X, Crompton D, FitzGerald G, Huang C. The long-term physical and psychological health impacts of flooding: A systematic mapping. *Sci Total Environ.*, 2018;626:165-194.

Απλαδά Ε., Γεωργιάδης Ν., Δεδάκη Μ., Κουταβά Ν., Λατσούδης Π., Μαραγκού Π., Σβορώνου Ε., Συμβουλίδου Μ., Τζηρίτης Η., και Χριστόπουλος Χ. Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για τις Προστατευόμενες Περιοχές: το Παράδειγμα της Πάρνηθας. WWF Ελλάς, Αθήνα, 2007.

Γλυνού Μ. Η πλημμύρα του 1953 στη βόρεια θάλασσα και οι αλλαγές που επέφερε στην αντιπλημμυρική προστασία Αγγλίας και Ολλανδίας. Μεταπτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα, 2014.

ΕΑΕΕ. Ένωση Ασφαλιστικών Εταιρειών Ελλάδος (ΕΑΕΕ). Φυσικές καταστροφές και ταραχές στην Ελλάδα 1993-2018. Οικονομική μελέτη 112. Αθήνα, Ιανουάριος 2019.

ΕΜΕΚΑ. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής. ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα, Ιούλιος 2011. ISBN: 978 - 960 - 7032 - 49 – 2.

Λαζαρίδη Α. και Κατσαφάδος Π., 2012, Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι και Ασφάλεια, Πανεπιστημιακές, Σημειώσεις Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Αθήνα

Λέκκας Ε. Σεισμός Wenchuan (Mw 7.9, 12 Μαΐου 2008) Sichuan, Κίνα. Γεωτεκτονικό Καθεστώς και Μακρο-κατανομή των Καταστροφών. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας 5–7 Νοεμβρίου, 2008. Άρθρο 2109.

ΟΑΣΠ. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού & Προστασίας. <https://www.oasp.gr> (Προσπελάστηκε 18/02/2020).

Παυλόπουλος, Κ. «ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ», Τμήμα Γεωγραφίας (Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο), Αθήνα, 2008.

Ταμπάκης Σ και Καρανικόλα Π. Δασικές Πυρκαγιές και Κοινωνία. Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2015. ISBN: 978-960-9698-10-8.

ΦΕΚ 102/Β/01.05.2002, Νόμος υπ. αριθμ. 3013 Αναβάθμιση της Πολιτικής Προστασίας και λοιπές διατάξεις.