



**ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ,  
ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΜΦΑΝΙΣΗ & ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ**

Καθ. Selcuk Toprak, Καθ. Banu Cetin, Av. Καθ. Cigdem Balcik,  
Av. Καθ. Burak Aydogan, Tahsin Gormus, Oguz Dal

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΗΣ (GEBZE)**



**Funded by  
the European Union**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| <b>Πίνακας Περιεχομένων</b>                     | 2  |
| 1. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Καταστροφών     | 2  |
| 1.1. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Πλημμύρων     | 4  |
| 1.1.1. Συχνότητα των Πλημμύρων                  | 4  |
| 1.1.2. Επιπτώσεις των Πλημμύρων                 | 13 |
| 1.1.2.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις             | 17 |
| 1.1.2.2. Κοινωνικές Επιπτώσεις                  | 19 |
| 1.1.2.3. Οικονομικές Επιπτώσεις                 | 20 |
| 1.2. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Κατολισθήσεων | 22 |
| 1.2.1. Συχνότητα των Κατολισθήσεων              | 22 |
| 1.2.2. Επιπτώσεις των Κατολισθήσεων             | 29 |
| 1.2.2.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις             | 29 |
| 1.2.2.2. Κοινωνικές Επιπτώσεις                  | 30 |
| 1.2.2.3. Οικονομικές Επιπτώσεις                 | 31 |
| 1.3. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Πυρκαγιών     | 34 |
| 1.3.1. Συχνότητα των Πυρκαγιών                  | 34 |
| 1.3.2. Επιπτώσεις των Κατολισθήσεων             | 42 |
| 1.3.2.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις             | 42 |
| 1.3.2.2. Κοινωνικές Επιπτώσεις                  | 44 |
| 1.3.2.3. Οικονομικές Επιπτώσεις                 | 45 |
| Βιβλιογραφία                                    | 47 |

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 1

## ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Οι καταστροφές συμβαίνουν παγκοσμίως και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορους τύπους με βάση τα αίτιά τους. Οι Φυσικές Καταστροφές είναι γεγονότα που προκαλούνται από φυσικές δυνάμεις και διαδικασίες, όπως η μετεωρολογία και η γεωλογία. Μπορεί να είναι πολύ μεγάλες σε κλίμακα και να έχουν το δυναμικό να προκαλέσουν απώλειες ζωών και

ιδιοκτησίας. Παραδείγματα φυσικών καταστροφών είναι οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, οι σεισμοί, οι πυρκαγιές στην ύπαιθρο, οι τυφώνες και οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Οι ανθρωπογενείς καταστροφές είναι καταστροφές που προέρχονται από ανθρώπινες προελεύσεις, όπως ακριβώς δηλώνει το όνομά τους. Βιομηχανικά ατυχήματα, ατυχήματα μεταφορών, πυρηνικά ατυχήματα, βιολογικές και περιβαλλοντικές καταστροφές μπορούν να αποτελέσουν παράδειγμα ανθρωπογενών καταστροφών. Η εμφάνιση καταστροφών διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, το κλίμα και τους ανθρώπινους παράγοντες. Ορισμένες περιοχές είναι πιο επιρρεπείς σε συγκεκριμένους τύπους καταστροφών λόγω των γεωγραφικών και κλιματικών τους χαρακτηριστικών. Η κατανόηση των μοτίβων εμφάνισης και των δυνητικών κινδύνων που συνδέονται με τους διάφορους τύπους καταστροφών είναι κρίσιμη για την προετοιμασία, την ανταπόκριση και τις προσπάθειες μείωσης των καταστροφών.

Κάθε χρόνο, εκατομμύρια άτομα βιώνουν τον αντίκτυπο τόσο φυσικών όσο και ανθρωπογενών καταστροφών. Αυτές οι καταστροφές συνεπάγονται κινδύνους θανάτου και σωματικής βλάβης, και μπορεί να οδηγήσουν στην απώλεια κατοικιών, περιουσιών, και δημόσιων υποδομών. Ως εκ τούτου, τα άτομα που επηρεάζονται από καταστροφές κινδυνεύουν σοβαρά να αντιμετωπίσουν συναισθηματικά και σωματικά προβλήματα υγείας. Οι αντιδράσεις άγχους μετά από μια καταστροφή παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με εκείνα που παρατηρούνται μετά από οποιοδήποτε τραυματικό γεγονός. Οι καταστροφές μπορούν να πυροδοτήσουν μια ευρεία γκάμα διανοητικών και σωματικών αντιδράσεων, συμπεριλαμβανομένων αποκρίσεων σε προβλήματα και ερεθίσματα που συνδέονται με την τραυματική εμπειρία.

Η κατανόηση της συχνότητας και του αντίκτυπου των καταστροφών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη στρατηγικών πρόληψης, μετριασμού και ανταπόκρισης σε τέτοια γεγονότα. Οι κυβερνήσεις, οι τοπικές κοινότητες και τα άτομα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση ανθεκτικότητας και στην ελαχιστοποίηση των τρομακτικών αποτελεσμάτων των καταστροφών.

## **1.1. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Πλημμύρων**

### **1.1.1. Συχνότητα των Πλημμύρων**

Οι πλημμύρες ορίζονται ως η υπερχειλίση των υδάτων σε κανονικά ξηρά εδάφη, που προκαλείται από υπερβολική βροχόπτωση, αστοχία φραγμάτων ή άλλους παράγοντες. Οι πλημμύρες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το μέγεθός τους, τη συχνότητα, τη διάρκεια και τη γεωγραφική έκταση. Η κατανόηση αυτών των κατηγοριοποιήσεων είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση των κινδύνων πλημμύρας και τον σχεδιασμό κατάλληλων μέτρων μετρίωσης. Αναλύει φυσικές αιτίες όπως η έντονη βροχόπτωση, το λιώσιμο των χιονιών και οι ποτάμιες διαδικασίες, καθώς και ανθρωπογενείς παράγοντες όπως η αποψίλωση των δασών, η αστικοποίηση και η κλιματική αλλαγή. Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων μπορεί να ενισχύσει τα γεγονότα πλημμύρας και να αυξήσει τη συχνότητα και την έντασή τους. Μια πλήρης κατανόηση των αιτιών επιτρέπει στους επιστήμονες και τους πολιτικούς φορείς να αναπτύξουν αποτελεσματικές στρατηγικές για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των πλημμύρων.

Οι πλημμύρες είναι φυσικές υδρολογικές καταστροφές που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή, τις υποδομές και το περιβάλλον. Η κατανόηση της εμφάνισης των πλημμύρων είναι κρίσιμη για την ενίσχυση της προετοιμασίας, την ελαχιστοποίηση των ζημιών και τη δημιουργία ανθεκτικότητας σε ευάλωτες περιοχές. Οι πλημμύρες προκύπτουν από συνδυασμό φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων. Πρώτον, οι έντονες ή μακροχρόνιες εκδηλώσεις βροχόπτωσης παίζουν σημαντικό ρόλο. Η έντονη βροχόπτωση, συχνά συνδεδεμένη με καταιγίδες ή τροπικούς κυκλώνες, μπορεί να υπερνικήσει τα αποστραγγιστικά συστήματα και να προκαλέσει την υπέρβαση των όχθων των ποταμών. Επιπλέον, το λιώσιμο των χιονιών κατά την άνοιξη ή οι απότομες παγόφραξεις στους ποταμούς μπορούν να οδηγήσουν σε υπερβολική επιφανειακή απορροή και επακόλουθη πλημμύρα. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επίσης συμβάλλουν στις πλημμύρες, όπως η αποψίλωση των δασών, η αστικοποίηση και η ακατάλληλες χρήσεις εδαφών που αλλάζουν τα φυσικά αποστραγγιστικά χαρακτηριστικά (Middelmann-Fernandes, 2009). Η λεπτομερής κατηγοριοποίηση των πλημμύρων δίνεται στον Πίνακα 1.1.

Η συχνότητα και η ένταση των πλημμύρων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική τοποθεσία, τα κλιματικά χαρακτηριστικά και την τοπική υποδομή. Κάποιες περιοχές είναι πιο

επιρρεπείς σε πλημμύρες από άλλες λόγω παραγόντων όπως η εγγύτητα σε ποτάμια ή παράκτιες περιοχές, η τοπογραφία ή τα κακής ποιότητας αποστραγγιστικά συστήματα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ενώ οι πλημμύρες είναι σχετικά συχνές και συμβαίνουν σε διάφορα μέρη του κόσμου, η συχνότητα πλημμύρων σε μία δεδομένη περιοχή μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Επιπρόσθετα, οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η ανύψωση των επιπέδων της θάλασσας και η αυξημένη βροχόπτωση σε ορισμένες περιοχές, μπορεί ενδεχομένως να επηρεάσουν την εμφάνιση και την ένταση των πλημμύρων στο μέλλον. Οι γενικές αιτίες των πλημμύρων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Υπερβάλλουσα Ροή
- Φθορά των αποστραγγιστικών καναλιών
- Αδυναμία αποστράγγισης
- Αποψίλωση δασών
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας λόγω του ανέμου
- Παλιρροϊκά κύματα
- Παγκόσμια κλιματική αλλαγή
- Αστοχία υφιστάμενου αναχώματος

Πίνακας 1.1. Κατηγοριοποίηση Πλημμύρων

| Κατηγοριοποίηση Πλημμύρων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Πλημμύρες ανά Τύπο                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                  |
| <p>A. Πλημμύρες Ποταμών</p> <p>1. Πλημμύρες υπερκρίσιμης (έντονης) ροής και ξαφνικές πλημμύρες</p> <p>α) Χαμηλή ταχύτητα</p> <p>β) Μικρή διάρκεια, έντονες βροχοπτώσεις</p> <p>γ) Υπερβολικές ανθρώπινες απώλειες</p> <p>2. Πλημμύρες υποκρίσιμης (ήρεμης) ροής</p> <p>α) Η διάρκειά τους είναι μακροχρόνια</p> <p>β) Υψηλές βροχοπτώσεις</p> | <p>B. Παράκτιες Πλημμύρες (Ωκεανός, Θάλασσα, Λίμνη κτλ.). Από υψηλές παλίρροιες ή καταιγίδες</p> |
| 2. Πλημμύρες λόγω βροχοπτώσεων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                  |

|                                                                                                                          |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>3. Πλημμύρες λόγω τήξης χιονιού-παγετώνων</b>                                                                         |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| <b>4. Πλημμύρες ανάλογα με την εποχή</b>                                                                                 |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| Α) Θερινές Πλημμύρες εξαιτίας των έντονων βροχοπτώσεων το καλοκαίρι                                                      |                     | Β) Χειμερινές Πλημμύρες                                                                                                                                                                      | Γ) Εαρινές Πλημμύρες<br>Ως αποτέλεσμα της τήξης των χιονιών |
| <b>5. Πλημμύρες ανάλογα με τη διάρκειά τους</b>                                                                          |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| Α) Ξαφνικές πλημμύρες Συμβαίνουν εντός 6 ωρών.                                                                           |                     | Γ) Μακροχρόνιες πλημμύρες. Διαρκούν μία εβδομάδα ή περισσότερο.                                                                                                                              |                                                             |
| <b>6. Ανάλογα με τον τόπο δημιουργίας της πλημμύρας</b>                                                                  |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| Ρεμάτων & ποταμών                                                                                                        | Σε ορεινές περιοχές | Αστική πλημμύρα                                                                                                                                                                              | Παράκτια πλημμύρα                                           |
| <b>7. Ανάλογα με τις αιτίες των πλημμύρων</b>                                                                            |                     |                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| Α. Φυσικοί Παράγοντες<br><br>1. Φυσική δομή της γης<br><br>2. Το ποσό κορεσμού της γης με νερό - ρυθμός ροής του ρέματος |                     | Β. Ανθρώπινοι Παράγοντες<br><br>1. Στρεβλή αστική ανάπτυξη<br><br>2. Έλλειψη ή/και κοπή δέντρων<br><br>3. Ανάχωμα / φράγματα, κατασκευασμένα στον κοίτη του ποταμού και η παγκόσμια θέρμανση |                                                             |

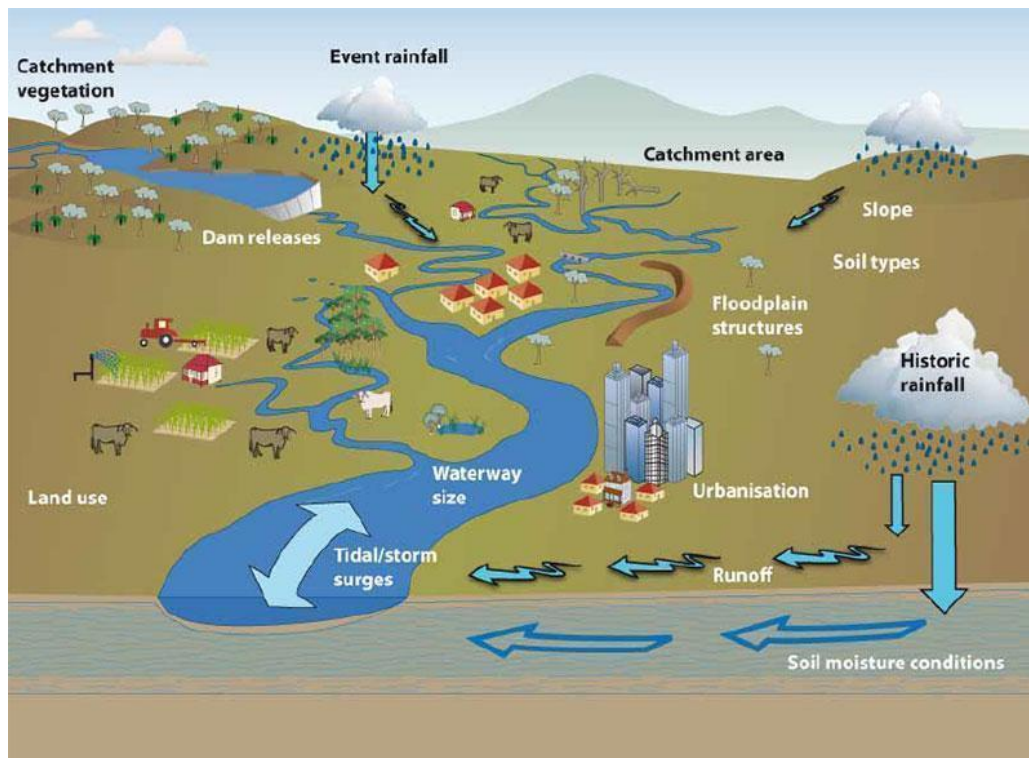
#### A) Πλημμύρα Ποταμού

Οι βροχοπτώσεις λειτουργούν ως ο κύριος παράγοντας για την εμφάνιση των πλημμύρων, ωστόσο υπάρχουν πολλοί επιπλέον παράγοντες (Εικ. 1.1). Ο βαθμός στον οποίο το βρόχινο νερό φτάνει σε υδατορέματα εντός μιας λεκάνης απορροής εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης, ειδικά το μέγεθος της, το σχήμα της και τη χρήση γης. Ένα μέρος των βροχοπτώσεων απορροφάται από το έδαφος και τη βλάστηση, ενώ ο υπόλοιπος όγκος εισέρχεται στα υδατορέματα ως επιφανειακή ροή. Διάφορα χαρακτηριστικά του ποταμού, συμπεριλαμβανομένων των διαστάσεών του, της διαμόρφωσης, της κάλυψης φυτικής βλάστησης και της παρουσίας κατασκευών εντός και κοντά στο υδατορέμα, συνεπώς επηρεάζουν το επίπεδο του νερού εντός του υδατορέματος.

Οι πλημμύρες συμβαίνουν όταν ο όγκος του νερού υπερβαίνει την αποστραγγιστική ικανότητα των λεκανών απορροής, των αγωγών, των ρυακιών και των ποταμών. Παρόλο που οι βροχοπτώσεις είναι αυτές που πυροδοτούν αυτήν τη διαδικασία, πολλοί παράγοντες λαμβάνουν μέρος. Η ποσότητα βρόχινου νερού που μετατρέπεται σε ροή εντός των ποταμών και των υδατορεμάτων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής. Ένα τμήμα

των βροχοπτώσεων κατακρατείται από το έδαφος και τη βλάστηση. Γενικά, οι περιοχές που βιώνουν υψηλότερες εντάσεις βροχοπτώσεων και μεγαλύτερη κάλυψη από βροχές επιτρέπουν λιγότερο νερό να διεισδύσει στο έδαφος ή να αποθηκευτεί. Η παρουσία βλάστησης συμβάλλει στην αυξημένη σύλληψη του βρόχινου νερού, μειώνοντας το διαθέσιμο νερό για επιφανειακή ροή. Φυσικές και τεχνητές αποθήκες, όπως αγροτικά φράγματα και δεξαμενές βρόχινου νερού, μειώνουν επίσης την επιφανειακή ροή. Οι τύποι εδάφους, η χρήση γης και οι προϋπάρχουσες καιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη διείσδυση των βροχοπτώσεων στο έδαφος και κατ' επέκταση την ποσότητα της επιφανειακής ροής.

Παράγοντες όπως αδιαπέραστες επιφάνειες (π.χ. στέγες, δρόμοι) εμποδίζουν την απορρόφηση του νερού, μειώνοντας τη διήθηση και αυξάνοντας την επιφανειακή ροή. Μόλις το νερό εισέλθει στα υδατορέματα, διάφοροι παράγοντες καθορίζουν την ποσότητα και την ταχύτητα της κατάντη ροής. Μεγαλύτερες λεκάνες απορροής τείνουν να παράγουν υψηλότερη ροή σε περιόδους παρατεταμένων και εκτεταμένων βροχοπτώσεων. Οι πιο απότομες κλίσεις της λεκάνης διευκολύνουν την ταχύτερη επιφανειακή ροή. Η υφή του εδάφους, συμπεριλαμβανομένων της βλάστησης, των φραχτών και των κατασκευών, επηρεάζει την ταχύτητα της ροής του νερού, συχνά επιφέροντας χαμηλότερα επίπεδα πλημμύρας στην κατάντη περιοχή. Φυσικά χαρακτηριστικά όπως βάλτοι και λίμνες δρουν ως προσωρινές αποθήκες πλημμυρικού νερού, απελευθερώνοντάς το σταδιακά. Τεχνητές κατασκευές, όπως φράγματα και λεκάνες καθυστέρησης, επίσης αποθηκεύουν νερό, μειώνοντας τις αιχμές της κατάντη ροής και επεκτείνοντας τη διάρκεια των πλημμυρικών γεγονότων. Ωστόσο, όλες αυτές οι κατασκευές έχουν περιορισμένη χωρητικότητα και υπάρχει ένα όριο στον όγκο της ροής ύδατος της λεκάνης που μπορούν να αποθηκεύσουν.



Εικόνα 1.1. Σχηματικό διάγραμμα πλημμύρας ποταμού (www.chiefscientist.qld.gov.au).

Η μεταφορική ικανότητα των αγωγών, των ρυακιών και των ποταμών εντός μιας λεκάνης απορροής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες:

- ✓ **Μέγεθος και Χαρακτηριστικά Ποταμού:** Το μέγεθος, η ευθυγράμμιση και η ομαλότητα ενός ποταμού ή ρυακιού επηρεάζουν άμεσα την ικανότητά του να μεταφέρει νερό, μειώνοντας την πιθανότητα πλημμύρων. Οποιοσδήποτε παράγοντας μειώνει αυτήν την ικανότητα, όπως η παρουσία κατασκευών στο κανάλι, ανάπτυξη που εκτείνεται στον χώρο ή συσσώρευση ιζήματος, συμβάλλει στην αύξηση του κινδύνου πλημμύρων.
- ✓ **Βλάστηση στα υδατορέματα και γύρω από αυτά:** Η παρουσία φυτών εντός ενός ποταμού ή κατά μήκος των όχθων του επιβραδύνει τη ροή του νερού. Η πιο αργή κίνηση του νερού οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα νερού και αυξημένη κατάκλυση της πλημμυρικής πεδιάδας. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να μετριάσει τα επίπεδα και τις ροές των πλημμύρων κατάντη. Η βλάστηση επίσης ενισχύει τις όχθες των ποταμών, προλαμβάνοντας τη διάβρωση και ευνοώντας την απόθεση ιζημάτων.
- ✓ **Χαρακτηριστικά της Πλημμυρικής Πεδιάδας:** Όταν ένας ποταμός υπερχειλίζει τις όχθες του, το μέγιστο επίπεδο πλημμύρας που επιτυγχάνεται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση της γύρω πλημμυρικής πεδιάδας. Οι ευρύχωρες και επίπεδες πλημμυρικές πεδιάδες

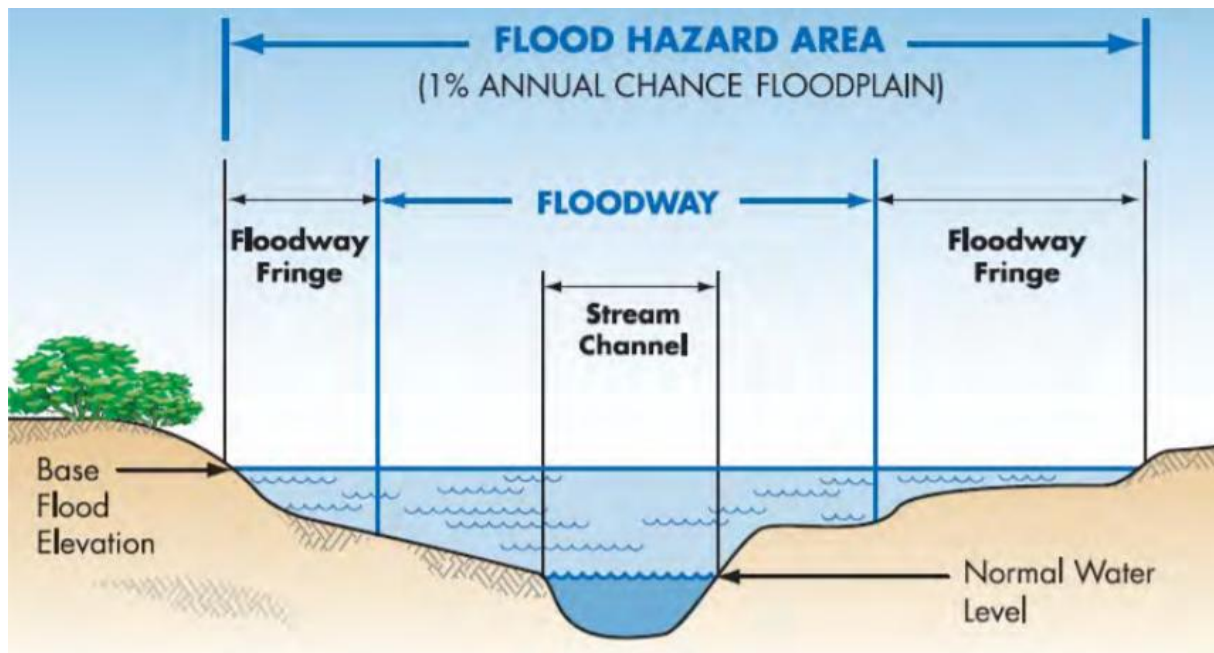
έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα για αποθήκευση πλημμυρικών νερών, οδηγώντας σε πιο αργά κινούμενες πλημμύρες. Οποιοσδήποτε τροποποιήσεις γίνουν στις πλημμυρικές πεδιάδες, όπως ο καθαρισμός της βλάστησης ή η κατασκευή αναχωμάτων, μπορούν να αλλάξουν τα φυσικά χαρακτηριστικά αποστράγγισης στις πλημμυρικές πεδιάδες των ποταμών. Βασικά στοιχεία μιας περιοχής κινδύνου πλημμύρων παρουσιάζονται στην Εικ. 1.2.

✓ **Αντίκτυπος Κατασκευών:** Κατασκευές που είναι εγκατεστημένες σε ρυάκια ή υδατορέματα, όπως οι υπόνομοι στα αστικά συστήματα αποστράγγισης ή οι γέφυρες πάνω από ποταμούς, μειώνουν την χωρητικότητα μεταφοράς νερού αυτών των υδάτινων σωμάτων και μπορούν να συμβάλουν στις πλημμύρες. Επιπλέον, η συσσώρευση σκουπιδιών σε αυτές τις κατασκευές μπορεί να επιδεινώσει το πρόβλημα.

✓ **Επιρροή των Αναχωμάτων και Υψωμάτων:** Τα αναχώματα που έχουν κατασκευαστεί κατά μήκος των υδατορεμάτων σχεδιάζονται για να προστατεύουν τις περιοχές πίσω από αυτά από πλημμύρες μέχρι ένα συγκεκριμένο επίπεδο. Ωστόσο, περιορίζουν τις πλημμυρικές ροές, οδηγώντας σε υψηλότερα επίπεδα πλημμύρας προς την πλευρά της πηγής. Αναχώματα δρόμων και σιδηροδρομικές πλευρές με ανεπαρκή διατομή απορροής, όπως ανεπαρκείς οχετοί, μπορούν να μπλοκάρουν τμήματα της πλημμυρικής πεδιάδας, παράγοντας παρόμοια αποτελέσματα. Μόλις τα αναχώματα ή τα υψώματα υπερχειλίστουν ή διαρραγούν, τα χαρακτηριστικά εξάπλωσης των πλημμυρικών νερών στην πλημμυρική πεδιάδα μπορεί να αλλάξουν σημαντικά, συχνά επιφέροντας σοβαρές πλημμύρες.

✓ **Κατάντη Επίπεδο Νερού:** Η ικανότητα των υδατορεμάτων μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το επίπεδο του νερού στον ωκεανό ή στη λίμνη στην οποία εκβάλλουν. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια μιας παλίρροιας, η απελευθέρωση νερού από έναν ποταμό στον ωκεανό μπορεί να παρεμποδιστεί. Παρομοίως, στη συμβολή των ρυακιών με τους ποταμούς, οι αντίστροφες ροές που προκαλούνται από τις πλημμύρες των ποταμών μπορούν να εκτείνονται προς τα πάνω στα ρυάκια σε σημαντική απόσταση.

Συνολικά, αυτοί οι παράγοντες από κοινού επηρεάζουν την ικανότητα των υδατορεμάτων να μεταφέρουν ροές, επηρεάζοντας την εμφάνιση και τη σοβαρότητα των πλημμύρων εντός μιας λεκάνης απορροής.



Εικόνα 1.2. Βασικά στοιχεία και ορολογία των περιοχών κινδύνου πλημμύρων (<https://www.upperdarby.org/FloodplainManagement-1>).

## Β) Πλημμύρα Παραλιακής Περιοχής

Η παραλιακή πλημμύρα αναφέρεται στην εμφάνιση πλημμύρων σε περιοχές που κατά κανόνα είναι ξηρές και βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο, καθώς κατακλύζονται από το θαλασσινό νερό. Το φαινόμενο αυτό προκύπτει λόγω αύξησης της στάθμης της θάλασσας, προκαλώντας την υπερχειλίση του νερού στην ξηρά. Η παραλιακή πλημμύρα μπορεί να συμβεί με τους εξής τρόπους:

- ✓ Άμεση πλημμύρα: Συμβαίνει όταν η στεριά βρίσκεται σε μικρότερο υψόμετρο από τη στάθμη της θάλασσας, χωρίς φυσικά εμπόδια όπως κορυφές που να εμποδίζουν τα κύματα από το να εισχωρήσουν στην ξηρά.
- ✓ Νερό που υπερβαίνει ένα φράγμα: Συμβαίνει κατά τη διάρκεια καταιγίδων ή υψηλών παλιρροιών όταν το επίπεδο του νερού ξεπερνά το ύψος ενός φράγματος. Κατά συνέπεια, το νερό υπερχειλίζει το φράγμα, προκαλώντας πλημμύρα στην αντίθετη πλευρά. Τα φράγματα μπορεί να είναι φυσικά, όπως οι κορυφές, ή τεχνητά.
- ✓ Νερό που διαρρηγνύει ένα φράγμα: Συμβαίνει όταν το νερό, συνήθως με τη μορφή ισχυρών κυματισμών, διαρρηγνύει με δύναμη ένα φράγμα. Αυτή η διαρροή μπορεί να προκαλέσει την υποβάθμιση ή καταστροφή του φράγματος. Το φράγμα μπορεί να είναι φυσικής ή τεχνητής προέλευσης.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν στην εμφάνιση πλημμύρων κατά μήκος ή κοντά στην ακτογραμμή. Οι κύριες αιτίες περιλαμβάνουν:

**Υψόμετρο της στεριάς σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας:** Η παραλιακή πλημμύρα αποτελεί σημαντική απειλή για τις χαμηλότερες περιοχές κατά μήκος της ακτής, καθώς η εισροή του θαλασσινού νερού μπορεί εύκολα να επεκταθεί στο εσωτερικό. Τα μεγάλα δέλτα

της Ασίας αποτελούν ένα παράδειγμα περιοχών που είναι ευάλωτες στις παραλιακές πλημμύρες.

**Διάβρωση και υποβάθμιση:** Η διάβρωση αναφέρεται στη διαδικασία με την οποία υλικά, όπως η γη ή η άμμος, φθείρονται σταδιακά και μεταφέρονται σε άλλες τοποθεσίες μέσω φυσικών δυνάμεων όπως τα κύματα ή ο άνεμος. Η μετακίνηση αυτών των υλικών από την αρχική τους θέση μπορεί να οδηγήσει στην απομείωση ή στην πλήρη αφαίρεση της πληγείσας περιοχής. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα διάβρωσης μπορεί να παρατηρηθεί στο Holderness, το οποίο βρίσκεται στο Yorkshire της Αγγλίας. Η αδιάκοπη επίθεση των κυμάτων, των καταιγίδων και των παλιρροϊκών υπερχειλίσεων διαβρώνει συνεχώς την ακτογραμμή του Holderness. Περίπου 2 μέτρα γης διαβρώνονται από το Holderness κάθε χρόνο, μειώνοντας σταδιακά το μέγεθος της παραλιακής ζώνης. Αυτή η διάβρωση έχει οδηγήσει στην απώλεια ιδιοκτησιών, αγροτικών εκτάσεων, σε ζημιές στις υποδομές, και αποτελεί απειλή τόσο για τον τουρισμό όσο και για την παραλιακή ζώνη.

Η υποβάθμιση συμβαίνει όταν υπόγειες ουσίες μετακινούνται, προκαλώντας το έδαφος να καθιζάνει. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα φυσικών παραγόντων όπως σεισμοί ή διάβρωση, καθώς και ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η εξόρυξη μεταλλευμάτων ή η εξαγωγή φυσικού αερίου. Οι ακτές που βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα είναι φυσικά ευάλωτες στην υποβάθμιση λόγω καθίζησης και συμπίεσης του πρόσφατου ιζήματος. Συνήθως, αυτή η υποβάθμιση εξισορροπείται από τη συνεχιζόμενη απόθεση ιζημάτων. Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να προκαλέσουν τοπική υποβάθμιση μέσω πρακτικών όπως η στέρηση υγρού ιζήματος/εδάφους στη γεωργία, όπως φαίνεται στο Fens της East Anglia. Το βάρος των παραλιακών πόλεων και περιοχών, μαζί με το κτισμένο περιβάλλον, επίσης μπορεί να συμπίεσει το υποκείμενο ίζημα, προκαλώντας υποβάθμιση, όπως στη Βενετία. Τα έργα ανάκτησης γης, όπως τα polders IJsselmeer της Ολλανδίας, είναι επίσης επιρρεπή στην υποβάθμιση λόγω της εξαγωγής νερού μέσω της εξάτμισης των καλλιεργειών.

Σημάδια υποβάθμισης σε κτίρια περιλαμβάνουν:

- Διαγώνιες ρωγμές που εμφανίζονται στα τοιχώματα.
- Ανισομερή επιφάνειες δαπέδων καθώς το δάπεδο βυθίζεται ή μετακινείται.
- Δυσκολία στο άνοιγμα ή κλείσιμο πορτών και παραθύρων, ή αστοχία ευθυγράμμισης αυτών.

- Ρωγμές που αναπτύσσονται στην ένωση προσθηκών με το κύριο κτίριο, δείχνοντας πιθανή αποσύνδεση μεταξύ των δύο κατασκευών.

**Αφαίρεση βλάστησης:** Η παραλιακή βλάστηση, που περιλαμβάνει δέντρα και άλλα φυτά, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στον έλεγχο της βροχόπτωσης. Λειτουργεί ως φράγμα, αναχαιτίζοντας τη βροχή και επιβραδύνοντας τη ροή της. Ένα μέρος του νερού που ανασχέθηκε αποθηκεύεται μέσα στη βλάστηση, ενώ το υπόλοιπο εξατμίζεται πίσω στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, η βλάστηση διευκολύνει την απορρόφηση νερού από το έδαφος, επιτρέποντας μεγαλύτερη διήθηση και μειώνοντας την επιφανειακή ροή.

Όταν αφαιρεθεί η παραλιακή βλάστηση, η ικανότητα διήθησης και ανάσχεσης μειώνεται, με αποτέλεσμα την αυξημένη επιφανειακή ροή. Αυτή η αυξημένη ροή αποτελεί μεγαλύτερο κίνδυνο πλημμύρας καθώς περισσότερο νερό φτάνει στη ρεματιά του ποταμού, δυνητικά υπερβαίνοντας την ικανότητά της. Επιπρόσθετα, η παραλιακή βλάστηση ενισχύει το υπάρχον ίζημα και συλλαμβάνει νέο ίζημα, αυξάνοντας αποτελεσματικά το ύψος της γης πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Επίσης, απορροφά την ενέργεια των εισερχόμενων κυμάτων, μετριάζοντας την επίδραση των κυμάτων και τη διάβρωση και μειώνοντας την απόσταση που τα κύματα μπορούν να διανύσουν στη στεριά πριν η δύναμή τους εξαντληθεί. Για παράδειγμα, μια ζώνη βλάστησης 100 μέτρων εκτιμάται ότι μειώνει το ύψος του κύματος κατά 40%. Ομοίως, μια ζώνη βλάστησης 1 χιλιομέτρου μπορεί να μειώσει σημαντικά το μέγεθος μιας καταιγίδας κατά 0,5 μέτρα.

**Πλημμυρικά Κύματα:** Η εμφάνιση πλημμυρικών κυμάτων αποτελεί σημαντική αιτία παραλιακής πλημμύρας. Τα πλημμυρικά κύματα είναι προσωρινές αυξήσεις των σταθμών της θάλασσας που προκαλούνται από γεγονότα όπως τα τσουνάμι και οι κυκλώνες. Ένα πλημμυρικό κύμα μετράται από το επίπεδο του νερού που υπερβαίνει το κανονικό παλιρροϊκό επίπεδο, αγνοώντας την παρουσία των κυμάτων. Πολλοί μετεωρολογικοί παράγοντες συμβάλλουν στη δημιουργία και την ένταση ενός πλημμυρικού κύματος:

- Οι υψηλές ταχύτητες των ανέμων σπρώχνουν το νερό προς την ακτογραμμή σε αρκετά μεγάλη απόσταση.
- Η ρηχότητα και η ευθυγράμμιση του υδάτινου σώματος διαδραματίζουν ρόλο στην ενίσχυση των επιδράσεων ενός πλημμυρικού κύματος.

- Η χρονική στιγμή των παλινροιών μπορεί να επηρεάσει την επίπτωση ενός πλημμυρικού κύματος, με τις υψηλές παλίρροιες να επιδεινώνουν την πλημμύρα.
- Μια μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης μπορεί να αυξήσει περαιτέρω το επίπεδο του νερού, εντείνοντας το πλημμυρικό κύμα.

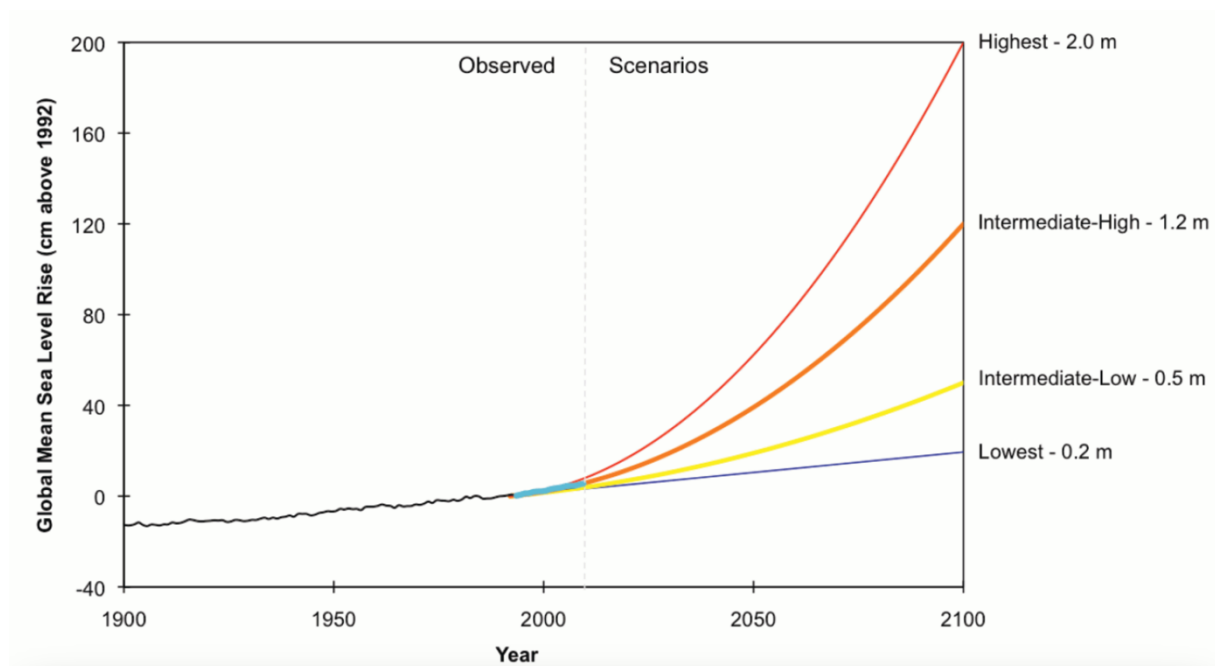
### **Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις παραλιακές πλημμύρες**

Είναι γνωστό ότι η παγκόσμια υπερθέρμανση προκαλεί αύξηση της στάθμης της θάλασσας, αλλά είναι σημαντικό να κατανοηθούν οι επιπτώσεις αυτής της αύξησης σε σχέση με τις παραλιακές πλημμύρες και τη διάβρωση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα βαρομετρικά χαμηλά και οι κυκλώνες μπορεί να συμβούν ανεξάρτητα από την παγκόσμια υπερθέρμανση και την αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις που υποδεικνύουν ότι η παγκόσμια υπερθέρμανση θα ενισχύσει τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι παραλιακές περιοχές. Σύμφωνα με μια σύνοψη του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) το 2014, τονίστηκαν τα ακόλουθα σημαντικά σημεία:

- **Στάθμη θάλασσας:** Υπάρχει υψηλή βεβαιότητα ότι η στάθμη της θάλασσας θα αυξηθεί μεταξύ 28 και 98 εκατοστών έως το έτος 2100, με την πιο πιθανή εκτίμηση να είναι μια αύξηση των 55 εκατοστών (Εικ. 1.3).
- **Πλημμύρα Δέλτα:** Υπάρχει υψηλή βεβαιότητα ότι τα σημαντικά δέλτα ποταμών παγκοσμίως, τα οποία ήδη αντιμετωπίζουν κίνδυνο παραλιακής πλημμύρας, είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν αύξηση κατά 50 τοις εκατό αυτού του κινδύνου.
- **Άνεμοι και κύματα:** Υπάρχουν ενδείξεις με μέτριο επίπεδο βεβαιότητας που δείχνουν αυξημένες ταχύτητες ανέμων και μεγαλύτερη εμφάνιση μεγάλων κυμάτων.
- **Παραλιακή διάβρωση:** Υπάρχει μέτριο επίπεδο βεβαιότητας ότι η παραλιακή διάβρωση θα ενταθεί λόγω των συνδυασμένων επιδράσεων αλλαγών στα καιρικά μοτίβα και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.
- **Τροπικοί κυκλώνες:** Υπάρχει χαμηλό επίπεδο βεβαιότητας σχετικά με οποιεσδήποτε αξιοσημείωτες αλλαγές στη συχνότητα των τροπικών κυκλώνων. Ωστόσο, είναι πιθανό ότι θα συμβούν πιο σοβαρές καταιγίδες.

- Πλημμυρικά Κύματα: Υπάρχει χαμηλό επίπεδο βεβαιότητας που δείχνει ότι τα πλημμυρικά κύματα που συνδέονται με τα βαρομετρικά χαμηλά γίνονται πιο συνηθισμένα.

Συνοπτικά, ενώ οι ακριβείς επιπτώσεις μπορεί να διαφέρουν, υπάρχουν δείκτες ότι η παγκόσμια υπερθέρμανση και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα ενισχύσουν τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι παραλιακές περιοχές, συμπεριλαμβανομένων αυξημένων πλημμύρων, διάβρωσης, ισχυρότερων ταχυτήτων ανέμων και μεγαλύτερων κυμάτων.



Εικόνα 1.3. Προβλέψεις για την παγκόσμια μέση άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Parris et al., 2012).

### Γ) Αιφνίδια Πλημμύρα

Όταν μια περιοχή λαμβάνει μεγαλύτερη ποσότητα βροχόπτωσης από ό,τι μπορεί να απορροφήσει το έδαφος ή όταν οι βροχοπτώσεις πέφτουν σε επιφάνειες όπως το σκυρόδεμα και η ασφαλτος που εμποδίζουν την διήθηση, το περισσευούμενο νερό έχει περιορισμένο χώρο προς τον οποίο να κατευθυνθεί, οδηγώντας σε γρήγορη αύξηση των επιπέδων του νερού. Εάν το έδαφος είναι ήδη κορεσμένο από πρόσφατες βροχοπτώσεις, δεν μπορεί να απορροφήσει πρόσθετο νερό. Αντιστρόφως, κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας, το έδαφος μπορεί να είναι πολύ ξηρό και συμπιεσμένο για να απορροφήσει αποτελεσματικά την βροχόπτωση. Αιφνιδιαστικές πλημμύρες παρατηρούνται συχνά σε ερημικά τοπία μετά από έντονες βροχοπτώσεις, καθώς και σε περιοχές όπου το ρηχό έδαφος έχει αποτεθεί πάνω από στερεό βράχο, περιορίζοντας την ικανότητα του εδάφους να απορροφήσει το βρόχινο νερό.

Λόγω της κατά βάση φυσικής ροής του νερού, η βροχόπτωση αναζητά το χαμηλότερο σημείο κατά μήκος της δυνητικής της διαδρομής. Στις αστικές περιοχές, αυτό Εμφανίζεται συχνά ως πλημμύρα στους δρόμους, τα παρκινγκ και τα υπόγεια που βρίσκονται σε χαμηλότερες ζώνες. Στις αγροτικές περιοχές με απότομο έδαφος, οι αιφνίδιες πλημμύρες μπορεί να μετατρέψουν τα ρυάκια και τους ποταμούς σε ορμητικούς χείμαρρους. Παρά τις προσπάθειες των μετεωρολόγων και του προσωπικού έκτακτης ανάγκης να εκδώσουν προειδοποιήσεις και να προετοιμάσουν τις κοινότητες, οι αιφνίδιες πλημμύρες συχνά βρίσκουν τους ανθρώπους απροετοίμαστους. Αυτά τα γεγονότα έχουν τη δυνατότητα να παρασύρουν οχήματα και ακόμη να μετακινήσουν κτίρια από τα θεμέλιά τους.

Επίσης, εάν ένα ανάχωμα ή φράγμα υπερχειλίζει ή υπάρξει ζημιά ή αστοχία, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφική αιφνίδια πλημμύρα. Τέτοιες καταστάσεις περιλαμβάνουν μια απελευθέρωση ξαφνικής και μεγάλης ποσότητας νερού, η οποία συχνά συμβαίνει με ελάχιστη προειδοποίηση. Η ξαφνική απελευθέρωση νερού μπορεί να πλημμυρίσει ολόκληρες πόλεις, αποτελώντας σοβαρή απειλή για τη ζωή των κατοίκων.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, συνέβη κατά την καταστροφικό Τυφώνα Κατρίνα το 2005. Η καταιγίδα προκάλεσε πολλαπλές διαρροές στο σύστημα των αναχωμάτων σε όλη τη Νέα Ορλεάνη, οδηγώντας σε ένα άνευ προηγούμενου πλημμυρικό γεγονός. Ως αποτέλεσμα, οι άνθρωποι αναζήτησαν καταφύγιο στις στέγες των σπιτιών τους καθώς τα νερά της πλημμύρας ανέβαιναν, οδηγώντας στην τραγική απώλεια εκατοντάδων ζωών. Μερικές πραγματικές μελέτες περίπτωσης διαφόρων τύπων πλημμύρων εμφανίζονται στην Εικ. 1.4.



Εικόνα 1.4. Παραδείγματα πραγματικών περιπτώσεων πλημμύρων α) και στ) αιφνίδιες πλημμύρες, β) και ε) παραλιακές πλημμύρες, γ) και δ) ποτάμιες πλημμύρες.

### 1.1.2. Επιπτώσεις της Πλημμύρας

Οι πλημμύρες έχουν ευρείες επιδράσεις σε άτομα και κοινότητες, προκαλώντας κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες (Langill και Abizaid, 2019). Η επίδραση των πλημμύρων, είτε θετική είτε αρνητική (Πίνακας 1.2), μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με παράγοντες όπως η τοποθεσία, η διάρκεια, το βάθος και η ταχύτητα της πλημμύρας, καθώς και η ευπάθεια και η σημασία των επηρεαζόμενων φυσικών και κατασκευασμένων περιβαλλόντων. Μερικοί κύριοι παράγοντες που καθιστούν τους ανθρώπους ευάλωτους στις πλημμύρες:

- Η φτώχεια και οι ανισότητες στην κατανομή του πλούτου.
- Η ταχεία και στρεβλή αστική ανάπτυξη.
- Η κλιματική αλλαγή και οι διακυμάνσεις στα καιρικά χαρακτηριστικά.
- Η ανεπαρκής διαχείριση των φυσικών πόρων.
- Η ανεπαρκής κατανόηση των κινδύνων.
- Η περιορισμένη πρόσβαση στην τεχνολογία.
- Η απουσία περιβαλλοντικών κανονισμών.
- Η μη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων.
- Η έξαρση πανδημιών και επιδημιών.
- Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία όπως η εθνότητα, η θρησκεία, το φύλο, η ηλικία και η κατάσταση υγείας.

Πίνακας 1.2. Θετικές και αρνητικές συνέπειες των πλημμύρων.

| Συνέπειες των πλημμύρων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Θετικές                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Αρνητικές                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Πολλές αγροτικές περιοχές ανά τον κόσμο βασίζονται στις ετήσιες πλημμύρες για την επιβίωση των κοινοτήτων τους. Παραδείγματα περιλαμβάνουν παραποτάμιους οικισμούς που βρίσκονται στον Αμαζόνιο, στο Περού και την Κολομβία. Εκεί, οι πλημμύρες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση των μεταφορών, στη διευκόλυνση της μετανάστευσης των ψαριών και στον εμπλουτισμό της γονιμότητας του εδάφους.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Κάνοντας τη γη γόνιμη</li> <li>2. Προσθέτοντας θρεπτικά στοιχεία στη θάλασσα</li> <li>3. Μετακινώντας τα συσσωρευμένα απορρίμματα</li> <li>4. Προμηθεύοντας ιζήματα τα δέλτα</li> <li>5. Εμπλουτισμός των υδροφόρων οριζόντων</li> <li>6. Εξισορροπώντας του υδροβιότοπων</li> </ol> | <p>Οι πλημμύρες, που είναι από τις πιο δαπανηρές και επικίνδυνες καταστροφές, προκαλούν αρνητικές συνέπειες σε άτομα, κοινότητες, περιουσίες και το περιβάλλον.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Ζημιές στις υποδομές/ κατασκευές</li> <li>2. Οικονομικές απώλειες</li> <li>3.Απώλεια ζωών και κοινωνική απορρύθμιση</li> <li>4. Διάβρωση</li> <li>5. Εξάπλωση ασθενειών &amp; ρύπανση</li> <li>6. Υπερτροφισμός</li> </ol> |

#### 1.1.2.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

✓ **Ιζηματογένεση και διάβρωση:** Τα πλημμυρισμένα νερά μπορούν να τροποποιήσουν το φυσικό τοπίο μέσω διαφόρων μέσων, όπως η διάβρωση και η κατάρρευση των όχθων των ποταμών. Καθώς τα νερά της πλημμύρας μεταφέρουν τα διαβρωμένα υλικά, αυτά επίσης αιωρούνται μέσα στο νερό, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και την πιθανότητα εμφάνισης επιβλαβών φυκιών. Με τον καιρό, αυτά τα αιωρούμενα ιζήματα εναποτίθενται από το νερό, μια διαδικασία γνωστή ως ιζηματογένεση. Δυστυχώς, η ιζηματογένεση μπορεί να οδηγήσει στο φράξιμο των ποταμών και των ρυακιών, πνίγοντας τους υδρόβιους οργανισμούς με αποτέλεσμα την καταστροφή των οικοτόπων. Τα οικοσυστήματα που είναι ήδη υποβαθμισμένα ή εκτενώς τροποποιημένα βιώνουν αυξημένη αρνητική επίδραση από τη διάβρωση και την ιζηματογένεση.

✓ **Μεταφορά ρύπανσης:** Τα πλημμυρισμένα νερά μπορεί να είναι περιέχουν διάφορους ρύπους, συμπεριλαμβανομένων γεωργικών φυτοφαρμάκων, βιομηχανικών χημικών, απορριμμάτων και λυμάτων. Όταν τα ρυπασμένα πλημμυρικά νερά εκβάλλουν στον ωκεανό, μπορούν να έχουν επιζήμιες επιδράσεις στην ποιότητα του νερού και να διαταράξουν ευαίσθητα οικοσυστήματα, όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα συνέβη τον Φεβρουάριο του 2019, όταν θαλάσσιοι βιολόγοι εξέφρασαν ανησυχίες για την ισορροπία του Μεγάλου Κοραλλιογενή Υφάλου, που βρίσκεται απέναντι από την ακτή της Κουίνσλαντ, στην Αυστραλία. Ο ύφαλος αντιμετώπισε υποβάθμιση λόγω του ρύπανσης από πλημμυρισμένα νερά.

✓ Κατά τη διάρκεια μιας πλημμύρας, μεταξύ άλλων, τα προβλήματα με τον ανεφοδιασμό νερού, την υγιεινή και την υγεία γίνονται πιο σοβαρά. Οι πλημμύρες μπορούν να επηρεάσουν τα συστήματα νερού και υγιεινής, καθιστώντας πιο εύκολη τη διάδοση των νοσημάτων μέσω του νερού και προκαλώντας σημαντικά προβλήματα υγείας. Η εξασφάλιση πρόσβασης σε καθαρό νερό και κατάλληλες εγκαταστάσεις υγιεινής είναι ουσιαστική για την πρόληψη της έξαρσης ασθενειών. Οι ομάδες έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στην καθαριότητα του νερού, όπως και στη διανομή και στην κατασκευή προσωρινών εγκαταστάσεων υγιεινής για να διασφαλίσουν τη δημόσια υγεία.

✓ Το νερό υπηρετεί τόσο ως θεμελιώδης ανάγκη για τη ζωή όσο και ως κρίσιμο στοιχείο για τη διατήρηση της κατάλληλης υγιεινής και των πρακτικών προσωπικής υγιεινής. Ακόμα και όταν υπάρχουν επαρκείς προμήθειες νερού και εγκαταστάσεις υγιεινής, η αποτελεσματική διαχείρισή τους γίνεται απαραίτητη, ειδικά σε καταστάσεις πλημμύρας. Αναγνωρίζοντας αυτό, κάποιες αγροτικές κοινότητες με τα μέσα και την εμπειρία που διαθέτουν έχουν εφαρμόσει τα ακόλουθα μέτρα για την προστασία των πηγών τους κατά τη διάρκεια των πλημμύρων (Shimi et Al, 2010):

• Πηγάδια (ένας σωλήνας στον υπόγειο υδροφόρο):

- Ανύψωση των πηγαδιών σε ανυψωμένες βάσεις για να αποφευχθεί η βύθιση κατά τη διάρκεια των πλημμύρων.

- Σκυροδέτηση της βάσης για την πρόληψη της εισόδου του μολυσμένου πλημμυρικού νερού στο πηγάδι.

- Αύξηση του ύψους των πηγαδιών με χρήση σωλήνων για την αποφυγή της πλημμύρας.

- Αποθήκευση Πόσιμου Νερού:

- Αποθήκευση καθαρού πόσιμου νερού σε δοχεία για την εξασφάλιση ασφαλούς προμήθειας κατά τη διάρκεια των πλημμύρων.

- Απολύμανση Νερού:

- Χρήση χαπιών καθαρισμού νερού για τη διατήρηση της ασφάλειας του νερού από το πηγάδι.

- Βρασμός του πλημμυρικού ύδατος πριν τη χρήση για την εξάλειψη των μολυσματικών παραγόντων.

- Καθαρισμός του πλημμυρικού ύδατος με αλουμίνιο πριν τη χρήση ως επιπλέον μέτρο.

✓ **Εξάπλωση ασθενειών:** Η εξάπλωση ασθενειών είναι μια σημαντική συνέπεια των πλημμύρων, με τις πλημμύρες να αποτελούν την πρωταρχική αιτία εξάρσεων μολυσματικών νόσων σχετιζόμενων με τον καιρό. Τα γεγονότα πλημμύρας αυξάνουν τον κίνδυνο νόσων μεταδιδόμενων από το νερό, συμπεριλαμβανομένων της ηπατίτιδας Α και της χολέρας. Καθώς τα πλημμυρισμένα νερά υποχωρούν, σχηματίζονται στάσιμες λιμνούλες, δημιουργώντας ιδανικά εκκολαπτήρια για τα κουνούπια που μπορούν να μεταδώσουν την ελονοσία και διάφορες άλλες ασθένειες. Επιπλέον, τα γεγονότα πλημμύρας συμβάλλουν στην έξαρση ορισμένων ζωνοδόσων, όπως η λεπτοσπείρωση.

✓ **Επιπτώσεις στην άγρια ζωή:** Η επίδραση της πλημμύρας στην άγρια ζωή είναι κυρίως αρνητική, οδηγώντας σε πνιγμό, αυξημένη μετάδοση ασθενειών και καταστροφή των οικοτόπων. Ένα αξιοσημείωτο περιστατικό συνέβη το 2012 όταν εκτεταμένες πλημμύρες κατέκλυσαν το Εθνικό Πάρκο Kaziranga στην πολιτεία Assam της Ινδίας, με αποτέλεσμα τον θάνατο πολλών ζώων, συμπεριλαμβανομένων των ευάλωτων μονόκερων ρινόκερων (*Rhinoceros unicornis*). Ακόμη και η υδρόβια ζωή δεν γλιτώνει από τις επιπτώσεις των απρόβλεπτων πλημμύρων, καθώς τα ψάρια μπορεί να μετακινηθούν και οι φωλιές τους να καταστραφούν, διαταράσσοντας τις φυσικές τους αναπαραγωγικές διαδικασίες.

### 1.1.2.2. Κοινωνικές επιπτώσεις

Οι κοινωνικές επιπτώσεις αναφέρονται στις συνέπειες στην ευημερία των ανθρώπων.

✓ Η **απώλεια ζώων και περιουσιών** είναι άμεση συνέπεια των πλημμύρων. Οι άμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν την τραγική απώλεια ανθρώπινης ζωής, τη ζημία στις περιουσίες, την καταστροφή καλλιεργειών, την απώλεια ζωικού κεφαλαίου, την αδυναμία λειτουργίας ζωτικών υποδομών και την πτώση της γενικής υγειονομικής κατάστασης λόγω ασθενειών που μεταδίδονται από το νερό. Είναι γνωστό ότι οι αιφνίδιες πλημμύρες, χαρακτηριζόμενες από την απότομη έναρξή τους και τον ελάχιστο χρόνο προειδοποίησης, συνήθως οδηγούν σε μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων σε σύγκριση με τις αργά ανερχόμενες πλημμυρικές ροές των ποταμών.

✓ Οι **ψυχοκοινωνικές συνέπειες** που βιώνουν τα θύματα των πλημμύρων και οι οικογένειές τους μπορεί να έχουν διαρκείς και βαθιές επιδράσεις. Η απώλεια αγαπημένων προσώπων, ιδιαίτερα για τα παιδιά, μπορεί να δημιουργήσει βαθιά συναισθηματικά τραύματα. Η αναγκαστική μετακίνηση από το σπίτι, η απώλεια περιουσίας και βιοπορισμού, καθώς και η διατάραξη των επιχειρηματικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων μπορούν να οδηγήσουν σε συνεχές άγχος.

✓ **Μαζική μετανάστευση** μπορεί να προκληθεί από επαναλαμβανόμενες πλημμύρες, οι οποίες οδηγούν στην απώλεια θέσεων εργασίας, μειωμένη παραγωγή και παρατεταμένη οικονομική δυστυχία. Αυτές οι συνθήκες συχνά αναγκάζουν τους ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους και να αναζητήσουν καταφύγιο αλλού. Σε πολλές περιπτώσεις, η μετανάστευση προς ανεπτυγμένες αστικές περιοχές συμβάλλει στην υπερπληθυσμό στις πόλεις. Ως αποτέλεσμα, αυτοί οι μετανάστες προστίθενται στον πληθυσμό των αστικών χαμηλότερων στρωμάτων και συχνά καταλήγουν να διαμένουν σε ευάλωτες περιοχές εντός των πόλεων που είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες ή άλλους κινδύνους. Η εξωτερική μετανάστευση του εργατικού δυναμικού μπορεί επίσης να προκαλέσει πολύπλοκα κοινωνικά ζητήματα και προκλήσεις.

✓ **Πολιτικές συνέπειες:** Η αποτυχία των Αρχών να ανταποκριθούν αποτελεσματικά σε επιχειρήσεις αρωγής κατά τη διάρκεια σημαντικών πλημμυρικών γεγονότων μπορεί να οδηγήσει σε δημόσια δυσαρέσκεια ή σε απώλεια εμπιστοσύνης προς τις ίδιες, καθώς και στα επίπεδα της πολιτείας και της εθνικής κυβέρνησης. Η απουσία επαρκούς ανάπτυξης σε

περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες μπορεί να συμβάλλει στην κοινωνική ανισότητα και, σε ακραίες περιπτώσεις, ακόμη και να πυροδοτήσει κοινωνικές αναταραχές, απειλώντας την ειρήνη και τη σταθερότητα εντός της περιοχής.

### **1.1.2.3. Οικονομικές επιπτώσεις**

✓ Η **απώλεια θέσεων εργασίας** είναι μια σημαντική συνέπεια των πλημμύρων. Καθώς ζωτικά δίκτυα επικοινωνιών και υποδομές, όπως εργοστάσια ενέργειας, δρόμοι και γέφυρες, υφίστανται ζημιές και διακοπές, οι οικονομικές δραστηριότητες σταματούν. Αυτή η διακοπή επεκτείνεται πέρα από τη διάρκεια της πλημμύρας, προκαλώντας αναταραχή και παύση της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, η άμεση επίπτωση στα παραγωγικά περιουσιακά στοιχεία, είτε στη γεωργία είτε στη βιομηχανία, μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βιοπορισμού. Επιπλέον, οι συνέπειες αυτών των απωλειών μπορεί να επεκταθούν μέχρι τις επιχειρηματικές και εμπορικές δραστηριότητες, ακόμα και σε γειτονικές περιοχές που δεν επηρεάστηκαν άμεσα από την πλημμύρα.

✓ Η **μειωμένη ικανότητα αγοράς και παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών** είναι μια άλλη συνέπεια των ζημιών στις υποδομές. Αυτές οι ζημιές δεν έχουν μόνο άμεσες επιπτώσεις, αλλά επίσης προκαλούν μακροπρόθεσμες επιδράσεις με σημαντικότερες τις διακοπές σε ουσιαστικές υπηρεσίες όπως καθαρό νερό, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές, επικοινωνία, εκπαίδευση και υγειονομική περίθαλψη. Η απώλεια βιοπορισμού, η μειωμένη αγοραστική δύναμη και η μειωμένη αξία της γης σε περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες επιδεινώνουν περαιτέρω την ευπάθεια των κοινοτήτων που διαμένουν σε αυτές τις περιοχές. Επιπλέον, τα πρόσθετα έξοδα συνδεόμενα με την ανακατασκευή, τη μετεγκατάσταση των επηρεαζόμενων ατόμων και την απόσυρση περιουσιακών στοιχείων από περιοχές που επηρεάστηκαν από πλημμύρες μπορεί να αποσπάσουν το κεφάλαιο που θα χρησιμοποιείται διαφορετικά για τη διατήρηση της παραγωγής.

✓ Η **οικονομική ανάπτυξη** μπορεί να παρεμποδιστεί από τις πλημμύρες. Τα σημαντικά έξοδα που σχετίζονται με την αρωγή και τις προσπάθειες ανάκαμψης μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τις επενδύσεις σε κρίσιμες υποδομές και άλλες αναπτυξιακές πρωτοβουλίες εντός της πληγείσας περιοχής. Σε κάποιες περιπτώσεις, η εύθραυστη οικονομία της περιοχής μπορεί να υποστεί σοβαρό πλήγμα. Οι επαναλαμβανόμενες πλημμύρες μπορεί να μειώσουν τις ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις.

Πίνακας 1.3. Καταστροφικές ιστορικές πλημμύρες σε όλο τον κόσμο.

| Όνομα και ημερομηνία                                                       | Reason and location                                                                                                                                                     | Consequences                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ο Μεγάλος Πνιγμός των Ανθρώπων ή η πλημμύρα του Αγίου Μαρκέλλου 13.01.1362 | Έντονος εξωτροπικός κυκλώνας: Βρετανικές Νήσοι, Ολλανδία, Βόρεια Γερμανία και Δανία                                                                                     | 25,000 νεκροί                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Η πλημμύρα του Johnstown ή η Μεγάλη Πλημμύρα του 1889 31.05.1889           | Μετά από έντονη βροχόπτωση, το φράγμα έσπασε, απελευθερώνοντας μια τεράστια ποσότητα νερού 14,55 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Τζόνσταουν, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ              | Ζημιές \$17 εκατομμυρίων Δολαρίων 2,209 νεκροί                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Η πλημμύρα της Βόρειας Θάλασσας 1953                                       | Μια θυελλώδης παλίρροια προκάλεσε την πλημμύρα της στεριάς μέχρι και 3,1 μέτρα πάνω από το μέσο επίπεδο της θάλασσας. Ολλανδία, βορειοδυτικό Βέλγιο, Αγγλία, και Σκωτία | Το κόστος των ζημιών ανήλθε σε 50 εκατομμύρια λίρες το 1953 (1,2 δισεκατομμύρια λίρες το 2013). Πάνω από 30.000 άνθρωποι εκκενώθηκαν, 24.000 ακίνητα υπέστησαν ζημιές, και περισσότερα από 990 μίλια ακτογραμμής και 160.000 στρέμματα επηρεάστηκαν εξαιτίας των 1.200 αστοχιών των παράκτιων αναχωμάτων. |

Είτε προκαλούνται από έντονη βροχόπτωση, θυελλώδεις παλίρροιες, είτε από την αστοχία φραγμάτων, οι πλημμύρες συχνά έχουν οδηγήσει στην απώλεια χιλιάδων ζωών και στην καταστροφή ολόκληρων πόλεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτές οι πλημμύρες έχουν ακόμα προκαλέσει μόνιμες μεταβολές στο γεωγραφικό τοπίο του πλανήτη. Ο Πίνακας 1.3 παρουσιάζει αναλυτικές πληροφορίες (ημερομηνία, τοποθεσία, αίτια και συνέπειες) για επιλεγμένες μεγάλες ιστορικές πλημμύρες παγκοσμίως.

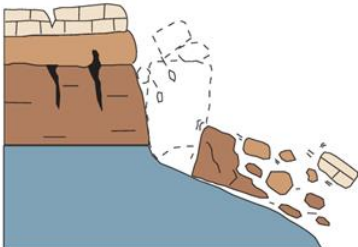
## 1.2. Συχνότητα και Επιπτώσεις των Κατολισθήσεων

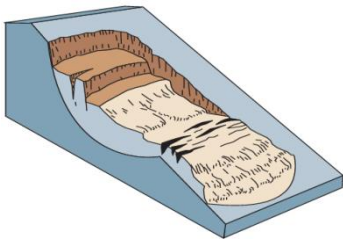
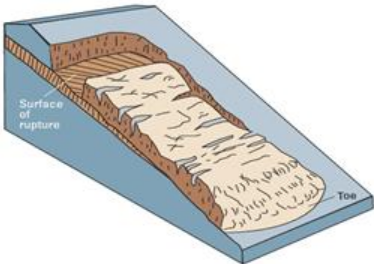
### 1.2.1. Συχνότητα των Κατολισθήσεων

Οι κατολισθήσεις, δηλαδή η μαζική κίνηση ή κατάρρευση πλαγιάς, είναι φυσικά φαινόμενα κατά τα οποία μια μάζα εδάφους ή βράχου σε μια πλαγιά κινείται καθοδικά ως συνεκτική μονάδα ή θραύσμα λόγω διαφόρων παραγόντων όπως η βροχόπτωση, σεισμοί ή άλλα εναύσματα. Αποτελούν ένα από τα πιο θανατηφόρα και καταστροφικά φυσικά φαινόμενα. Παρότι η βαρύτητα παραμένει η κύρια δύναμη που ενεργεί πίσω από τις κατολισθήσεις, η σταθερότητα μιας πλαγιάς επηρεάζεται από πολλαπλούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τον τύπο και την αντοχή των υλικών που συμμετέχουν, τη λιθολογική δομή, την υδρογεωλογία, τη γωνία της πλαγιάς, τη σεισμική δραστηριότητα και τις μετεωρολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων διαδικασιών. Η κατανόηση αυτών των συνθηκών διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην πρόβλεψη τοποθεσιών, τύπων και εκτάσεων πιθανών αστοχιών.

Σύμφωνα με έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO), οι κατολισθήσεις επηρέασαν έναν εκτιμώμενο αριθμό 4,8 εκατομμυρίων ανθρώπων, προκαλώντας πάνω από 18.000 θανάτους μεταξύ του 1998 και του 2017. Οι προβλεπόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και των αυξανόμενων θερμοκρασιών αναμένεται να πυροδοτήσουν περισσότερες κατολισθήσεις, ειδικά σε ορεινές περιοχές με χιόνι και πάγο. Καθώς οι μόνιμοι παγετώνες λιώνουν, οι βραχώδεις πλαγιές γίνονται όλο και πιο ασταθείς, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για κατολισθήσεις. Οι κατολισθήσεις μπορούν να συμβούν συνδυαστικά με έντονη βροχόπτωση, ξηρασία, σεισμούς ή ηφαιστειακές εκρήξεις. Ορισμένες περιοχές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις κατολισθήσεις, όπως οι απότομες πλαγιές, συμπεριλαμβανομένων των βάσεων των φαραγγιών, εδάφη που έχουν προηγουμένως καταστραφεί από πυρκαγιές και/ή τροποποιηθεί από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η αποψίλωση ή οικοδομικές εργασίες, κανάλια κατά μήκος ρυακιών ή ποταμών, περιοχές όπου κατευθύνεται η επιφανειακή απορροή, ή όπου το έδαφος είναι έντονα κορεσμένο από νερό. Οι κατολισθήσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορους τύπους με βάση το μοτίβο κίνησης και τα εμπλεκόμενα υλικά. Η λεπτομερής κατηγοριοποίηση των κατολισθήσεων δίνεται στον Πίνακα 1.4, μαζί με την συχνότητα εμφάνισή τους, τους μηχανισμούς ενεργοποίησης και μια σχηματική άποψη κάθε τύπου κατολίσθησης.

Πίνακας 1.4. Κατηγοριοποίηση των Κατολισθήσεων (Hungry et al., 2014; Turner, 2018).

| Τύποι Κατολίσθησης | Εμφάνιση & σχετικό μέγεθος/εύρος                                                                                                                                                                                                                    | Μηχανισμός Ενεργοποίησης                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Σχηματική Αποψη                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Πτώσεις</b>     | Σε απότομες ή κατακόρυφες πλαγιές παγκοσμίως, καθώς και σε παράκτιες περιοχές & βραχώδεις όχθες ποταμών. Το μέγεθος του υλικού μπορεί να κυμαίνεται σημαντικά, από μικρές πέτρες ή σβώλους εδάφους μέχρι μεγάλα τετράγωνα με χιλιάδες κυβικά μέτρα. | Υπονόμευση πλαγιάς από φυσικά φαινόμενα όπως ρυάκια, ποτάμια και διαφορική διάβρωση (όπως ο κύκλος πάγωμα/απόψυξη), καθώς και από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η ανασκαφή για κατασκευή ή συντήρηση δρόμων. Επιπλέον, σεισμοί και ισχυρές δονήσεις μπορούν επίσης να συμβάλουν στην αστάθεια των πλαγιών.                                                                                                        |  A 3D block diagram showing a cross-section of a steep, brown soil slope. A dashed line indicates the failure surface. Arrows show the movement of soil blocks downwards and outwards. A small figure of a person is shown at the top of the slope for scale.                 |
| <b>Ανατροπή</b>    | Παρατηρούνται παγκοσμίως και συνήθως βρίσκονται σε ηφαιστειακές περιοχές χαρακτηρισμένες από κολωνοειδή αρθρώσεις. Επίσης, συμβαίνουν συχνά κατά μήκος των απότομων όχθων ποταμών.                                                                  | Μπορεί να προκληθούν από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της βαρυτικής δύναμης που ασκείται από υλικό το οποίο βρίσκεται πιο ψηλά από τη μετατοπιζόμενη μάζα. Μπορούν επίσης να επηρεαστούν από την παρουσία νερού ή πάγου μέσα σε ρωγμές της μάζας. Άλλοι παράγοντες όπως δονήσεις, υπονόμευση, διαφορική διάβρωση, ανασκαφή ή διάβρωση από ρυάκια μπορούν επίσης να συμβάλουν στην εμφάνιση ανατροπών. |  A 2D cross-section diagram of a cliff face. A large rock mass is shown falling from the top of the cliff into a body of water below. Dashed lines and arrows indicate the trajectory of the falling rock. A small figure of a person is shown on the cliff face for scale. |

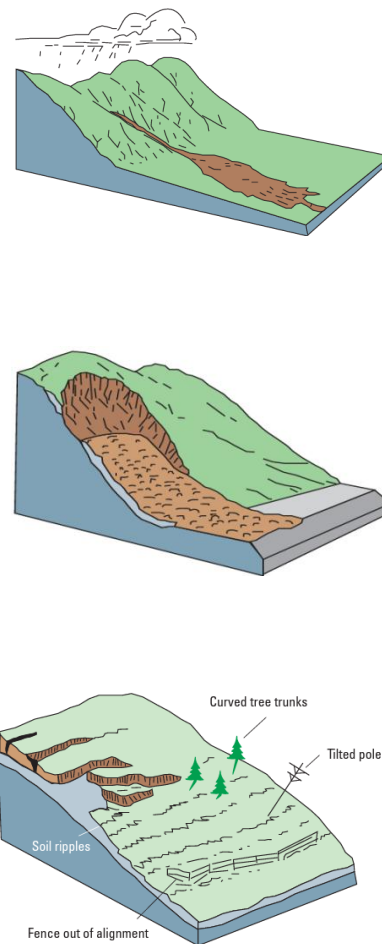
|                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |
|-------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ολισθήσεις</b> | <b>Περιστροφική</b> | Ο πιο κοινός τύπος κατολίσθησης σε υλικά πλήρωσης λόγω της εμφάνισής τους σε ομοιογενή υλικά. Αυτά συνήθως σχετίζονται με κλίσεις που κυμαίνονται από 20 έως 40 μοίρες.                                                                                                                                                                                              | Έντονες βροχοπτώσεις, ταχύ λιώσιμο των χιονιών και άλλοι παράγοντες όπως αλλαγές στα επίπεδα των ποταμών και των υπογείων υδάτων ή σεισμοί μπορούν να συμβάλουν στην πρόκληση κατολισθήσεων.                                                                                    |    |
|                   | <b>Μεταφορική</b>   | Ένας από τους πιο ευρέως διαδεδομένους τύπους κατολισθήσεων παγκοσμίως. Είναι συνήθως πιο επιφανειακές από τις περιστροφικές κατολισθήσεις. Η επιφάνεια ρήξης έχει αναλογία απόστασης-μήκους μικρότερη του 0.1 και μπορεί να εκτείνεται σε μέγεθος από μικρές καταστροφές σε κατοικημένες περιοχές έως μεγάλες περιφερειακές κατολισθήσεις που καλύπτουν χιλιόμετρα. | Έντονες βροχοπτώσεις, αυξανόμενα επίπεδα υπογείων υδάτων λόγω βροχής, λιώσιμο χιονιών, πλημμύρες, άρδευση ή διαρροή νερού, καθώς και ανθρωπογενείς παράγοντες όπως η υπονόμηση, μπορούν να πυροδοτήσουν αυτόν τον τύπο κατολίσθησης. Μπορούν επίσης να προκληθούν από σεισμούς. |  |

## Εξαπλώσεις

Παρατηρούνται παγκοσμίως και συμβαίνουν συνήθως σε περιοχές με εδάφη επιρρεπή στην υγροποίηση. Παρόλο που συνδέονται συχνά με σεισμική δραστηριότητα, η εμφάνισή τους δεν περιορίζεται σε τέτοιες περιοχές. Αρχικά, η επηρεαζόμενη περιοχή μπορεί να είναι μικρή με λίγες ρωγμές, αλλά αυτές οι ρωγμές μπορούν να επεκταθούν γρήγορα, επηρεάζοντας περιοχές εκατοντάδων μέτρων πλάτους.

Οι αιτίες περιλαμβάνουν την υγροποίηση λόγω της δόνησης από σεισμό, την υπερφόρτωση του εδάφους πάνω από μια ασταθή πλαγιά λόγω φυσικών ή ανθρωπογενών παραγόντων, την κορεσμό του υποκείμενου ασθενέστερου στρώματος από βροχοπτώσεις, λιώσιμο του χιονιού ή αλλαγές στα υπόγεια νερά και την υγροποίηση ευαίσθητων θαλάσσιων αργίλων μετά από διάβρωση στη βάση μιας όχθης ποταμού ή πλαγιάς.



|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Ροές</b></p> | <p>Οι ροές είναι διαδεδομένες και συνήθως εντοπίζονται σε απότομες ρεματιές και φαράγγια. Μπορεί να επιδεινωθούν όταν συμβαίνουν σε πλαγιές ή σε ρεματιές που έχουν απογυμνωθεί από τη βλάστηση λόγω πυρκαγιών ή ξυλείας. Οι ηφαιστειακές περιοχές με αδύναμο έδαφος συχνά βιώνουν ροές. Ποικίλλουν σε πάχος και μπορεί να είναι λεπτές και υδαρείς ή παχιές με ιζήματα και απομάκρυνση υλικών, παραμένοντας συνήθως εντός των διαστάσεων των απότομων ρεμάτων που καθοδηγούν την κίνησή τους. Οι ροές είναι γενικά ρηχές και εκτείνονται μερικές φορές για χιλιόμετρα σε απότομο έδαφος.</p> | <p>Οι ροές υλικών συχνά προκαλούνται από έντονη ροή επιφανειακών υδάτων λόγω βαριάς βροχόπτωσης ή γρήγορου λιώσιμου του χιονιού. Αυτή η ροή διαβρώνει και κινητοποιεί χαλαρά εδάφη ή βράχους σε απότομες πλαγιές. Επιπλέον, οι ροές μπορούν να προέλθουν και από άλλους τύπους κατολισθήσεων σε κορεσμένες απότομες πλαγιές, περιλαμβάνοντας σημαντική ποσότητα ιλύος και υλικού μεγέθους αμμοκόκκων.</p> |  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

Παραδείγματα πραγματικών περιπτώσεων κατολισθήσεων δίνονται στο Σχήμα 1.5

Ο κύριος παράγοντας που πυροδοτεί τις κατολισθήσεις είναι ο κορεσμός πλαγιών από νερό. Αυτός ο κορεσμός μπορεί να προκληθεί από διάφορους παράγοντες όπως έντονη βροχόπτωση, τήξη χιονιού, διακυμάνσεις στα επίπεδα των υπόγειων υδάτων και αλλαγές στα επίπεδα του νερού κατά μήκος των ακτών, των γεωφραγμάτων, των όχθων λιμνών,

δεξαμενών, καναλιών και ποταμών. Οι κατολισθήσεις και οι πλημμύρες είναι αλληλένδετες, καθώς επηρεάζονται από την βροχόπτωση, την απορροή και τον κορεσμό του εδάφους από νερό. Επιπλέον, οι ροές συντριμμίων και οι λάσπες συνήθως συμβαίνουν σε μικρά, απότομα ρυάκια, τα οποία συχνά συγχέονται με πλημμύρες. Στην πραγματικότητα, αυτά τα δύο φαινόμενα συχνά συμβαίνουν ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή (Froude και Petley, 2018).

Οι κατολισθήσεις μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες δημιουργώντας φράγματα που φράζουν τις κοιλάδες και τα ρέματα, οδηγώντας στη συσσώρευση σημαντικών ποσοτήτων νερού. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να προκαλέσει πλημμύρες λόγω αναχώματος και, αν το φράγμα αστοχήσει, να επέλθουν πλημμύρες ξαφνικής ροής. Επιπρόσθετα, τα στερεά από τις κατολισθήσεις μπορούν να αυξήσουν τον όγκο και την πυκνότητα της κανονικής ροής των ρεμάτων, προκαλώντας αποφράξεις που συμβάλλουν στις πλημμύρες ή στην τοπική διάβρωση. Οι κατολισθήσεις επίσης μπορούν να οδηγήσουν στην υπερχειλίση των δεξαμενών και/ή στη μείωση της χωρητικότητας αποθήκευσης, επιδεινώνοντας τους κινδύνους πλημμυρών.



Σχήμα 1.5. Παραδείγματα πραγματικών περιπτώσεων κατολισθήσεων α) εξάπλωση β) ροή α) περιστροφική ολίσθηση δ) πτώση βράχων ε) ανατροπή.

Υπάρχει ιστορική καταγραφή μέτριας σεισμικής δραστηριότητας σε διάφορες ορεινές περιοχές που είναι ευάλωτες σε κατολισθήσεις. Η εμφάνιση σεισμών σε αυτές τις απότομες περιοχές αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα κατολισθήσεων, είτε μέσω της άμεσης δόνησης

του εδάφους είτε μέσω της διαστολής του εδάφους που προκαλείται από τη δόνηση, η οποία διευκολύνει την γρήγορη διείσδυση του νερού. Επιπλέον, οι δονήσεις του εδάφους μπορούν να χαλαρώσουν βράχια, οδηγώντας σε εκτεταμένες πτώσεις βράχων. Σε παγκόσμια κλίμακα, οι κατολισθήσεις που προκαλούνται από σεισμούς έχουν υψηλό ποσοστό θνησιμότητας και προκαλούν σημαντικές ζημιές σε κατασκευές. Οι κατολισθήσεις που προκαλούνται από ηφαιστειακή δραστηριότητα αντιπροσωπεύουν μερικά από τα πιο καταστροφικά γεγονότα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηφαιστειακής λάβας και του χιονιού μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορο λιώσιμο του χιονιού, προκαλώντας μια καταγιστική μίξη από βράχια, έδαφος, τέφρα και νερό. Αυτό το καταστροφικό μείγμα αποκτά τεράστια ορμή καθώς κατρακυλά από τις απότομες πλαγιές των ηφαιστειών, καταστρέφοντας τα πάντα στο πέρασμά του. Γνωστές ως ροές απομάκρυνσης ηφαιστειακών υλικών ή λάχαρ, αυτές οι ροές μπορούν να ταξιδέψουν σημαντικές αποστάσεις πέρα από τις πλαγιές του ηφαιστείου και να προκαλέσουν ζημιές στις κατασκευές σε επίπεδες περιοχές γύρω από την ηφαιστειακή περιοχή. Οι αιτίες των κατολισθήσεων συνοψίζονται στον Πίνακα 1.5.

Πίνακας 1.5. Αίτια Κατολισθήσεων (Highland and Bobrowsky, 2008).

| Αίτια                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Γεωολογικοί παράγοντες  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Παρουσία αδύναμων ή ευαίσθητων υλικών</li> <li>- Φθορά των υλικών</li> <li>- Δημιουργία διαχωρισμένων, αρθρωτών ή ρηγματωμένων υλικών</li> <li>- Αντίξοες κατευθύνσεις ασυνεχειών όπως στρώσεις, σχιστότητα, ρήγματα, επαφές, κλπ.</li> <li>- Αντίθεση στη διαπερατότητα και/ή στη στιβαρότητα διαφορετικών υλικών</li> </ul>                                                                                                                                                                    |
| Μορφολογικοί παράγοντες | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τεκτονική ή ηφαιστειακή ανύψωση</li> <li>- Παγετωνικές δραστηριότητες</li> <li>- Διάβρωση πλαγιών από ποτάμια, κυματισμούς ή παγετωνικές διαδικασίες, είτε στη βάση είτε στα πλευρά</li> <li>- Υπόγεια διάβρωση</li> <li>- Φόρτωση πλαγιών ή των κορυφογραμμών τους λόγω απόθεσης</li> <li>- Αφαίρεση βλάστησης μέσω πυρκαγιάς ή ξηρασίας</li> <li>- Διάβρωση που προκαλείται από κύκλους παγετού-απόψυξης</li> <li>- Διάβρωση που προκαλείται από διαδικασίες συστολής και διόγκωσης</li> </ul> |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ανθρώπινες δραστηριότητες | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ανασκαφή πλαγιών ή των βάσεων τους</li> <li>- Φόρτωση πλαγιών ή των κορυφογραμμών τους</li> <li>- Μείωση του επιπέδου νερού σε αποθήκες νερού</li> <li>- Αποψίλωση δασών</li> <li>- Άρδευση</li> <li>- Εξορυκτικές εργασίες</li> <li>- Τεχνητές δονήσεις</li> <li>- Διαρροή νερού από δίκτυα ύδρευσης</li> </ul> |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 1.2.2. Επιπτώσεις κατολισθήσεων

### 1.2.2.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι κατολισθήσεις έχουν σημαντικές επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον, περιλαμβάνοντας:

- Τοπογραφία της Γης: Οι κατολισθήσεις επηρεάζουν το σχήμα και τη δομή της επιφάνειας της Γης.
- Υδατικά συστήματα: Επηρεάζουν ποτάμια, ρέματα και τη ροή του υπόγειου νερού, αλλάζοντας τον χαρακτήρα και την ποιότητά τους.
- Δάση: Οι κατολισθήσεις μπορούν να έχουν επιπτώσεις στα δάση που καλύπτουν σημαντικό μέρος της επιφάνειας της Γης.
- Υδροβιότοποι άγριας ζωής: Οι υδροβιότοποι ποικίλης άγριας ζωής, συμπεριλαμβανομένων αυτών σε ποτάμια, λίμνες και ωκεανούς, επηρεάζονται από κατολισθήσεις.

Η κατωφερής κίνηση μεγάλων μαζών κατολισθήσεων έχει βαθιά επίδραση στα ορεινά και κοιλαδικά συστήματα, τόσο στην ξηρά όσο και κάτω από τους ωκεανούς. Μερικές κατολισθήσεις μπορούν να αλλάξουν εκτεταμένα το τοπίο, επηρεάζοντας ποτάμια, γεωργικές εκτάσεις και δάση. Τα δάση, τα λιβάδια και η άγρια ζωή συχνά δέχονται αρνητικές επιπτώσεις από κατολισθήσεις, με τη δασοκομία και τους ιχθυοτόπους να είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι σε ζημιά ή προσωρινή καταστροφή.

Οι κατολισθήσεις, οι οποίες συχνά πυροδοτούνται από σεισμικές δραστηριότητες, πλημμύρες ή ηφαιστειακές εκρήξεις, έχουν την πιθανότητα να προκαλέσουν επακόλουθους κινδύνους. Για παράδειγμα, μια κατολίσθηση που πυροδοτείται από σεισμό μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνο τσουνάμι εάν μια σημαντική ποσότητα υλικού της κατολίσθησης καταπέσει σε ένα σώμα νερού, προκαλώντας σημαντική μετατόπιση του όγκου του νερού. Ομοίως, μια ηφαιστειακή έκρηξη ή μια κατολίσθηση που προκαλείται από σεισμό μπορεί να αποκλείσει τη ροή ενός ποταμού, οδηγώντας στη συσσώρευση νερού υπεράνω. Εάν το φράγμα που δημιουργείται από το υλικό της κατολίσθησης αστοχήσει, θα υπάρξει μια αιφνίδια απελευθέρωση του φραγμένου νερού υπεράνω, πιθανώς προκαλώντας πλημμύρα. Αυτή η πλημμύρα μπορεί να έχει ευρύτερες συνέπειες, περιλαμβανομένης της διάβρωσης και της αστάθειας των ακτών και των παραποτάμιων περιοχών, καθώς και τον ταχύ κορεσμό των πλαγιών και την υπονόμηση των γκρεμών και των όχθων. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να γίνει μια ενδελεχής εξέταση όλων των πιθανών φυσικών κινδύνων κατά την αξιολόγηση της ευπάθειας μιας περιοχής σε κατολισθήσεις. Δυστυχώς, η τρέχουσα διαθεσιμότητα χαρτών που απεικονίζουν περιοχές επικινδυνότητας παραμένει περιορισμένη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ακόμα και εάν οι κίνδυνοι χαρτογραφούνται, εξετάζεται μόνο ένας μεμονωμένος κίνδυνος, αποτυγχάνοντας να καταγράψουν το πλήρες φάσμα των κινδύνων που υπάρχουν σε μια περιοχή.

Παρά τις αρνητικές συνέπειες, οι κατολισθήσεις παίζουν επίσης έναν οικολογικό ρόλο που συχνά παραβλέπεται. Συμβάλλουν τόσο στην υδάτινη όσο και στην χερσαία βιοποικιλότητα. Οι ροές κατολίσθησης και άλλες μορφές μαζικής κίνησης είναι ζωτικές στην παροχή ιζήματος και ξύλου, το οποίο διατηρεί την ποικιλότητα των οικοτόπων των ρυακιών, συμπεριλαμβανομένων των δημιουργιών λιμνών. Πρόσφατες οικολογικές μελέτες δείχνουν ότι υπό συγκεκριμένες συνθήκες, οι κατολισθήσεις μπορούν πραγματικά να ωφελήσουν τους υδροβιότοπους ιχθύων και άγριας ζωής βελτιώνοντας τη διαβίωση των οργανισμών στους οποίους βασίζονται για τροφή (Highland και Bobrowsky, 2008).

#### **1.2.2.2. Κοινωνικές επιπτώσεις**

Οι κατολισθήσεις τείνουν να επηρεάζουν δυσανάλογα τους ευάλωτους πληθυσμούς, επιδεινώνοντας τις υπάρχουσες κοινωνικές ανισότητες. Οι περιθωριοποιημένες κοινότητες που ζουν σε επικίνδυνες περιοχές συχνά έχουν περιορισμένους πόρους και μέσα για να αντιδράσουν αποτελεσματικά στις κατολισθήσεις. Η περιορισμένη πρόσβαση σε συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, καταφύγια εκκένωσης και οικονομική βοήθεια εντείνουν την

ευπάθειά τους. Έτσι, οι κατολισθήσεις διαιωνίζουν τις κοινωνικές ανισότητες και υπογραμμίζουν την ανάγκη για δίκαιες στρατηγικές προετοιμασίας και απόκρισης σε καταστροφές.

Το συναισθηματικό και ψυχολογικό βάρος των κατολισθήσεων δεν πρέπει να παραβλέπεται. Οι επιζώντες μπορεί να βιώσουν τραύμα, θρήνο και άγχος, που οδηγούν σε μακροχρόνια ζητήματα ψυχικής υγείας. Το συλλογικό τραύμα που βιώνουν οι κοινότητες μπορεί να επιβαρύνει τους κοινωνικούς δεσμούς και να διαταράξει την κοινωνική συνοχή. Τα συστήματα υποστήριξης, περιλαμβανομένων της συμβουλευτικής και των προγραμμάτων κοινοτικής προσέγγισης, είναι κρίσιμα στην αντιμετώπιση των ψυχολογικών συνεπειών των κατολισθήσεων.

Οι κατολισθήσεις έχουν βαθιές κοινωνικές συνέπειες που εκτείνονται πέρα από την υλική ζημιά. Η αναγνώριση και η κατανόηση της κοινωνικής επίδρασης των κατολισθήσεων είναι ουσιώδεις για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και την μείωση των μελλοντικών κινδύνων. Η ενίσχυση της ενημέρωσης, η υλοποίηση αποτελεσματικών συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης, η βελτίωση του χωροταξικού σχεδιασμού και η προώθηση της κοινοτικής συμμετοχής είναι κρίσιμα βήματα στη μείωση των κοινωνικών ευπαθειών που σχετίζονται με τις κατολισθήσεις. Προτεραιοποιώντας αυτά τα μέτρα, οι κοινωνίες μπορούν να εργαστούν προς την δημιουργία ασφαλέστερων, πιο ανθεκτικών κοινοτήτων που είναι καλύτερα εξοπλισμένες για να ανταπεξέλθουν στις κοινωνικές επιπτώσεις των κατολισθήσεων και άλλων φυσικών κινδύνων.

### **1.2.2.3. Οικονομικές επιπτώσεις**

Οικιστικές περιοχές που έχουν ανεγερθεί σε ασταθείς πλαγιές μπορεί να υποστούν διαφορετικούς βαθμούς ζημιάς, ποικίλλοντας από μερική έως πλήρη καταστροφή. Οι κατολισθήσεις μπορούν να αποσταθεροποιήσουν ή να καταστρέψουν θεμέλια, τοίχους, τριγύρω ακίνητα, καθώς και υπερυψωμένες και υπόγειες κατασκευές. Τα αποτελέσματα των κατολισθήσεων σε οικιστικές περιοχές μπορεί να εμφανιστούν σε μεγάλη κλίμακα, επηρεάζοντας πολλές κατοικίες, ή σε ατομική βάση, όπου μόνο ένας μόνος οικοδομικός φορέας επηρεάζεται. Επιπλέον, όταν μια κατολίσθηση ζημιώνει την βασική υποδομή μιας ιδιοκτησίας, όπως το δίκτυο ύδρευσης, αποχέτευσης ή τα ηλεκτρικά καλώδια, ή/και δρόμους, μπορεί να διακόψει την πρόσβαση και άλλων κοντινών ιδιοκτησιών. Οι εμπορικές υποδομές είναι επίσης ευάλωτες στις επιπτώσεις των κατολισθήσεων, βιώνοντας παρόμοιες συνέπειες

με τις οικιστικές. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για κατασκευές κοινής χρήσης καθώς η λειτουργία τους μπορεί να διακοπεί λόγω ζημιών από την κατολίσθηση στην ίδια την κατασκευή και/ή ζημιές στους δρόμους πρόσβασης.

Οι γρήγορες κατολισθήσεις, όπως οι ροές, αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή για κατασκευές λόγω της καταστροφικής τους φύσης, της υψηλής ταχύτητας και της ισχυρής δύναμης. Αυτές οι κατολισθήσεις συχνά συμβαίνουν ξαφνικά και χωρίς προειδοποίηση, καθιστώντας δύσκολη την εφαρμογή μέτρων μετρίασης. Οι απότομες περιοχές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην ταχεία καταστροφή που προκαλείται από χιονοστιβάδες ιζημάτων και λάσπες, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε πόλεις, κωμοπόλεις και γειτονιές (Coe κτλ., 2014). Είναι πολύ δύσκολο να ξαναχτιστούν οι πληγείσες περιοχές λόγω της συνεχούς κίνησης των κατολισθήσεων, οι οποίες μπορεί να διαρκέσουν για ημέρες, εβδομάδες ή μήνες. Οι προσπάθειες ανοικοδόμησης δεν είναι πάντα επιτυχείς στην εξασφάλιση ευστάθειας. Ο κλάδος των μεταφορών επηρεάζεται σημαντικά από κατολισθήσεις, επηρεάζοντας έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπων παγκοσμίως. Αστοχίες κατά μήκος δρόμων και σιδηροδρόμων, καθώς και καταρρεύσεις λόγω αδύναμων και επιρρεπών στην κατολίσθηση εδαφών, είναι κοινά προβλήματα. Οι πτώσεις βράχων μπορούν να προκαλέσουν βλάβες σε άτομα και υποδομές. Όλοι οι τύποι κατολισθήσεων μπορούν να προκαλέσουν προσωρινά ή μακροπρόθεσμα διακοπή βασικών διαδρομών που χρησιμοποιούνται για εμπόριο, τουρισμό και επείγουσες δραστηριότητες, καθώς αποκλείονται λόγω χώματος, ιζημάτων ή βράχων. Ακόμα και η αργή κίνηση μπορεί να διακόψει το οδικό δίκτυο και να δημιουργήσει προβλήματα συντήρησης. Οι κατολισθήσεις συχνά αποκλείουν μεγάλους αυτοκινητόδρομους παγκοσμίως, απαιτώντας οδοστρωσία ή εκσκαφή για να καθαρίσουν οι δρόμοι. Με την αυξανόμενη παγκόσμια πληθυσμιακή αύξηση, η ευαλωτότητα στους κινδύνους κατολίσθησης μεγαλώνει. Οι άνθρωποι συχνά υποχρεώνονται να εγκατασταθούν σε περιοχές που προηγουμένως θεωρούνταν επικίνδυνες λόγω περιορισμένης διαθέσιμης γης. Οι ανεπαρκείς πολιτικές χρήσης γης επιτρέπουν την κατασκευή σε γη που θα ήταν καλύτερα κατάλληλη για γεωργία, πάρκα ανοιχτού χώρου ή άλλες χρήσεις αντί για κατοικίες και κατασκευές. Οι κοινότητες χρησιμοποιούν επισφαλείς πρακτικές κατασκευής, είτε λόγω πολιτικών περιορισμών είτε λόγω έλλειψης εμπειρογνομosύνης (Highland και Bobrowsky, 2008).

Ο Πίνακας 1.6 παρουσιάζει μερικά παραδείγματα καταστροφικών κατολισθήσεων που έχουν σοβαρές επιπτώσεις σε κοινότητες παγκοσμίως. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι κατολισθήσεις μπορούν να συμβούν σε διάφορες περιοχές και επηρεάζονται από παράγοντες

όπως η γεωλογία, το κλίμα και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ενίσχυση της ανθεκτικότητας, η υλοποίηση των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης, και η υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων χωροταξικού σχεδιασμού είναι κρίσιμα στην μετρίαση των κινδύνων που σχετίζονται με κατολισθήσεις.

Πίνακας 1.6. Καταστροφικές ιστορικά κατολισθήσεις.

| Όνομα/Ημερομηνία                                | Αίτιο και Τοποθεσία                                                                                                                                     | Επιπτώσεις                                                      |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Καταστροφή του Φράγματος Vaiont 09.10.1963      | Η κατάρρευση πλαγιάς του βουνού οδήγησε σε μαζική κατολίσθηση, η οποία προκάλεσε έναν μέγα τσουνάμι που υπερχείλισε το φράγμα Vaiont. Longarone, Ιταλία | 2,000 νεκροί                                                    |
| Καταστροφή του Aberfan 21.10.1966               | Ένας μεγάλος χώρος αποθήκευσης κάρβουνου κατέρρευσε, ενεργοποιώντας την κατολίσθηση που έπληξε ένα δημοτικό σχολείο και κοντινά σπίτια. Ουαλία          | 144 νεκροί, κυρίως παιδιά                                       |
| Τραγωδία του Armero 13.11.1985                  | Η έκρηξη του ηφαιστείου Nevado del Ruiz προκάλεσε μια καταστροφική λάσπη, γνωστή και ως λαχάρ, η οποία έθαψε την πόλη του Αρμέρο. Κολομβία              | 25,000 νεκροί                                                   |
| Κατολισθήσεις Chittagong Hill Tracts 11.06.2007 | Έντονοι μουσώνες προκάλεσαν εκτεταμένες κατολισθήσεις στη λοφώδη περιοχή του Τσιταγκόνγκ. Μπαγκλαντές                                                   | 130 νεκροί και χιλιάδες άστεγοι                                 |
| Κατολισθήσεις Zhouqu 11.06.2007                 | Έντονη βροχόπτωση προκάλεσε μαζικές κατολισθήσεις στην επαρχία Zhouqu. Κίνα                                                                             | 1,400 νεκροί και εκτεταμένες καταστροφές                        |
| Κατολισθήσεις της Sierra Leone 14.08.2017       | Έντονη βροχόπτωση Σιέρα Λεόνε                                                                                                                           | 1,000 νεκροί και εκτεταμένες καταστροφές κατοικιών και υποδομών |
| Κατολισθήσεις της Mocoa 01.04.2017              | Ορμητικές βροχοπτώσεις ενεργοποίησαν κατολισθήσεις που έπληξε την πόλη Μοκόα. Κολομβία                                                                  | 300 νεκροί και σημαντικές καταστροφές κατοικιών                 |

### **1.3. . Συχνότητα και Επιπτώσεις των Πυρκαγιών**

#### **1.3.1. . Συχνότητα των Πυρκαγιών**

Οι πυρκαγιές μπορούν να έχουν καταστροφικές συνέπειες, προκαλώντας σημαντικές ζημιές τόσο στην περιουσία όσο και στην ανθρώπινη ζωή. Δυστυχώς, οι πυρκαγιές εκδηλώνονται αδιακρίτως χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την τοποθεσία ή τον χρόνο. Ως εκ τούτου, η απόκτηση γνώσης σχετικά με τους αρχικούς καταλύτες είναι απόλυτα σημαντική για την ενεργή μείωση της πιθανότητάς τους.

#### **Ταξινόμηση Πυρκαγιών**

Βάσει της φύσης του καύσιμου υλικού:

Η ταχεία εξάπλωση της πυρκαγιάς μπορεί να δημιουργήσει προκλήσεις στην αποτελεσματική αντιμετώπιση. Η προσέγγιση κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς δεν είναι πάντα απλή, καθώς οι πυρκαγιές μπορούν να διαφέρουν σημαντικά στις ιδιότητές τους. Διαφορετικές πυρκαγιές παρουσιάζουν διαφέρουν σε κινδύνους, γεγονός που καθιστά κρίσιμη την εξέταση κατάλληλων μέτρων. Η εσφαλμένη χρήση πυροσβεστήρων μπορεί να επιδεινώσει την κατάσταση αντί να την επιλύσει. Υπάρχουν 6 διακριτές κατηγορίες πυρκαγιών βάσει της φύσης του καύσιμου υλικού (<https://www.haspod.com/blog/fire/classes-of-fire>):

- Κατηγορία Α (Αφορά στερεά υλικά)
- Κατηγορία Β (Αφορά υγρά)
- Κατηγορία Γ (Αφορά αέρια)
- Κατηγορία Δ (Αφορά μέταλλα)
- Ηλεκτρικές πυρκαγιές
- Κατηγορία Ε (Αφορά μαγειρικά λίπη και έλαια)

Κάθε τύπος πυρκαγιάς απαιτεί συγκεκριμένες τεχνικές κατάσβεσης, ανάλογα με τους κινδύνους.

Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Α περιλαμβάνουν στερεά καύσιμα, τα οποία μπορούν να είναι υλικά όπως χαρτί, χαρτόνι, έπιπλα, εξαρτήματα, αρμούς καθώς και το ίδιο το κτίριο. Αυτές οι

πυρκαγιές θεωρούνται "κανονικές" πυρκαγιές. Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Α είναι από τους πιο συνηθισμένους τύπους πυρκαγιών, καθώς τα στερεά καύσιμα είναι πανταχού παρόντα και δύσκολο να εξαλειφθούν πλήρως. Η εφαρμογή σωστών πρακτικών συντήρησης του σπιτιού, όπως η μείωση της συσσώρευσης υλικών από συσκευασίες και απόβλητα, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των σχετικών κινδύνων. Οι πυροσβεστήρες υδατικού διαλύματος και αφρού θεωρούνται οι πιο αποτελεσματικές επιλογές για την καταπολέμηση των πυρκαγιών της Κατηγορίας Α. Το νερό, ειδικότερα, χρησιμοποιείται ευρέως λόγω της ικανότητάς του να αντιμετωπίζει τις περισσότερες πυρκαγιές που περιλαμβάνουν στερεά καύσιμα. Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να σημειωθεί ότι το νερό είναι αγωγός ηλεκτρικής ενέργειας και ποτέ δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιοχές κοντά σε ηλεκτρικό εξοπλισμό για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας ή επιπλέον ζημιάς.

Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Β, οι οποίες περιλαμβάνουν εύφλεκτα υγρά, συναντώνται συχνότερα σε βιομηχανικά περιβάλλοντα όπου χρησιμοποιούνται σημαντικές ποσότητες διαφόρων υγρών, διαλυτών και χημικών. Παραδείγματα τέτοιων ουσιών περιλαμβάνουν καθαριστικά υγρά, διαλύτες, καύσιμα, μελάνια, κόλλες και μπογιές. Αν και οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Β είναι σχετικά ασυνήθιστες, παρουσιάζουν μεγαλύτερο επίπεδο κινδύνου σε σύγκριση με άλλους τύπους πυρκαγιών. Ως εκ τούτου, καθίσταται επιτακτικό το ζήτημα της προσωπικής προστασίας με την υλοποίηση κατάλληλων μέτρων. Για την εξασφάλιση της προσωπικής ασφάλειας, είναι ουσιώδες να εξοικειωθεί κανείς με τα συγκεκριμένα εύφλεκτα υγρά που χρησιμοποιούνται στο χώρο εργασίας και να διεξάγει μια αξιολόγηση Ελέγχου Ουσιών Επικίνδυνων για την Υγεία (COSHH). Σύμφωνα με τις νομικές απαιτήσεις, οι αξιολογήσεις COSHH είναι υποχρεωτικές για όλες τις επικίνδυνες ουσίες. Κατά την αξιολόγηση, πρέπει να δοθεί η κατάλληλη προσοχή στην ασφαλή αποθήκευση και τη σωστή χρήση αυτών των ουσιών. Είναι ζωτικής σημασίας να αποθηκευτούν σε σαφώς επισημασμένα δοχεία και να κρατηθούν μακριά από πιθανές πηγές ανάφλεξης. Οι πυροσβεστήρες αφρού και ξηράς κόνεως είναι οι πιο αποτελεσματικοί τύποι πυροσβεστήρων για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών της Κατηγορίας Β. Οι πυροσβεστήρες CO<sub>2</sub> μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν, αλλά έχουν περιορισμένη αποτελεσματικότητα.

Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Γ αναφέρονται σε πυρκαγιές που περιλαμβάνουν αέρια, τα οποία μπορεί να είναι φυσικό αέριο, LPG (υγροποιημένο αέριο) ή άλλους τύπους αερίων που είναι ικανά να δημιουργήσουν εύφλεκτες ή εκρηκτικές ατμόσφαιρες. Η εργασία με αέρια συνεπάγεται εγγενείς κινδύνους και αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιών. Είναι κρίσιμο να αποθηκεύονται τα αέρια σε σφραγισμένα δοχεία εντός ορισμένων ασφαλών περιοχών

αποθήκευσης, και είναι απαραίτητο να εκτελούνται εργασίες που σχετίζονται με το αέριο μόνο από ικανά άτομα. Η πιο ασφαλής προσέγγιση για την κατάσβεση αυτού του τύπου πυρκαγιάς είναι να κλείσει γρήγορα η παροχή αερίου. Μόλις διακοπεί η παροχή αερίου, ο πιο αποτελεσματικός τύπος πυροσβεστήρα για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς είναι ένας πυροσβεστήρας ξηράς κόνεως.

Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας Δ αφορούν ορισμένους τύπους μετάλλων που μπορεί να είναι εύφλεκτα, όπως το νάτριο, παρά το γεγονός ότι τα μέταλλα συνήθως δεν θεωρούνται ως εύφλεκτα υλικά. Επιπλέον, τα μέταλλα έχουν άριστη αγωγιμότητα, διευκολύνοντας την εξάπλωση των πυρκαγιών. Οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν την ελάττωση της σκληρότητας και το λιώσιμο όλων των μετάλλων, οδηγώντας σε δυνατότητα κατάρρευσης δομικών στοιχείων όταν υπάρχουν μεταλλικοί δοκοί και στύλοι σε μια πυρκαγιά. Είναι κρίσιμο να σημειωθεί ότι οι πυροσβεστήρες νερού δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε πυρκαγιές της Κατηγορίας Δ, καθώς το νερό μπορεί πράγματι να λειτουργήσει ως καταλύτης στις πυρκαγιές μετάλλων, επιδεινώνοντας την κατάσταση. Υπάρχουν πυροσβεστήρες με ξηρά σκόνη που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για την καταπολέμηση πυρκαγιών μετάλλων. Η σύνθεση της σκόνης μέσα στον πυροσβεστήρα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον συγκεκριμένο τύπο μεταλλικού κινδύνου που έχει σχεδιαστεί να αντιμετωπίσει. Σε κάποιες περιπτώσεις, μικρές πυρκαγιές μετάλλων μπορεί να καλύπτονται με ξηρή γη ή άμμο ως εναλλακτική προσέγγιση.

Οι ηλεκτρικές πυρκαγιές, αν και δεν ταξινομούνται ξεχωριστά ως πυρκαγιές της Κατηγορίας Ε, παρουσιάζουν ξεχωριστούς κινδύνους. Η πηγή ανάφλεξης σε αυτές τις πυρκαγιές είναι η ίδια η ηλεκτρική ενέργεια και όχι κάποιο καύσιμο, αλλά οι πυρκαγιές σε λειτουργούσες ηλεκτρικές συσκευές εισάγουν επιπλέον κινδύνους. Δεν τους προσδίδεται ξεχωριστή κατηγορία, επειδή μπορούν να ενταχθούν σε οποιαδήποτε από τις υπάρχουσες ταξινομήσεις πυρκαγιών. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν είναι η ηλεκτρική ενέργεια που καίγεται, αλλά το περιβάλλον υλικό που ανάβει από το ηλεκτρικό ρεύμα. Για να μειωθούν οι κίνδυνοι που συνδέονται με τις ηλεκτρικές πυρκαγιές, είναι ζωτικής σημασίας να εξασφαλιστεί η σωστή εγκατάσταση, έλεγχος και συντήρηση του ηλεκτρικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων. Η χρήση νερού ή οποιασδήποτε άλλης αγωγίμης ουσίας για την κατάσβεση μιας ηλεκτρικής πυρκαγιάς μπορεί να είναι θανατηφόρα λόγω του κινδύνου ηλεκτρικού σοκ. Ο πιο κατάλληλος τύπος πυροσβεστήρα για ηλεκτρικές πυρκαγιές είναι ένας πυροσβεστήρας CO<sub>2</sub>. Επιπλέον, κάποιοι πυροσβεστήρες με ξηρά σκόνη είναι κατάλληλοι για εγκαταστάσεις

χαμηλής τάσης. Όποτε είναι εφικτό, συνιστάται να διακόπτεται η παροχή ρεύματος στην πληγείσα περιοχή προκειμένου να μειωθεί η ένταση και η εξάπλωση της πυρκαγιάς.

Οι πυρκαγιές της Κατηγορίας F, επίσης γνωστές ως πυρκαγιές μαγειρικών λιπών ή ελαίων, προκύπτουν συχνά από το τηγάνισμα και τα εύφλεκτα ελαία κοντά σε πηγές θερμότητας σε κουζίνες. Ενώ συνήθως βρίσκονται σε εμπορικές κουζίνες, τέτοιες πυρκαγιές μπορούν επίσης να συμβούν σε οικιακές κουζίνες. Είναι κρίσιμο να μην αφήνετε ποτέ την τροφή ή τον εξοπλισμό τηγανίσματος χωρίς επίβλεψη όταν χρησιμοποιούνται, για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος αυτών των πυρκαγιών. Η κατάσβεση των πυρκαγιών της Κατηγορίας E μπορεί να είναι πρόκληση λόγω της έντονης θερμότητας που παράγεται από το καυτό λάδι. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η χρήση του λάθους τύπου πυροσβεστήρα μπορεί να επιδεινώσει την κατάσταση, διασπείροντας την πυρκαγιά μέσα από τα καυτόμενα έλαια και λίπη. Ο μοναδικός εγκεκριμένος πυροσβεστήρας για την αποτελεσματική καταπολέμηση πυρκαγιών μαγειρικών λιπών και ελαίων είναι ο πυροσβεστήρας με υγρά χημικά (wet chemical). Επιπρόσθετα, για μικρές πυρκαγιές της Κατηγορίας F, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μια κουβέρτα πυρός ως κατάλληλη εναλλακτική λύση.

Τα χαρακτηριστικά κάθε τύπου πυρκαγιάς και οι μέθοδοι κατάσβεσής τους συνοψίζονται στον Πίνακα 1.7.

Πίνακας 1.7. Χαρακτηριστικά πυρκαγιών και μέθοδοι κατάσβεσης

| Κατηγορία            | Καύσιμο                  | Μέθοδοι κατάσβεσης και κατασβεστικό υλικό            |
|----------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Κατηγορία A          | Στερεά                   | Αποκοπή φλόγας, νερό                                 |
| Κατηγορία B          | Υγρά                     | Αποκοπή φλόγας, πυροσβεστήρες αφρού και ξηράς κόνεως |
| Κατηγορία C          | Αέρια                    | Αποκοπή φλόγας, ξηρά σκόνη                           |
| Κατηγορία D          | Μέταλλα                  | Ξηρά σκόνη                                           |
| Ηλεκτρικές πυρκαγιές | Ηλεκτρισμός              | Μη αγωγίμα στον ηλεκτρισμό χημικά                    |
| Κατηγορία F          | Μαγειρικά λίπη και έλαια | Αποκοπή φλόγας, wet chemical και αντιπυρική κουβέρτα |

**Βάσει της τοποθεσίας της πυρκαγιάς:**

## **Οικιακές Πυρκαγιές:**

Οι πυρκαγιές σε σπίτια αντικατοπτρίζουν τον εγγενή κίνδυνο που απορρέει τόσο από ακούσιες όσο και εσκεμμένες πυρκαγιές, με δυνατότητα να θέσουν σε κίνδυνο ζωές και να υπονομεύσουν τη δομική ακεραιότητα και ασφάλεια του ακινήτου αυτού καθαυτού. Από το 1993 έως το 2015, συνολικά 86,4 εκατομμύρια περιστατικά πυρκαγιάς οδήγησαν σε πάνω από ένα εκατομμύριο θανάτους από πυρκαγιές (Brushlinsky et al, 2017). Επιπλέον, το συνολικό ετήσιο οικονομικό κόστος παγκοσμίως από τους κινδύνους που προκαλούνται από πυρκαγιές αντιστοιχεί περίπου στο 1% του παγκόσμιου Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (GDP) (Bulletin, 2014).

Συχνές αιτίες οικιακών πυρκαγιών περιλαμβάνουν:

- Μαγειρικά σκεύη
- Κάπνισμα
- Κεριά
- Ελαττωματική καλωδίωση
- Μπάρμπεκιου
- Παιδιά που παίζουν με τις φλόγες
- Φωτιστικά είδη
- Θερμαντικά σώματα

Οι πυρκαγιές σε σπίτια οφείλονται κυρίως στην υπερθέρμανση μαγειρικών σκευών. Το μαγείρεμα αναφέρεται ως η κύρια αιτία πυρκαγιάς τόσο σε κατοικίες όσο και σε μη κατοικημένα κτίρια (USFA, 2016). Μέσα σε δευτερόλεπτα, οι φλόγες μπορούν να ενταθούν και να καλύψουν την κουζίνα με μια καταστροφική πυρκαγιά λόγω της παρουσίας μιας σημαντικής ποσότητας εύφλεκτων οικιακών υλικών και της λανθασμένης αποθήκευσης εργαλείων, απορριμμάτων, εξοπλισμού και εύφλεκτων ουσιών όπως υγραέριο, βαφές, πυρομαχικά και άλλα (Kodur et al, 2020). Είναι απαραίτητο να διατηρούνται οι χαρτοπετσέτες, τα γάντια φούρνου και οι πετσέτες μακριά από την κουζίνα ή άλλες πηγές θερμότητας για να αποφευχθεί κίνδυνος οικιακής πυρκαγιάς.

## **Βιομηχανικές Πυρκαγιές:**

Κοινές αιτίες βιομηχανικών πυρκαγιών περιλαμβάνουν:

- Ελαττωματικός ή εκτός λειτουργίας εξοπλισμός
- Εύφλεκτα υλικά ή ουσίες
- Ηλεκτρικές βλάβες ή βραχυκυκλώματα
- Συγκόλληση ή θερμές εργασίες
- Έκρηξη
- Ανθρώπινο λάθος ή αμέλεια στην τήρηση των πρωτοκόλλων ασφαλείας

Ο ελαττωματικός ή ο εξοπλισμός που λειτουργεί εκτός προδιαγραφών αποτελεί συχνή αιτία βιομηχανικών πυρκαγιών. Όταν τα μηχανήματα, εργαλεία ή συστήματα δεν λειτουργούν σωστά, μπορεί να οδηγήσουν σε υπερθέρμανση, σπινθήρες ή ηλεκτρικές βλάβες που μπορούν να δημιουργήσουν ανάφλεξη σε εύφλεκτα υλικά ή ουσίες που βρίσκονται στο βιομηχανικό περιβάλλον. Η τακτική επιθεώρηση, συντήρηση και άμεση επισκευή του εξοπλισμού είναι ουσιαστική για την πρόληψη τέτοιων συμβάντων. Επιπλέον, η κατάλληλη κατάρτιση και η τήρηση των πρωτοκόλλων ασφαλείας μπορούν να βοηθήσουν στον έγκαιρο εντοπισμό και την αντιμετώπιση βλαβών του εξοπλισμού πριν αυτά εξελιχθούν σε πυρκαγιές.

Τα εύφλεκτα υλικά ή ουσίες αποτελούν σημαντικές αιτίες βιομηχανικών πυρκαγιών. Η σωστή αποθήκευση, χειρισμός και διαχωρισμός των εύφλεκτων υλικών, μαζί με αποτελεσματικά μέτρα πρόληψης πυρκαγιών, όπως η εξάλειψη πιθανών πηγών ανάφλεξης και η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων αερισμού, είναι ουσιαστικά σημαντικά για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιών που προκαλούνται από την ανάφλεξη εύφλεκτων ουσιών σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Η μετάφραση του κειμένου στα ελληνικά παρουσιάζει κάποια ελάχιστα γραμματικά λάθη και θα μπορούσε να ωφεληθεί από μικρές διορθώσεις για τη βελτίωση της ροής και της διαύγειας. Ακολουθεί το διορθωμένο κείμενο:

Τα χημικά διαρροές ή ατυχήματα μπορούν επίσης να προκαλέσουν ανάφλεξη. Όταν επικίνδυνα χημικά χειρίζονται ακατάλληλα, αποθηκεύονται λανθασμένα ή απελευθερώνονται κατά λάθος, μπορούν να έρθουν σε επαφή με πηγές ανάφλεξης, οδηγώντας σε πυρκαγιές ή εκρήξεις. Η αυστηρή τήρηση των σωστών διαδικασιών χειρισμού, αποθήκευσης και περιορισμού για τα χημικά, μαζί με ολοκληρωμένη κατάρτιση των εργαζομένων, μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη και στη μετρίαση των κινδύνων που συνδέονται με χημικά ατυχήματα ή διαρροές. Η ακατάλληλη αποθήκευση ή χειρισμός επικίνδυνων υλικών, όπως η ελλιπής περίκλειση, η παράνομη επισήμανση, η ασυμβίβαστη αποθήκευση διαφορετικών επικίνδυνων ουσιών, η αποτυχία διαχωρισμού των εύφλεκτων υλικών από πηγές ανάφλεξης και η ανεπαρκής εξαερισμός στις περιοχές αποθήκευσης αποτελούν επίσης σημαντικούς παράγοντες κατά τον έλεγχο των βιομηχανικών πυρκαγιών. Η χρήση κατάλληλων δοχείων, η εξασφάλιση επαρκούς εξαερισμού, η εφαρμογή μέτρων διαχωρισμού, η προσφορά σαφούς επισήμανσης, η κατάρτιση των εργαζομένων σε ασφαλείς διαδικασίες χειρισμού, οι τακτικοί έλεγχοι και η συντήρηση των περιοχών αποθήκευσης είναι απαραίτητα για την αναγνώριση και την αντιμετώπιση οποιωνδήποτε δυνητικών κινδύνων.

Τα βραχυκυκλώματα αποτελούν άλλη μία σημαντική αιτία βιομηχανικών πυρκαγιών. Προβλήματα με τα ηλεκτρικά συστήματα, όπως ελαττωματική καλωδίωση, υπερφορτωμένα κυκλώματα, ή δυσλειτουργία εξοπλισμού, μπορούν να παράγουν θερμότητα, σπινθήρες, ή ηλεκτρικά τόξα που μπορούν να δημιουργήσουν φλόγα κοντινά εύφλεκτα υλικά. Ο τακτικός έλεγχος και η συντήρηση των ηλεκτρικών συστημάτων, η σωστή γείωση, καθώς και η τήρηση των προτύπων ασφαλείας ηλεκτρικής ενέργειας, είναι ζωτικής σημασίας προληπτικά μέτρα. Η άμεση αντιμετώπιση οποιωνδήποτε ηλεκτρικών ζητημάτων και η παροχή επαρκούς κατάρτισης σε θέματα ηλεκτρικής ασφάλειας στους εργαζομένους μπορεί να συμβάλει στη μείωση των κινδύνων που συνδέονται με βραχυκυκλώματα. Η ανεπάρκεια των μέτρων πυρασφάλειας συμβάλλει σημαντικά στις βιομηχανικές πυρκαγιές. Η ελλιπής ανίχνευση πυρκαγιών, η έλλειψη κατάλληλου πυροσβεστικού εξοπλισμού, η ανεπαρκής εκπαίδευση των εργαζομένων στα πρωτόκολλα ασφαλείας πυρκαγιών, η κακή συντήρηση των εξοπλισμών πυρασφάλειας, και η αποτυχία εφαρμογής αποτελεσματικών σχεδίων εκκένωσης και έκτακτων διαδικασιών αποτελούν συχνό φαινόμενο. Για τη μείωση αυτού του κινδύνου, είναι ουσιώδες να δίνεται προτεραιότητα στα μέτρα πυρασφάλειας. Αυτό περιλαμβάνει την τακτική επιθεώρηση, την εγκατάσταση επαρκών συστημάτων ανίχνευσης και καταστολής

πυρκαγιάς, ολοκληρωμένα προγράμματα εκπαίδευσης εργαζομένων, και τη συνεπή τήρηση των κανονισμών και οδηγιών πυρασφάλειας.

Οι εργασίες συγκόλλησης ή θερμές εργασίες αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για τις βιομηχανικές πυρκαγιές. Η έντονη θερμότητα που παράγεται κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης, της κοπής, ή άλλων θερμών εργασιών μπορεί εύκολα να προκαλέσει φλόγα κοντινά εύφλεκτα υλικά ή ουσίες. Οι σπινθήρες, το λιωμένο μέταλλο ή η ζεστή σκωρία μπορούν να λειτουργήσουν ως πηγές ανάφλεξης, οδηγώντας σε πυρκαγιές. Για την πρόληψη πυρκαγιών κατά τη διάρκεια εργασιών συγκόλλησης ή θερμών εργασιών, είναι κρίσιμο να εφαρμόζονται σωστά τα μέτρα πρόληψης πυρκαγιάς. Αυτά περιλαμβάνουν την εξασφάλιση μιας καθαρής και ασφαλούς περιοχής εργασίας, την απομάκρυνση εύφλεκτων υλικών ή την μόνωσή τους με κατάλληλα υλικά, τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας πυροσβεστικού εξοπλισμού και την εφαρμογή αδειών για θερμές εργασίες και τήρηση των πρωτοκόλλων ασφαλείας. Η επαρκής κατάρτιση και εποπτεία του προσωπικού που εμπλέκεται σε εργασίες συγκόλλησης ή θερμών εργασιών είναι επίσης απαραίτητη για τη διατήρηση ενός ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος και την πρόληψη περιστατικών πυρκαγιάς.

Τέλος, οι εκρήξεις εύφλεκτης σκόνης αποτελούν σημαντική αιτία βιομηχανικών πυρκαγιών. Όταν λεπτά σωματίδια εύφλεκτων υλικών, όπως σκόνες, αιωρούνται στον αέρα και συναντήσουν μια πηγή ανάφλεξης, μπορεί να προκληθεί μια γρήγορη και βίαιη έκρηξη. Βιομηχανίες όπως η κατασκευαστική, η ξυλουργική, η χημική επεξεργασία και η επεξεργασία τροφίμων είναι ιδιαίτερα ευάλωτες.

### **Αγροτοδοασικές Πυρκαγιές:**

Μια αγροτοδοασική πυρκαγιά είναι μια ανεξέλεγκτη φωτιά που συμβαίνει απροσδόκητα σε φυσική περιοχή, όπως δάσος, λιβάδι ή γεωργική περιοχή. Μπορεί να ξεκινήσει λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή φυσικών γεγονότων, όπως η αστραπή, και μπορεί να συμβεί οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Οι αιτίες περίπου του μισού των καταγεγραμμένων αγροτοδοασικών πυρκαγιών παραμένουν αβέβαιες ή άγνωστες. Ο κίνδυνος αγροτοδοασικών πυρκαγιών αυξάνεται όταν οι συνθήκες είναι ιδιαίτερα ξηρές, όπως κατά τη διάρκεια μιας ξηρασίας, και όταν υπάρχουν ισχυροί άνεμοι. Οι αγροτοδοασικές πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στις μεταφορές, στις επικοινωνίες, στις υπηρεσίες ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, καθώς και στην παροχή νερού. Προκαλούν επίσης

ρύπανση στην ποιότητα του αέρα και οδηγούν στην απώλεια κατοικιών, καλλιεργειών, φυσικών πόρων, ζωικού κεφαλαίου και ακόμα και ανθρώπινων ζώων.

Αναφέρθηκε ότι η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή προκαλεί θερμότερες και πιο ξηρές συνθήκες, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο αγροτοδοσικών πυρκαγιών. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν τη δυνατότητα να ασκήσουν άμεση επίδραση στις αγροτοδοσικές πυρκαγιές μέσω της ανάφλεξης και καταστολής πυρκαγιών, και έμμεσα μέσω της τροποποίησης της δομής και της σύνθεσης της βλάστησης, καθώς επίσης και μέσω του κατακερματισμού του περιβάλλοντος (Jones et al, 2020).

### **1.3.2. Επιπτώσεις Από Πυρκαγιές**

#### **1.3.2.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις**

✓ **Ρύπανση της ατμόσφαιρας:** Οι αγροτοδοσικές πυρκαγιές είναι γνωστό ότι εκπέμπουν καπνό, διάφορα αέρια, και αιθάλη, συμβάλλοντας στη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Ιδιαίτερα, κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς στη Βόρεια Αμερική το 2017, ο καπνός εκτινάχθηκε στη στρατόσφαιρα, περικυκλώνοντας τον πλανήτη σε λιγότερο από δύο εβδομάδες - ένα φαινόμενο το οποίο συνδέεται πιο συχνά με ηφαιστειακές εκρήξεις παρά με αγροτοδοσικές πυρκαγιές. Τα σωματίδια καπνού και αιθάλης που απελευθερώνονται κατά τις αγροτοδοσικές πυρκαγιές αυξάνουν τη συγκέντρωση λεπτών σωματιδίων (διάμετρος  $< 2.5 \mu\text{m}$ ) στην ατμόσφαιρα. Αυτά τα σωματίδια αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία. Επιπλέον, ο άνεμος μπορεί να μεταφέρει αυτά τα σωματίδια σε μεγάλες αποστάσεις, οδηγώντας σε περιπτώσεις όπου σωματίδια από φωτιές στο Μεξικό και την Κεντρική Αμερική έχουν φτάσει μέχρι το Τέξας και τη Νότια Αμερική. Εκτός από τα σωματίδια, οι πυρκαγιές μπορούν να παράγουν επιπλέον ρύπανση υπό τη μορφή νέφους, απελευθερώνοντας σημαντικές ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα, οξείδια του αζώτου και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Όταν εκτεθούν στο φως του ήλιου, αυτά τα αέρια μπορούν να πυροδοτήσουν το σχηματισμό του όζοντος στο επίπεδο του εδάφους, ενός ρύπου που είναι γνωστό ότι προκαλεί προβλήματα υγείας όπως βήχας και ερεθισμό του λαιμού. Ο συνδυασμός αυτών των εκπομπών από τις αγροτοδοσικές πυρκαγιές τονίζει την ουσιαστική επίδρασή τους στην ποιότητα του αέρα και στη δημόσια υγεία (Keller et al., 2015).

✓ **Διάβρωση:** Οι αγροτοδοασικές πυρκαγιές έχουν σημαντικές επιπτώσεις για τη διάβρωση του εδάφους. Η έντονη θερμότητα από τις φωτιές προκαλεί τη διείσδυση των καμένων υλικών στο έδαφος, δημιουργώντας ένα κέρινο στρώμα στα σωματίδια του εδάφους. Αυτό το στρώμα εμποδίζει τη διείσδυση του νερού κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης. Επιπρόσθετα, η καταστροφή των ριζών των φυτών λόγω της φωτιάς αποδυναμώνει την ικανότητά τους να κρατούν το έδαφος στη θέση του, οδηγώντας σε αυξημένη διάβρωση. Οι απότομες πλαγιές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στη διάβρωση, και οι περιοχές που ήδη βιώνουν συχνή διάβρωση θα επιδεινωθούν περαιτέρω από την απώλεια της βλάστησης λόγω των αγροτοδοασικών πυρκαγιών (Zavala et al., 2014).

✓ **Δευτερογενείς κίνδυνοι όπως πλημμύρες και κατολισθήσεις:** Επιπλέον, η διάβρωση που προκαλείται από αγροτοδοασικές πυρκαγιές μπορεί να οδηγήσει σε δευτερογενείς κινδύνους όπως πλημμύρες και κατολισθήσεις αμέσως μετά το συμβάν της φωτιάς. Οι επακόλουθες έντονες βροχοπτώσεις μετά από μια πυρκαγιά μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την πιθανότητα κατολισθήσεων. Συνήθως, οι ροές ιζημάτων μπορούν να συνεχιστούν για 2 έως 3 χρόνια μετά από αγροτοδοασικές πυρκαγιές. Για παράδειγμα, το 2017, μια έντονη και σύντομη βροχόπτωση προκάλεσε ροή ιζημάτων κατά μήκος του Montagna Del Morrone μετά από ένα συμβάν πυρκαγιάς.

✓ **Μείωση της βλάστησης:** Οι αγροτοδοασικές πυρκαγιές έχουν σημαντική επιζήμια επίδραση στην κάλυψη βλάστησης, καθώς συχνά οδηγούν σε εκτεταμένη καύση φυτικής ζωής, είτε πρόκειται για δάσος είτε για σαβάννα. Σε περιοχές όπου οι πυρκαγιές είναι συχνά φαινόμενα, πολλά είδη φυτών έχουν αναπτύξει προσαρμοστικότητα για να αντέξουν στις φωτιές, όπως το να αναπτύσσουν παχιά φλοιώδη. Ωστόσο, ορισμένα είδη φυτών, τα οποία είναι πιο ευάλωτα στη φωτιά, δεν μπορούν να επιβιώσουν και τελικά πεθαίνουν ως αποτέλεσμα αυτών των έντονων συμβάντων. Τα δέντρα και τα φυτά διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη φυσική διαδικασία της απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα και την απελευθέρωση οξυγόνου. Όταν υπάρχει απώλεια δέντρων, το διοξείδιο του άνθρακα παραμένει στην ατμόσφαιρα, επιδεινώνοντας το πρόβλημα της παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

✓ **Απώλεια οικοτόπων:** Συνήθως, η πλειονότητα των ζώων έχει την ικανότητα να ξεφεύγει από τις αγροτοδοασικές πυρκαγιές. Ωστόσο, εξαιρετικά μεγάλες και έντονες φωτιές μπορούν να αποτελέσουν μοιραία απειλή ακόμα και για τα ταχύτερα πλάσματα (Nappi et al., 2004). Η αυστραλιανή δασική πυρκαγιά το 2019/20 οδήγησε στην απώλεια ή την εκτόπιση περίπου 3

εκατομμυρίων ζώων. Επιπλέον, είδη που διαμένουν στα δέντρα και εξαρτώνται από τα φυτά για καταφύγιο υποφέρουν επίσης από τις συνέπειες της καταστροφής των οικοτόπων. Για παράδειγμα, οι αγροτοδασικές πυρκαγιές στις Βορειοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες αποτελούν τώρα αυξανόμενη απειλή για το είδος υπό εξαφάνιση της τοπικής κουκουβάγιας, που εξαρτάται από το δάσος για την επιβίωσή της.

### **1.3.2.2. Κοινωνικές Επιπτώσεις**

✓ **Τραυματισμοί και θανατηφόρα ατυχήματα:** Οι πυρκαγιές στον εργασιακό χώρο μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμούς και θανατηφόρα ατυχήματα, με βαθιά ανησυχητικές συνέπειες. Μεταξύ των πιο συνηθισμένων αιτιών τραυματισμών σε τέτοιες πυρκαγιές είναι τα εγκαύματα και η εισπνοή καπνού. Ανάλογα με την έκταση των εγκαυμάτων, τα θύματα μπορεί να χρειάζονται εκτεταμένη ιατρική φροντίδα, που θα μπορούσε να περιλαμβάνει χειρουργικές επεμβάσεις, μεταμοσχεύσεις δέρματος και παρατεταμένη αποκατάσταση. Η εισπνοή καπνού μπορεί επίσης να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα αναπνευστικού, όπως άσθμα ή βλάβη των πνευμόνων, επιβάλλοντας μακροπρόθεσμες υγειονομικές συνέπειες στα επηρεαζόμενα άτομα.

✓ **Συναισθηματικό τραύμα:** Η παρακολούθηση ενός συμβάντος πυρκαγιάς ή η εμπειρία της απώλειας ενός συναδέλφου σε πυρκαγιά μπορεί να έχει βαθιές συναισθηματικές επιπτώσεις, με πιθανό αποτέλεσμα το άγχος, την κατάθλιψη και το σύνδρομο μετατραυματικού στρες (PTSD). Οι εργαζόμενοι που βιώνουν μια πυρκαγιά στον εργασιακό χώρο μπορεί να αισθάνονται ταραγμένοι και ευάλωτοι, βρίσκοντας δύσκολη την προσαρμογή στις επακόλουθες συνθήκες του συμβάντος. Ακόμα κι αν δεν υπάρχουν σωματικοί τραυματισμοί, το συναισθηματικό άγχος που βιώνουν μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ικανότητά τους να εργάζονται και να εκπληρώνουν τις καθημερινές τους υποχρεώσεις.

✓ **Ζητήματα εργασιακής υγείας και ασφάλειας:** Οι πυρκαγιές στον εργασιακό χώρο μπορεί να προκαλέσουν πιθανές ανησυχίες σχετικά με την εργασιακή υγεία και ασφάλεια. Οι πυρκαγιές μπορούν να απελευθερώσουν επικίνδυνα υλικά, συμπεριλαμβανομένων του καπνού, χημικών και τοξικών ουσιών, που αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων, ιδιαίτερα για εκείνους που βρίσκονται κοντά στη φωτιά ή συμμετέχουν στη διαδικασία καθαρισμού. Επιπλέον, οι πυροσβέστες και άλλοι επαγγελματίες πρώτης ανταπόκρισης μπορούν επίσης να αντιμετωπίσουν κίνδυνο έκθεσης σε αυτά τα επικίνδυνα

υλικά. Η ασφάλεια όλου του προσωπικού που εμπλέκεται είναι απαραίτητη σε τέτοιες καταστάσεις για να προληφθούν οποιοδήποτε πιθανοί υγειονομικοί κίνδυνοι.

### 1.3.2.3. Οικονομικές Επιπτώσεις

✓ **Ζημιές περιουσιακών στοιχείων:** Οι πυρκαγιές μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρές καταστροφές περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων κτιρίων, οχημάτων και προσωπικών περιουσιών. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι ιδιαίτερα σοβαρές στις εργασιακές συνθήκες λόγω της παρουσίας πολύτιμων εξοπλισμών, αποθεμάτων και κρίσιμων εγγράφων. Για παράδειγμα, μια πυρκαγιά που συμβαίνει σε μια εγκατάσταση παραγωγής μπορεί να καταστρέψει ακριβά μηχανήματα, πρώτες ύλες και τελικά προϊόντα.

✓ **Διακοπή λειτουργίας της επιχείρησης:** Η διακοπή λειτουργίας μιας επιχείρησης αποτελεί ένα αξιοσημείωτο αποτέλεσμα των πυρκαγιών. Ακόμη κι αν η ίδια η φωτιά δεν προκαλέσει άμεση ζημία στην περιουσία, ο εργασιακός χώρος συχνά απαιτεί κλείσιμο για μια περίοδο για καθαρισμό και επισκευές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια εσόδων και στην πιθανή απομάκρυνση των πελατών. Επιπρόσθετα, η διακοπή λειτουργίας εμποδίζει τους εργαζομένους από το να εργαστούν, οδηγώντας σε μειωμένη παραγωγικότητα και εισόδημα τόσο για το προσωπικό όσο και για την επιχείρηση συνολικά.

✓ **Νομικές διαμάχες:** Οι πυρκαγιές στον εργασιακό χώρο μπορούν να οδηγήσουν σε πιθανές νομικές διαμάχες. Σε περίπτωση τραυματισμών ή θανάτων που προκύπτουν από πυρκαγιά στον εργασιακό χώρο, ο εργοδότης μπορεί να κριθεί υπεύθυνος και να υποστεί νομικές διαμάχες. Τέτοιες νομικές διαμάχες μπορεί να αποδειχθούν δαπανηρές και χρονοβόρες, επιβαρύνοντας τη φήμη του εργοδότη. Το κόστος των νομικών εξόδων, των διακανονισμών και άλλων σχετικών εξόδων μπορεί να συσσωρευτεί γρήγορα, ασκώντας σημαντική επίδραση στην οικονομική σταθερότητα της επιχείρησης.

✓ **Αύξηση των ασφαλίσεων:** Οι πυρκαγιές στον εργασιακό χώρο μπορούν να οδηγήσουν στην πιθανή αύξηση των ασφαλίσεων. Μετά από ένα συμβάν πυρκαγιάς, μια επιχείρηση μπορεί να αντιμετωπίσει αύξηση στα ασφάλιστρά της. Οι ασφαλιστικές εταιρείες θεωρούν τις επιχειρήσεις αυτές ως υψηλότερου κινδύνου και πιο επιρρεπείς σε μελλοντικά ατυχήματα. Ως αποτέλεσμα, οι ασφαλιστές μπορούν να προσαρμόσουν τα ασφάλιστρα της επιχείρησης για την περιουσία και την ευθύνη ανάλογα. Τέτοια αυξημένα ασφάλιστρα έχουν σημαντική επίδραση στην οικονομική απόδοση της επιχείρησης.

✓ **Ζημία στη φήμη της επιχείρησης:** Μια άλλη αξιοσημείωτη συνέπεια των πυρκαγιών στον εργασιακό χώρο είναι η ζημία στη φήμη του σήματος, ιδιαίτερα όταν το συμβάν λάβει μεγάλη κάλυψη από τα ΜΜΕ. Οι πυρκαγιές στις επιχειρήσεις μπορούν να προσελκύσουν σημαντική προσοχή των ΜΜΕ, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει αρνητικά τη φήμη της εταιρείας. Οι πελάτες μπορεί να θεωρήσουν την επιχείρηση ως μη ασφαλή ή αναξιόπιστη, οδηγώντας σε απώλεια εμπιστοσύνης και μειωμένα έσοδα. Επίσης, η αρνητική δημοσιότητα μπορεί να διαδοθεί γρήγορα μέσω των κοινωνικών μέσων, επιδεινώνοντας τη ζημία. Αυτή η επίπτωση στη φήμη του σήματος μπορεί να είναι ιδιαίτερα καταστροφική για τις μικρές επιχειρήσεις, καθώς μπορεί να μην διαθέτουν τους απαραίτητους πόρους για να ανακάμψουν από τις ζημιές που προκλήθηκαν από την πυρκαγιά.

✓ **Πρόστιμα και ποινές ρυθμιστικών αρχών:** Οι πυρκαγιές στον εργασιακό χώρο μπορεί να οδηγήσουν σε πιθανά πρόστιμα και ποινές ρυθμιστικών αρχών, ειδικά αν η πυρκαγιά συνέβη λόγω παραβιάσεων των κανονισμών ασφαλείας. Ρυθμιστικοί φορείς όπως η Occupational Safety and Health Administration (OSHA) μπορεί να διεξάγουν έρευνες για να διαπιστώσουν αν παραβιάστηκαν κανονισμοί ασφαλείας κατά τη διάρκεια του συμβάντος. Σε περίπτωση που ανακαλυφθούν παραβιάσεις, η οργάνωση μπορεί να επιβάλει σημαντικά πρόστιμα και ποινές στην επιχείρηση. Αυτές οι οικονομικές συνέπειες προστίθενται στις συνολικές απώλειες που προκλήθηκαν από τη φωτιά, ενισχύοντας περαιτέρω τις επιπτώσεις στην οικονομική θέση της επιχείρησης.

## Βιβλιογραφία

- Bulletin (2014), “World fire statistics”, The Geneva Association, No:29. ([www.genevaassociation.org/research-topics/world-fire-statistics-bulletin-no-29](http://www.genevaassociation.org/research-topics/world-fire-statistics-bulletin-no-29)).
- Brushlinsky, N.N. Ahrens, M. Sokolov, S.V. and Wagner, P. (2017), “World fire statistics”, CTIF, International Association of Fire and Rescue Services, No.22.
- Bureau of Transport Economics 2001, Economic costs of natural disasters in Australia, Report 103, Bureau of Transport Economics, Canberra.
- Coe, J. A., Kean, J. W., Godt, J. W., Baum, R. L., Jones, E. S., Gochis, D. J., & Anderson, G. S. (2014). New insights into debris-flow hazards from an extraordinary event in the Colorado Front Range. *GSA Today*, 24(10), 4-10.
- Froude, M. J. and Petley, D. N. (2018). Global fatal landslide occurrence from 2004 to 2016, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18, 2161–2181
- Highland, L.M., and Bobrowsky, Peter, (2008). The landslide handbook—A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.
- Hungr, O., Leroueil, S. & Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides* 11, 167–194.
- Jones, M.W., Smith, A., Betts, R., Canadell, J.G., Prentice, I.C., and Quéré, C.L. (2020). Climate Change Increases the Risk of Wildfires. Rapid Response Review using ScienceBrief.org.
- Keller, E. and DeVecchio, D., 2015. Natural hazards: earth’s processes as hazards, disasters, and catastrophes. Pearson Higher Education AU.
- Kodur, V., Kumar, P., Rafi, M.M. (2020). Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety. *PSU Research Review Vol.4 No.1*, 1-23 Emerald Publishing Limited.
- Langill, J.C. and Abizaid, C., 2019. What is a bad flood? Local perspectives of extreme floods in the Peruvian Amazon. *Ambio*, pp.1-14.
- Middelmann-Fernandes, MH 2009, 'Review of the Australian Flood Studies Database', *Geoscience Australia Record*, 2009/34, Geoscience Australia, Canberra.
- Nappi, A., Drapeau, P. and Savard, J.P., 2004. Salvage logging after wildfire in the boreal forest: is it becoming a hot issue for wildlife?. *The Forestry Chronicle*, 80(1), pp.67-74.
- Parris, A., et al. (2012-12-06) Global Sea Level Rise Scenarios for the US National Climate Assessment. NOAA Tech Memo OAR CPO-1[1], NOAA Climate Program Office.
- Shimi, A.C., Parvin, G.A., Biswas, C., Shaw, R. (2010). Impact and adaptation to flood: A focus on water supply, sanitation and health problems of rural community in Bangladesh. *Disaster Prevention and Management An International Journal*, 19(3), 298-313.

Turner, A. K. (2018). Social and environmental impacts of landslides. Innovative Infrastructure Solutions, 3, 1-25.

USFA (2016), “Residential and non-residential building fire and fire loss estimates by property use and cause (2003-2016)”, U.S. Fire Administration, ([www.usfa.fema.gov/data/statistics/order\\_download\\_data.html](http://www.usfa.fema.gov/data/statistics/order_download_data.html))

Zavala, L.M.M., de Celis Silvia, R. and López, A.J., 2014. How wildfires affect soil properties. A brief review. Cuadernos de investigación geográfica/Geographical Research Letters, (40), pp.311-331.

<https://www.haspod.com/blog/fire/classes-of-fire>

<https://www.firetechglobal.com/top-10-common-fire-incidents-and-how-to-prevent-it/>

<https://csafire.com/industrial-fire-protection-and-workplace-safety/>

[www.chiefscientist.qld.gov.au](http://www.chiefscientist.qld.gov.au)

<https://www.upperdarby.org/FloodplainManagement-1>