

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΑΕΝ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

Πτυχιακή Εργασία

**Τίτλος Εργασίας: «Ακραία Καιρικά Φαινόμενα. Πως
δημιουργούνται και που εμφανίζονται»**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: Αγάς Αριστείδης, Παπαγεωργίου Δημήτριος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ Λάμπουρα Στεφανία, Φυσικός

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΛΑΜΠΟΥΡΑ ΣΤΕΦΑΝΙΑ

ΘΕΜΑ

«Ακραία Καιρικά Φαινόμενα. Πως δημιουργούνται και που εμφανίζονται»

**ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΑΓΑ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗ & ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟ
Α.Γ.Μ: 3950 & 3832**

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Μετεωρολογικά φαινόμενα	13
1.1 Καιρός-μετεωρολογικά φαινόμενα	13
1.2 Θερμοκρασία	14
1.3 Ατμοσφαιρική πίεση	15
1.4 Υγρασία	17
1.5 Άνεμος	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ακραία καιρικά φαινόμενα	21
2.1 Φυσικές καταστροφές	21
2.2 Πλημμύρες	26
2.2.1 Ορισμός πλημμυρών και βασικές έννοιες που σχετίζονται με αυτές	26
2.2.2 Αιτίες πλημμυρών	29
2.2.3 Επιπτώσεις των πλημμυρών	32
2.2.4 Μέτρα αντιμετώπισης πλημμυρών	32
2.3 Άνεμοι και θύελλες/Τροπικοί κυκλώνες	36
2.4 Σίφωνες	40
2.5 Χιονοπτώσεις και χιονοθύελλες	43
2.6 Ξηρασίες	47
2.7 Τσουνάμι	53
2.8 Ηφαίστεια	56
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τυπικό θερμόμετρο μέτρησης της θερμοκρασίας.....	14
Εικόνα 2: Συνηθισμένο μεταλλικό βαρόμετρο του εμπορίου	16
Εικόνα 3: Ο κύκλος του νερού.....	18
Εικόνα 4: Τοπικοί άνεμοι στην περιοχή της Μεσογείου	20
Εικόνα 5: Καταστροφές που προκλήθηκαν εξαιτίας ισχυρής ανεμοθύελλας σε περιοχή της Βόρειας Ελλάδας.....	22
Εικόνα 6: Πλημμύρα σε υποβαθμισμένη περιοχή της Αφρικής.....	23
Εικόνα 7: Στιγμιότυπο από την καταστροφική πλημμύρα της Μάνδρας Αττικής το 2017	29
Εικόνα 8: Καμένη δασική έκταση, ευάλωτη σε διάβρωση και σε αυξημένο πλημμυρικό κίνδυνο.....	31
Εικόνα 9: Φράγμα στον ποταμό Τάμεση στο Λονδίνο	34
Εικόνα 10: Διαδικασία εκτροπής ποταμού για θωράκιση έναντι πλημμυρικού κινδύνου	34
Εικόνα 11: Άποψη του τυφώνα Κατρίνα.....	36
Εικόνα 12: Κατεύθυνση της κυριότερης πορείας των τυφώνων, των κυκλώνων και των θυελλών στον Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό.....	37
Εικόνα 13: Στενός Σίφονας.....	40
Εικόνα 14: Σίφονας.....	42
Εικόνα 15: Χιονόπτωση	43
Εικόνα 16: Χιονοθύελλα στην Ελλάδα.....	45
Εικόνα 17: Παρατεταμένη ξηρασία	48
Εικόνα 18: Παρατεταμένη ξηρασία στη Νότια Αφρική.....	51
Εικόνα 19: Τσουνάμι στις ΗΠΑ έπειτα από σεισμό στην Ιαπωνία	54
Εικόνα 20: Συνέπειες από το τσουνάμι στο αεροδρόμιο στο Σεντάι.....	55
Εικόνα 21: Ηφαίστειο σε φάση έκρηξης	56
Εικόνα 22: Ροή λάβας έπειτα από έκρηξη ηφαιστείου.....	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατάλογος χωρών όπου υπήρξαν περισσότεροι από 1.000 θάνατοι από φυσική καταστροφή ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε σύγκριση με τους φυσικούς θανάτους από φυσική καταστροφή σε χώρες υψηλού εισοδήματος	25
Πίνακας 2: Είδη χιονοθύελλας με βάση την ταχύτητα του ανέμου και την ταχύτητα ροής	46
Πίνακας 3: Τα οικονομικά κόστη που προέκυψαν εξαιτίας των σημαντικότερων ξηρασιών στην Ευρώπη κατά την διάρκεια των τελευταίων 45 ετών.....	50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρατμών ανά χιλιόγραμμο αέρα για διάφορες θερμοκρασίες (στο ύψος της θάλασσας)17

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία πραγματεύεται τα ακραία καιρικά φαινόμενα, επιχειρώντας να τα παρουσιάσει λεπτομερώς, καθώς επίσης και να διερευνήσει τις αιτίες που τα προκαλούν. Επίσης, αναφέρονται οι περιοχές που εμφανίζονται συχνότερα τα φαινόμενα αυτά, καθώς και οι λόγοι που σε ορισμένες είναι συνηθέστερη η εμφάνιση τους. Παράλληλα, αποτυπώνονται οι επιπτώσεις και η έκταση που λαμβάνουν τα φαινόμενα αυτά.

Ουσιαστικά στόχος της εργασίας είναι να αναδείξει αυτά τα φαινόμενα, έτσι ώστε να είναι σε θέση το πλήρωμα του караβιού κατά την εργασία του να γνωρίζει τα φαινόμενα αυτά, το πως προβλέπονται, αλλά και το τι θα πρέπει να γίνει σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, έτσι ώστε η ασφάλεια να παραμείνει στο επίκεντρο, τόσο για το έμψυχο δυναμικό του πλοίου, όσο και για το ίδιο το πλοίο ως περιουσιακό στοιχείο, αλλά και για τα εμπορεύματα που μεταφέρει.

ABSTRACT

This Diploma Thesis deals with the extreme weather phenomena, trying to present them in detail, as well as to investigate the causes that cause them. Also, the areas where these phenomena occur are mentioned, as well as the reasons why some are more common in them. At the same time, the impacts and extent of these phenomena are reflected.

The main objective of the work is to highlight these phenomena so that the ship's crew is able to know what these are, what they are supposed to do, but also what should be done in emergency situations, so that the safety remains at the center, both for the ship's human potential and for the ship itself as an asset, but also for the goods it transports.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την παρούσα Πτυχιακή Εργασία θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια μας για την επίβλεψη και την βοήθεια που μας προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας μας. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές της σχολής ΑΕΝ Μακεδονίας Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού Πλοιάρχων για τις γνώσεις και για τα εφόδια που μας προσέφεραν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Τέλος, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τις οικογένεια μας για την αμέριστη στήριξη σε αυτό το στάδιο των σπουδών μας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός ότι κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, εξαιτίας των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, άρχισαν να διαμορφώνονται νέες περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες δεν άφησαν ανεπηρέαστο το σύνολο των έμβιων όντων (Varian,2006). Ορισμένες από αυτές τις αλλαγές αφορούν την άνοδο της θερμοκρασίας, την μεταβολή της ποσότητας, αλλά και του τύπου των κατακρημνισμάτων, καθώς επίσης και τη συχνότητα, αλλά και την ένταση των λεγόμενων ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, οι καύσωνες, οι τυφώνες κτλ. (Stern,2008). Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μεταβολές αυτές έχουν επιπτώσεις τόσο στο φυσικό, όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό και την ανθρώπινη διαβίωση (La Houerou,1996).

Ενδεικτικό των μεταβολών είναι το γεγονός ότι κατά την διάρκεια των προηγούμενων 3.000 χρόνων, η μέση θερμοκρασία του αέρα, ήταν σχεδόν σταθερή και σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα παρουσίασε αύξηση μόλις 0,5°C, ενώ σήμερα, η άνοδος αυτή κυμαίνεται σε μεγαλύτερα επίπεδα, με τις τάσεις για το μέλλον να μην είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικές (Kuglitsch et al.,2010). Σύμφωνα με το European Environmental Agency (2007), κατά την διάρκεια των επόμενων εκατό ετών, αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, η οποία θα κυμανθεί από 2°C στα πλέον αισιόδοξα σενάρια, έως και 5-6°C στα λιγότερο αισιόδοξα (Τράπεζα της Ελλάδος,2011).

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν επίδραση στο σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως είναι για παράδειγμα η γεωργία, η κτηνοτροφία, ο τουρισμός, καθώς επίσης και δραστηριότητες που αφορούν τη ναυσιπλοΐα, την κατασκευή υποδομών, τις αερομεταφορές κτλ. Για το λόγο αυτό, καθίσταται αναγκαία η μελέτη, αλλά και η πρόβλεψη των ακραίων καιρικών φαινομένων. Μέσω της πρόβλεψης των ακραίων καιρικών φαινομένων, αλλά και της έντασης αυτών, υπάρχει δυνατότητα σε μεγάλο βαθμό προστασίας του ανθρώπινου πληθυσμού, όπως επίσης και όπου αυτό είναι εφικτό και προστασία της περιουσίας και των υποδομών. Παράλληλα, έμφαση θα πρέπει να δίνεται στις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή, από τις οποίες διαμορφώνονται τα φαινόμενα αυτά. Σημαίνοντα ρόλο για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων που προκύπτουν από τα ακραία καιρικά φαινόμενα

φαίνεται να διαδραματίζουν οι φορείς που είναι επιφορτισμένοι με αρμοδιότητες πολιτικής προστασίας, σε συνεργασία με ερευνητικούς φορείς που εστιάζουν στην μελέτη και πρόβλεψη των φαινομένων αυτών (Mogil,2007). Οι φορείς που συμμετέχουν στην πρόβλεψη των φαινομένων αυτών είναι τα Πανεπιστήμια, τα ερευνητικά ιδρύματα, τα Ινστιτούτα Μετεωρολογίας, καθώς επίσης και υπηρεσίες της αεροπορίας, ή άλλοι ερευνητικοί φορείς.

Τα πλέον συνήθη ακραία καιρικά φαινόμενα που θα εξεταστούν και στα πλαίσια της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας είναι οι πλημμύρες, οι τροπικοί κύκλωνες, οι σίφωνες, οι χιονοπτώσεις και οι χιονοθύελλες. Τα φαινόμενα αυτά δεν εμφανίζονται σε όλες τις χώρες ή τουλάχιστον δεν έχουν την ίδια ένταση, επομένως και ο τρόπος αντιμετώπισης και χειρισμού τους, θα πρέπει να διαφέρει μεταξύ των κρατών.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στην εργασία είναι βιβλιογραφική αναζήτηση σε διεθνείς βάσεις δεδομένων όπου μπορεί κανείς να βρει επιστημονικά περιοδικά που αναφέρονται σε ζητήματα μετεωρολογίας, ακραίων καιρικών φαινομένων, καθώς και ευρύτερα θέματα περιβάλλοντος. Περαιτέρω, χρησιμοποιούνται σχετικά συγγράμματα με την μετεωρολογία και τα καιρικά φαινόμενα, καθώς επίσης και υλικό από το διαδίκτυο, από το οποίο προέρχονται και οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν.

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε δύο κεφάλαια, όπου στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται βασικές έννοιες που αφορούν τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Ειδικότερα, γίνεται λόγος για τον καιρό, ενώ στη συνέχεια εξετάζονται αναλυτικά έννοιες όπως είναι η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, η υγρασία και άνεμος.

Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στα ακραία καιρικά φαινόμενα. Αρχικά, προσδιορίζεται η έννοια των πλημμυρών, ενώ γίνεται αναφορά στις αιτίες που προκαλούν τις πλημμύρες. Στη συνέχεια αναλύονται οι επιπτώσεις που επιφέρουν οι πλημμύρες, καθώς και τα μέτρα που αφορούν την αντιμετώπιση των πλημμυρών. Έπειτα, αναλύεται το φαινόμενο των τροπικών κυκλώνων, οι σίφωνες, καθώς επίσης και οι χιονοπτώσεις και οι χιονοθύελλες. Τέλος, γίνεται εκτενής αναφορά στις ξηρασίες, ενώ παρουσιάζεται συνοπτικά το φαινόμενο

τσουνάμι, καθώς και το η συμπεριφορά των ηφαιστειών. Παράλληλα, παρουσιάζεται φωτογραφικό υλικό από όλα τα προαναφερθέντα καιρικά φαινόμενα, έτσι ώστε να γίνουν πλήρως κατανοητά στον αναγνώστη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Μετεωρολογικά φαινόμενα

1.1 Καιρός-μετεωρολογικά φαινόμενα

«Με την έννοια του καιρού μπορεί να οριστεί το σύνολο των μετεωρολογικών φαινομένων, τα οποία δύναται να παρατηρηθούν στην ατμόσφαιρα της Γης, σε ορισμένο χρόνο, αλλά και σε συγκεκριμένο τόπο (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2000)». Τα μετεωρολογικά φαινόμενα αυτά είναι η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, οι κινήσεις που πραγματοποιούν οι άνεμοι, η ύπαρξη νεφών καθώς επίσης και άλλα. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο καιρός προσδιορίζεται για κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ενώ η πρόγνωση αυτού, γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα από τις συνεχείς παρατηρήσεις του, σε βάθος ορισμένου χρόνου (Mogil, 2007). Πρόκειται για μια συνάρτηση, όπου γίνεται εισαγωγή κάποιων μετεωρολογικών δεδομένων, όπως είναι ο τόπος, ο χρόνος και η συνάρτηση αυτή, με βάση τις καταγραφές και τις παρατηρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί, προβαίνει στην εξαγωγή κάποιου αποτελέσματος. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ακρίβεια της πρόβλεψης, εξαρτάται από την χρήση του μοντέλου το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της διαρκούς ανάπτυξης των υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης σημαντικά μεγάλου αριθμού πράξεων ανά δευτερόλεπτο, καθώς και εξαιτίας της ανάπτυξης των δορυφορικών συστημάτων, τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφονται με μεγαλύτερο βαθμό ακρίβειας, καθώς και για μεγαλύτερο εύρος. Τέλος, να τονισθεί ότι τα μοντέλα αυτά έχουν τη δυνατότητα εξαγωγής περισσότερο αξιόπιστων και ασφαλέστερων αποτελεσμάτων και σε βάθος μεγαλύτερου χρονικού ορίζοντα. Οι εξελίξεις μάλιστα στα μοντέλα αυτά, φαίνεται να ακολουθούν την ταχύτητα των εξελίξεων στον κλάδο της πληροφορικής (Καραπιπέρης, 1997).

1.2 Θερμοκρασία

«Ως θερμοκρασία της ατμόσφαιρας καλείται η θερμοκρασία την οποία έχει ο ατμοσφαιρικός αέρας πάνω από μια συγκεκριμένη περιοχή». Προκειμένου να γίνει πρόγνωση για μια περιοχή, δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα, στην γνώση της ατμοσφαιρικής πίεσης που υπάρχει, καθώς και της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας που επικρατεί στην γύρω περιοχή. Επομένως, η αναφορά της θερμοκρασίας έχει άμεση σχέση με την περιοχή, με τη διακύμανση αυτής να είναι είτε μικρή, είτε μεγαλύτερη (Καλαμαράς, 2010).

Όσον αφορά τη μέτρηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, αυτή γίνεται με τη χρήση των θερμοτήτων, ενώ υπάρχουν διαφορετικές κλίμακες μέτρησης της θερμοκρασίας, όπως είναι η κλίμακα Κελσίου, η κλίμακα Κέλβιν, καθώς επίσης και η κλίμακα Φαρενάιτ. Στην Ελλάδα, η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι η κλίμακα Κελσίου, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί, θεωρώντας ότι το σημείο βρασμού του νερού ανέρχεται στους 100°C και το σημείο παγιοποίησης του είναι στους 0°C (Καλαμαράς, 2010).

Στην εικόνα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα τυπικό θερμόμετρο μέτρησης της θερμοκρασίας.

Εικόνα 1: Τυπικό θερμόμετρο μέτρησης της θερμοκρασίας



Πηγή: Καλαμαράς (2010)

1.3 Ατμοσφαιρική πίεση

Ως πίεση μπορεί να οριστεί η δύναμη, η οποία ασκείται ανά μονάδα επιφάνειας ενός υγρού ή αερίου και το οποίο βρίσκεται σε επαφή με αυτή. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η πίεση σε κάθε σημείου του ρευστού ασκείται ίσα προς όλες τις διευθύνσεις, ενώ πέρα της στατικής πίεσης, υπάρχει και η δυναμική πίεσης, η οποία ασκείται από τον άνεμο (Καραπιπελής,1997).

Ο τύπος που υπολογίζει την στατική πίεση είναι η εξής:

$$p = \int_0^{\infty} g\rho dz$$

Ενώ ο τύπος που υπολογίζει την δυναμική πίεση είναι ο εξής:

$$\Delta p = \frac{1}{2} C\rho V^2$$

Στον τύπο που αναφέρθηκε προηγουμένως, ως Δp νοείται η δυναμική πίεση, μετρούμενη σε Pa και με C συμβολίζεται ένας συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει τυπικά τιμές που βρίσκονται κοντά στη μονάδα. Θα πρέπει να τονιστεί ότι, η δυναμική πίεση θεωρείται ότι είναι σχετικά μικρή, περίπου ίση με το ένα χιλιοστό της πίεση της ατμόσφαιρας. Παρά το γεγονός ότι η ατμόσφαιρα βρίσκεται σε διαρκή κίνηση, γίνεται αποδεκτό ότι η στάθμη της κατακόρυφης ατμοσφαιρικής στήλης, σχετίζεται μόνο με το βάρος ανά μονάδα επιφανείας που εξασκεί ο αέρας, ο οποίος και βρίσκεται πάνω από αυτή την στάθμη (Ζιακόπουλος,2006).

Για την μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης χρησιμοποιούνται βαρόμετρα, με τα πλέον συνήθη εξ αυτών να είναι τα ακόλουθα (Brock and Richardson,2001):

- Τα βαρόμετρα υγρών, το οποίο σε όλες τις πρακτικές εφαρμογές είναι υδραργυρικό βαρόμετρο
- Το μεταλλικό βαρόμετρο
- Το ηλεκτρονικό βαρόμετρο

Στην εικόνα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα συνηθισμένο μεταλλικό βαρόμετρο του εμπορίου.

Εικόνα 2: Συνηθισμένο μεταλλικό βαρόμετρο του εμπορίου

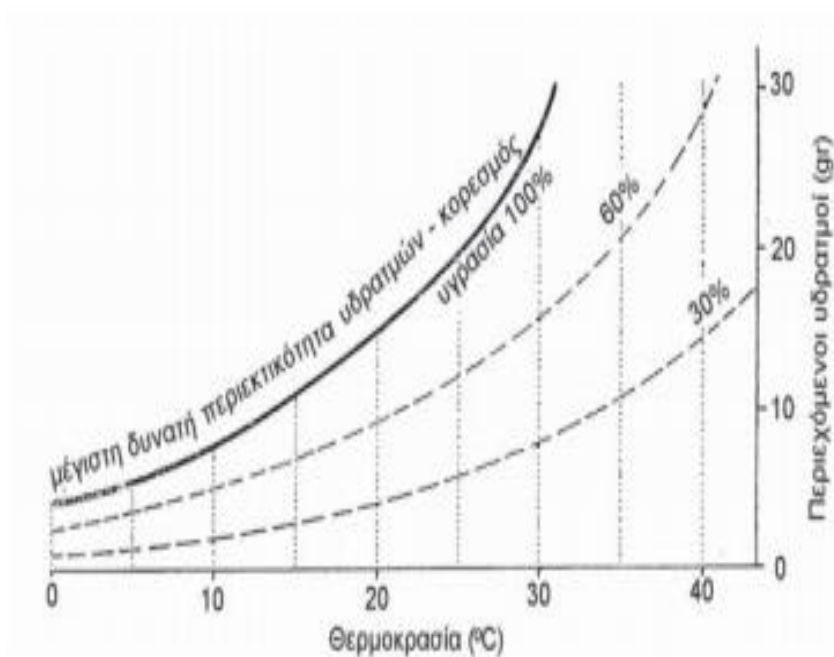


Πηγή: Καλαμαράς (2010)

1.4 Υγρασία

Αναφορικά με την υγρασία, είναι γεγονός ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει υδρατμούς, οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετική ποσότητα από τόπο σε τόπο, αλλά και από χρονική στιγμή σε στιγμή, ενώ για κάθε θερμοκρασία υπάρχει μια μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρατμών. Όταν ο αέρας περιέχει την μέγιστη αυτή ποσότητα τότε καλείται κορεσμένος (Καραπιπελής,1997). Από το διάγραμμα 1 που ακολουθεί διαπιστώνεται ότι, όσο πιο ψυχρός είναι ο αέρας, τόσο πιο μικρή είναι και η ποσότητα των υδρατμών που δύναται να συγκρατήσει. Συνεπώς, αν μια μάζα υγρού και θερμού αέρα ψυχθεί, θα φθάσει σε μια θερμοκρασία, όπου πλέον δεν είναι δυνατό να συγκρατήσει όλους τους υδρατμούς τους οποίους και περιέχει. Οι υδρατμοί που περισσεύουν θα συμπυκνωθούν ως σταγονίδια πάνω στα αιωρούμενα μικροσωματίδια και αναμένεται να δημιουργήσουν το νέφος (World Meteorological Organization, 2008).

Διάγραμμα 1: Μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρατμών ανά χιλιόγραμμο αέρα για διάφορες θερμοκρασίες (στο ύψος της θάλασσας)



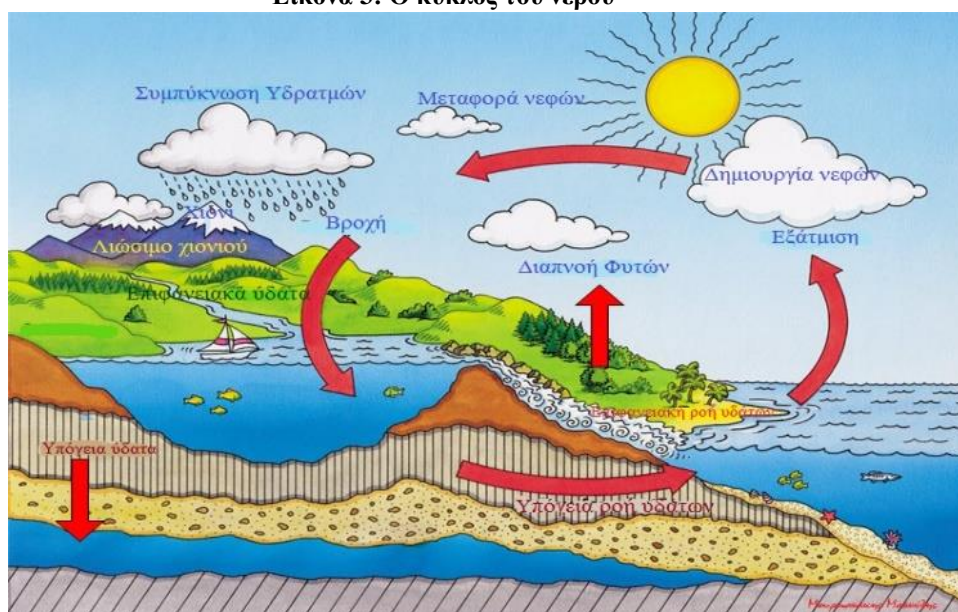
Πηγή: Σέρελη-Χρονοπούλου & Φλοκάς (2010)

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η υγρασία διαδραματίζει σημαίνοντα ρόλο στο κλίμα και στην βλάστηση, αλλά και ευρύτερα στην ζωή ενός τόπου. Η υγρασία μετράτε με τα υγρόμετρα, τα οποία δείχνουν πόσοι υδρατμοί περιέχονται στην

ατμόσφαιρα ως ποσοστό επί τοις εκατό, με εκατό να θεωρούνται οι υδρατμοί, οι οποίοι θα περιέχονταν για την ίδια θερμοκρασία εφόσον υπήρχε κορεσμός. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η υγρασία στο αίσθημα της άνεσης, ή της θερμικής δυσφορίας που αισθάνεται κάποιος. Για παράδειγμα, κατά την διάρκεια των θερινών μηνών, αισθάνεται κάποιος άνετα αν κλιματίζεται ο χώρος σε θερμοκρασία που κυμαίνεται στους 27° C, έχοντας υγρασία 55% (Σέρελη-Χρονοπούλου & Φλοκάς,2010).

Εξεχωριστή αναφορά θα πρέπει να γίνει στην διαδικασία της εξάτμισης. Ειδικότερα, η υγρασία που υπάρχει στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξάτμιση του νερού της επιφάνειας της γης, όπως για παράδειγμα από τις λίμνες, τα ποτάμια, την υγρασία που υπάρχει στο έδαφος, την αναπνοή φυτών και ζώων κτλ. Όσο πιο θερμός και ξηρός είναι ο αέρας, τόσο πιο μεγάλη είναι και η εξάτμιση που συμβαίνει. Αξιοσημείωτο δε, είναι το γεγονός ότι ακόμα και αν έπεφτε ως νερό το σύνολο των υδρατμών της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της γης, θα δημιουργούνταν ένα στρώμα πάχους, μόλις 2,4 εκατοστών. Ωστόσο, ιδιαίτερη σημαντικός θεωρείται ο κύκλος του νερού, καθώς έτσι κινούνται μεγάλες ποσότητες νερού, μέσω των διαδικασιών της εξάτμισης, της μεταφοράς και της βροχής. Η θερμική ενέργεια η οποία καταναλώνεται για την εξάτμιση του νερού, αποδεδεσμεύεται κατά την υγροποίηση των υδρατμών, εφόσον αυτοί μεταφερθούν με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις (Λέκκας,1997).

Εικόνα 3: Ο κύκλος του νερού



Πηγή: Νερό Παντού! (2019)

1.5 Άνεμος

«Με την έννοια του ανέμου μπορεί να οριστεί η οριζόντια μετακίνηση του αέρα, η οποία προκαλείται εξαιτίας της διαφοράς της ατμοσφαιρικής πίεσης από τόπο σε τόπο». Όπως είναι ευρέως γνωστό, ο άνεμος έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο και για το λόγο αυτό, έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης από την αρχαιότητα, δίνοντας έμφαση στην ναυσιπλοΐα, αλλά και σε άλλες εφαρμογές όπως για παράδειγμα είναι οι ανεμόμυλοι. Ο άνεμος έχει δύο ιδιαίτερα σημαντικά χαρακτηριστικά, που είναι η διεύθυνσή του και η έντασή του (Καραπιπερής,1997).

Πιο αναλυτικά, η ένταση του ανέμου μπορεί να οριστεί από την ταχύτητά του σε χιλιόμετρα ανά ώρα ή κόμβους, δηλαδή ναυτικά μίλια ανά ώρα. Ωστόσο, τα πρώτα χρόνια, επειδή δεν ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένα τα ανεμόμετρα επικράτησε μια εμπειρική κλίμακα, οποία στηρίχθηκε σε εμπειρικές παρατηρήσεις, που επινοήθηκε από τον Άγγλο Ναύαρχο Μποφόρ (Brock & Richardson,2001). Επιπλέον, η κίνηση του αέρα επηρεάζεται από την δύναμη της βαροβαθμίδας, από την περιστροφική κίνηση που κάνει η γη-δύναμη Coriolis, όπως επίσης και από την κεντρομόλο επιτάχυνση. Ακόμη, την κίνηση του αέρα επηρεάζουν οι δυνάμεις τριβών, οι οποίες δημιουργούνται κατά την επαφή του ανέμου με το ανάγλυφο του εδάφους (Καραπιπερής,1997).

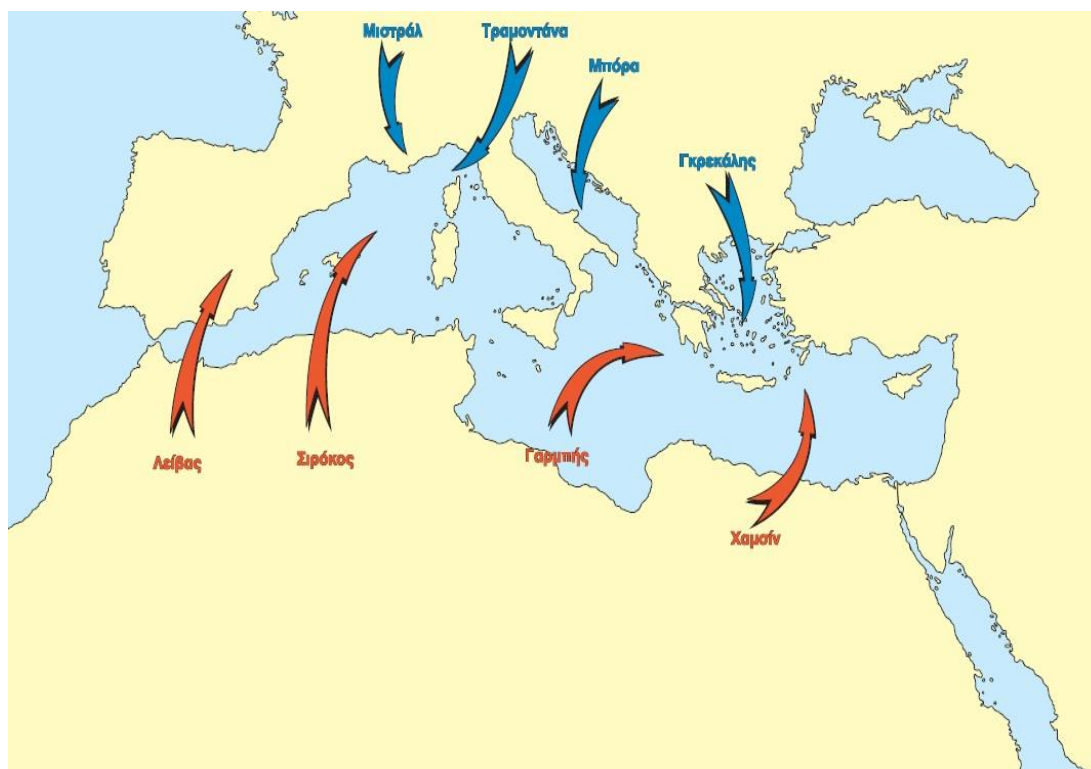
Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο άνεμος δεν πνέει απευθείας από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις, καθώς εξαιτίας της περιστροφής της γης, ο άνεμος εκτρέπεται αντίθετα της φοράς των δεικτών του ρολογιού στις υφέσεις, καθώς και κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού στους αντικυκλώνες. Η κίνηση του ανέμου με τον τρόπο αυτό ερμηνεύεται εξαιτίας της δύναμης που δημιουργείται εξαιτίας της διαφοράς πίεσης που υπάρχει μεταξύ των αντικυκλώνων και των υφέσεων, δηλαδή της δύναμης, η οποία κάνει τους αντικυκλώνες να «σπρώχνου» αέρα προς τις υφέσεις. Συνεπώς, ο αέρας θα κινούνταν από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις εφόσον επενεργούσε η δύναμη αυτή και μόνο (Λέκκας,1997).

Ξεχωριστή αναφορά θα πρέπει να γίνει στις αύρες, όπου αποτελούν έναν ειδικό τύπου ανέμου, που έχει κυρίως τοπικά χαρακτηριστικά. Οι αύρες, προκαλούνται από διάφορες τοπικές θερμοκρασίες μεταξύ της θάλασσας και της ξηράς, ή μεταξύ των ορέων και κοιλάδων. Στην Ελλάδα, οι αύρες είναι ένα πολύ

σύνηθες φαινόμενο, ενώ πολλές φορές εξαιτίας τους δημιουργούνται τοπικοί άνεμοι, οι οποίοι είναι τελείως αντίθετοι από αυτούς που επικρατούν στην υπόλοιπη χώρα (Σέρελη-Χρονοπούλου & Φλοκάς,2010).

Στην εικόνα 4 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τοπικοί άνεμοι στην περιοχή της Μεσογείου.

Εικόνα 4: Τοπικοί άνεμοι στην περιοχή της Μεσογείου



Πηγή: Λαζαρίδου-Αθανασιάδου (2010)

Στην Ελλάδα οι πιο γνωστοί άνεμοι είναι ο Λίβας, ενώ στους καταβατικούς ανέμους συμπεριλαμβάνεται ο Κολινδρινός άνεμος που εμφανίζεται κυρίως μεταξύ του Βερμίου και της περιοχής της Μεθώνης-Κολινδρού, ο Καρατζοβίτης άνεμος, που υπάρχει στην περιοχή του Βόρα προς την πεδιάδα της Αλμωπίας, ο Χορτιάτης, που φυσάει από το βουνό Χορτιάτης προς τη Θεσσαλονίκη. Επίσης, πολύ γνωστός άνεμος στην περιοχή της Βορείου Ελλάδας θεωρείται ο Βαρδάρης, ο οποίος φυσάει από το υψίπεδο των Σκοπίων και κινείται μέσω της κοιλάδας ου Αξιού, φθάνοντας έως και τον Θερμαϊκό κόλπο στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Τέλος, ένας ακόμη γνωστός άνεμος είναι ο Ρουπελιώτης, ο οποίος καλύπτει όλο τον κάμπο της περιοχής των Σερρών, καταλήγοντας στον Στρυμωνικό κόλπο (Λαζαρίδου-Αθανασιάδου, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ακραία καιρικά φαινόμενα

2.1 Φυσικές καταστροφές

Οι φυσικές καταστροφές, συνιστούν γεγονότα τα οποία φαίνεται να έχουν άμεση σχέση με την εμφάνιση ορισμένων ακραίων φυσικών φαινομένων, τα οποία επιδρούν στην ανθρωπότητα και στον πλανήτη, από την εμφάνιση του ανθρώπινου είδους, επηρεάζοντας το περιβάλλον, την ιστορία, καθώς επίσης και την εξέλιξη των πολιτισμών (Hekman, 2010). Είναι γεγονός ότι με την εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης, καθώς και με την τεχνική εφαρμογή αυτής, ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος με την αντιμετώπιση τεχνολογικών κινδύνων, τους οποίους και δημιουργεί η ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως επίσης και οι λανθασμένοι χειρισμοί τεχνολογικών στοιχείων, όπως είναι για παράδειγμα τα πυρηνικά ατυχήματα, οι εκρήξεις, οι χημικές διαρροές, η λανθασμένη χρήση των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων στις αγροτικές καλλιέργειες κτλ. (Σαπουτζάκη & Δανδουλάκη, 2015). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι όλες οι καταστροφές που συμβαίνουν δεν επηρεάζουν με τον ίδιο βαθμό την κοινωνία, καθώς η επίδραση αυτή, φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με την δυνατότητα αντίδρασης της κοινωνίας, αλλά και των ίδιων των ατόμων, με τρόπο που είναι αποτελεσματικός (Λέκκας, 2000).

Οι καταστροφές που σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα οι ανεμοστρόβιλοι, τυφώνες, τα κύματα καύσωνα και παγετού, δεν μπορούν να σταματήσουν από την στιγμή που θα αναπτυχθεί το μετεωρολογικό σύστημα (Λέκκας, 2000). Λαμβάνοντας υπόψη την ένταση των φαινομένων, είναι πιθανόν να ακολουθήσουν πλημμύρες, ξηρασίες, καθώς και άλλα γεγονότα τα οποία προκαλούν προβλήματα στις περιοχές που είναι περισσότερο ευάλωτες στις καταστροφές αυτές. Στις περιπτώσεις αυτές, είναι δυνατόν να υπάρξει κάποιου είδους προειδοποίηση, ωστόσο, ο πλέον κατάλληλος τρόπος για την αντιμετώπισή του είναι η επίγνωση του κινδύνου, όπως επίσης και η κατάλληλη προετοιμασία για την αντιμετώπιση αυτού (Σαπουτζάκη & Δανδουλάκη, 2015).

Ταυτόχρονα, θα πρέπει να υπάρχει άμεση ανταπόκριση για παροχή βοήθειας, η οποία μάλιστα εκτείνεται σε διεθνές επίπεδο, κυρίως μέσω της αποστολής σωστικών συνεργείων, καθώς επίσης και της κινητοποίησης όλων των κατάλληλων

δυνάμεων, έτσι ώστε να καταφέρει σε πρώτη φάση να γίνει απεγκλωβισμός των ατόμων που έχουν εγκλωβιστεί έπειτα από φαινόμενα κατολισθήσεων, χιονοστιβάδων, σεισμικών δονήσεων κτλ. Παράλληλα, γίνεται προσφορά οικονομικών, αλλά και υλικών πόρων, οι οποίοι είναι αναγκαίοι για την αντιμετώπιση των αναγκών που έχουν προκύψει, με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο (Παπαδόπουλος, 2002).

Στην εικόνα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται καταστροφές που προκλήθηκαν εξαιτίας ισχυρής ανεμοθύελλας σε περιοχή της Βόρειας Ελλάδας.

Εικόνα 5: Καταστροφές που προκλήθηκαν εξαιτίας ισχυρής ανεμοθύελλας σε περιοχή της Βόρειας Ελλάδας



Πηγή: analitis.gr

Περαιτέρω, άλλα είδη φυσικών καταστροφών που απαντάται συχνά είναι οι σεισμοί, οι εκρήξεις ηφαιστειών, ενώ ως καταστροφές και ιδιαίτερα επιβλαβείς από οικονομικής απόψεως, μπορούν να θεωρηθούν οι ασθένειες που απαντώνται στη γεωργία, αλλά και στον κλάδο της κτηνοτροφίας, όπως για παράδειγμα είναι η νόσος των πουλερικών, ή η σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών. Οι καταστροφές

αυτές πέρα από τις οικονομικές επιπτώσεις, δύναται να προκαλέσουν και προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία (Λέκκας,2000).

Πέρα από το φυσικό περιβάλλον, οι φυσικές καταστροφές, προκαλούν εκτεταμένες ζημιές και καταστροφές και στις υποδομές κάθε είδους, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές, που έχουν στοιχίσει την απώλεια ανθρώπινων ζώων. Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι εκτενέστερες βλάβες και καταστροφές προκαλούνται σε περιοχές που θεωρούνται περισσότερο υποβαθμισμένες, αλλά και αντίστοιχα σε υποβαθμισμένες χώρες. Οι περιοχές αυτές είναι περισσότερο ευάλωτες, αντιμετωπίζουν μεγαλύτερα προβλήματα, ενώ συχνά υποφέρουν από έλλειψη υποδομών, είτε οι υποδομές τους είναι απαρχαιωμένες και δεν μπορούν να αντέξουν τις πιέσεις των έντονων καιρικών φαινομένων.

Εικόνα 6: Πλημμύρα σε υποβαθμισμένη περιοχή της Αφρικής



Πηγή: ΤΟ ΒΗΜΑ (2009)

Επίσης, οι χώρες και περιοχές αυτές, παρουσιάζουν και προβλήματα τα οποία άπτονται της αντιμετώπισης των καταστροφών και φαινομένων αυτών, καθώς είτε δεν έχουν επαρκείς πόρους, είτε πολλές φορές δεν διαθέτουν την κατάλληλη τεχνογνωσία για να αντιμετωπίσουν αντίστοιχες καταστάσεις. Ακόμη, στις υποβαθμισμένες

περιοχές συμπεριλαμβάνονται οι πυκνοδομημένες συνοικίες με έλλειψη στοιχειωδών κανόνων δόμησης, περιοχές αυθαίρετης δόμησης και ιστορικά κέντρα πόλεων με παλιά κτήρια και μνημεία (Σιόλας & Περπερίδου, 2007).

Επιπλέον, ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος αυξάνει την τρωτότητα των περιοχών μιας χώρας ή μιας πόλης είναι η φτώχεια, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ο αριθμός των θυμάτων από μια φυσική καταστροφή είναι 150 φορές πιο μεγάλος στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου μεγάλο μέρος του πληθυσμού βρίσκεται κάτω από το όριο της φτώχειας, σε σχέση με τις αναπτυγμένες χώρες του πλανήτη. Αξιοσημείωτο δε είναι το γεγονός ότι οι μεγαλουπόλεις στις αναπτυσσόμενες χώρες διπλασιάζουν το μέγεθός τους, περίπου κάθε 12 με 15 χρόνια, ενώ οι φτωχότερες περιοχές αυτών, διπλασιάζουν το πληθυσμό τους κάθε επτά χρόνια (Λέκκας, 2000).

Ακόμη, στις χώρες με χαμηλό ατομικό εισόδημα παρατηρούνται πάνω από 3.000 θάνατοι ανά συμβάν ενώ στις χώρες με υψηλό εισόδημα παρατηρούνται λιγότεροι από 500 θάνατοι ανά συμβάν (Λέκκας, 2000). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται χώρες με πάνω από 1.000 θανάτους από φυσική καταστροφή ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε σύγκριση με θανάτους από φυσική καταστροφή σε χώρες υψηλού εισοδήματος, παρατηρούμε ότι οι πλέον τρωτές σε φυσικές καταστροφές περιοχές, είναι η Ασία και η κεντρική Αμερική.

Πίνακας 1: Κατάλογος χωρών όπου υπήρξαν περισσότεροι από 1.000 θάνατοι από φυσική καταστροφή ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε σύγκριση με τους φυσικούς θανάτους από φυσική καταστροφή σε χώρες υψηλού εισοδήματος

Χώρα	Θάνατοι/εκατομμύριο πληθυσμού
Ομάδα υψηλού κινδύνου	
Μπαγκλαντές	3.958
Γουατεμάλα	3.174
Νικαράγουα	2.590
Ονδούρα	1.995
Ιράν	1.539
Περού	1.309
Νέα Γουινέα	1.283
Αϊτή	1.189
Νότια Κορέα	1.021
Ομάδα υψηλού εισοδήματος	
Ιαπωνία	276
Ηνωμένο Βασίλειο	89
Η.Π.Α.	51
Γαλλία	19
Καναδάς	12
Αυστραλία	11
Δυτική Γερμανία	10
Ελλάδα	9
Ελβετία	8
Νότιος Αφρική	1

2.2 Πλημμύρες

2.2.1 Ορισμός πλημμυρών και βασικές έννοιες που σχετίζονται με αυτές

Το νερό πάντα θεωρείτο πηγή ζωής και η ύπαρξή του αποτέλεσε το βασικότερο κριτήριο για τη δημιουργία οργανωμένων κοινωνιών και οικισμών. Προκειμένου ο άνθρωπος να μπορεί να έχει απρόσκοπτη παροχή νερού, για την κάλυψη των αναγκών του, εγκαταστάθηκε στις όχθες των ποταμών και των λιμνών, ενώ διαχρονικά, οι πλημμυρικές πεδιάδες, συνέβαλαν στην ανάπτυξη, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η γη ήταν περισσότερο γόνιμη σε αυτές και ευνοούνταν οι αγροτικές καλλιέργειες και η κτηνοτροφία, ενώ συνάμα, ήταν πιο εύκολη η κατασκευή των υποδομών, οι οποίες συνέβαλαν καθοριστικά και στην βελτίωση του μεταφορικού έργου, ανθρώπων και εμπορευμάτων. Επιπλέον, βοήθησαν την οικονομική ανάπτυξη και ευημερία στους προτιμώμενους αυτούς χώρους διαβίωσης, με κόστος τον αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας (URBAN FLOOD RISK MANAGEMENT- A Tool for Integrated Flood Management , 2008).

«Αναφορικά με το υδρογραφικό δίκτυο, συνιστά μέσο μεταφοράς του νερού, το οποίο κατευθύνεται προς την πλευρά όπου διαπιστώνεται και η μικρότερη αντίσταση, προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή απομάκρυνσή του, λαμβάνοντας υπόψη τις επικρατούσες τοπικές συνθήκες». Το κάθε υδρογραφικό δίκτυο μπορεί να χαρακτηριστεί από πλήθος χείμαρρων, ρυακιών και ρεμάτων, τα οποία ενώνονται, προκειμένου αυτά να σχηματίσουν τα ποτάμια, ενώ η παροχή των υδάτων μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο. Στις περιπτώσεις όπου ο όγκος των υδάτων που παράγεται από την βροχόπτωση υπερβαίνει τη χωρητικότητα του συστήματος αποστράγγισης, τόσο δημιουργούνται πλημμυρικά φαινόμενα (Milly,2002).

Η έννοια της πλημμύρας μπορεί να οριστεί ως : “η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χείμαρρους, εφήμερα ρεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης” (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2007).

Είναι γεγονός ότι η επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην αλλαγή της ατμοσφαιρικής σύστασης, όπως έχει ήδη αναφερθεί προηγουμένως, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και γενικότερα η κλιματική αλλαγή, αναμένεται να επιδράσουν αρνητικά στην λειτουργία του κύκλου νερού, με αποτέλεσμα να αυξηθούν τα φαινόμενα πλημμυρών. Αξιοσημείωτο δε είναι το γεγονός ότι κατά την διάρκεια του εικοστού αιώνα, λαμβάνοντας υπόψη τα στατιστικά δεδομένα, ο αριθμός των πλημμυρών παρουσίασε αύξηση, με την τάση αυτή να φαίνεται να διατηρείται (Milly, 2002).

Ως απόρροια του πλημμυρικού φαινομένου μπορεί να επέλθει η διάβρωση, ενώ παράλληλα μεγάλες ποσότητες ιζημάτων και όγκου λάσπης συμπαρασύρονται και επανατοποθετούνται κατά την εξέλιξη του φαινομένου. Θα πρέπει να τονισθεί, ότι η δημιουργία του φαινομένου, η έκταση που θα λάβει, καθώς και το βάθος του νερού, φαίνεται να έχουν άμεση σχέση με μεταβλητές όπου δεν είναι εφικτός ο έλεγχος, όπως για παράδειγμα είναι η ένταση, αλλά και η διάρκεια της βροχόπτωσης, η εποχικότητα κτλ. Ακόμη, είναι πιθανόν, οι παρεμβάσεις του ανθρώπου, όπως για παράδειγμα είναι οι χρήσεις γης, τα υδρογραφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά κτλ. να οδηγήσουν σε επιτάχυνση του νερού, αυξάνοντας έτσι την σφοδρότητα που λαμβάνει το φαινόμενο (Pistrika, 2007)

Οι κυριότερες κατηγορίες στις οποίες μπορούν να διακριθούν οι πλημμύρες είναι οι εξής (Pistrika,2007):

- Παράκτιες πλημμύρες, οι οποίες προκαλούνται εξαιτίας του έντονου κυματισμού της θάλασσας, ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα να διαπιστώνεται υπέρβαση της αναμενόμενης μέγιστης θαλάσσιας στάθμης, είτε μπορεί να προκαλούνται από θαλάσσια κύματα βαρύτητας (τσουνάμι), τα οποία προκαλούνται με την σειρά τους από υποθαλάσσιους σεισμούς, καθώς επίσης και κατολισθήσεις στην ανοιχτή θάλασσα, τα οποία εισχωρούν στην ξηρά σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων. Αναφορικά με την ένταση των πλημμύρων, έχει άμεση σχέση με τις παράκτιες διαμορφώσεις, με το βάθος των υπεράκτιων υδάτων, καθώς επίσης και με την μορφολογία που διαπιστώνεται στις εκβολές των ποταμών (Tsakiris,2009).

- Ποτάμιες πλημμύρες που προκαλούνται από έντονες βροχοπτώσεις, είτε από τήξη του χιονιού στις ανάντη περιοχές, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα, ο όγκος απορροής να ξεπερνά την τοπική ικανότητα ροής που υπάρχει στο υδρογραφικό δίκτυο. Η ποσότητα της παραγόμενης απορροής σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα, καθώς επίσης και με το είδος της βλάστησης, αλλά και με την τυχόν αναποτελεσματική λειτουργία των αντιπλημμυρικών έργων (Λέκκας,2000).
- Αιφνίδιες πλημμύρες, οι οποίες έχουν άμεση σχέση με ισχυρές βροχοπτώσεις που έχουν διάρκεια μικρότερη από 24 ώρες και χαρακτηρίζονται από απότομη άνοδο των απορρίψεων και την σχεδόν εξίσου γρήγορη πτώση τους. Η ποσότητα της βροχόπτωσης είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν που μπορεί να απορροφήσει το έδαφος, με αποτέλεσμα πολύ γρήγορα η εκροή να σχηματίζει ορμητικό ρεύμα. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι αιφνίδιες πλημμύρες, παρουσιάζονται σε περιοχές όπου υπάρχει απότομη κλίση του εδάφους, ενώ μπορεί δυνητικά να απειλήσουν και εκτάσεις που είναι πολύ μικρής κλίσης, καθώς μεταφέρουν υψηλό φορτίο ιζημάτων (URBAN FLOOD RISK MANAGEMENT- A Tool for Integrated Flood Management Version 1.0, 2008). Οι αιφνίδιες πλημμύρες, μπορεί να επιφέρουν μεγάλες ζημιές, εξαιτίας της υψηλής ταχύτητας που παρουσιάζει το νερό, εξαιτίας της απότομης ανόδου του επιπέδου των υδάτων, ενώ δεν υπάρχει το κατάλληλο χρονικό περιθώριο για την έγκαιρη προειδοποίηση και οργάνωση, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει εκκένωση των περιοχών οι οποίες βρίσκεται σε κίνδυνο, και να μεταφερθεί ο απειλούμενος πληθυσμός σε κάποιο καταφύγιο, έτσι ώστε να έχει την μέγιστη δυνατή προστασία (Tsakiris, 2009).

Στην συνέχεια παρουσιάζεται εικόνα από τις πρόσφατες καταστροφικές πλημμύρες στην Μάνδρα Αττικής το 2017.

Εικόνα 7: Στιγμιότυπο από την καταστροφική πλημμύρα της Μάνδρας Αττικής το 2017



Πηγή: in.gr

2.2.2 Αιτίες πλημμυρών

«Η βροχόπτωση αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο, όντας μέρος του υδρολογικού κύκλου, όπου αναφέρθηκε και προηγουμένως συνιστά μια διαρκής κίνηση του νερού, η οποία συνοδεύεται από αλλαγές μεταξύ της αέριας, της υγρής και της στερεής φάσης, με τις αλλαγές αυτές να μην μπορούν να ελεγχθούν ή να αποτραπούν, κατόπιν ανθρώπινης παρέμβασης» (Tsakiris,2009).

Οι καταστροφές από τις πλημμύρες οφείλονται στην αλληλεπίδραση διαφόρων παραγόντων, όπως είναι για παράδειγμα οι υδρομετεωρολογικοί παράγοντες, δηλαδή ουσιαστικά, η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης, καθώς επίσης και γεωμορφολογικοί παράγοντες, όπως είναι η τοπογραφία της περιοχής, η κλίση που έχει. Επίσης, όπως έχει ήδη αναφερθεί κοινωνικοί παράγοντες επιδρούν στην ένταση των καταστροφών από τις πλημμύρες, όπως είναι για παράδειγμα η κατοίκηση ευάλωτων ομάδων του πληθυσμού (φτωχοί, ηλικιωμένοι, άνεργοι, πρόσφυγες), σε περιοχές που δεν θεωρούνται ιδιαίτερα ασφαλείας (Διακάκης, 2011).

Οι σημαντικότερες αιτίες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε πλημμυρικά φαινόμενα είναι οι ακόλουθες:

- Κλιματικές συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα τα υπερβολικά επίπεδα βροχόπτωσης τα οποία οφείλονται σε βροχές υψηλής έντασης ή μεγάλης διάρκειας, όπου προκαλείται κορεσμός του εδάφους, είτε σε συνδυασμό και των δύο προαναφερθέντων παραγόντων. Επίσης, στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνεται η ταχεία τήξη του χιονιού που γίνεται κατά την διάρκεια της άνοιξης, καθώς επίσης και το λιώσιμο των πάγων (Pistrika,2007).
- Γεωμορφολογικές συνθήκες και κακή φυσική αποστράγγιση. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι επιφανειακές συνθήκες, όπου σε περιοχές κατά από την επιφάνεια του εδάφους υπάρχουν σχηματισμοί χαμηλής διαπερατότητας, εμποδίζοντας την εισροή του νερού σε βαθύτερα στρώματα, οι πολύ μικρές και απότομες κλίσεις που υπάρχουν στο φυσικό ανάγλυφο, το είδος της φυτοκάλυψης, το παλιρροϊκό φαινόμενο, η φύση της ακτογραμμής, καθώς επίσης και τα φυσικά φαινόμενα όπως είναι οι σεισμοί και οι σεισμοί και κατολισθήσεις που καταστρέφουν τα αντιπλημμυρικά έργα (φράγματα, αναχώματα κ.λπ), ή προκαλούν φυσική υποβάθμιση του εδάφους μέσω γεωλογικών διεργασιών. Επιπλέον, στις γεωμορφολογικές συνθήκες εντάσσονται η τεχνητή υποβάθμιση του εδάφους εξαιτίας της εξαγωγής πετρελαίου, φυσικού αερίου και νερού, καθώς και οι κατακρημνίσεις και τα μη αναμενόμενα εμπόδια τα οποία αλλάζουν την πορεία της ροής των ποταμών (Λέκκας,2000).
- Ανθρώπινες παρεμβάσεις-αλλαγές στη χρήση γης. Είναι γεγονός ότι κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, τόσο στην Ελλάδα, όσο και σε άλλες περιοχές του αναπτυσσόμενου και αναπτυσσόμενου κόσμου, εκδηλώθηκαν πολλές πυρκαγιές, οι οποίες αντί για αναδάσωση συνοδεύτηκαν από οικιστική ανάπτυξη, ιδίως σε περιοχές που βρίσκονταν κοντά σε δάση, με αποτέλεσμα να αυξηθούν τα επίπεδα ευπάθειας στις περιοχές αυτές, έναντι των πλημμυρών. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αυξημένης διάβρωσης που διαπιστώνεται στις περιοχές που έχει καεί το δάσος, ιδίως κατά την διάρκεια εκδήλωσης

των βροχοπτώσεων. Περαιτέρω, εξαιτίας της αφαίρεσης ή της αραίωσης των δέντρων, αλλά και της βλάστησης σε μια περιοχή, συμβάλλει στην εμφάνιση πλημμύρας, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι τα δέντρα και ευρύτερα η βλάστηση, ενισχύουν τη κατακράτηση και την επιβράδυνση της πορείας του νερού (Rozos et.al, 2010).

- Το φαινόμενο της αστικοποίησης. Εξαιτίας του φαινομένου της αστικοποίησης διαπιστώνονται εκτεταμένες αλλαγές χρήσης γης, καθώς με την αύξηση του πληθυσμού ,αυξάνονται και οι ανάγκες για την κατασκευή υποδομών, όπως για παράδειγμα είναι κτίρια, δρόμοι κτλ. Αποτέλεσμα της ανάπτυξης αυτής είναι να περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό η δυνατότητα της γης να απορροφά το νερό, ενώ παράλληλα η χρήση αδιαπέρατων υλικών και τα ελλιπή αποχετευτικά δίκτυα, επιδεινώνουν την κατάσταση αυτή (Llsat,2010).

Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται καμένη δασική έκταση, η οποία είναι ευάλωτη σε διάβρωση, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμύρας.

Εικόνα 8: Καμένη δασική έκταση, ευάλωτη σε διάβρωση και σε αυξημένο πλημμυρικό κίνδυνο



Πηγή:GREENAGENDA.gr (2018)

2.2.3 Επιπτώσεις των πλημμυρών

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, οι πλημμύρες είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα φαινόμενα, τόσο ως προς τον τρόπο δημιουργίας τους, όσο και ως προς την τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται. Αυτό συμβαίνει καθώς οι πλημμύρες προκαλούνται από ένα συνδυασμό υδρολογικών, αλλά και μετεωρολογικών καταστάσεων, ενώ επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις (Λέκκας,2000). Θα πρέπει να τονιστεί οι πλημμύρες επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό των άνθρωπο, καθώς και μεγαλύτερο πληθυσμό, σε σχέση με άλλες φυσικές καταστροφές, ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο εκτιμάται ότι οφείλονται για το 1/3 των βλαβών. Λαμβάνοντας υπόψη στατιστικές αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, υπάρξει αυξημένη τάση των ζημιών από τις πλημμύρες, η οποία τα επόμενα χρόνια αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται. Οι επιπτώσεις έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο σε κράτη που δεν είναι οικονομικά ανεπτυγμένα, γιατί δυσκολεύονται να απορροφήσουν το επιπλέον κόστος και να ανταπεξέλθουν στην σωστή και συνάμα έγκαιρη αντιμετώπιση των καταστροφών (Διακάκης, 2011)

2.2.4 Μέτρα αντιμετώπισης πλημμυρών

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στην αντιμετώπιση των κινδύνων που προκύπτουν από το φαινόμενο της πλημμύρας, η οποία αντιμετώπιση, δεν θα πρέπει να περιορίζεται στην χρονική περίοδο όπου εκδηλώνεται το φαινόμενο, αλλά να εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, όπου θα περιλαμβάνονται και οι ανάλογες ενέργειες πρόληψης. Προκειμένου να υπάρξει προστασία έναντι του πλημμυρικού κινδύνου, υπάρχει μια σειρά από διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν, λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους συνθήκες και απαιτήσεις (Τσακίρη-Στρατή, 2011).

Ωστόσο, προκειμένου να γίνει η κατάλληλη προσέγγιση του κινδύνου, καθίσταται αναγκαία η γνώση τόσο των φυσικών, όσο και των ανθρωπίνων παραγόντων που τον επηρεάζουν. Πιο αναλυτικά, θα πρέπει να είναι γνωστή η τοποθεσία, η πυκνότητα, καθώς και η κατανομή του πληθυσμού, δεδομένα τα οποία επηρεάζονται από τις δημογραφικές μεταβολές. Επίσης, θα πρέπει να υπάρξει ο

κατάλληλος συνδυασμός χωρικών, τεχνικών και οργανωτικών δράσεων. Διαμορφώνοντας και εφαρμόζοντας μακροπρόθεσμο προγραμματισμό, λαμβάνοντας υπόψη και τον χωροταξικό σχεδιασμό και παρέχοντας επαρκής πόρους, υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης της αμυντικής δομής, ενώ σε συνδυασμό με την έγκαιρη προειδοποίηση, μπορεί να αυξηθεί συνολικά η αποτελεσματικότητα της πρόληψης και περιστολής του φαινομένου (Λέκκας,2000).

Αναφορικά με τις δράσεις που αφορούν τη διαχείριση και την αντιμετώπιση του πλημμυρικού κινδύνου, αυτές θα πρέπει να γίνονται σε συνεργασία μεταξύ της τοπικής και τη κεντρικής διοίκησης, ενώ περιλαμβάνουν μέτρα τα οποία μπορούν να χαρακτηριστικού ως ακολούθως (Διακάκης, 2011):

- Δομικά μέτρα, στα οποία μεταξύ άλλων περιλαμβάνεται η μελέτη και κατασκευή έργων για την προστασία των ευπαθών περιοχών και τον περαιτέρω περιορισμό των πλημμυρικών γεγονότων. Στόχος των μέτρων αυτών είναι ο έλεγχος και η επιβράδυνση της ροής, όσο πιο σύντομο γίνεται μετά την κατακρήμιση, μέσω της αποθήκευσης-συγκράτησης του νερού, καθώς επίσης και μέσω της δημιουργίας συνθηκών, οι οποίες θα αυξήσουν την ικανότητα μεταφοράς του. Ορισμένα τέτοια μέτρα μπορεί να τα φράγματα, τα αναχώματα των ποταμών, οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού, η δημιουργία υγροτόπων, η εκβάθυνση και η διαπλάτυνση της διατομής των υδροφορέων, έτσι ώστε να αυξηθεί η παροχευτικότητα. Επιπρόσθετα, στα μέτρα αυτά μπορεί να περιλαμβάνονται εκτροπές ποταμών, έργα τα οποία σκοπεύουν στην αντιμετώπιση της διάβρωσης του εδάφους, ενώ ορισμένες φορές κατασκευάζονται ασφαλείς χώροι, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καταφύγια σε περιπτώσεις κινδύνου.

Στην εικόνα 9 που ακολουθεί παρουσιάζεται φράγματα στον Τάμεση ποταμό στην Αγγλία, ενώ στην εικόνα 10 παρουσιάζεται διαδικασία εκτροπής ποταμού για θωράκιση έναντι του πλημμυρικού κινδύνου.

Εικόνα 9: Φράγμα στον ποταμό Τάμεση στο Λονδίνο



Πηγή: ypodomes.com (2019)

Εικόνα 10: Διαδικασία εκτροπής ποταμού για θωράκιση έναντι πλημμυρικού κινδύνου



Πηγή: natura Hellas (2019)

- Μη δομικά μέτρα, στα οποία εξέχοντα ρόλο διαδραματίζουν ο αστικός και χωροταξικός σχεδιασμός, η πολιτική που αφορά τις χρήσεις γης, η πρόβλεψη για την ύπαρξη μεγάλων χώρων πρασίνου εντός του αστικού ιστού. Επίσης, στα μη δομικά μέτρα δύναται να περιλαμβάνονται ο μετριασμός της αυθαίρετης δόμησης, ο έλεγχος και η συντήρηση του δικτύου αποχέτευσης των όμβριων υδάτων, η συντήρηση και ο καθαρισμός των φρεατίων εντός των κατοικημένων περιοχών. Περαιτέρω, στις ενέργειες αυτές περιλαμβάνονται η αναδάσωση, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση του πληθυσμού, τα σχέδια εκκένωσης και η προετοιμασία των χώρων υποδοχής των πληγέντων καθώς και άλλες ενέργειες, που δύναται να διαφέρουν, ανάλογα με τις επιμέρους περιοχές (Pitstrika,2007).

Πέρα από τα μέτρα που καλούνται να λάβουν οι θεσμικοί φορείς για την προστασία από τις πλημμύρες, σημαντική συμβολή στην προστασία τους μπορούν να διαδραματίσουν τα ίδια τα νοικοκυριά, έτσι ώστε να προφυλάξουν τα μέλη τους, αλλά και την περιουσία τους. Στην κατεύθυνση αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικά κατασκευαστικά υλικά, τα οποία θα συμβάλλουν στη στεγανοποίηση των κτιρίων, ενώ με την διατήρηση των κήπων και την αποφυγή των πλακόστρωτων και αδιαπέραστων επιφανειών, ενισχύεται η φυσική αποστράγγιση (Tsakiris , 2009).

Επιπλέον μέτρα μπορεί να είναι η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση του κοινού μέσω της αποστολής φυλλαδίων, είτε με την χρήση των μαζικής ενημέρωσης, ακόμα και με μέσω των χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, έτσι ώστε να αντιμετωπιστεί το χαμηλό επίπεδο συνειδητοποίησης των κινδύνων που εμφανίζεται από τον τοπικό πληθυσμό, αλλά και να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και η συμμετοχή σε θέματα προστασίας (Tsakiris,2009).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι τόσο η έκταση, όσο και οι επιπτώσεις που επιφέρουν οι πλημμύρες, επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τον χρόνο πρόβλεψης αυτών, καθώς επίσης και από τον χρόνο προειδοποίησης. Μια πρόβλεψη θα πρέπει να περιέχει ακριβείς πληροφορίες, σχετικά με την εξέλιξη ενός γεγονός, καθώς και για τις επιδράσεις που αυτό μπορεί να προκαλέσει. Ειδικότερα, θα πρέπει να αναφέρονται πληροφορίες που αφορούν τον χρόνο της εκδήλωσης της πλημμύρας, την έντασή αυτής, καθώς επίσης και την περιοχή που αναμένεται να επηρεάσει.

(Τσακίρη-Στρατή, 2011). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, η αντιμετώπιση των πλημμυρών πραγματοποιείται μέσω της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

2.3 Άνεμοι και θύελλες/Τροπικοί κυκλώνες

Ως τροπικός κυκλώνας ή εναλλακτικά τυφώνας, μπορεί να οριστεί ένα σύστημα θύελλας, το οποίο έχει κυκλωνική κυκλοφορία, η οποία λαμβάνει χώρα γύρω από ένα κέντρο χαμηλής βαρομετρικής πίεσης, το οποίο είναι ευρύτερα γνωστό ως το «μάτι του κυκλώνα». Αναφορικά με τη διάμετρο ενός τυπικού κυκλώνα αυτή κυμαίνεται μεταξύ 50-1000 μιλίων, ενώ είναι μικρότερη από 50 και μεγαλύτερη από 500. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι τυφώνες παράγουν σφοδρές καταιγίδες, οι οποίες συνοδεύονται από πολύ ισχυρούς ανέμους, οι οποίοι καθίσταται ιδιαίτερα επικίνδυνοι για όσους ταξιδεύουν στη θάλασσα, όπως επίσης και για τις παράκτιες περιοχές (Simon,1998).

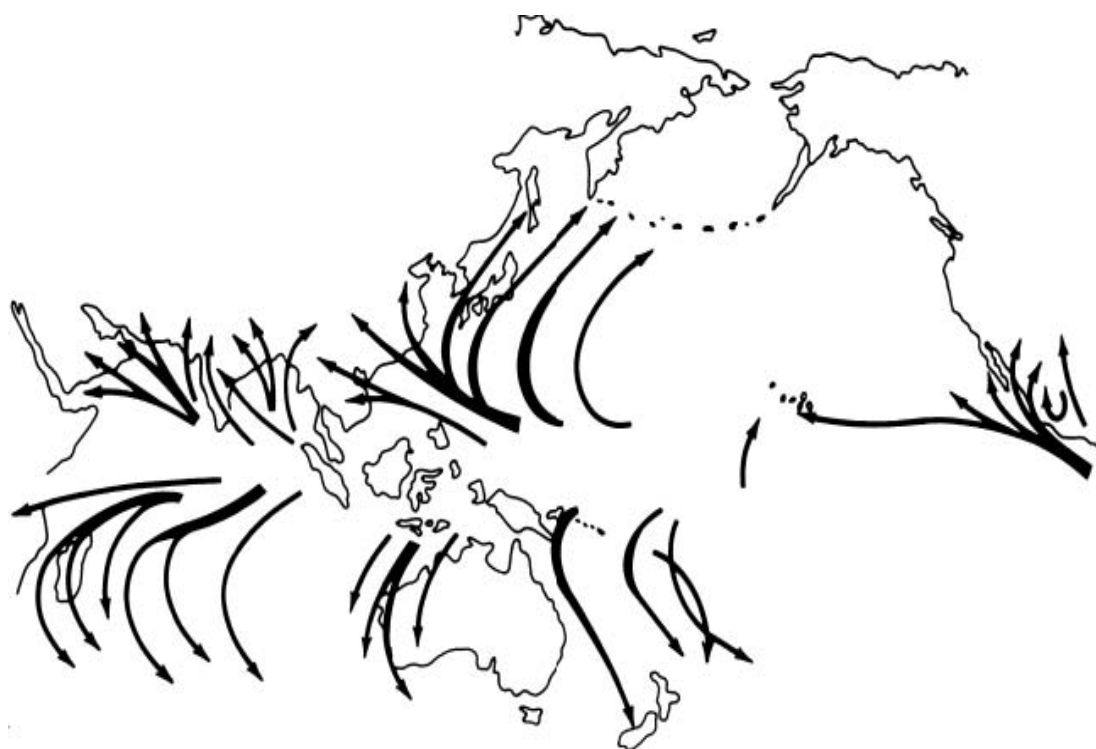
Εικόνα 11: Αποψη του τυφώνα Κατρίνα



Πηγή: neakriti (2015)

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο καιρός που συνοδεύει την εμφάνιση ενός κυκλώνα είναι ιδιαίτερα ανώμαλος, γεγονός που καθιστά επικίνδυνη την όλη κατάσταση, τόσο για κάποιον που βρίσκεται στη θάλασσα, όσο και για κάποιον που βρίσκεται στη στεριά. Όσο ένας τροπικός κυκλώνας προσεγγίζει μια περιοχή, προκαλείται ασθενής βροχόπτωση σε μια ακτίνα που φθάνει τα 150 μίλια, ενώ καθώς πλησιάζει το κέντρο, η ασθενής βροχή γίνεται ισχυρή καταρακτώδης βροχόπτωση, η οποία συνοδεύεται από αστραπές και βροντές. Όσον αφορά τη θάλασσα, αυτή φουσκώνει ενώ καλύπτεται από αφρούς, ενώ στις περιοχές κοντά στο κέντρο του τυφώνα ο θόρυβος είναι τόσο έντονος που πολλές φορές καλύπτει τον θόρυβο από τις βροντές. Όταν το μάτι του κυκλώνα περάσει από μια περιοχή, η βροχή σταματά, ενώ το γαλάζιο του ουρανού διακρίνεται και η ορατότητα βελτιώνεται (Colin,2007).

Εικόνα 12: Κατεύθυνση της κυριότερης πορείας των τυφώνων, των κυκλώνων και των θυελλών στον Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό



Πηγή: Colin (2007)

Στον Ινδικό Ωκεανό, ανατολικά της Ινδίας, οι τροπικοί κυκλώνες μπορούν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια δύο εποχών του έτους. Αρχικά πιστευόταν ότι δεν δημιουργούνται αρκετοί κυκλώνες στην περιοχή αυτή αλλά προφανώς δεν είχαν γίνει αντιληπτοί λόγω της πολύ μικρής ανθρώπινης δραστηριότητας τότε. Για παράδειγμα στην δυτική ακτή της Αυστραλίας, 10 με 12 κυκλώνες δημιουργούνται κάθε εποχή.

Αρκετοί από αυτούς θα είναι τόσο δυνατοί που θα προκαλέσουν συναγερμό κλεισίματος στις υπεράκτιες μονάδες (Προέδρου,1998).

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ένταση των κυκλώνων και να γίνει η κατάλληλη κατηγοριοποίηση, χρησιμοποιείται συνήθως μια κλίμακα που περιλαμβάνει τιμές από 1 έως το 5, με τις κατηγορίες αυτές να είναι οι ακόλουθες (Colin,2007):

- Κατηγορία 1, όπου ο άνεμος έχει ταχύτητα 64-83 κόμβους, ενώ η πίεση στο κέντρο του κυκλώνα είναι μεγαλύτερη από 980hPa και η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας εκτιμάται σε 1-2 μέτρα
- Κατηγορία 2, όπου άνεμος έχει ταχύτητα που κυμαίνεται μεταξύ 84 και 96 κόμβων, ενώ η πίεση στο κέντρο του κυμαίνεται μεταξύ 965-979hPa και η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας σε 2-3 μέτρα.
- Κατηγορία 3, όπου ο άνεμος έχει ταχύτητα 97-103 κόμβους και η πίεση στο κέντρο του είναι 945-964hPa και η ανύψωση στη στάθμη της θάλασσας είναι 3-4 μέτρα.
- Κατηγορία 4, με τον άνεμο να έχει ταχύτητα 114-135 κόμβους ενώ η πίεση στο κέντρο είναι 920-944 hPa και η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας ανέρχεται σε 4-6 μέτρα.
- Κατηγορία 5, όπου ο άνεμος είναι μεγαλύτερης εντάσεως από 135 κόμβους, η πίεση στο κέντρο είναι μικρότερη από 920hPa, ενώ η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας είναι μεγαλύτερη από 6 μέτρα (Mogil,2007).

Ξεχωριστή αναφορά θα πρέπει να γίνει στις επιπτώσεις που δύναται να προκαλέσουν οι τροπικοί κυκλώνες. Ειδικότερα, εξαιτίας της σφοδρότητάς τους προκαλούν κατολισθήσεις, λασπολισθήσεις, καθώς επίσης και ξαφνικές πλημμύρες που μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε θάνατο κάποια άτομα. Επίσης, εξαιτίας των κυκλώνων προκαλείται αύξηση της στάθμης της θάλασσας, με αποτέλεσμα να πλημμυρίζουν οι παράκτιες περιοχές. Ορισμένες φορές όμως, τα φαινόμενα αυτά έρχονται και ανακουφίζουν μεγάλες περιοχές από το πρόβλημα της ξηρασίας, ενώ παράλληλα απομακρύνονται τεράστιες ποσότητες θερμότητας μακριά από την τροπική ζώνη, λειτουργώντας με τον τρόπο αυτό ο κυκλώνας ως μηχανισμός ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας, ο οποίος διατηρεί τη θερμική ισορροπία στο παγκόσμιο περιβάλλον (Mogil,2007).

Ο τυφώνας Κατρίνα που απεικονίζεται παραπάνω, εκδηλώθηκε το 2005 στη Λουϊζιάνα και στο Μισισιπή των ΗΠΑ και θεωρείται ο τυφώνας που είχε το μεγαλύτερο κόστος εξαιτίας των καταστροφών που προκάλεσε στα παγκόσμια χρονικά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η συνολική ζημία που προκλήθηκε από τον τυφώνα προσεγγίζει τα 100 δισεκατομμύρια δολάρια, μετα περισσότερα από αυτά, περίπου τα 80 να αφορούν το σύνολο των καταστροφών. Ο αριθμός των θανάτων που προκλήθηκαν εξαιτίας του τυφώνα ανέρχονται σε περίπου 1800, με αποτέλεσμα να χαρακτηριστεί ως ο πλέον θανατηφόρος. Στην περιοχή της Νέας Ορλεάνης, εξαιτίας του τυφώνα πλημμύρισε το 80% αυτής, προκαλώντας τεράστιες υλικές καταστροφές, ενώ η στάθμη των υδάτων, σε ορισμένα σημεία έφθασε ακόμα και τα 4.5 μέτρα, καθώς τα φράγματα δέχτηκαν ισχυρές πιέσεις και καταστράφηκαν, ενώ στην περιοχή του Μισισιπή, τα νερά της θάλασσας εισήλθαν στη ξηρά, φθάνοντας σε απόσταση ακόμα και 10 μιλίων.

2.4 Σίφωνες

«Με την έννοια του σίφωνα, στον τομέα της μετεωρολογίας μπορεί να οριστεί μια ταχέως περιστρεφόμενη στήλη ανέμου, η οποία προκαλείται εξαιτίας της πολύ χαμηλής πίεσης στο κέντρο της στήλης και αποδύεται από την βάση τεράστιων καταιγιδοφόρων νεφών, φτάνοντας έως το έδαφος» (Justice,1930). Παρά την ένταση του φαινόμενο, είναι συνήθως μικρής διαμέτρου, ενώ διαρκεί περιορισμένο χρονικό διάστημα και έτσι οι καταστροφές που προκαλούνται, μπορούν να θεωρηθούν ως περιορισμένης έκτασης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι σίφωνες, συνιστούν μια παγκόσμια απειλή, καθώς εμφανίζονται σε ολόκληρη τον κόσμο, με εξαίρεση την περιοχή της Ανταρκτικής, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στους σίφωνες οφείλονται περίπου 300-400 θάνατοι σε ετήσια βάση διεθνώς, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που προέρχονται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό ().

Εικόνα 13: Στενός Σίφοντας



Πηγή: Justice (1930)

Οι σίφωνες μπορεί να εμφανίζονται πάνω από τη ξηρά, όπου πρόκειται για τους σίφωνες ξηράς, που είναι και οι πλέον ταχύτεροι άνεμοι στην πλανήτη, αλλά και

πάνω από τη θάλασσα, οπότε λαμβάνουν και τη σχετική ονομασία, σίφωνες θάλασσας. Μια άλλη ονομασία που δίνεται για τους σίφωνες είναι νεφοστρόβιλοι, καθώς αποφύονται από τη βάση τεράστιων καταιγιδοφόρων νεφών, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η πλειοψηφία των σιφώνων απαντάται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, με περίπου 1.200 σίφωνες ετησίως, με το μέγεθος αυτό να είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερο σε σχέση με το σύνολο της Ευρώπης, ενώ ο αριθμός των νεκρών εξαιτίας των σιφώνων στις ΗΠΑ ανέρχεται σε 60-100 άτομα τον χρόνο (Hall,2003). Ο σίφωνα μπορεί να συμβεί οπουδήποτε, οποιαδήποτε ώρα και εποχή, ωστόσο οι περισσότεροι παρατηρούνται σε περιοχές των κεντρικών ΗΠΑ, με την περιοχή αυτή να έχει γίνει γνωστή ως Μονοπάτι των Σιφώνων.

Οι σίφωνες παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους, τόσο ως προς το σχήμα που λαμβάνουν, όσο και ως προς τις διαστάσεις, αλλά και ευρύτερα και στην τυπική τους εμφάνιση. Η συνηθέστερη εμφάνισή τους, λαμβάνει τη μορφή ενός περιστρεφόμενου σύννεφου, το οποίο είναι έχει σχήμα χωνιού, ενώνοντας ουσιαστικά σύννεφα και έδαφος. Η ταχύτητα τους δεν ξεπερνά τα 110 μίλια την ώρα, δηλαδή τα 177 χιλιόμετρα, με το μέσο πλάτος αυτών να φθάνει τα 75 μέτρα, ενώ η διάρκειά τους είναι λίγα λεπτά και σε πολύ λίγες περιπτώσεις αυτή ξεπερνά τα τριάντα (30) λεπτά. Επομένως, από τα χαρακτηριστικά τους αυτά, μπορεί να διαπιστωθεί ότι η μέγιστη δυνατή απόσταση που μπορούν να μετακινηθούν κυμαίνεται μεταξύ 20 και 30 χιλιομέτρων. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι πιο ακραίοι σίφωνες που έχουν καταγραφεί στην ιστορία είχαν φθάσει σε ταχύτητες που κυμαίνονταν μεταξύ 250 και 300 μιλίων, με διάμετρο ένα μίλι και πλέον, αλλά και για χρονικό διάστημα, το οποίο ξεπερνούσε την 1 ώρα (Hall,2003).

Εικόνα 14: Σίφωνα



Πηγή: Hall(2003)

Όσον αφορά το σχηματισμό των σιφώνων, αυτός γίνεται εξαιτίας των θερμών, αέριων μαζών, οι οποίες συγκρούονται με ψυχρά μέτωπα, σε συνδυασμό με την ατμοσφαιρική αστάθεια. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ακόμα και σήμερα, δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητός ο τρόπος σχηματισμού του σίφωνα. Οι σίφωνες εμφανίζονται περισσότερο στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, καθώς σε αυτά τα πλάτη υπάρχουν οι θερμές τροπικές αέριες μάζες, μαζί με ψυχρά πολικά μέτωπα (Ζιακόπουλος,2008). Ακόμη, μία προϋπόθεση για τη δημιουργία σίφωνα είναι να υπάρχει αέρας που χαρακτηρίζεται από μεγάλη αστάθεια και από υγρασία.

2.5 Χιονοπτώσεις και χιονοθύελλες

«Ως χιονόπτωση μπορεί να οριστεί η πτώση υετού, υπό τη μορφή χιονιού από τα σύννεφα» (Καραπιπελής,1997). Το χιόνι είναι μορφή κατακρήμνισης και δημιουργείται από τη συμπύκνωση των υδρατμών που συμβαίνει σε θερμοκρασία που βρίσκεται κάτω από τους 0°C. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, το χιόνι κατακρημνίζεται υπό τη μορφή απλών κρυστάλλων, είτε ως συνδυασμός και εναποτίθεται στο έδαφος, λαμβάνοντας τη μορφή της χιονοκάλυψης, ενώ ορισμένες φορές κατά τη διαδρομή του λιώνει, με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε βροχή. Όταν υπάρχει συνεχής χιονόπτωση, μπορεί να επέλθει συσσώρευση του χιονιού στο έδαφος, ενώ στις πολικές περιοχές, καθώς επίσης και σε ορεινές περιοχές όπου πέφτουν μεγάλες ποσότητες χιονιού σε μεγάλη έκταση, η πίεση των επάνω στρώσεων, μετατρέπουν το χιόνι σε πάγο (Ζιακόπουλος,2008).

Εικόνα 15: Χιονόπτωση



Πηγή: Ζιακόπουλος (2008)

Αξίζει να γίνει αναφορά σε ορισμένα χαρακτηριστικά του χιονιού, όπως το ότι στους 0°C, το χιόνι υπάρχει και στις τρεις μορφές του, ενώ θεωρείται μονωτής, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι παρουσιάζει μικρή θερμική αγωγιμότητα. Επιπροσθέτως, όταν το χιόνι λιώνει ή εξαχνώνεται, απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες λανθάνουσας θερμότητας στο περιβάλλον. Υπό την επίδραση του ανέμου, οι αρχικοί κρύσταλλοι του χιονιού, γίνεται περισσότεροι σπυρωτοί, ενώ στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει και η λανθάνουσα θερμότητα, αλλά και το νερό, ενώ σταδιακά αυξάνεται η πυκνότητα του χιονιού (Mogil,2007). Σχετικά με την δημιουργία χιονοστιβάδας, θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη συσσώρευση του χιονιού, καθώς επίσης και η κατάλληλη κλίση του εδάφους. Προκειμένου να δημιουργηθεί χιονοστιβάδα, θα πρέπει η χιονόπτωση να έχει ένταση που ξεπερνά τα 2cm/hr, ενώ η κλίσεις θα πρέπει να είναι 30-45 μοίρες, ενώ σε μεγάλες κλίσεις, από 60 μοίρες και πάνω, είναι ελάχιστες οι φορές όπου το χιόνι μπορεί να συσσωρευτεί σε μεγάλες ποσότητες και να δημιουργήσει χιονοστιβάδα (Σαπουντζάκη & Δανδουλάκη,2015).

Η χιονόπτωση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί για την έντασή της ως ακολούθως:

- Ασθενής χιονόπτωση, με την ορατότητα να μην ξεπερνά τα 1.000 μέτρα
- Η μέτρια χιονόπτωση, όπου η ορατότητα κυμαίνεται μεταξύ των 200 και των 1.000 μέτρων
- Η ισχυρή χιονόπτωση, όπου η ορατότητα περιορίζεται σε απόσταση που είναι μικρότερη των 200 μέτρων

Όσον αφορά την χιονοθύελλα, πρόκειται για μια έντονη χειμερινή καταιγίδα, η οποία χαρακτηρίζεται από ισχυρούς ανέμους και έντονη χιονόπτωση. Ωστόσο, σε κάθε χώρα τα κριτήρια με τα οποία προσδιορίζεται η χιονοθύελλα φαίνεται να παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές (NOAA,2019).

Εικόνα 16: Χιονοθύελλα στην Ελλάδα



Ενδιαφέρον για τον χαρακτηρισμό μιας καταιγίδας ως χιονοθύελλας, έχει η προσέγγιση που γίνεται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία των ΗΠΑ, σύμφωνα με την οποία θα πρέπει οι άνεμοι που επικρατούν να έχουν ταχύτητα που ξεπερνά τα 55 χιλιόμετρα την ώρα, ενώ η χιονόπτωση να γίνεται με ορατότητα που δεν ξεπερνά τα 400 μέτρα. Η διάρκεια των δύο αυτών συνθηκών που αναφέρθηκαν, θα πρέπει να ξεπερνά τις 3 ώρες. Από την άλλη, στον Καναδά, για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως χιονοθύελλα, θα πρέπει η ένταση του ανέμου να είναι τουλάχιστον 40 χιλιόμετρα, ενώ η χιονόπτωση να έχει ορατότητα μικρότερη των 1.000 μέτρων. Επίσης, ως κριτήρια για τον χαρακτηρισμό της χιονοθύελλας τίθενται ο δείκτης ψυχρότητας, ο οποίος θα πρέπει να βρίσκεται σε επίπεδα κάτω των -25 βαθμών κελσίου, ενώ η χρονική διάρκεια των παραμέτρων που αναφέρθηκαν θα πρέπει να ξεπερνά τις 4 ώρες. Όσον αφορά την Ευρώπη, λόγω γεωγραφικής θέσης, συνήθως τα κριτήρια αυτά διαφέρουν και θέτουν μικρότερα όρια για τον χαρακτηρισμό του φαινομένου ως χιονοθύελλα, με τα όρια αυτά να παρουσιάζουν διαφορές και πάλι μεταξύ των χωρών (Λέκκας,2000).

Λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως είναι η ταχύτητα, η αναταραχή ρεύματος αέρα/χιονιού, η ένταση της χιονόπτωσης, το σχήμα, αλλά και το μέγεθος των σωματιδίων χιονιού, μπορεί να εκτιμηθεί η ένταση της χιονοθύελλας. Η ταχύτητα του ρεύματος του χιονιού, είναι ίση με το βάρος του χιονιού της χιονοθύελλας που βαρύνει τον μετρητή ροής που βρίσκεται εμπρός και κατά μήκος του εδάφους για ένα (1) δευτερόλεπτο. Ανάλογα λοιπόν με την ένδειξη αυτή, διακρίνονται τα ακόλουθα είδη χιονοθύελλας:

Πίνακας 2: Είδη χιονοθύελλας με βάση την ταχύτητα του ανέμου και την ταχύτητα ροής

Είδος	Ταχύτητα ανέμου (Km/h)	Ταχύτητα ανέμου (m/s)	Ταχύτητα ροής
Μέτρια	0-36	0-10	0-0,2
Ισχυρή	36-72	10-20	0,2-0,4
Βαριά	72-108	20-30	0,4-1,2
Εξαιρετικά βαριά	108-144	30-40	1,2-2,0
Ασύλληπτη	Άνω του 144	Άνω του 40	Άνω του 2,0

2.6 Ξηρασίες

Η έννοια της ξηρασίας θα λέγαμε ότι είναι δύσκολο να προσδιοριστεί και για το λόγο αυτό έχουν γίνει πολλές και διαφορετικές προσεγγίσεις. Αρχικά, η ξηρασία ξεκινά από την έλλειψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ενώ στη συνέχεια σχετίζεται με την μείωση της απορροής των υδατορευμάτων, με τη πτώση της στάθμης των λιμνών, καθώς επίσης και με την πτώση της στάθμης των υπογείων υδάτων (Mogel,2007). Οι πιο γνωστές προσεγγίσεις που έχουν γίνει για τη ξηρασία αφορούν τη μετεωρολογική ξηρασία, την γεωργική ξηρασία και την υδρολογική ξηρασία. Ειδικότερα, η μετεωρολογική ξηρασία αφορά την μείωση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων μιας περιοχής για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, η οποία είναι κάτω του μέσου όρου, καταγράφεται σε ετήσια βάση και προσδιορίζει την έναρξη της ξηρασίας. Όσον αφορά την γεωργική ξηρασία, αυτή μπορεί να προσδιοριστεί ως η μείωση της υγρασίας που παρατηρείται στο έδαφος, σε τέτοιο βαθμό, έτσι ώστε να υπάρχει περιορισμός της γεωργικής παραγωγής, ή εναλλακτική η μείωση της υγρασίας του εδάφους, σε επίπεδα που είναι χαμηλότερα από την εξατμισοδιαπνοή, κατά την διάρκεια της περιόδου όπου παράγονται τα αγροτικά προϊόντα. Τέλος, σχετικά με την υδρολογική ξηρασία, πρόκειται για την έλλειψη όχι μόνο ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αλλά και επιφανειακής και υπόγεια απορροής (Varian,2006). Επιπροσθέτως, μπορεί να υπάρξει και κοινωνικοοικονομική ξηρασία, η οποία περιγράφει την τρωτότητα που χαρακτηρίζει την κοινωνία ως προς την έλλειψη του νερού. Ουσιαστικά, η κοινωνικοοικονομική ξηρασία, έρχεται να συνδέσει τις παραμέτρους της προσφοράς και ζήτησης των αγαθών που έχουν κάποια σχέση με το νερό, όπως για παράδειγμα είναι το πόσιμο νερό, τα γεωργικά προϊόντα, τα οποία παράγονται με τη χρήση νερού, καθώς επίσης και την υδροηλεκτρική ενέργεια (Διακάκης,2011).

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ της ξηρασίας και των διαφόρων άλλων φυσικών καταστροφών, οι οποίες επικεντρώνονται στα τρία ακόλουθα σημεία. Ειδικότερα, η πλημμύρα πλήττει περισσότερους ανθρώπους από κάθε άλλη φυσική καταστροφή, ενώ ενδεικτικό της έκτασης αυτής είναι το γεγονός ότι κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, υπήρξαν εκατομμύρια νεκροί ως συνέπεια δεκάδων μεγάλων ξηρασιών που συνέβησαν κυρίως στις περιοχές της Αφρικής και της Ασίας.

Επιπλέον, πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο εξελίσσεται σιωπηλά, ενώ με δυσκολία μπορεί να προσδιοριστεί η αρχή και το τέλος τους. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι επιδράσεις της ξηρασίας συσσωρεύονται στο πέρασμα του χρόνου, ενώ διατηρούνται αρκετά χρόνια από την λήξη του φαινομένου της ξηρασίας. Ακόμη, οι επιδράσεις που προκαλεί η ξηρασία στην κοινωνία είναι λιγότερο ορατές, ενώ έχουν μεγαλύτερη έκταση, σε σχέση με τις επιδράσεις άλλων φυσικών καταστροφών, όπως για παράδειγμα είναι πλημμύρες και οι σεισμοί. Παράλληλα, θα πρέπει να επισημανθεί ότι εξαιτίας του γεγονότος ότι οι υποδομές δεν καταστρέφονται με ευκολία από την ξηρασία, θεωρείται δύσκολη η μέτρηση και ποσοτικοποίηση του φαινομένου, καθώς επίσης και η πρόβλεψη των επιπτώσεων που αναμένεται να προκαλέσει (Mogil, 2007).

Εικόνα 17: Παρατεταμένη ξηρασία



Πηγή: Hania.news (2018)

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ξηρασία είναι ένα φαινόμενο το οποίο δύναται να συμβεί σε όλες σχεδόν τις κλιματικές ζώνες, ωστόσο τα χαρακτηριστικά

της ξηρασίας παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εμφάνιση ξηρασίας είναι οι ακόλουθοι:

- Τα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων που πραγματοποιούνται
- Τα χαρακτηριστικά της δυναμικής εξατμοδιαπνοής
- Τα χαρακτηριστικά της περιοχής, δηλαδή λαμβάνεται υπόψη η γεωμορφολογία, καθώς επίσης και η ύπαρξη η μη ταμειυτήρων
- Τον τρόπο διαχείρισης των υδατικών συστημάτων
- Άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους.

Πιο αναλυτικά, από περιοχή σε περιοχή παρουσιάζει διαφορές το ύψος της βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα να έχουν προσαρμοστεί κατάλληλα και η πανίδα και η χλωρίδα στις συνθήκες αυτές, όπως επίσης και οι ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με το νερό. Περαιτέρω, πέρα από την κατανομή της βροχής μεταξύ των περιοχών, ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται και η κατανομή της βροχής στη μονάδα του χρόνου, καθώς από αυτή εξαρτάται τόσο η χλωρίδα, όσο και η πανίδα, αλλά και πολλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Mogil,2007). Επιπρόσθετα, όσον αφορά τη δυναμική εξατμοδιαπνοή, πρόκειται για το σύνολο των απωλειών νερού, οι οποίες προέρχονται από την εξάτμιση των εδαφών, καθώς επίσης και από την διαπνοή της χλωρίδας, υπό συνθήκες απεριόριστης διαθεσιμότητας νερού. Όσον αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν την δυναμική εξατμοδιαπνοή, αυτοί είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, όπως επίσης και η ταχύτητα του ανέμου, ενώ αυτή περιορίζεται όταν αυξάνεται η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

Η σημαντικότερη αίτια που οδηγεί στην πρόκληση του φαινομένου της ξηρασίας, είναι η φυσική διακύμανση που παρατηρείται στο κλίμα μιας περιοχής. Η διακύμανση αυτή οφείλεται είτε στην μείωση, είτε στην αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η κάθε περιοχή του πλανήτη την κάθε εποχή. Εξαιτίας της αύξησης και μείωσης της θερμότητας που διαπιστώνεται, προκαλούνται αλλαγές στην κατεύθυνση των αερίων μαζών, με αποτέλεσμα να αλλάζει ο καιρός, αλλά και το κλίμα. Άλλες αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν στην πρόκληση ξηρασίας είναι η αύξηση της ηφαιστειακής δραστηριότητας, η οποία σχετίζεται με την μεταβολή του ισοζυγίου της ακτινοβολίας, το φαινόμενο El Nino, όπου ουσιαστικά δημιουργείται παλινδρόμηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, μεταξύ του δυτικού και του ανατολικού

ωκεανού, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ανισοκατανομή των βροχοπτώσεων (Σερέλη-Χρονοπούλου & Φλοκάς,2010).

Επιπλέον, για τα επίπεδα της ξηρασίας σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, τα οποία επηρεάζονται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά, τις χρήσεις γης, όπως επίσης και από την παρουσία ή μη υδραυλικών έργων που ταμιεύουν ή μεταφέρουν νερό. Μέσω της ύπαρξης έργων ταμίευσης και μεταφοράς νερού, δύναται να ρυθμιστεί η ξηρασία χωροχρονικά, σε κατάντη ή σε γειτονικές περιοχές για μήνες ή ακόμα και για χρόνια. Όσον αφορά τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων, μέσω αυτής επιδιώκεται η εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης του νερού, τόσο στον χώρο, όσο και στον χρόνο ((Μαμάσης & Κουτσογιάννης,2007).

Ενδιαφέρον έχει να αποτυπωθεί και το κόστος των σημαντικότερων ξηρασιών στην Ευρώπη κατά την διάρκεια των τελευταία 45 ετών. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί γίνεται αναφορά αυτών.

Πίνακας 3: Τα οικονομικά κόστη που προέκυψαν εξαιτίας των σημαντικότερων ξηρασιών στην Ευρώπη κατά την διάρκεια των τελευταίων 45 ετών

Χρονική περίοδος	Περιοχές και χώρες που επηρεάστηκαν	Κόστος (Δισεκατομμύρια δολάρια)
1976	Δυτική Ευρώπη – κόστος καταστροφών εξαιτίας των καθιζήσεων του εδάφους (μόνο στη περιοχή του Λονδίνου)	Περίπου 1
1981-1982	Ιβηρική Χερσόνησος (Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Κορσική, Ιταλία)	>6.2
1988-1991	Μεσόγειος (Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Κορσική, Αλβανία, Ελλάδα)	>2.6
1992-1994	Ανατολική Ευρώπη (Γερμανία, Δανία, Πολωνία, Λιθουανία, Ουγγαρία,	>1.4

	Γιουγκοσλαβία, Ουκρανία, Μολδαβία)	
2000-2004	Κεντρική Ευρώπη (Ρουμανία, Ουγγαρία, Πολωνία, Βουλγαρία, Ελλάδα, Γιουγκοσλαβία, Τσεχία, Αυστρία, Ελβετία, Ιταλία, Γερμανία, Βέλγιο, Δανία, Ολλανδία, Νορβηγία, Αγγλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία)	>15.0

Πηγή: Μαμάσης & Κουτσογιάννης (2007)

Σε διεθνές επίπεδο, οι ξηρασίες έχουν πλήξει πολλές περιοχές του πλανήτη, δημιουργώντας μια σειρά από επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα ήταν η μείωση της παραγωγής των τροφίμων, ο θάνατος ζώων, περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά ακόμη και προβλήματα που αφορούσαν τη ζωή και την υγεία των κατοίκων των περιοχών που επλήγησαν. Στην Αφρική, εξαιτίας του κλίματος, αλλά και τις θέσεις πολλών χωρών, έχουν παρατηρηθεί εκτεταμένα φαινόμενα ξηρασίας. Για παράδειγμα στο Τσαντ, τα έτη 1968, 1973 και 1984, υπήρξαν έντονες ξηρασίες που είχαν ως αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγή των τροφίμων, να θανατωθεί μεγάλος αριθμός ζώων, να ξεραθούν χιλιάδες φυτά, ενώ το πλέον τραγικό ήταν το γεγονός ότι υπήρχαν απώλειες ανθρώπινων ζωών. Επίσης, στη Ζιμπάμπουε κατά την διάρκεια των ετών 1981 έως 1993 διαπιστώθηκαν έντονες ξηρασίες, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν κοινωνικά, οικονομικά, αλλά και σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ το 80% του πληθυσμού οδηγήθηκε σε εξαθλίωση (Μαμάσης & Κουτσογιάννης, 2007).

Ωστόσο, πέρα από την Αφρική και σε διάφορες άλλες περιοχές του πλανήτη έχουν εκδηλωθεί φαινόμενα ξηρασίας, όπως για παράδειγμα στη Μεγάλη Βρετανία, όπου τόσο το 1976, όσο και το 1988 παρουσιάστηκε έντονη ξηρασία, που είχε ως αποτέλεσμα να ξεραθούν τα πηγάδια, να γίνεται μεταφορά νερού με τάνκερ, καθώς επίσης και να δημιουργηθούν προβλήματα τα οποία αφορούσαν την αγροτική παραγωγή. Επίσης, στη Γαλλία, παρουσιάστηκε έντονο πρόβλημα με την ξηρασία κατά την διάρκεια της περιόδου 1992-1993, που είχε ως αποτέλεσμα να περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό η αγροτική παραγωγή της χώρας (Μπαλούτσος κ.α., 2007).

Εικόνα 18: Παρατεταμένη ξηρασία στη Νότια Αφρική



Πηγή: Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ (2018)

Αναφορικά με την περίπτωση της Ελλάδας, οι τελευταίες μεγάλες ξηρασίες που έκαναν την εμφάνισή τους κατά την διάρκεια των ετών 1989-1990, αλλά και έπειτα, το 2000, έχοντας ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις, τόσο στο περιβάλλον, όσο και ευρύτερα στη κοινωνία. Ωστόσο, κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, εξαιτίας των πυκνών βροχοπτώσεων και της συχνής εμφάνισης πλημμυρών, δεν γίνεται συχνά αναφορά στο φαινόμενο της ξηρασίας, χωρίς να σημαίνει ότι δεν υπάρχει ο κίνδυνος επανεμφάνισης αυτής και μάλιστα με μεγάλη ένταση (Μαμάσης & Κουτσογιάννης,2007). Θα πρέπει να τονιστεί ότι η Ελλάδα, εξαιτίας της θέσης της στον πλανήτη, είναι αρκετά επιρρεπής στην εκδήλωση ξηρασιών ανά τακτά χρονικά διαστήματα (Μπαλούτσος κ.α.,2007).

2.7 Τσουνάμι

Με την έννοια του τσουνάμι μπορεί να νοηθεί ένα θαλάσσιο φαινόμενο, το οποίο δημιουργείται κατόπιν της μετατοπίσεως μεγάλων ποσοτήτων νερού σε κάποιο υδάτινο σχηματισμό, όπως είναι ο ωκεανός, ή η θάλασσα, ή μια λίμνη. Εναλλακτικά για την περιγραφή του φαινομένου χρησιμοποιείται ο όρος παλιρροιακό κύμα ή θαλάσσιο σεισμικό κύμα. Ουσιαστικά, το φαινόμενο εκδηλώνεται υπό τη μορφή των κυμάτων, των οποίων η μέση ταχύτητα ξεπερνά τα 200 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, τεράστια ταχύτητα, λαμβάνοντας υπόψη ότι ξεπερνά το μισό της ταχύτητας του ήχου στην ατμόσφαιρα της Γης. Επίσης, το μήκος κύματος κυμαίνεται μεταξύ 50-400 χιλιομέτρων, ενώ το ύψος αυτών, μπορεί να είναι μερικά εκατοστά, φθάνοντας όμως ακόμα και τα 40 μέτρα (Camileri,2006). Ωστόσο, στην περιοχή που βρίσκεται κοντά στην ακτή, η ταχύτητα του κύματος περιορίζεται και κυμαίνεται σε 50-80km/h, με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος της ενέργειας να μεταφέρεται στο ύψος τους κύματος, καθώς επίσης και στα ισχυρά ρεύματα ύδατος τα οποία και δημιουργούνται. Τα πιο ισχυρά τσουνάμι συμβαίνουν στην περιοχή του Ειρηνικού Ωκεανού, ενώ άλλες περιοχές όπου έχουν εμφανιστεί τσουνάμι είναι ο Ινδικός Ωκεανός, η Μεσόγειος Θάλασσα, η περιοχή που βρίσκεται στον Βόρειο Ανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό, καθώς επίσης και η περιοχή της Καραβαϊκής θάλασσας (Cruz et al.,2011).

Στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στις ακτές, τα ισχυρά τσουνάμι δημιουργούν επιπτώσεις στις ανθρώπινες κοινότητες, όπως επίσης και σημαντικές μεταβολές στο φυσικό περιβάλλον. Όσον αφορά το ανθρωπογενές περιβάλλον, το τσουνάμι προκαλεί καταστροφές στην υποδομή που υπάρχει στην παράκτια ζώνη, στα κτίρια που βρίσκονται στην ίδια περιοχή, στις καλλιέργειες, καθώς επίσης και στα σκάφη, τα οποία πολλές φορές καταστρέφονται ολοσχερώς. Επίσης, είναι πιθανό εφόσον δεν υπάρξει η κατάλληλη προειδοποίηση να συνοδεύονται από θύματα, όπως για παράδειγμα ήταν το τσουνάμι στην Ιαπωνία το 2011, όπου υπήρξαν 15.000 νεκροί περίπου, 5.000 τραυματίες, αλλά και 8.000 περίπου αγνοούμενοι. Επίσης, όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, το τσουνάμι προκαλεί διάβρωση των εδαφών, καθώς επίσης και βλάβες στην χλωρίδα και την πανίδα της παράκτιας περιοχής (Cruz et al.,2011).

Εικόνα 19: Τσουνάμι στις ΗΠΑ έπειτα από σεισμό στην Ιαπωνία



Πηγή: CNN Greece (2017)

Ιδιαίτερα σημαντικό για την προστασία από το τσουνάμι είναι η πρόβλεψη, ωστόσο προκειμένου να γίνει αυτή ασφαλώς, θα πρέπει να υπάρχουν οι σχετικοί μη επανδρωμένοι σταθμοί παρακολούθησης, οι οποίοι θα βρίσκονται μακριά από την ξηρά. Πέρα από τις προειδοποιήσεις για να υπάρξει αποτελεσματική προστασία, θα πρέπει να υπάρχει σχετική ενημέρωση του πληθυσμού, τόσο για το ίδιο το φαινόμενο, όσο και για το πως θα πρέπει να συμπεριφερθεί σε ανάλογες καταστάσεις, καθώς και τι θα πρέπει να προσέξει. Επίσης, στις περιοχές όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης τσουνάμι, θα πρέπει να γίνονται μικροζωνικές μελέτες, προκειμένου να αποτυπώνεται με σαφήνεια ο ακριβής προσδιορισμός της γεωγραφικής διανομής του κινδύνου στην παράκτια ζώνη. Περαιτέρω, θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη συνεργασία μεταξύ των κεντρικών υπηρεσιών των κρατών και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, όπως επίσης και συνεργασία των κρατών που έρχονται αντιμέτωπα με το ίδιο ζήτημα. Θα πρέπει οι αρμόδιοι φορείς να είναι σε θέση να δράσουν άμεσα και να προστατέψουν αρχικά τις ανθρώπινες ζωές και όπου είναι εφικτό να

προστατέψουν και το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα επικαιροποιημένα σχέδια έκτακτης ανάγκης, τα οποία θα περιγράφουν αναλυτικά τις δράσεις και τον αναγκαίο συντονισμό των επιμέρους φορέων (Cruz et al.,2011).

Στην εικόνα 20 παρουσιάζονται οι συνέπειες από το τσουνάμι στο αεροδρόμιο στο Σεντάι της Ιαπωνίας το 2011.

Εικόνα 20: Συνέπειες από το τσουνάμι στο αεροδρόμιο στο Σεντάι



Πηγή: (Cruz et al.,2011)

2.8 Ηφαιστεια

Από τα περίπου 1.500 ενεργά ηφαιστεια που υπάρχουν σε παγκόσμιο επίπεδο, περισσότερα από 400 έχουν εκραγεί κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα έχει άμεση σχέση με την δομή των τεκτονικών πλακών, κάτι που διαπιστώνεται και από το γεγονός ότι τα περισσότερα ενεργά ηφαιστεια βρίσκονται κοντά στα όρια των πλακών. Ουσιαστικά, η σχέση αυτή υπάρχει, καθώς όταν βυθίζονται οι λιθοσφαιρικές πλάκες, αλληλεπιδρούν με άλλα γήινα υλικά στα όρια των πλακών, παράγοντας λειωμένους βράχους, οι οποίοι καλούνται μάγμα. Το μάγμα περιέχει μεγάλες ποσότητες διαλυμένων αερίων, υδρατμούς και μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, ενώ όταν εκρήγνυται στην επιφάνεια της γης αναφέρεται ως λάβα (Κυριακόπουλος,2014).

Εικόνα 21: Ηφαιστειο σε φάση έκρηξης



Πηγή: Η ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ (2019)

Η συνηθισμένη μορφή που έχει ένα ηφαίστειο είναι ένα βουνό, το οποίο έχει κωνικό σήμα, ενώ στις εκρήξεις του εκτοξεύει λάβα, πέτρες, στάχτη, καθώς επίσης και αέρια, τα οποία μπορεί να είναι είτε δηλητηριώδη, είτε όχι και εκτοξεύονται από τον κρατήρα του. Ωστόσο, ορισμένα άλλα ηφαίστεια έχουν ακανόνιστους θόλους λάβας, αντί για κεντρικό κρατήρα, ενώ από γεωλογικής πλευράς διακρίνονται δύο τύποι ηφαιστείων τα ασπιροειδή ηφαίστεια και τα στρωματοηφαίστεια. Θα πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν τα ενεργά ηφαίστεια και τα ηφαίστεια που είναι σβησμένα ή νεκρά. Στην πρώτη κατηγορία, το ηφαίστειο θεωρείται ενεργό όταν έχει καταγραφεί κάποια δραστηριότητα του κατά την διάρκεια των ιστορικών χρόνων, ενώ στην δεύτερη ένα ηφαίστειο μπορεί να θεωρηθεί ως σβησμένο ή νεκρό αν δεν υπάρχει καταγραφή δραστηριότητας κατά την διάρκεια των ιστορικών χρόνων. Ωστόσο, ένα σβησμένο ηφαίστειο δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί σε μελλοντικό χρόνο, ενώ μπορεί να δημιουργηθεί και ηφαίστειο σε περιοχή που δεν υπήρχε πριν (Λέκκας,2000).

Εικόνα 22: Ροή λάβας έπειτα από έκρηξη ηφαιστείου



Πηγή: Λέκκας (2000)

Σε διεθνές επίπεδο, περίπου πενήντα ή εξήντα ηφαίστεια εκρήγνυνται ετησίως, με τις περισσότερες εκρήξεις από αυτές να λαμβάνουν χώρα σε αραιοκατοικημένες περιοχές του κόσμου, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν εκτεταμένες οικονομικές βλάβες, αλλά ούτε και απώλειες ανθρώπινων ζωών. Ωστόσο, αν μια έκρηξη λάβει χώρα κοντά σε κατοικημένη περιοχή, τότε οι συνέπειες αυτής μπορεί να είναι καταστροφικές, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περίπου 500 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν κοντά σε περιοχές όπου υπάρχει ηφαίστεια. Χώρες όπου υπάρχουν πολλά ηφαίστεια κοντά σε κατοικημένες περιοχές είναι το Μεξικό, οι Φιλιππίνες, η Ινδονησία, ενώ ορισμένα ενεργά ηφαίστεια υπάρχουν και στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες (Ξηλοπαρκιώτης,1996).

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι ακραία καιρικά φαινόμενα εμφανίζονταν πάντοτε στην ανθρωπότητα, επιδρώντας σημαντική στην ανθρώπινη ζωή, αλλά και στις δραστηριότητες που ανέπτυξε ο άνθρωπος. Τα φαινόμενα αυτά παρουσιάζουν διαφορές από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή, τόσο στην εμφάνισή τους, όσο και στην έντασή τους, καθώς η εκδήλωσή τους ή μη, σχετίζεται από μια σειρά παραγόντων που άπτονται κυρίως των κλιματολογικών συνθηκών, της γεωγραφικής θέσης και άλλων παραγόντων. Όπως αναφέρθηκε και στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, στις Ηνωμένες Πολιτείες παρουσιάζονται πολλά από τα έντονα φαινόμενα, περισσότερο από ότι σε άλλες περιοχές, όπως για παράδειγμα οι σίφωνες.

Σίγουρα θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην προστασία του πληθυσμού και των υποδομών από τα φαινόμενα αυτά, κάτι το οποίο απαιτεί ακριβή πρόβλεψη, αλλά και συντονισμό των αρμόδιων υπηρεσιών, πολλές φορές όχι μόνο σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Παράλληλα, απαιτείται και εκτενές ενημέρωση του πληθυσμού για την εμφάνιση των φαινομένων αυτών, όπως επίσης και για τη συχνότητά τους, έτσι ώστε να είναι σε θέση να προστατευτεί ή να λάβει και τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία της περιουσίας του, όπως για παράδειγμα στις πλημμύρες.

Ωστόσο, πέρα από την αντιμετώπιση των ακραίων καταστάσεων, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην αντιμετώπιση των αιτιών που προκαλούν τα φαινόμενα αυτά ή τουλάχιστον ορισμένα από αυτά, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών εξαιτίας της επικείμενης κλιματικής αλλαγής έχουν αυξηθεί, είτε έχουν κάνει την εμφάνισή τους και σε περιοχές που μέχρι πρότινος δεν παρουσιάζονταν. Επομένως, θα πρέπει να στραφούν τα κράτη προς την εφαρμογή πρακτικών που θα συμβάλλουν στην ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής, έτσι ώστε η αύξηση της θερμοκρασίας της γης να ελαχιστοποιηθεί, προκαλώντας όσο το δυνατόν λιγότερα προβλήματα. Παράλληλα, έμφαση θα πρέπει να δοθεί σε έργα υποδομής, καθώς και στο σεβασμό του φυσικού περιβάλλοντος, έτσι ώστε να αποτραπούν φαινόμενα όπως πλημμύρες ή έντονες ξηρασίες. Ουσιαστικά, θα πρέπει οι παρεμβάσεις που κάνει ο άνθρωπος στη φύση να μην διαταράσσουν έντονα το φυσικό περιβάλλον, καθώς ενδέχεται στην περίπτωση που συμβαίνει κάτι τέτοιο να

προκληθούν πιο εύκολα ακραία καιρικά φαινόμενα. Για παράδειγμα, όταν δεν δίνεται η δέουσα προσοχή στον καθαρισμό των ρεμάτων, είτε όταν καλύπτονται ρέματα προκειμένου να επέλθει οικιστική ανάπτυξη, είναι πολύ πιθανό σε φαινόμενα έντονων βροχοπτώσεων να προκληθούν πλημμύρες, απειλώντας ακόμα και ανθρώπινες ζωές, πέρα από τις εκτεταμένες καταστροφές που μπορούν να προκαλέσουν.

Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να υπάρξει για τις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές, καθώς αυτές είναι περισσότερο ευάλωτες στις καταστροφές, παρουσιάζοντας αδυναμία αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών. Στην κατεύθυνση αυτή, θα μπορούσαν διεθνείς φορείς, όπως για παράδειγμα ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών να προβούν σε δράσεις που θα έχουν ως στόχο την ενίσχυση των περιοχών αυτών, τόσο σε οικονομικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο μεταφοράς τεχνογνωσίας, έτσι ώστε να είναι σε θέση και μόνες τους οι χώρες αυτές, να αντιμετωπίζουν ανάλογες καταστάσεις, χωρίς να συμβαίνουν απώλειες ανθρώπινων ζωών, αλλά και χωρίς να παρουσιάζονται προβλήματα στο ζήτημα των υποδομών, κάτι που επιδρά και στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των περιοχών αυτών. Ωστόσο, παρά τις όποιες ενέργειες, η ύπαρξη έντονων κοινωνικών ανισοτήτων, είτε στις ίδιες τις χώρες, είτε μεταξύ των διαφορετικών χώρων, όπως αναφέρθηκε άλλωστε στα πλαίσια της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, ενισχύει την τρωτότητα έναντι των φυσικών καταστροφών.

Όσον αφορά τη ναυτιλία και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, αυτά επιδρούν σημαντικά στις διαδρομές των πλοίων και για το λόγο αυτό θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερα μεγάλη σημασία στην πρόβλεψη αυτών, έτσι ώστε να μπορεί το πλοίο να πλέει με ασφάλεια, τόσο για το ανθρώπινο δυναμικό που το στελεχώνει, όσο και για τα εμπορεύματα που μεταφέρει, αλλά και για το φυσικό περιβάλλον. Στην κατεύθυνση αυτή, έρχεται να δώσει λύσεις η εξέλιξη της τεχνολογίας, με τις προβλέψεις να γίνονται ιδιαίτερα ακριβείς, ενώ την «εικόνα» αυτή μπορεί και λαμβάνει το πλήρωμα του πλοίου ανά πάσα στιγμή, έτσι ώστε να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες. Παράλληλα, στον τομέα της ναυτιλίας, θα πρέπει να υπάρχει τήρηση όλων των κανονισμών, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, οι οποίοι θέτουν στο επίκεντρο την ασφάλεια των ανθρώπων, των εμπορευμάτων και των υποδομών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

analitis.gr (2019). Τοπικά νέα: Ξεκίνησε η καταγραφή των ζημιών στα Τρίκαλα Ημαθίας μετά τις καταστροφές από ισχυρή ανεμοθύελλα. Διαθέσιμο στο: <http://analitis.gr/ksekinhse-h-katagrafh-twn-zhmiwn-sta-trikala-hmathias-meta-tis-katastrofes-apo-isxyrh> [01/03/2019].

Brock, F.V and Richardson, S.J. (2001). *Meteorological Measurement Systems*, Oxford University Press.

Camileri, D. (2006). Tsunami construction Risks in the Mediterranean-outlining Malta's scenario. *Disaster Prevention and Management*, 15(1), 146-162.

Colin, M. (2007). *Tropical Cyclone Climatology*. Natural Hurricane Center.

CNN Greece (2017). Θαλάσσια είδη από την Ιαπωνία έφθασαν στις ακτές των ΗΠΑ μετά το τσουνάμι. Διαθέσιμο στο: <https://www.cnn.gr/news/kosmos/story/99522/thalassia-eidi-apo-tin-iaponia-efthasan-stis-aktes-ton-hpa-meta-to-tsoynami-toy-2011> [01/03/2019].

European Union (2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*.

Cruz, A.M., Krausmann, E., Franchello, G. (2011). Analysis of tsunami impact scenarios at an oil refinery. *Natural Hazards*, 58, 141-162.

European Environmental Agency (2007). *Climate change: The cost of inaction and the cost of adaptation*. EEA Technical Report, No 13.

HANIA.news (2018). Καύσωνα-ξηρασία. Μία πόλη της Κρήτης στις 5 ελληνικές που βρίσκονται σε κίνδυνο!. Διαθέσιμο στο: <http://hania.news/2018/08/05/%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CF%89%CE%BD%CE%B1%CF%82-%CE%BE%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%AF%CE%B1-%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82/> [01/03/2019].

Hekman, W. (2010). *Handbook on emergency procedures*. ICOM / ICMS.

in.gr (2019). Καταστροφή στη Δυτική Αττική. Ασύλληπτη τραγωδία: Δεκαπέντε νεκροί στη Μάνδρα λόγω πλημμύρας. Διαθέσιμο στο: <https://www.in.gr/2017/11/15/greece/asyllipti-tragwdia-dekapente-nekroi-sti-mandra-logw-plimmyras/> [01/03/2019].

GREENAGENDA.gr (2018). Ημερίδα ΤΕΕ για Φυσικές Καταστροφές: Τι είπαν οι Επιστήμονες για Δασικές Πυρκαγιές, Πλημμύρες. Διαθέσιμο στο: <http://greenagenda.gr/%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B1-%CF%84%CE%B5%CE%B5-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AD%CF%82-%CF%84/> [01/03/2019].

Koninklijik Nederlands Meterologisch Instituut (2000). *Handbook for the Meteorological Observation*.

Kuglitsch, F.G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della Marta, P.M., Zerefos, C.S., Turkes, M., Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960, *Geographical Research Letters*, 37,1-5.

- La Houerou, H.L. (1996). Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environment*, 34, 133-85.
- Llsat, M.C. (2010). *High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database*. Advances in Geosciences.
- Milly, P.C.D. (2002). *Increasing risk of great floods in a changing climate*. NATURE.
- Mogil, M.H. (2007). *Extreme Weather*. New York: Black Leventhal Publisher.
- Natura Hellas (2019). *Εκτροπές ποταμών και άλλων ειδών Ινδίας, Πορτογαλίας, Ελλάδας*. Διαθέσιμο στο: http://naturahellas.blogspot.com/2014/11/blog-post_96.html [01/03/2019].
- Neakriti (2015). *Τυφώνας Κατρίνα: 10 χρόνια μετά*. Διαθέσιμο στο: <https://www.neakriti.gr/article/kosmos-nea/1261805/tyfwnas-katrina-10-xronia-meta/> [01/03/2019].
- Pistrika Aimilia, T. G. (2007, July). Flood Risk Assessment: A Methodological Framework.
- Ross, S. (1988). *Natural Hazards*. (Illustrated ed.) Nelson Thomas.
- Rozos, D. (2010). *Evaluation of Soil Erosion and Susceptibility*. Patra: Proceedings of the 12th International Congress.
- Tsakiris G., N. I. (2009). Critical Technical Issues on the EU Flood Directive. *European Water*.
- Varian, H. (2006). Recalculating the costs of global climate change. *The New York Times*.
- World Meteorological Organization (2008). *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*.
- Υποδομές (2019). *Ανάγκη για νέο φράγμα του Τάμεση στο Λονδίνο, κόστους δεκάδων δις ευρώ*. Διαθέσιμο στο: <https://www.ypodomes.com/index.php/all-news/item/24477-%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%B3%CE%BA%CE%B7-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%BD%CE%AD%CE%BF-%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%84%CE%AC%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CE%B4%CE%AF%CE%BD%CE%BF-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CE%B4%CE%B5%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CF%89%CE%BD-%CE%B4%CE%B9%CF%82-%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%8E> [01/03/2019].
- Διακάκης Μιχάλης, Π. Δ. (2011). *ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ*. ΑΘΗΝΑ: ΤΡΑΠΕΖΑ ΕΛΛΑΔΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2007, 11 6). ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Στρασβούργο.
- Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ (2018). *Σε κατάσταση φυσικής καταστροφής λόγω της ξηρασίας η Νότια Αφρική*. Διαθέσιμο στο: <http://www.kathimerini.gr/948483/article/epikairothta/kosmos/se-katastash-fysikhs-katastrofhs-logw-ths-3hrasias-h-notia-afrikh> [01/03/2019].
- Ζιακόπουλος, Δ. (2008). *Καιρός: Ο γιος της Γης και του Ήλιου. Τόμος II. Η Γνώση*. Ιδιωτική Έκδοση.

- Η ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ (2019). *Το «παιδί του Κρακατόα»*. Διαθέσιμο στο: <https://www.mixanitouxronou.gr/to-pedi-tou-krakatoa-echi-ipsos-305-metron-gemithike-meta-tin-ekrixi-tou-fonikou-ifestio-stin-indonesia-pou-prokalese-tsounami-ipsos-43-metron-ke-exontose-36-chiliades-anthropous-pos-alla/> [01/03/2019].
- Καλαμαράς, Ν. (2010). *Μετεωρολογικά Όργανα*. Αθήνα: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.
- Καραπιπερής, Λ. (1997). *Ναυτική Μετεωρολογία*. Αθήνα: Ευγενίδιο Ίδρυμα.
- Κυριακόπουλος, Κ. (2014). *Ηφαιστειολογία*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Λαζαρίδου-Αθανασιάδου, Μ. (2010). *Άνεμοι-Μάθημα Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας*. Δράμα: ΤΕΙ Καβάλας-Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος.
- Λέκκας, Α. (1997). *Μετεωρολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Έλλην.
- Λέκκας, Ε. (2000). *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*. Αθήνα.
- Μαμάσης, Ν. & Κουτσογιάννης, Δ. (2007). *Διαχείριση Υδατικών Πόρων – Ξηρασία*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Πολιτικών Μηχανικών-Τομέας Υδατικών Πόρων-Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων.
- Μπαλούτσος, Γ., Μπουρλέτσικας, Α., Γκούμα, Β. (2007). *Η Ξηρασία: Ένα επικίνδυνο ακραίο κλιματικό φαινόμενο με ιδιαιτερότητες στη διαχείριση του*. Αθήνα: Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων.
- Νερό Παντού! (2019). *Ο κύκλος του νερού*. Διαθέσιμο στο: <https://blogs.sch.gr/alagina/%CE%BF-%CE%BA%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D/> [01/03/2019].
- Ξηλοπαρκιώτης, Κ. (1996). Τηλεπισκόπηση ηφαιστειών από το διάστημα, *Περισκόπιο της Επιστήμης*, 1/7, 54.
- Παπαδόπουλος, Γ. (2000). *Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα: Αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών*. Αθήνα: ΙΩΝ.
- Προέδρου, Μ. (1998). *Τροπικοί κυκλώνες: Προκαλώντας καταστροφές σε όλο τον πλανήτη*. *Περισκόπιο της Επιστήμης*, τεύχος 215, 52-61.
- Σαπουντζάκη, Κ. & Δανδουλάκη, Μ. (2015). *Κίνδυνοι και Καταστροφές-Έννοιες και Εργαλεία Αξιολόγησης, Προστασίας, Διαχείρισης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Σέρελη-Χρονοπούλου, Α. & Φλοκάς, Α. (2010). *Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Ζήτη.
- Σιόλας, Α. & Περπερίδου, Δ-Γ. (2007). *Ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός, η Πρόληψη και η Αντιμετώπιση των Φυσικών Κινδύνων (Σεισμοί, Πλημμύρες, Πυρκαγιές)*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών-Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, Περιοχή Οικιστικών, Πολεοδομικών και Συγκοινωνιακών Θεμάτων.
- ΤΟ ΒΗΜΑ(2009). *Φονικές πλημμύρες στη Δυτική Αφρική*. Διαθέσιμο στο: <https://www.tovima.gr/2009/09/03/world/fonikes-plimmyres-sti-dytiki-afriki/> [01/03/2019].

Τράπεζα της Ελλάδος (2011). *Οικονομικές και Φυσικές Επιπτώσεις της Κλιματικής Μεταβολής στα Δάση και τα Δασικά Οικοσυστήματα της Ελλάδας*. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδος-Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.

Τσακίρη-Στρατή, Μ.Δ.Γ. (2011). Συμβολή της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην Πρόληψη και Καταγραφή Φυσικών Καταστροφών.