

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

‘Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου’

Κατεύθυνση : Διαχείριση Φυσικών & Ανθρωπογενών Καταστροφών

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ, ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΒΑΣΕΙ ΑΝΑΦΟΡΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΤΥΠΟΥ
ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

Διπλωματική εργασία της Όλγας Βλάχου

Οκτώβριος 2010

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

‘Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου’

Κατεύθυνση : Διαχείριση Φυσικών & Ανθρωπογενών Καταστροφών

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ, ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΒΑΣΕΙ ΑΝΑΦΟΡΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΤΥΠΟΥ
ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

Διπλωματική εργασία της Όλγας Βλάχου
Επιβλέπων Καθηγητής : Πέτρος Κατσαφάδος

Οκτώβριος 2010

Πίνακας περιεχομένων.

Πρόλογος	10
Περίληψη.....	11
Περίληψη στην Αγγλική	12
Εισαγωγή.....	13
1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ	
ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΙ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	21
1.1 Ορισμοί.....	21
1.2 Χωροχρονική κλίμακα εξέλιξης ατμοσφαιρικών φαινομένων	23
1.3 Αποτύπωση κλιματικών συνθηκών στον Ελλαδικό χώρο.....	24
1.3.1 Κλιματικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας.....	26
1.4 Τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα	28
1.4.1 Καύσωνας ή θερμή εισβολή.....	28
1.4.2 Ψυχρή εισβολή	30
1.4.3 Ισχυρές Βροχοπτώσεις / Καταιγίδες / Χαλαζόπτωση.....	32
1.4.4 Ανεμοστρόβιλοι και σίφωνες	36
1.4.5 Ομίχλη.....	38
1.4.6 Μεταφορά σκόνης	40
2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	42
2.1 Καταγραφές και συλλογή δεδομένων.....	42
2.2 Ανάπτυξη μεθοδολογίας	44
3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ.....	48
3.1 Συσχέτιση καιρικών φαινομένων με ανθρώπινα θύματα	48
3.2 Συσχέτιση καιρικών φαινομένων με υλικές ζημιές.....	49
3.3 Χρονική διακύμανση ακραίων καιρικών γεγονότων	50
3.4 Ακρότατες καταγεγραμμένες τιμές ανά φαινόμενο	55
3.5 Γεωγραφική κατανομή φαινομένων.....	59
3.5.1 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων καύσωνα	60
3.5.2 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων βροχόπτωσης	62
3.5.3 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων χιονόπτωσης.....	65
3.5.4 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων παγετού.....	68

3.5.5	Γεωγραφική κατανομή γεγονότων ισχυρών ανέμων.....	71
3.5.6	Γεωγραφική κατανομή γεγονότων που προκάλεσαν υλικές ζημιές και θύματα.....	73
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75
	Βιβλιογραφία.....	78
	Παράρτημα Ι : ΧΑΡΤΕΣ	81

Ευρετήριο εικόνων.

Εικόνα 1 Κατανομή των γεγονότων ανά κατηγορία, τύπο και πολιτεία, παρουσιάζοντας τις οικονομικές απώλειες για κάθε κατηγορία.....	14
Εικόνα 2 Χάρτης αποτύπωσης προεδρικών ανακοινώσεων καταστροφών στις ΗΠΑ.	15
Εικόνα 3 Καιρικά γεγονότα που οδήγησαν σε απώλειες μεταξύ 1960 και 2004 βασισμένα στην βάση δεδομένων SHELDUS (Version 4.2).....	16
Εικόνα 4 Οι 10 σημαντικότερες φυσικές καταστροφές στην Ελλάδα για την περίοδο 1900 με 2010 ταξινομημένη με βάση τον αριθμό των θανάτων	17
Εικόνα 5 Ευρωπαϊκή Βάση Δεδομένων Ακραίων Καιρικών Φαινομένων.....	18
Εικόνα 6 Μετρήσεις θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης.....	22
Εικόνα 7 Χρονικές κλίμακες προγνώσεων και φαινομένων.....	24
Εικόνα 8 Χωρική κατανομή της μέσης θερμοκρασίας (°C) κοντά στην επιφάνεια για την περίοδο 1990-2008.....	26
Εικόνα 9 Χωρική κατανομή της μέσης σχετικής υγρασίας (%) κοντά στην επιφάνεια για την περίοδο 1990-2008.....	27
Εικόνα 10 Χωρική κατανομή του δείκτη δυσφορίας της μέγιστης θερμοκρασίας για τον μήνα Ιούλιο της περιόδου 1990-2008.	28
Εικόνα 11 Αριθμός καταγεγραμμένων κεραυνών στην κεντρική και ανατολική Μεσόγειο, για περίοδο 6 μηνών	35
Εικόνα 12 Γεωγραφική κατανομή των ανεμοστροβίλων και σιφώνων στην Ελλάδα (Ιανουάριος 2000 – Σεπτέμβριος 2002)	37
Εικόνα 13 Χάρτης γεωδυναμικού ύψους και θερμοκρασίας ενός κλειστού χαμηλού (Closed low) στα 500 hPa στις 27 July 2002.....	38
Εικόνα 14 Ετήσια κατανομή των γεγονότων ομίχλης στο Διεθνές Αεροδρόμιο Θεσσαλονίκης για την περίοδο 1971-2005.....	39
Εικόνα 15 Κατανομή συχνοτήτων ελάχιστης ορατότητας για το σύνολο των γεγονότων ομίχλης την περίοδο 1971–2005.	40
Εικόνα 16 Απεικόνιση της θέσης των μετρητικών σταθμών.....	43
Εικόνα 17 Περίπτωση μεταφοράς Αφρικανικής Σκόνης στην Ελλάδα στις 17 Απριλίου 2005	46

Εικόνα 18 Περίπτωση μεταφοράς Αφρικανικής Σκόνης στην Ελλάδα στις 29 Μαρτίου 2007	47
--	----

Ευρετήριο πινάκων.

Πίνακας 1 Ημέρες με τις υψηλότερες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες	55
Πίνακας 2 Ημέρες με τις χαμηλότερες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες	56
Πίνακας 3 Ημέρες με τις υψηλότερα καταγεγραμμένα ύψη βροχής (24ωρου)	57
Πίνακας 4 Ημέρες με τις υψηλότερες καταγεγραμμένες ταχύτητες ανέμου	58
Πίνακας 5 Ετήσια κατανομή γεγονότων μεταφοράς αφρικανικής σκόνης.....	59
Πίνακας 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης	64
Πίνακας 7 Κατηγοριοποίηση γεγονότων χιονόπτωσης	66

Ευρετήριο γραφημάτων.

Γράφημα 1 Διάγραμμα ροής εργασιών για τη συλλογή δεδομένων	44
Γράφημα 2 Συνολικός αριθμός θυμάτων ανά καιρικό φαινόμενο την περίοδο 1980-2009 .	48
Γράφημα 3 Αριθμός αναφορών ανά καιρικό φαινόμενο που προκάλεσαν σοβαρές υλικές ζημιές, την περίοδο 1980-2009	50
Γράφημα 4 Ετήσια κατανομή αναφορών καύσωνα.....	50
Γράφημα 5 Ετήσια κατανομή αναφορών έντονης βροχόπτωσης.....	51
Γράφημα 6 Ετήσια κατανομή αναφορών χιονόπτωσης.....	52
Γράφημα 7 Ετήσια κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης	53
Γράφημα 8 Ετήσια κατανομή αναφορών παγετού	53
Γράφημα 9 Ετήσια κατανομή αναφορών ισχυρών ανέμων	54
Γράφημα 10 Ετήσια κατανομή αναφορών ανεμοστροβίλων.....	54

Ευρετήριο χαρτών.

Χάρτης 1 Γεωγραφική κατανομή αναφορών καύσωνα.....	60
Χάρτης 2 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων καύσωνα.	61
Χάρτης 3 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων καύσωνα.....	62
Χάρτης 4 Γεωγραφική κατανομή αναφορών βροχόπτωσης.	63
Χάρτης 5 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων βροχόπτωσης.....	63
Χάρτης 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης ανάλογα με το αθροιστικό ύψος βροχής 24ωρου.....	64
Χάρτης 7 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χιονόπτωσης.	65
Χάρτης 8 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.....	66
Χάρτης 9 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.....	67
Χάρτης 10 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης.....	67
Χάρτης 11 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χαλαζόπτωσης.....	68
Χάρτης 12 Γεωγραφική κατανομή αναφορών παγετού.....	69
Χάρτης 13 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων παγετού.....	70
Χάρτης 14 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων παγετού.....	70
Χάρτης 15 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων ισχυρών ανέμων.....	71
Χάρτης 16 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων ισχυρών ανέμων.....	72
Χάρτης 17 Γεωγραφική κατανομή αναφορών ανεμοστρόβιλων.	72
Χάρτης 18 Γεωγραφική κατανομή αριθμού αναφερόμενων θυμάτων λόγω καιρικών φαινομένων.	73
Χάρτης 19 Γεωγραφική κατανομή αναφορών υλικών ζημιών λόγω καιρικών φαινομένων.	74

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια γεωγραφικής κατανομής των επιπτώσεων στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια (1980-2009).

Στις μέρες μας γίνονται πολλές αναφορές στις επιπτώσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων σε όλο τον κόσμο. Στην Ελλάδα ολοένα και περισσότερο αναγνωρίζεται η ανάγκη λήψης μέτρων για την πρόληψη των επιπτώσεων από καιρικά φαινόμενα. Το 2009, το Υπουργείο Χωροταξίας, Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων, διαχώρισε τις αρμοδιότητες σχετικά με το περιβάλλον και δημιουργήθηκε το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής, καταδεικνύοντας έτσι την ανάγκη εναρμόνισης των ελληνικών πολιτικών στην έρευνα για την κλιματική αλλαγή.

Στην προσπάθεια έρευνας και μελέτης για την συγγραφή αυτής της διπλωματικής εργασίας ήμουν ιδιαίτερα τυχερή για την στήριξη που είχα από ορισμένους ανθρώπους τους οποίους θα ήθελα να τους ευχαριστήσω θερμά:

Ο εμπνευστής της ιδέας για την εργασία αυτή και επιβλέπων καθηγητής κ.Πέτρος Κατσαφάδος, Λέκτορας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, υπήρξε ο καθοδηγητής μου στην προσπάθεια αυτή και μου παρείχε πολύτιμη επιστημονική και ηθική στήριξη.

Ιδιαίτερα πολύτιμη υπήρξε η βοήθεια της κ.Αναστασίας Παπακρίβου, που είναι Τμηματάρχης Προγνώσεων στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, η οποία συνεργάστηκε μαζί μου στο επίπονο κομμάτι της συλλογής των δεδομένων.

Καθοριστική ήταν η συμβολή του κ.Σταμάτη Καλογήρου, Λέκτορα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος παραχώρησε μεγάλο κομμάτι από τον χρόνο του και ουσιαστικά με βοήθησε στην εκμάθηση του προγράμματος ArcGis (ArcMap) και την παραγωγή των θεματικών χαρτών της εργασίας αυτής.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, που μου άνοιξαν ένα μεγάλο παράθυρο στην επιστημονική γνώση σχετικά με τις Φυσικές και Ανθρωπογενείς Καταστροφές.

Περίληψη

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι επηρεάζουν καθημερινά ολόένα και περισσότερες περιοχές της γης και για τον λόγο αυτό είναι διαρκώς στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος όλων των ανθρώπων. Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής των ελλήνων και κυρίως η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού κατοίκων στα αστικά κέντρα, δημιουργεί την ανάγκη μελέτης της επίδρασης των καιρικών φαινομένων – ιδιαίτερα των ακραίων - στις οικονομικές και κοινωνικές τους δραστηριότητες.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην διερεύνηση των ακραίων καιρικών φαινομένων που αναφέρθηκαν στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια (1980-2009), τα οποία προκάλεσαν δυσμενείς επιπτώσεις λόγω της σφοδρότητας τους ή λόγω της ανετοιμότητας της πολιτείας να τα διαχειριστεί. Όλα τα καταγραφόμενα γεγονότα έχουν αναλυθεί σύμφωνα με το είδος (καύσωνας, παγετός κλπ) και ανάλογα με το έτος εμφάνισής τους προκειμένου να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων που περιλαμβάνει τις συνέπειες του γεγονότος τόσο σε οικονομικές ζημιές όσο και σε ανθρώπινες ζωές. Επιπλέον, προστίθενται στη βάση δεδομένων τα αρχεία των ακραίων καιρικών γεγονότων από διάφορες πηγές όπως η Ελληνική Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Τα είδη των καταγραφόμενων γεγονότων ομογενοποιήθηκαν και αντιστοιχίστηκαν με τις μετρήσεις από τον πιο κοντινό μετεωρολογικό σταθμό επιφανείας, προκειμένου να καθοριστούν οι φυσικές ή ανθρωπογενείς αιτίες του γεγονότος.

Μετά από ενδελεχή επεξεργασία όλων των δεδομένων που συλλέχτηκαν, γίνεται προσπάθεια συγκεντρωτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής με την μορφή γραφημάτων και πινάκων καθώς και απεικόνισης των δεδομένων στον χώρο υπό μορφή θεματικών χαρτών.

Τέλος, γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης των αποτελεσμάτων και κατανόησης των επιπτώσεων των ακραίων καιρικών γεγονότων στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια. Η ανάλυση περιλαμβάνει τις επιπτώσεις των γεγονότων καύσωνα, των έντονων βροχοπτώσεων, χιονοπτώσεων, χαλαζοπτώσεων, καθώς και του παγετού και των ισχυρών ανέμων, που αφορούν την χρονική και την γεωγραφική τους κατανομή. Συμπερασματικά, οι νομοί Αττικής και Θεσσαλονίκης, καθώς και οι περιοχές της Λάρισας και της Ηλείας φαίνεται πως συχνότερα εκτίθενται σε ακραία καιρικά φαινόμενα και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στους ανθρώπους και στις υποδομές.

Περίληψη στην Αγγλική

Extreme weather events are of great interest since they affect every day more and more areas of the world. Changes in lifestyle of the Greeks and especially the concentration of a large number of residents in urban areas are creating the need to study the impact of weather events - particularly the extreme events - in economic and social activities.

This paper study on the investigation of extreme weather events reported in Greece in the last 30 years (1980-2009), that caused adverse effects because of their severity or because of the lack in preparedness and management procedures of the state. The entire recorded events have been analysed according to the type (heatwave, ice, etc.) and depending on the year of their appearance in order to create a database that includes the consequences of the event in both economic damage and human lives. Furthermore, records of extreme weather events from various sources such as the Hellenic National Meteorological Service and the National Observatory of Athens are being added to the database.

The various types of recorded events have been homogenized and matched with measurements from the closest surface meteorological station in order to determine the physical or anthropogenic causes of the event.

After thorough processing of all data collected, the results of this study are being presented in the form of graphs, tables and thematic maps.

In order to understand the impacts of extreme weather events in Greece over the past 30 years an effort to analyse the results has been made. The analysis includes the impact of heat-waves, heavy rain, snow, hail, ice and strong winds events during the period 1980-2009 and their geographical distribution. The prefectures of Attica and Thessalonica, as well as the areas of Larissa and Ilia exhibit high frequency of extreme weather events and significant impacts on the population and the infrastructure.

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα ακραία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των κοινωνικών ανησυχιών. Απλοί πολίτες και κυβερνώντες ενδιαφέρονται για την εμφανή αύξηση της συχνότητας των καιρικών και κλιματικών φαινομένων που προκαλούν ακραίες και σε ορισμένες περιπτώσεις καταστροφικές επιπτώσεις.

Τα ακραία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα αποτελούν μια σημαντική πηγή κινδύνου για όλες τις ανθρώπινες κοινωνίες. Για τον λόγο αυτό, είναι επιτακτική ανάγκη για περισσότερη έρευνα για τα φαινόμενα αυτά. Διάφορες κοινωνικές αλλαγές, όπως η αύξηση του πληθυσμού στις παράκτιες και τις αστικές περιοχές και οι όλο και πιο πολύπλοκες υποδομές, εντείνουν την τρωτότητά τους σε τέτοια φαινόμενα, σε σχέση με το παρελθόν. Επιπλέον, οι ιδιότητες των ακραίων καιρικών και κλιματικών φαινομένων είναι πιθανόν να αλλάξουν τον εικοστό πρώτο αιώνα, λόγω της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής.¹

Πολλοί οργανισμοί ασχολούνται με την παρουσίαση και ανάλυση καιρικών και κλιματικών δεδομένων, με στόχο την συσχέτιση των τιμών αυτών με το κλίμα. Το Εθνικό Κέντρο Κλιματικών Δεδομένων των ΗΠΑ (National Climatic Data Center - NCDC) είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση και διαχείριση κλιματικών δεδομένων. Κάθε μήνα το NCDC παρέχει εκτεταμένη ανάλυση παγκόσμιων και τοπικών δεδομένων θερμοκρασίας και υετού για να προσδιορίσει την παρούσα κατάσταση του κλίματος. Ο εντοπισμός και η αξιολόγηση ακραίων καιρικών φαινομένων αποτελεί μέρος αυτής της προσπάθειας. Στην ιστοσελίδα του Κέντρου² αποτυπώνονται τέτοια γεγονότα και παρέχεται πρόσβαση σε εικόνες, περιγραφή, στατιστικά δεδομένα και άλλες λεπτομέρειες πληροφορίες για κάθε γεγονός.

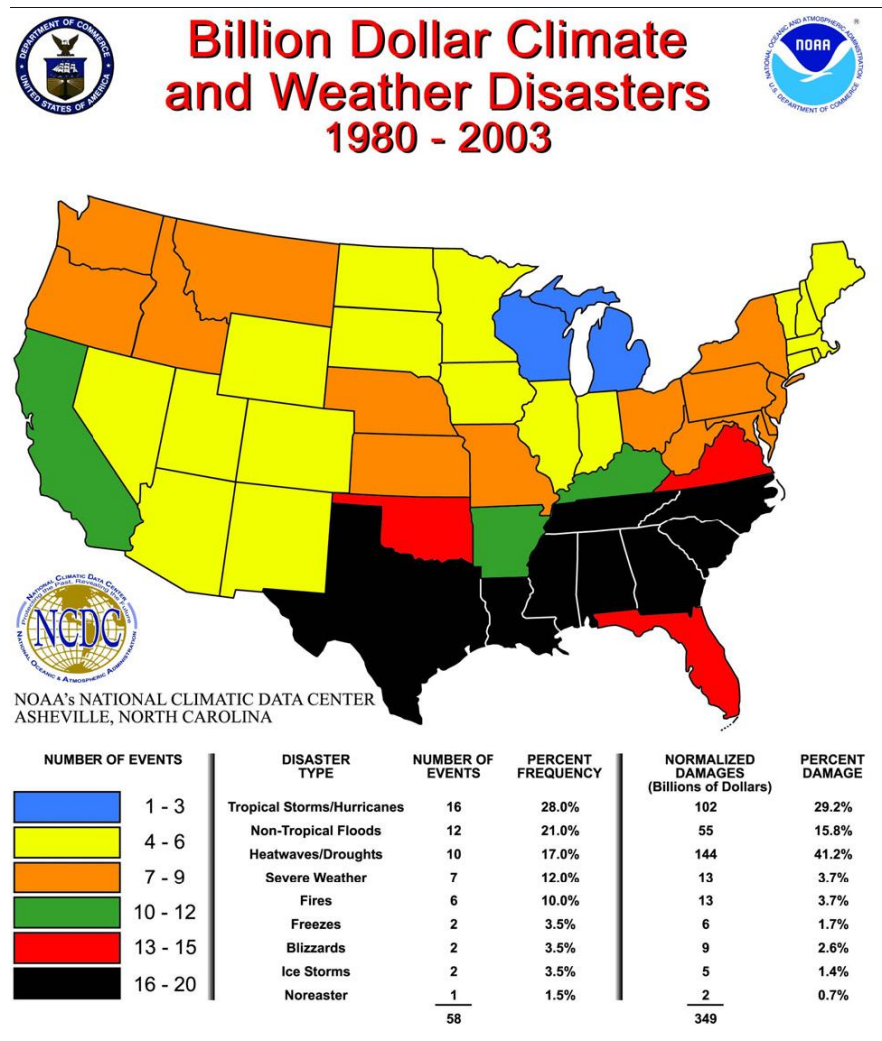
Μια από τις τεχνικές εκθέσεις του NCDC³ εστιάζει στα ακραία καιρικά φαινόμενα που προκάλεσαν πάνω από 1 δισεκατομμύριο δολάρια οικονομικές απώλειες στις ΗΠΑ και παρέχει διασυνδέσεις με σχετικές εκθέσεις που καταγράφουν αυτά τα δεδομένα. Κατά τη διάρκεια 1980 με 2003, γίνεται καταγραφή 58 τέτοιων καιρικών καταστροφών και παρέχεται η κλιματολογία αυτών, οι ζημιές και οι απώλειες ανθρώπινων ζωών που

¹ Diaz H. and Murnane R. (ed.), (2008), *Climate Extremes and Society*, Published by Cambridge University Press

² NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), National Climatic Data Center, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010 στην Ιστοσελίδα: <http://www.ncdc.noaa.gov/extremes.html>

³ Ross T. and Lott N. (2003) "A climatology of 1980-2003 extreme weather and climate events", National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina, Technical Report 2003-US Department of Commerce, NOAA/ NESDIS, , NC 28801-5696, December 2003

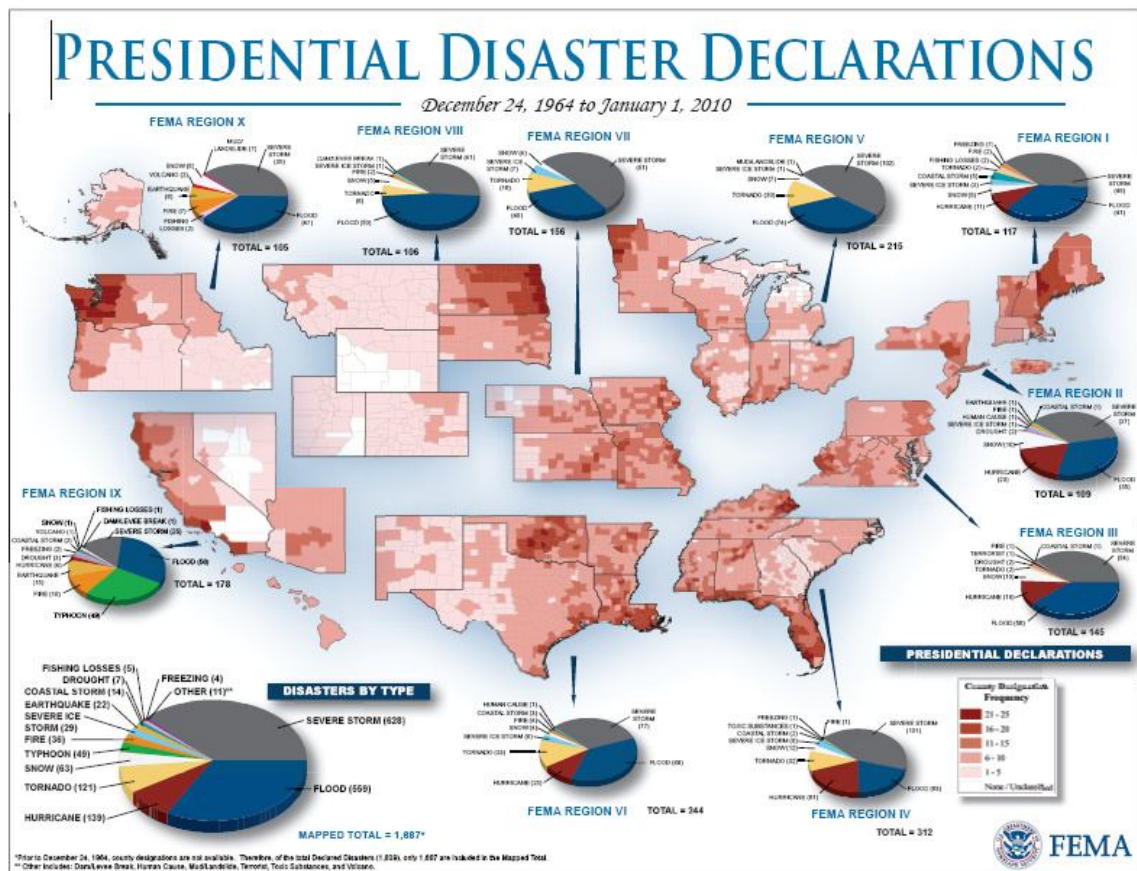
προκλήθηκαν. Γίνεται αναφορά των φαινομένων σε χρονολογική σειρά και έπειτα στατιστική ανάλυσή τους με την μορφή διαγραμμάτων και αποτύπωση των αποτελεσμάτων σε χάρτες.



Εικόνα 1 Κατανομή των γεγονότων ανά κατηγορία, τύπο και πολιτεία, παρουσιάζοντας τις οικονομικές απώλειες για κάθε κατηγορία

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν επιπλέον πηγές στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (National Weather Service των ΗΠΑ), την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Έκτακτων Καταστάσεων (Federal Emergency Management Agency - FEMA) και άλλες υπηρεσίες των ΗΠΑ.

Στην ιστοσελίδα της FEMA, υπάρχουν χάρτες οι οποίοι αποτυπώνουν ιστορικές καταστροφές στις Η.Π.Α. βάσει προεδρικών ανακοινώσεων⁴. Ο πιο πρόσφατος είναι ο παρακάτω:



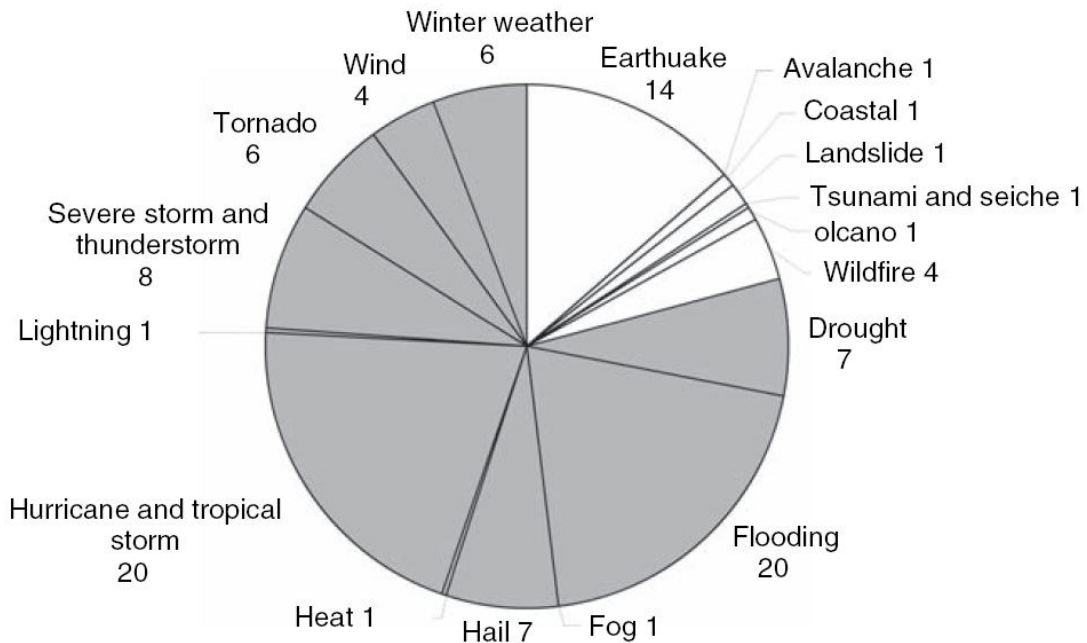
Εικόνα 2 Χάρτης αποτύπωσης προεδρικών ανακοινώσεων καταστροφών στις ΗΠΑ.⁴

Στην Εικόνα 2, είναι χαρακτηριστικό πως σε όλες της περιοχές των ΗΠΑ ο μεγαλύτερος αριθμός καταστροφών από τον Δεκέμβριο 1964 έως τον Ιανουάριο του 2010 προέρχεται από έντονες βροχοπτώσεις (severe storm) που απεικονίζονται με γκρι χρώμα και από πλημμύρες (flood) με μπλε χρώμα.

Το πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας (University of South Carolina) διαθέτει Εργαστήριο Έρευνας Κινδύνων (Hazards Research Lab), το οποίο ανέπτυξε τη Βάση Χωρικών Δεδομένων Επικίνδυνων Φαινομένων και Απωλειών των ΗΠΑ (Spatial Hazard Events and Losses Database for the United States –SHELDUS). Σήμερα, η SHELDUS (στην ιστοσελίδα www.sheldus.org) διαθέτει πάνω από 40.000 εγγραφές γεγονότων. Αυτή η βάση δεδομένων παρέχει πληροφορίες απωλειών για 18 διαφορετικούς τύπους κινδύνων

⁴ FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) Mapping and Analysis Center, Historical Presidential Declarations, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: <http://www.gismaps.fema.gov/historical.pdf>

(όπως πλημμύρες, καταιγίδες, χιονοπτώσεις, κ.α.). Τα στοιχεία προέρχονται από Εθνικούς οργανισμούς των ΗΠΑ (National Geophysical Data Center, National Hurricane Center, Storm Prediction Center, in Norman, Oklahoma, US Geological Survey), μεγάλες εφημερίδες και άλλες πηγές. Κάθε εγγραφή διαθέτει τις απώλειες, τους τραυματισμούς, τις καταστροφές περιουσιών και αγροτικής παραγωγής, καθώς και την έναρξη και λήξη του γεγονότος. Επίσης ταξινομεί τα γεγονότα ανά τοποθεσία εμφάνισης τους.



Εικόνα 3 Καιρικά γεγονότα που οδήγησαν σε απώλειες μεταξύ 1960 και 2004 βασισμένα στην βάση δεδομένων SHELDUS (Version 4.2).¹

Στην Εικόνα 3 παρατηρείται η σοβαρότητα των καιρικών φαινομένων, λόγω των απωλειών που προκαλούνται από αυτά. Από όλα τα φαινόμενα περισσότερο οι τυφώνες, οι τροπικές καταιγίδες και οι πλημμύρες προκάλεσαν απώλειες μεταξύ 1960 με 2004 στις ΗΠΑ.

Από το 1988 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας μαζί με το κέντρο για την έρευνα επιδημιολογικών καταστροφών (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED) διατηρεί τη βάση δεδομένων Emergency Events Database EM-DAT. Ο κύριος σκοπός της βάσης είναι η υποβοήθηση της ανθρωπιστικής δράσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Διαθέτει δεδομένα 18.000 καταστροφών στον κόσμο από το 1900 ως σήμερα. Οι πηγές της είναι υπηρεσίες των Ηνωμένων Εθνών, ασφαλιστικές εταιρείες, ερευνητικά κέντρα και δημοσιογραφικά κέντρα. Η βάση δεδομένων EM-DAT, περιέχει στοιχεία και για την Ελλάδα από το 1900 μέχρι σήμερα. Στην Εικόνα 4 φαίνεται πως μεγαλύτερη φυσική

καταστροφή στην Ελλάδα με βάση των αριθμό των ανθρώπινων απωλειών είναι ο καύσωνας του 1987.

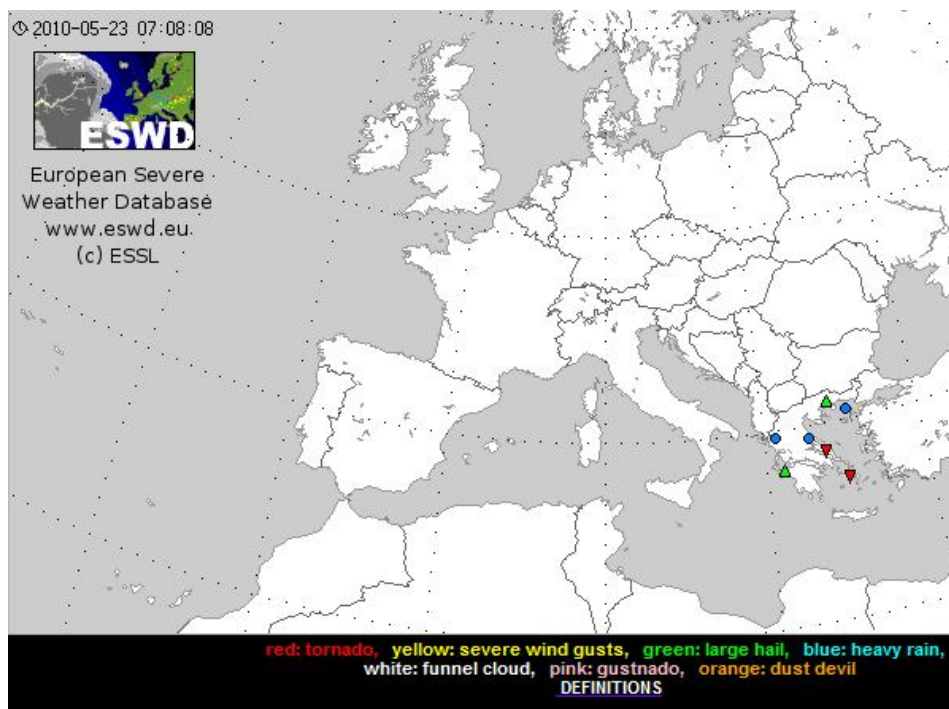
Top 10 Natural Disasters in Greece for the period 1900 to 2010 sorted by numbers of killed:		
Disaster	Date	No Killed
Extreme temperature	20-Jul-1987	1,000
Earthquake (seismic activity)	Aug-1953	455
Earthquake (seismic activity)	7-Sep-1999	143
Earthquake (seismic activity)	1928	103
Wildfire	24-Aug-2007	67
Extreme temperature	3-Jul-1988	56
Earthquake (seismic activity)	20-Jun-1978	50
Volcano	Jul-1956	48
Earthquake (seismic activity)	Jun-1979	48
Storm	Mar-1987	48

Εικόνα 4 Οι 10 σημαντικότερες φυσικές καταστροφές στην Ελλάδα για την περίοδο 1900 με 2010 ταξινομημένη με βάση τον αριθμό των θανάτων⁵

Μια βάση δεδομένων με ακραία καιρικά γεγονότα διαθέτει και το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Ισχυρών Καταιγίδων (European Severe Storms Laboratory –ESSL: www.essl.org), του οποίου σκοπός είναι η έρευνα ισχυρών καταιγίδων και ακραίων καιρικών γεγονότων σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η λειτουργία βάσης δεδομένων ακραίων καιρικών φαινομένων (Ιστοσελίδα: www.essl.org/ESWD/), και η υποστήριξη και οργάνωση Ευρωπαϊκών συνεδρίων σχετικών με ισχυρές καταιγίδες (Ιστοσελίδα: www.essl.org/ECSS). Στους σκοπούς του εργαστηρίου δεν περιλαμβάνονται προβλέψεις ή προειδοποιήσεις καιρού, γιατί οι υπηρεσίες αυτές παρέχονται από τις Μετεωρολογικές Υπηρεσίες της Ευρώπης. Το Εργαστήριο αυτό είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός έρευνας κάτω από γερμανική νομοθεσία. Στη βάση δεδομένων του οργανισμού αυτού καταγράφονται τα εξής καιρικά γεγονότα: αμμοσίφωνες, ισχυρές ριπές ανέμου, χαλάζι μεγάλου μεγέθους, ισχυρή βροχόπτωση, ανεμοστρόβιλοι. Οι χρήστες της ιστοσελίδας αυτής μπορούν να αναφέρουν

⁵ EM-DAT, INTERNATIONAL DISASTER DATABASE, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010, στην Ιστοσελίδα: <http://www.emdat.be/result-country-profile>

τέτοια γεγονότα και έπειτα αυτά επιβεβαιώνονται από τον οργανισμό. Για την Ελλάδα υπάρχουν περίπου 300 αναφορές χρηστών από το 1996 μέχρι το 2009, από τις οποίες μόνο 7 έχουν επιβεβαιωθεί πλήρως.



Εικόνα 5 Ευρωπαϊκή Βάση Δεδομένων Ακραίων Καιρικών Φαινομένων⁶

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας (World Meteorological Organization - WMO) λειτουργεί υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών. Στην συγκεκριμένη περίπτωση των καιρικών και κλιματικών κινδύνων, που εκπροσωπούν το 90% όλων των φυσικών καταστροφών, ο WMO παρέχει σημαντικές πληροφορίες και προειδοποιήσεις για τις ζημιές στις ανθρώπινες ιδιοκτησίες και στο περιβάλλον. Στην ευρωπαϊκή διάσταση του WMO βρίσκεται η υπηρεσία METEOALARM. Στην ιστοσελίδα www.meteoalarm.eu παρέχονται πληροφορίες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση ακραίων καιρικών φαινομένων που αναμένονται να συμβούν σε κάποια περιοχή της Ευρώπης. Εκεί, το Δίκτυο Ευρωπαϊκών Μετεωρολογικών Υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων και η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY), προειδοποιεί για πιθανή εμφάνιση έντονων καιρικών φαινομένων, όπως έντονη βροχόπτωση με κίνδυνο πλημμυρών, έντονες καταιγίδες, θυελλώδεις άνεμοι, καύσωνες, ομίχλες, χιόνι ή ακραίο ψύχος με χιονοθύελλα. Επίσης, προειδοποιεί για κινδύνους που προκαλούνται από έντονα καιρικά φαινόμενα όπως χιονοστιβάδες, πυρκαγιές δασών και έντονα παλιρροιακά παράκτια φαινόμενα.

⁶ EUROPEAN SEVERE STORMS LABORATORY, EUROPEAN SEVERE WEATHER DATABASE, Εύρεση στις 22 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: <http://www.essl.org/ESWD/>

Μεταβαίνοντας σε μία περιοχή μιας χώρας εμφανίζονται πιο λεπτομερείς πληροφορίες γι' αυτά τα επικίνδυνα φαινόμενα, όπως η αναμενόμενη χρονική περίοδος για την παρουσία οποιουδήποτε φαινομένου, και επιπλέον πληροφορίες όπως η έντασή του (π.χ. αναμενόμενα ποσά χιονόπτωσης). Σε αυτό το επίπεδο οι εικόνες θα είναι ταυτόσημες με το φαινόμενο και τους πιθανούς κινδύνους που συνδέονται με αυτό. Η ιστοσελίδα www.meteoalarm.eu προσφέρει τη δυνατότητα πληροφόρησης για έντονα φαινόμενα για τις επόμενες 48 ώρες. Στο Δίκτυο Ευρωπαϊκών Μετεωρολογικών Υπηρεσιών, εκπροσωπεί την Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία - ΕΜΥ, η οποία παρέχει την έγκαιρη προειδοποίηση για πιθανή εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων. Εκδίδει έκτακτα δελτία, δίνει εικόνες ραντάρ και εικόνες δορυφόρου για την ενημέρωση των Ελλήνων πολιτών και των δημοσίων υπηρεσιών.

Επίσης το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών - ΕΑΑ, παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον παρόντα καιρό, αλλά διαθέτει και αρχείο καταγραφής ιδιαίτερων καιρικών φαινομένων μιας και εκδίδει μηνιαίο δελτίο μετεωρολογικών παραμέτρων, και μέσω αυτού αναλύει καιρικά δεδομένα.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει βάση δεδομένων η οποία να παρέχει πληροφορίες της χωροχρονικής κατανομής των καταστροφών από ακραία καιρικά φαινόμενα για εκτεταμένη χρονική περίοδο. Η ανάγκη για καταγραφή και ανάλυση των καιρικών συμβάντων που προκάλεσαν δυσμενείς επιπτώσεις στην χώρα μας εμφανίζεται επιτακτική. Χρειάζεται η καταγραφή ιστορικών γεγονότων που προκάλεσαν αισθητές επιπτώσεις σε ελληνικές περιοχές, έτσι ώστε να αιτιολογηθούν οι καταστροφές που κοστίζουν όχι μόνο σε οικονομικό επίπεδο, αλλά και σε ανθρώπινες ζωές. Επίσης, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό εάν οι καταστροφές που προκαλούνται από καιρικά γεγονότα είναι αποτέλεσμα ακραίων τιμών μετεωρολογικών μεταβλητών (φυσικό αίτιο) όπως τα μεγάλα ποσά υετού (π.χ. πλημμύρες), υψηλές ταχύτητες ανέμου (π.χ., κυκλώνες), υψηλές θερμοκρασίες (π.χ., τα κύματα καύσωνα), κλπ ή προέρχονται από μεταβολές στις ανθρώπινες υποδομές και δραστηριότητες (ανθρωπογενές αίτιο).

Στην συγκεκριμένη εργασία γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστούν με συνοπτικό τρόπο τα εντονότερα καιρικά γεγονότα στην Ελλάδα των τελευταίων 30 ετών, από το 1980 μέχρι το 2009, και οι στόχοι που θέτονται με αυτή, είναι:

- η καταγραφή και ταξινόμηση από αξιόπιστες πηγές των ακραίων καιρικών γεγονότων και των επιπτώσεων τους στον Ελλαδικό χώρο,
- η ποσοτικοποίηση, όπου είναι δυνατόν της έντασης των φαινομένων αυτών,
- η χαρτογράφηση της εκδήλωσης των φαινομένων, καθώς και

- η διερεύνηση της χωροχρονικής μεταβλητότητας των φαινομένων ανά περιοχή της Ελλάδας.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με βάση δημοσιευμένες επιπτώσεις των καιρικών συμβάντων, τόσο σε ανθρώπινες ζωές όσο και σε υλικές ζημιές. Ο έλεγχος αξιοπιστίας των δεδομένων έγινε με βάση τα στοιχεία μετεωρολογικών παραμέτρων πλησιέστερων μετεωρολογικών σταθμών.

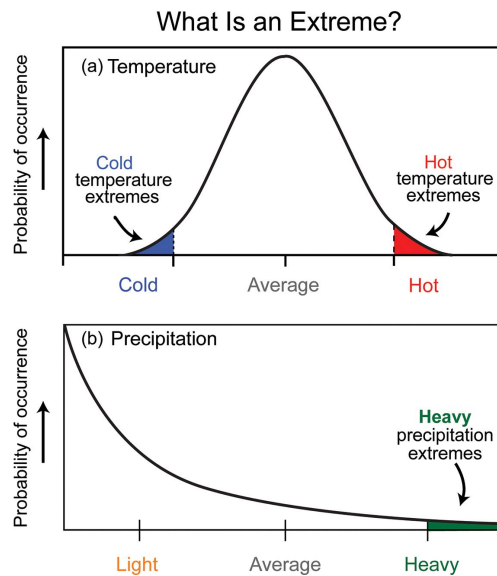
Τα συμπεράσματα της έρευνας αυτής αναμένεται να δώσουν μια πρώτη εικόνα έντασης και διασποράς καιρικών καταστροφικών γεγονότων στην Ελλάδα. Η αναγνώριση και κατανόηση της χωρικής τρωτότητας ελληνικών περιοχών είναι πολύ σημαντική για την εθνική οικονομία, την καθοδήγηση κυβερνητικών πολιτικών και τον σχεδιασμό μελλοντικών ενεργειών για προσαρμογή της ελληνικής κοινωνίας στις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΙ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

1.1 Ορισμοί

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι γενικά εύκολα αναγνωρίσιμα αλλά είναι δύσκολο να οριστούν. Πρώτον, διότι δεν υπάρχει ένας ενιαίος ορισμός για το τι σημαίνει η λέξη «ακραίο», αφού διάφοροι ορισμοί χρησιμοποιούνται. Δεύτερον η έννοια της «ακρότητας» είναι σχετική και εξαρτάται από το πλαίσιο που το θέτουμε. Τρίτον, οι λέξεις «έντονο», «σπάνιο», «ακραίο» και «με υψηλό αντίκτυπο» συχνά χρησιμοποιούνται αδιακρίτως.¹

- **«Έντονα φαινόμενα - Severe events»** θεωρούνται τα φαινόμενα που δημιουργούν μεγάλες απώλειες σε μετρήσιμα μεγέθη όπως ο αριθμός των ζώων, το οικονομικό κεφάλαιο, ή την ποιότητα του περιβάλλοντος (π.χ., η απώλεια των ειδών). Η ένταση μπορεί να μετράται από την αναμενόμενη μακροπρόθεσμη απώλεια, η οποία είναι γνωστή ως επικινδυνότητα. Η επικινδυνότητα εξαρτάται από το προϊόν της πιθανότητας του γεγονότος (τον κίνδυνο), την έκθεση στους κινδύνους (π.χ. πόσα άτομα εκτίθενται), καθώς και την τρωτότητα (δηλαδή, το κατά πόσο θα εμφανισθεί βλάβη όταν κάποιος πλήττεται από το γεγονός). Με άλλα λόγια, η σοβαρότητα είναι μια λειτουργία όχι μόνο του μετεωρολογικού κινδύνου αλλά και της ανθρώπινης κατάστασης.¹
- **«Σπάνια φαινόμενα - Rare events»** θεωρούνται τα φαινόμενα που έχουν μικρή πιθανότητα εμφάνισης. Εξαιτίας της σπανιότητας αυτών των φαινομένων, οι ανθρώπινες κοινωνίες (και τα οικοσυστήματα) συχνά δεν είναι καλά προσαρμοσμένες σε αυτές και έτσι υφίστανται μεγάλα ποσά ζημίας, όταν συμβαίνουν. Ως εκ τούτου, παρά την σπανιότητά τους, η μεγάλη τρωτότητα που συνδέεται με τέτοιες εκδηλώσεις μπορεί συχνά να οδηγήσει σε μεγάλες απώλειες (και ως εκ τούτου είναι ένα είδος σοβαρού συμβάντος).¹
- **«Ακραία φαινόμενα - Extreme events»** θεωρούνται τα φαινόμενα που εμφανίζουν ακραίες τιμές ορισμένων σημαντικών μετεωρολογικών μεταβλητών. Ζημίες συχνά προκαλούνται από ακραίες τιμές ορισμένων μετεωρολογικών μεταβλητών, όπως τα μεγάλα ποσά υετού (π.χ. πλημμύρες), υψηλές ταχύτητες ανέμου (π.χ., κυκλώνες), υψηλές θερμοκρασίες (π.χ., τα κύματα καύσωνα), κλπ. Ως ακραίο γενικά ορίζεται ένα συμβάν το οποίο λαμβάνει τιμές πάνω από προϋπάρχοντα όρια.¹



Εικόνα 6 Μετρήσεις θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης.⁷

Στην Εικόνα 6⁷, παρουσιάζονται οι μετρήσεις θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε σχέση με την συχνότητα εμφάνισής τους. Οι περισσότερες μετρήσεις της θερμοκρασίας (Εικόνα 6, περίπτωση a) τείνουν να βρίσκονται κοντά στον μέσο όρο, έτσι η πιθανότητα εμφάνισής τους είναι μεγάλη. Πολύ λίγες μετρήσεις θεωρούνται ακραίες και αυτές έχουν μικρή πιθανότητα εμφάνισης. Ανάλογα με την βροχόπτωση (Εικόνα 6, περίπτωση b), περισσότερες φαίνεται να είναι οι ημέρες με ήπια βροχόπτωση και μόνο σπάνια παρουσιάζονται ακραία γεγονότα έντονης βροχόπτωσης, πράγμα που σημαίνει ότι η πιθανότητα εμφάνισής τους είναι μικρή.⁸

- «Φαινόμενα με σοβαρές επιπτώσεις - **High-impact events**» είναι σοβαρά φαινόμενα που μπορεί να είναι είτε καιρικά συστήματα μικρής χρονικής διάρκειας (π.χ., έντονες καταιγίδες) ή μεγαλύτερης διάρκειας φαινόμενα όπως οι παρατεταμένοι καύσωνες και οι ξηρασίες. Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός, στο πρόγραμμα THORPEX χρησιμοποιεί τη φράση «καιρός με σοβαρές επιπτώσεις – high impact weather» όχι «από κακές καιρικές συνθήκες» για να αποφευχθεί η σύγχυση του όρου σοβαρά με βραχύβιες εκδηλώσεις, όπως μεμονωμένες καταιγίδες.¹

⁷ NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), National Climatic Data Center, Εύρεση στις 11 Σεπτεμβρίου 2010 στην ιστοσελίδα: http://www.noaa.gov/stories2008/images/extremetable_small.jpg

⁸ Karl T., Meehl G., Peterson K., Kunkel W., Gutowski W. and Easterling D., (2008), "Executive Summary in Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands" T.R. Karl, G.A. Meehl, C.D. Miller, S.J. Hassol, A.M. Waple, and W.L. Murray (eds.). A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington, DC.

1.2 Χωροχρονική κλίμακα εξέλιξης ατμοσφαιρικών φαινομένων

Οι ακραίες καιρικές συνθήκες (όπως καύσωνες, χιονοθύελλες, καταιγίδες ισχυροί άνεμοι) αποτελούν φυσικούς κινδύνους για τις ανθρώπινες κοινωνίες και τα οικοσυστήματα. Φυσικοί κίνδυνοι όμως μπορεί να είναι και τα αποτελέσματα τέτοιων γεγονότων (όπως πλημμύρες, κατολισθήσεις)⁹.

Κάθε φυσικός κίνδυνος είναι κατά κάποιον τρόπο μοναδικός. Οι ανεμοστρόβιλοι και οι αιφνίδιες πλημμύρες είναι βραχύβια, βίαια γεγονότα που επηρεάζουν μια σχετικά μικρή περιοχή. Άλλοι, όπως η ξηρασία, αναπτύσσονται αργά, αλλά μπορεί να επηρεάσουν το μεγαλύτερο μέρος μιας ηπείρου και ολόκληρους πληθυσμούς για μήνες ή ακόμη και χρόνια. Οι ατμοσφαιρικές κυκλοφορίες αναλύονται σε διαφορετικές κλίμακες οι οποίες βασίζονται στο φυσικό μέγεθος και στην διάρκεια¹⁰:

Μακρο - κλίμακα: Αυτή είναι η μεγαλύτερη κλίμακα και περιλαμβάνει δύο σημαντικές υποκλίμακες:

- Παγκόσμια κλίμακα: αυτές οι κυκλοφορίες διαρκούν εβδομάδες ή μήνες και εκτείνονται σε μέγεθος από 5000 έως 40.000 km.
- Παραδείγματα είναι οι Ασιατικοί μουσώνες, El Nino & La Nina.

Συνοπτική Κλίμακα: Αυτές οι κυκλοφορίες διαρκούν από μέρες έως εβδομάδες και ποικίλουν σε μέγεθος από 100 έως 5000km. Παραδείγματα είναι τα συστήματα υψηλής και χαμηλής πίεσης που βλέπουμε στους χάρτες καιρού. Επίσης η ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να θεωρηθεί ότι επηρεάζει τις ατμοσφαιρικές συνθήκες σε συνοπτική κλίμακα.

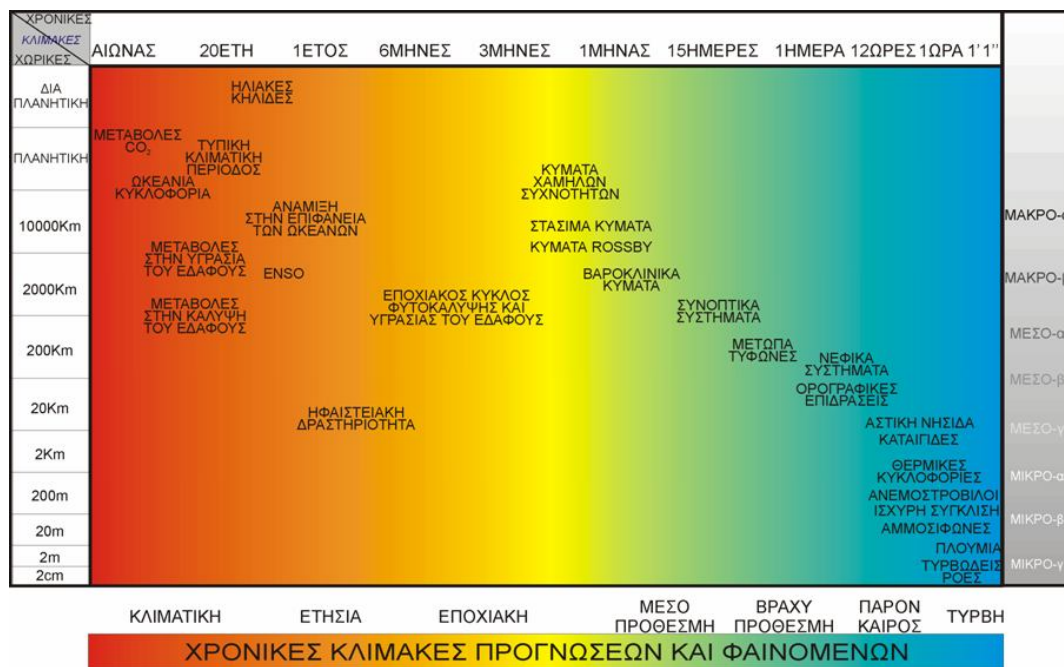
Μέσο – κλίμακα: Αυτές οι κυκλοφορίες διαρκούν από λεπτά έως ώρες και ποικίλλουν σε μέγεθος από 1 έως 100km. Παραδείγματα είναι οι καταιγίδες, οι ανεμοστρόβιλοι και η χερσαία-θαλάσσια αύρα.

Μικρο – κλίμακα: Αυτές είναι οι πιο μικρές κυκλοφορίες, διαρκούν λίγα λεπτά και είναι σε μέγεθος μικρότερες από 1km. Παραδείγματα είναι οι ριπές ανέμου και οι αμμοσίφωνες. Οι κλίμακες δεν είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη. Μία συνοπτική κλίμακα μπορεί να έχει κυκλοφορίες μεσοκλίμακας ενσωματωμένες. Για παράδειγμα ένας τυφώνας (συνοπτική κλίμακα) εμπεριέχει πολυάριθμες καταιγίδες (μεσοκλίμακα).

⁹ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Natural Hazards, Poster on Natural Hazards, Εύρεση στις 22 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: www.wmo.int

¹⁰ Katsafados P., (2008). “An Introduction to Severe Weather and Climate Dynamics”, Athens, Harokopio University, Department of Geography

Οι συνοπτικές μετεωρολογικές διεργασίες συνδέονται με μήκη κύματος πάνω από 2000km και κανονικά διαρκούν για μέρες έως εβδομάδες (Εικόνα 7)¹⁰.



Ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλούς κινδύνους ταυτόχρονα ή σε γρήγορη διαδοχή. Εκτός από τους ισχυρούς ανέμους και τη δυνατή βροχή, μια καταιγίδα μπορεί να προκαλέσει πλημμύρες και κατολισθήσεις. Σε εύκρατα γεωγραφικά πλάτη, τα σοβαρά θερινά καιρικά φαινόμενα (κεραυνοί και αστραπές ή ανεμοστρόβιλοι) μπορεί να συνοδεύονται από έντονη χαλαζόπτωση και πλημμύρες.

1.3 Αποτύπωση κλιματικών συνθηκών στον Ελλαδικό χώρο.

Το κλίμα της Ελλάδας είναι τυπικά μεσογειακό: ήπιοι και υγροί χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και, γενικά, μακρές περίοδοι ηλιοφάνειας κατά την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των παραλλήλων 34 και 42 του Βορείου ημισφαιρίου και βρέχεται από την Ανατολική Μεσόγειο. Το κλίμα της έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικώς θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο.

Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του Μεσογειακού κλίματος. Αυτό

οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς και θάλασσας. Έτσι από το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικά της Ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της Βόρειας και Δυτικής Ελλάδας. Τέτοιες κλιματικές διαφορές συναντώνται ακόμη και σε τόπους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, πράγμα που παρουσιάζεται σε λίγες μόνο χώρες σε όλο τον κόσμο¹¹.

Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο.

Κατά την χειμερινή περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5-10 °C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0 - 5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και με χαμηλότερες τιμές κάτω από το μηδέν στις βόρειες περιοχές.

Οι βροχές στη χώρα μας ακόμη και τη χειμερινή περίοδο δεν διαρκούν για πολλές ημέρες και ο ουρανός της Ελλάδας δεν μένει συνεφιασμένος για αρκετές συνεχόμενες ημέρες, όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές της γης. Οι χειμερινές κακοκαιρίες διακόπτονται συχνά κατά τον Ιανουάριο και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου από ηλιόλουστες ημέρες, τις γνωστές από την αρχαιότητα «Αλκυονίδες ημέρες».

Η χειμερινή εποχή είναι γλυκύτερη στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου από ότι στη Βόρεια και Ανατολική Ελλάδα.

Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ο ήλιος λαμπερός και δεν βρέχει εκτός από σπάνια διαλείμματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής όμως διάρκειας.

Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου, οπότε η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 29 °C μέχρι 35 °C. Κατά τη θερμή εποχή οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα στις παράκτιες περιοχές της χώρας και από τους βόρειους ανέμους (ετησίες ή μελτέμια) που φυσούν κυρίως στο Αιγαίο.

Μεταβατικές εποχές είναι η Άνοιξη μεταξύ Απριλίου και Νοεμβρίου και το Φθινόπωρο μεταξύ Οκτωβρίου και Νοεμβρίου. Η Άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν χειμώνας

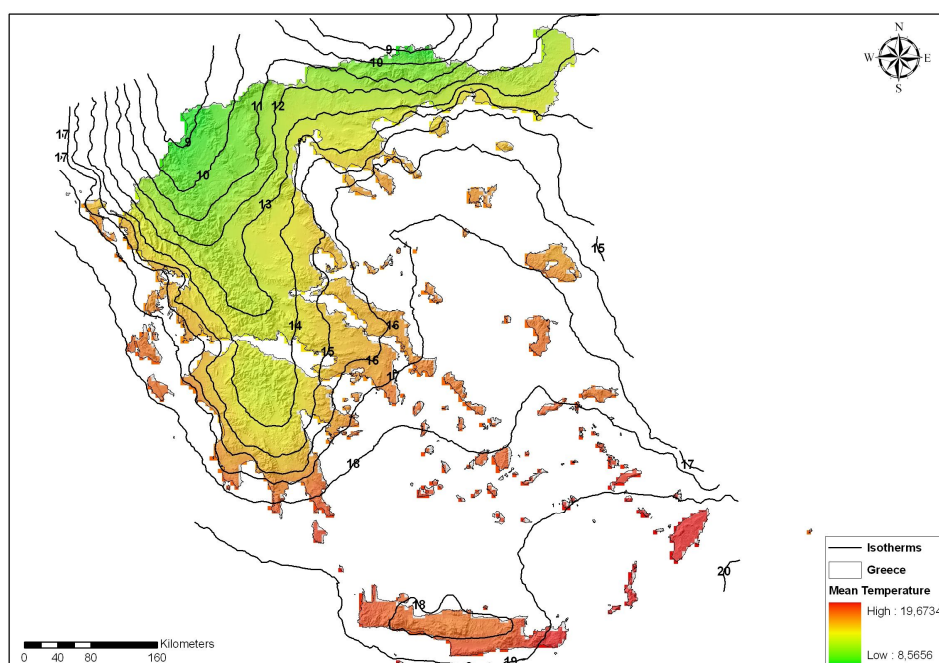
¹¹ ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (EMY), Το κλίμα της Ελλάδας, Εύρεση στις 25 Απριλίου 2010, στην ιστοσελίδα: <http://www.hnms.gr>

είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το Φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται στη Νότια Ελλάδα και μέχρι τα μισά του Δεκεμβρίου.

1.3.1 Κλιματικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας

Η αποτύπωση της χωρικής μεταβλητότητας του κλίματος στην Ελλάδα βασίστηκε στη στατιστική ανάλυση των πλεγματικών πεδίων ανάλυσης του European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) και αφορούν την θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και τον δείκτη δυσφορίας για την θερμή περίοδο του έτους. Με βάση τα συγκεκριμένα στοιχεία δημιουργήθηκαν νέοι θεματικοί χάρτες. Η χαρτογράφηση των κλιματικών μεγεθών του ελλαδικού χώρου υλοποιήθηκε σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών, αποτυπώνοντας σημαντικά κλιματικά χαρακτηριστικά σε περιοχική κλίμακα.¹²

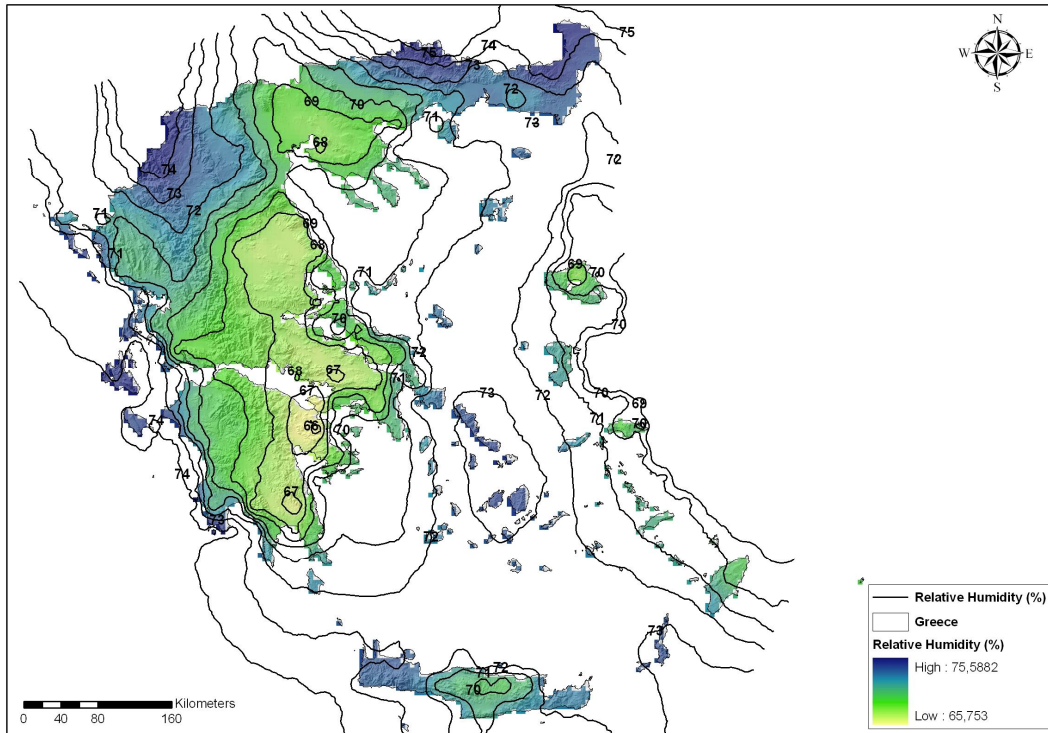
Η υψηλή χωρική διακριτοποίηση των κλιματικών δεδομένων επιτρέπει την αποτύπωση της πολυπλοκότητας των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής και την επίδρασή τους στη διαμόρφωση των κλιματικών προτύπων. Σε αυτό οφείλεται η σημαντική μεταβλητότητα της θερμοκρασιακής κατανομής, από βορρά προς νότο, με μέσες θερμοκρασίες από 8.6-19.7 °C (Εικόνα 8).¹²



Εικόνα 8 Χωρική κατανομή της μέσης θερμοκρασίας (°C) κοντά στην επιφάνεια για την περίοδο 1990-2008

¹² Κατσαφάδος Π., Σ. Καλογήρου, και Α. Παπαδόπουλος, (2008): «Αποτύπωση της Χωρικής Μεταβλητότητας του Κλίματος στην Ελλάδα», *Γεωανάλεκτα*, 4, σελ. 24 – 25.

Ανάλογη διακύμανση εντοπίζεται στη μέση σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας με την οροσειρά της Πίνδου να χωρίζει την υγρότερη Δυτική Ελλάδα από την ξηρότερη Ανατολική Ελλάδα (Εικόνα 9).¹²



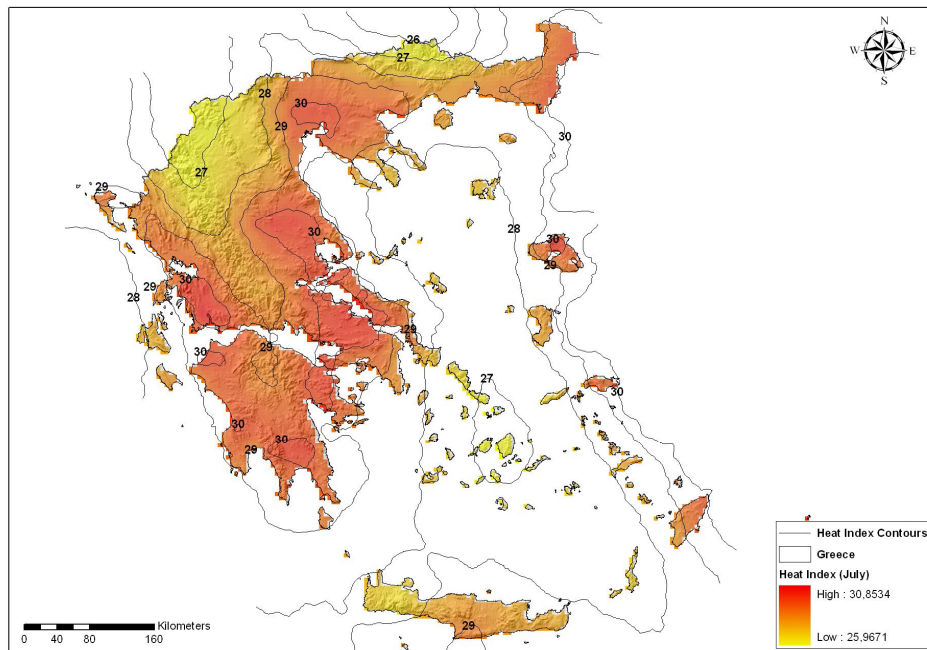
Εικόνα 9 Χωρική κατανομή της μέσης σχετικής υγρασίας (%) κοντά στην επιφάνεια για την περίοδο 1990-2008.

Ο δείκτης δυσφορίας (Heat Index, HI) προκύπτει ως παράγωγο της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας και αποτελεί κριτήριο αίσθησης της ζέστης από τον ανθρώπινο οργανισμό¹². Με βάση τον Lans Rothfus (National Weather Service, USA) ο δείκτης δυσφορίας δίνεται:

$$HI = c_1 + c_2 T_{\max} + c_3 R + c_4 T_{\max} R + c_5 T_{\max}^2 + c_6 R^2 + c_7 T_{\max}^2 R + c_8 T_{\max} R^2 + c_9 T_{\max}^2 R^2$$

όπου $T_{\max}$ η θερμοκρασία (°F), R η σχετική υγρασία (%) και $c_i \Big|_{i=1}^9$ είναι προκαθορισμένες σταθερές.

Ο δείκτης δυσφορίας για τον θερμότερο μήνα του έτους (Ιούλιο), ως συνδυασμός των δύο παραπάνω κλιματικών μεγεθών, εμφανίζει σημαντική χωρική μεταβλητότητα με μέσες τιμές που κυμαίνονται από 25.9 έως 30.8 (Εικόνα 10).¹²



Εικόνα 10 Χωρική κατανομή του δείκτη δυσφορίας της μέγιστης θερμοκρασίας για τον μήνα Ιούλιο της περιόδου 1990-2008.

Οι πεδιάδες της Λάρισας και της Θεσσαλονίκης, η Αιτωλοακαρνανία και σχεδόν το σύνολο της νότιας Πελοποννήσου εμφανίζουν τοπικά μέγιστα δυσφορίας. Σε αντίθεση, οι ορεινές περιοχές, λόγω υψομέτρου, και οι Κυκλάδες, λόγω των ετησίων, παρουσιάζουν ευνοϊκότερο κλιματικό περιβάλλον.¹²

1.4 Τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα παρατηρούνται έντονα καιρικά φαινόμενα που μπορούν να προκαλέσουν ή σχετίζονται με καταστροφές, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

1.4.1 Καύσωνας ή θερμή εισβολή

Καύσωνας ή διαφορετικά θερμή εισβολή, είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο που αποτελείται από έναν ασυνήθιστα καυτό και συνήθως υγρό καιρό. Αυτό το φαινόμενο ανήκει στη συνοπτική κυκλοφορία κλίμακας της ατμόσφαιρας. Η εμπειρία για τα κύματα θερμότητας δείχνει ότι το "κλειδί" για την εμφάνισή τους είναι η θέση του Υποτροπικού Αεροχειμμάρου (Subtropical Jet Stream - STJ) στην ανώτερη τροπόσφαιρα. Όταν οι μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πάνω από τη Μεσόγειο και ειδικά πάνω από την ελληνική χερσόνησο είναι κανονικές, η κύρια θέση του STJ

παρατηρείται πάνω από τις ακόλουθες περιοχές: ΝΔ Ισπανία, Σικελία, Νοτια Ηπειρωτική Ελλάδα, Κεντρικό Αιγαίο Πέλαγος και ΝΔ Τουρκία (Prezerakos, 1978). Ο άξονας της μέγιστης ταχύτητας αέρα βρίσκεται στο επίπεδο των 200hPa.

Η συνοπτική εμπειρία δείχνει επίσης ότι όταν το STJ κινείται βόρεια της ελληνικής χερσονήσου, το κύριο χαρακτηριστικό των μετεωρολογικών συνθηκών στην Ελλάδα είναι οι πολύ υψηλές τιμές θερμοκρασίας του αέρα επιφάνειας. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη μεταφορά στην τροπόσφαιρα θερμών αερίων μαζών από την Βόρεια Αφρική, είναι το φαινόμενο του κύματος καύσωνα. Όσο βορειότερα στην Ελλάδα βρίσκεται το STJ τόσο εντονότερο είναι το κύμα καύσωνα.

Για τα δεδομένα των κλιματολογικών συνθηκών της χώρας μας, ο λεγόμενος καύσωνας αποτελεί εποχιακό φαινόμενο συνηθισμένο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αν και κάποτε κάνει επίσης την εμφάνισή του λίγο νωρίτερα ή λίγο αργότερα από το καλοκαίρι. Οφείλεται στις ασυνήθιστες για την εποχή υψηλές θερμοκρασίες λόγω χαμηλών βαρομετρικών και άπνοιας. Στην ελληνική βιβλιογραφία, οι Metaxas και Kallos (1980), αναφέρονται σε αυτόν τον όρο όταν πραγματοποιούνται τα ακόλουθα κριτήρια:

- Η μέγιστη θερμοκρασία στον μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (στο Θησείο) πρέπει να είναι τουλάχιστον 37 °C.
- Η μέση ημερήσια θερμοκρασία πρέπει να είναι τουλάχιστον 31 °C, στον ίδιο σταθμό (στο Θησείο).
- Η μέγιστη θερμοκρασία στο σταθμό της Λάρισας, στην κεντρική Ελλάδα, πρέπει να είναι τουλάχιστον 38 °C εκείνη την ημέρα

Στις ΗΠΑ, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα κριτήρια προκειμένου να καθοριστεί ένα κύμα θερμής εισβολής:

- Τουλάχιστον δέκα πολιτείες με μέγιστες θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 32 °C και
- Οι θερμοκρασίες πρέπει να είναι τουλάχιστον πέντε βαθμούς επάνω από την κανονική μέση τιμή εκείνης της περιοχής για τουλάχιστον δύο ημέρες ή περισσότερες.¹³

Οι καύσωνες είναι οι πλέον θανατηφόροι, στις μέσους γεωγραφικού πλάτους περιοχές, όπου συγκεντρώνονται οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας σε μια περίοδο μερικών ημερών στους θερμότερους μήνες. Η θερμή και υγρή μάζα του αέρα σε ένα αστικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει σε πολλούς θανάτους, ιδίως μεταξύ των πολύ νέων, των ηλικιωμένων και των αδυνάτων.⁹

¹³ Balafoutis Ch. and Makrogiannis, T. (2001): "Analysis of a heat wave phenomenon over Greece and its implications for tourism and recreation", *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, October 2001, Porto Carras, Greece.

Το καλοκαίρι του 1987, μεγάλο μέρος Ελλάδας είχε επηρεαστεί από κύματα καύσωνα στη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και προκλήθηκε μεγάλος αριθμός θανάτων (πάνω από 1.000 άτομα). Και στον επόμενο Ιούλιο του 1988 η χώρα υφίσταται μια άλλη περίοδο καύσωνα, ο οποίος οδήγησε επίσης σε θανάτους. Και στις δύο περιπτώσεις υπήρξαν σοβαρά προβλήματα υγείας για εκείνους που υπέφεραν από ασθένειες της καρδιάς ή του πνεύμονα και ειδικά για τους τουρίστες, οι οποίοι ήταν απροετοίμαστοι για πολύ υψηλές θερμοκρασίες.¹⁴

1.4.2 Ψυχρή εισβολή

Το ψύχος είναι επικίνδυνο για τους ανθρώπους γιατί προκαλεί υποθερμία και μπορεί να επιδεινώσει κυκλοφορικές και αναπνευστικές παθήσεις.⁹

Τα περιστατικά ισχυρών χιονοπτώσεων στην Ελλάδα συχνά συνδέονται με εισβολές ψυχρού αέρα που εξελίσσονται από τη βόρεια και κεντρική Ευρώπη μέσω των Βαλκανίων (Metaxas 1978, Livada- Tselepidaki 1979, Prezerakos and Angouridakis, 1984). Αυτές οι ψυχρές εισβολές συνοδεύονται με το πέρασμα ενός ταχύτατα εξελισσόμενου ψυχρού μετώπου από τα βόρεια προς τα νότια, πολύ ισχυρούς βόρειους ανέμους, ειδικά ανάμεσα στα βουνά στη Βόρεια Ελλάδα και πάνω από το Αιγαίο Πέλαγος, μια απότομη μείωση της θερμοκρασίας σε όλη τη χώρα και την απότομη άνοδο της πίεσης. Η διάρκεια ζωής των εν λόγω εισβολών είναι συνήθως 1 με 3 ημέρες, και μέχρι 10 ημέρες σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Η επιμονή τους μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στην οικονομική ζωή, δεδομένου ότι η χιονόπτωση μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στις οδικές μεταφορές. Οι Έλληνες μετεωρολόγοι ονομάζουν αυτά τα ψυχρά μέτωπα «βαλκανικά μέτωπα», λόγω της προέλευσής τους. Η πρόβλεψη της εξέλιξης αυτών των μετώπων, καθώς και η εμμονή ψυχρών εισβολών σε όλη την Ελλάδα έχει μεγάλη σημασία, όχι μόνο για τις επιπτώσεις των χιονοπτώσεων στην οικονομική ζωή, αλλά και για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας στο Αιγαίο λόγω των θυελλωδών ανέμων.

Ψυχρές εισβολές που συνοδεύονται από σοβαρά καιρικά φαινόμενα έχουν επίσης αναφερθεί στην περιοχή των Ιμαλαΐων (Nakamura και Murakami, 1983), πάνω από τις ΗΠΑ (e.g. Bell and Bosart 1988; Colle and Mass 1995) καθώς και πάνω από την Κεντρική Αμερική (Schultz et al.1997). Όλες οι προαναφερθείσες μελέτες υπογραμμίζουν το γεγονός ότι ψυχρές εισβολές συνοδεύονται από ισχυρούς ανέμους χαμηλότερα στην

¹⁴ Giles B., Balafoutis Ch. and Maheras P., (1990) "Too hot for comfort: The heatwaves in Greece in 1987 and 1988", Int J Biometeorol 34:98-104

τροπόσφαιρα, έντονη μείωση της θερμοκρασίας και έντονη αύξηση πίεσης. Σε αυτές τις μελέτες μερικά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που συνοδεύουν τις ψυχρές εισβολές εξετάστηκαν επίσης, κυρίως η ανάπτυξη εμποδισμού κρύου αέρα γύρω από τα βουνά, ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της συνοπτικής κλίμακας ροής με την τοπογραφία.

Μια ακραία εκδήλωσης ψυχρού κύματος που έπληξε την ελληνική χερσόνησο συνέβη την περίοδο 3 έως 13 Μαρτίου 1987. Η επιμονή των χαμηλών θερμοκρασιών και χιονοπτώσεων παρέλυσαν την οικονομική και κοινωνική ζωή στην Ελλάδα για αρκετές ημέρες, κάνοντας το γεγονός αυτό να είναι η χειρότερη χιονόπτωση κατά τη διάρκεια των τελευταίων 100 ετών. Η ψυχρή εισβολή, ή το Βαλκανικό μέτωπο όπως αναφέρεται από Έλληνες μετεωρολόγους, σχετίστηκε με μια δραματική πτώση της θερμοκρασίας και της αύξησης της πίεσης. Η αναφερόμενη 6-ωρη αύξηση της πίεσης υπερέβη τα 10 hPa, ενώ η 12-ωρη αύξηση της πίεσης υπερέβη τα 16 hPa στις 4 Μαρτίου 1997. Η σοβαρότητα της έναρξης της χιονοθύελλας ήταν έντονα συσχετισμένη με την ταχεία εξέλιξη του Βαλκανικού μετώπου και με την σχετική αύξηση της πίεσης. Αυτή η ταχέως μεταβαλλόμενη επιφανειακή πίεση είχε ως αποτέλεσμα σημαντική ισαλλοβαρή συνιστώσα ανέμου, γεγονός που εξηγεί την ένταση των ανέμων, ιδιαίτερα στο βόρειο Αιγαίο Πέλαγος. Επιπλέον, οι ισχυροί γεωστροφικοί άνεμοι δημιούργησαν ισχυρή σύγκλιση και ενίσχυση της ανοδικής κίνησης, μπροστά από το ταχύτατα κινούμενο μέτωπο.

Δυο σημαντικοί μηχανισμοί που συνδέονται με την εξέλιξη του ψυχρού μετώπου εντοπίστηκαν: Πάνω από το θαλάσσιο χώρο του βορείου Αιγαίου η εξέλιξη του ψυχρού μετώπου παρουσίασε χαρακτηριστικά πυκνού ρεύματος (με πολύ απότομες κλήσεις των βαθμίδων θερμοκρασίας και οριζόντιου ανέμου, εμφανή στα κάτω στρώματα της τροπόσφαιρας). Από την άλλη πλευρά, η εξέλιξη του Βαλκανικού μετώπου πάνω από την ανατολική ακτή της ηπειρωτικής Ελλάδας ήταν επηρεασμένη ορογραφικά.¹⁵

Η συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων χιονιού μπορεί να προκαλέσει χιονοθύελλες και χιονοστιβάδες. Οι χιονοθύελλες είναι βίαιες καταιγίδες που συνδυάζουν αρνητικές θερμοκρασίες, ισχυρούς ανέμους και χιονόπτωση. Είναι επικίνδυνες για ανθρώπους και ζώα. Μπορεί να προκαλέσουν κλείσιμο αεροδρομίων και να φέρουν χάος στους δρόμους και τους σιδηροδρόμους. Μια χιονοστιβάδα είναι μια μάζα από χιόνι και πάγο που ξαφνικά κατεβαίνει στην πλαγιά του βουνού, συχνά παρασύροντας χώμα και πέτρες με αυτή. Χιονοστιβάδες μπορούν να γίνουν ιδιαίτερα καταστροφικές, κινούμενες με

¹⁵Lagouvardos K., Kotroni V. and Kallos G.,(1998), “An extreme cold surge over the Greek peninsula“, Q. J. R. Meteorol. Soc. , 124, pp. 2299-2327

ταχύτητες άνω των 150 χλμ/ώρα. Επίσης το κινούμενο χιόνι, ωθεί αέρα μπροστά από αυτό ως μια χιονοστιβάδα ανέμου αρκετά ισχυρή για να προκαλέσει σοβαρές κατασκευαστικές ζημιές σε κτίρια, δάση και ορεινές περιοχές. Χιλιάδες χιονοστιβάδες γίνονται κάθε χρόνο, σκοτώνοντας κατά μέσο όρο 500 άτομα σε όλο τον κόσμο.⁹

Τέλος, παγετός παρατηρείται στην Ελλάδα τους χειμερινούς μήνες κυρίως στην Δυτική Μακεδονία, έπειτα από χιονοπτώσεις. Το χιόνι που λιώνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, παγώνει την νύχτα λόγω των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, με αποτέλεσμα το οδικό δίκτυο να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο. Προβλήματα λόγω παγετού δημιουργούνται επίσης στις καλλιέργειες από την απότομη πτώση της θερμοκρασίας και κρυσταλλοποίηση της υγρασίας επάνω στα φυτά.

1.4.3 Ισχυρές Βροχοπτώσεις / Καταιγίδες / Χαλαζόπτωση

Ακραία γεγονότα βροχόπτωσης στη ΒΔ Ελλάδα μελετήθηκαν από τους E. E. Houssos and A. Bartzokas (2006) και στα περισσότερα από αυτά η αιτία ήταν συστήματα χαμηλών πιέσεων που βρίσκονται δυτικά της Ελλάδας. Η θέση και η έντασή τους διαφέρει σημαντικά από περίπτωση σε περίπτωση. Στα περισσότερα γεγονότα, η ύφεση βρίσκεται είτε στη θάλασσα του Ιονίου ή πάνω από την Ιταλία και είναι συνδεδεμένη είτε στην υψηλότερου γεωγραφικού πλάτους κυκλοφορία ή εμφανίζεται ως ένας απομονωμένος κυκλώνας. Σε ορισμένες περιπτώσεις το σύνολο της Ευρώπης και της Μεσογείου καλύπτεται από το διευρυμένο σύστημα χαμηλών πιέσεων ή μια σφήνα ύφεσης. Στα καλοκαιρινά γεγονότα η βροχόπτωση προκαλείται από την προέκταση θερμικού χαμηλού της ΝΔ Ασίας προς την κεντρική Μεσόγειο.¹⁶

Σφοδρές καταιγίδες συνοδεύονται από ηλεκτρικές εκκενώσεις που εκδηλώνονται είτε μέσα στα νέφη είτε από τα νέφη προς το έδαφος (κεραυνοί). Συχνά φέρουν βροχή ή χαλάζι, ισχυρούς ανέμους και περιστασιακά χιόνι.⁹ Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από υψηλές πιέσεις, με μικρή βαροβαθμίδα, και χαμηλής έντασης ανέμους, υπερισχύει στη περιοχή της Μεσογείου, οφείλεται στον αντικυκλώνα των Αζόρων που αναπτύσσεται προς τα ανατολικά ή βόρειο-ανατολικά. Η γενική κυκλοφορία στην Ευρώπη κινείται προς τα βόρεια γεωγραφικά πλάτη και, ως εκ τούτου, από την κυκλωνική δραστηριότητα περνάει βόρεια των Άλπεων. Η ελληνική χερσόνησος επηρεάζεται συνήθως από τα άκρα των μετώπων ή σφηνών υφέσεων στην ανώτερη

¹⁶ Houssos E. and Bartzokas A., (2006) "Extreme precipitation events in NW Greece", Advances in Geosciences, 7, 91–96

ατμόσφαιρα. Αυτό το είδος της συνοπτικής κλίμακας κυκλοφορία ευνοεί την ανάπτυξη των σχετικά ισχυρών θερμικών κυκλοφοριών που μπορεί να οδηγήσει σε ισχυρές ανοδικές κινήσεις και την εμφάνιση σοβαρών καιρικών φαινομένων. Κατά τη διάρκεια της έναρξης ή τέλους του καλοκαιριού, καταιγίδες επηρεάζουν κυρίως τις ηπειρωτικές περιοχές, ενώ κατά τους μήνες Ιούλιο και τον Αύγουστο επηρεάζουν κυρίως τις παράκτιες περιοχές (Metaxas 1972). Η δημιουργία καταιγίδων είναι λιγότερο σημαντική κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, λόγω του γεγονότος ότι οι ετησίες υπερισχύουν στην ανατολική Ελλάδα και το Αιγαίο Πέλαγος. Ετησίες ή μελέμια δημιουργούνται όταν το σύστημα υψηλής πίεσης πάνω από τα Βαλκάνια είναι ισχυρό και, σε συνδυασμό με την επέκταση του θερμικού χαμηλού του οροπέδιου της Ανατολίας, οδηγεί σε μια ισχυρή βαθμίδα πίεσης πάνω από τα Δαρδανέλια και, κατά συνέπεια, σε ισχυρούς βόρειους-βορειοανατολικούς ανέμους πάνω από το Αιγαίο (Carapiperis 1951, Metaxas 1971).

Οι καταιγίδες το καλοκαίρι στην Ελλάδα αναπτύσσονται κατά μήκος μιας γραμμής σύγκλισης ακολουθώντας τον άξονα της ηπειρωτικής χερσονήσου (Metaxas 1972). Συνοπτικής κλίμακας ανοδικές κινήσεις, λόγω της ψυχρής οριζόντιας μεταφοράς στο επίπεδο των 850/700 hPa ή σύγκλισης αερίων μαζών στην επιφάνεια και απόκλιση στην ανώτερη ατμόσφαιρα (Solak et al.1985). Ο βαθμός της μεταφοράς θερμότητας εξαρτάται από το βαθμό της αστάθειας, την παροχή υγρασίας και την επιφανειακή σύγκλιση. Η ελληνική χερσόνησος χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο το οποίο μπορεί να προκαλέσει την απαραίτητη μηχανική ανύψωση στις μεταφορές αερίων μαζών πέρα από το επίπεδο συμπύκνωσης (Lifted Concentration Level - LCL). Η σύγκλιση ενεργοποιείται από τις θερμικές κυκλοφορίες πάνω από την περιοχή. Οι θερμικές κυκλοφορίες πάνω από την Ελλάδα παρουσιάζουν σημαντικές χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις, λόγω της σημαντικής μεταβλητότητας του αναγλύφου. Καθώς η βλάστηση στεγνώνει κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι καταιγίδες μπορεί να περιορίζονται στο βόρειο τμήμα της χερσονήσου. Αυτές οι καταιγίδες μπορεί μερικές φορές να είναι καταστροφικές για τη γεωργία, ιδίως στο βόρειο τμήμα της Ελλάδας.

Μια χαρακτηριστική περίπτωση έντονης καλοκαιρινής καταιγίδας πάνω από την Ελλάδα σημειώθηκε στις 10 Ιουλίου 1994. Η μελέτη¹⁷ του γεγονότος έδειξε ότι:

Οι ισχυρότερες κινήσεις ανοδικού ρεύματος παρατηρήθηκαν πάνω από τον κύριο άξονα της ελληνικής χερσονήσου και ιδιαίτερα πάνω από περιοχές με σημαντικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Αυτά τα ανοδικά ρεύματα εκτείνονται έως 8 χιλιόμετρα ύψος περίπου. Η

¹⁷ Kotroni V., Kallos G. and Lagouvardos K., (1997) "Convergence zones over the Greek peninsula and associated thunderstorm activity", Q. J. R. Meteorol. Soc., 123, pp. 196 1-1 984

απαραίτητη υγρασία για την εκδήλωση ισχυρών βροχοπτώσεων στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα δόθηκε από το θαλάσσιο οριακό στρώμα του βόρειου Αιγαίου. Οι υγρές αέριες μάζες που προέρχονταν από το βόρειο Αιγαίο, ενισχύθηκαν μέχρι 5 χιλιόμετρα και περιοριζόταν στο ανατολικό τμήμα του ορογραφικού άξονα. Υγρές αέριες μάζες από το Ιόνιο παροχέτευαν το νότιο τμήμα της ελληνικής χερσονήσου με την υγρασία. Οι καταιγίδες ήταν περισσότερο έντονες σε όλη τη Βόρεια Ελλάδα, όπου οι βαθύτερες κατακόρυφες κινήσεις συνέβησαν. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι η ψύξη στα κατώτερα και μέσα στρώματα της τροπόσφαιρας ήταν πιο έντονη επάνω από τη Βόρεια Ελλάδα. Επιπλέον, η επιλεκτική χωρική κατανομή των παρατηρούμενων καταιγίδων θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις έντονης βλάστησης αρδευόμενες περιοχές που προμηθεύουν τα καταιγιδοφόρα νέφη με υγρασία.

Οι καταιγίδες συχνά συνοδεύονται από την εμφάνιση χαλαζόπτωσης. Η συνοπτικής κλίμακας ατμοσφαιρική κυκλοφορία που επικρατεί κατά την διάρκεια ημερών χαλαζόπτωσης στην Βόρεια Ελλάδα εξετάστηκε από τους Sioutas και Flokas, για μια περίοδο 26 ετών (1976-2001) κατά την διάρκεια της θερμής περιόδου. Νοτιοδυτική ροή και μικρού κύματος ύφεση (Shortwave trough - SWT) εμφανιζόταν ως οι συχνότερες συνοπτικές κυκλοφορίες κατά τη διάρκεια χαλαζόπτωσης.¹⁸

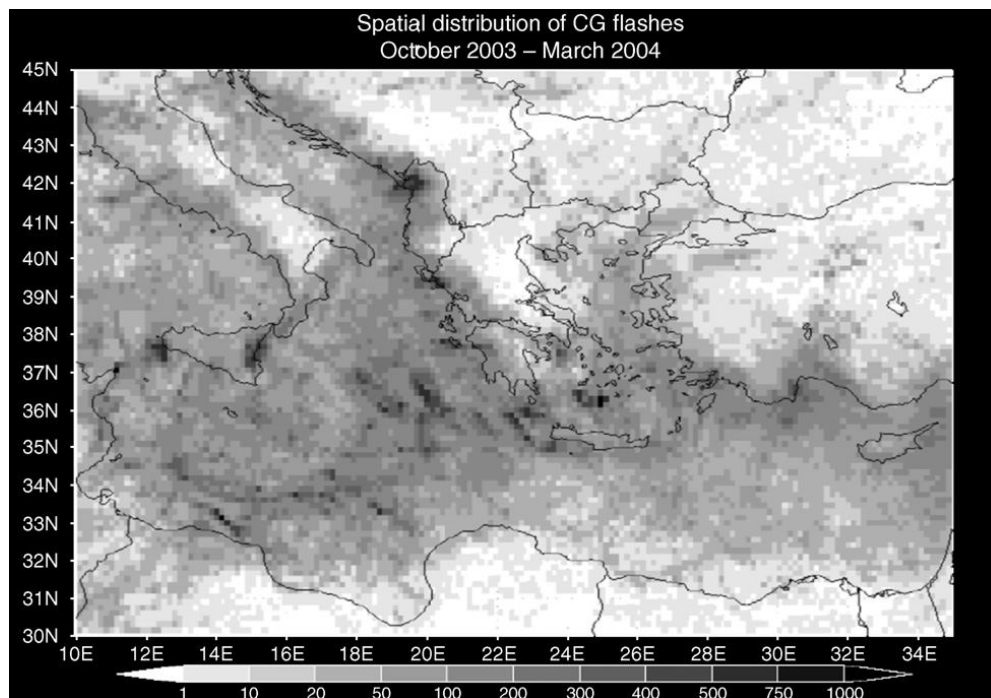
Κατά την ανάπτυξη καταιγιδοφόρων νεφικών σχηματισμών μπορεί να δημιουργηθούν κεραυνοί. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι κεραυνοί κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων είναι σημαντικός παράγοντας στην έναρξη πυρκαγιών στα δάση και λιβάδια.⁹ Κάθε χρόνο στην Ελλάδα πολλοί άνθρωποι, χάνουν τη ζωή τους από κεραυνούς, ειδικότερα κατά τους θερινούς μήνες.

Πρόσφατη έρευνα συσχετίζει τη βροχόπτωση με την κεραυνική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου στην Κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο¹⁹. Οι μετρήσεις 6ωρης αθροιστικής βροχόπτωσης από 220 μετρητικούς σταθμούς συσχετίστηκαν με κεραυνικά δεδομένα από το UK Metoffice ATD Sferics System για περίοδο 6 μηνών (από τον Οκτώβριο του 2003 ως τον Μάρτιο του 2004). Με βάση τα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου του έτους η κεραυνική δραστηριότητα εμφανίζεται πάνω από τη θαλάσσια περιοχή και κοντά στην ακτογραμμή σχεδόν σκιαγραφώντας τη μεσογειακή ακτή (Εικόνα 11). Περαιτέρω, δεν είναι δυνατό να παραχθεί μια γραμμική σχέση μεταξύ

¹⁸ Sioutas M. and Flokas H., (2003) "Hailstorms in Northern Greece: synoptic patterns and thermodynamic environment", Theor. Appl. Climatol. 75, 189–202, DOI 10.1007/s00704-003-0734-8

¹⁹ Katsanos D., Lagouvardos K., Kotroni V. and Argiriou A. (2007) "Combined analysis of rainfall and lightning data produced by mesoscale systems in the central and eastern Mediterranean", Atmospheric Research 83, 55–63

των ποσών βροχόπτωσης και του αριθμού των κεραυνών ανά γεγονός βροχόπτωσης. Εντούτοις, παρατηρήθηκε ότι τα γεγονότα βροχής χαρακτηρισμένα από μεγαλύτερα ποσά βροχόπτωσης συνοδεύονταν από περιστατικά κεραυνών, και μόνο ένα μικρό ποσοστό των γεγονότων βροχής που χαρακτηρίζονταν από μεγάλα ποσά βροχοπτώσεων δεν συσχετίζεται με την κεραυνική δραστηριότητα.



Εικόνα 11 Αριθμός καταγεγραμμένων κεραυνών στην κεντρική και ανατολική Μεσόγειο, για περίοδο 6 μηνών¹⁹

Σε άλλη έρευνα, με δεδομένα κεραυνικής δραστηριότητας ενός έτους από το πειραματικό δίκτυο ZEUS του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, έδειξε ότι κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού υπάρχει μια θετική σχέση της κεραυνικής δραστηριότητας με το υψόμετρο, ενώ αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα δεν είναι εμφανές κατά τη διάρκεια του υπολοίπου έτους. Η κεραυνική δραστηριότητα βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την κλίση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους εκτός από το χειμώνα. Όσον αφορά την κάλυψη βλάστησης, βρέθηκε ότι πάνω από γυμνό έδαφος η εμφάνιση κεραυνών είναι χαμηλή κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους, ενώ το αντίστροφο ισχύει για τις δασικές περιοχές. Κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους, λόγω της ξήρανσης των μεσογειακών εδαφών, οι δασικές περιοχές που διατηρούν την εδαφική υγρασία αυξημένη παρουσιάζουν

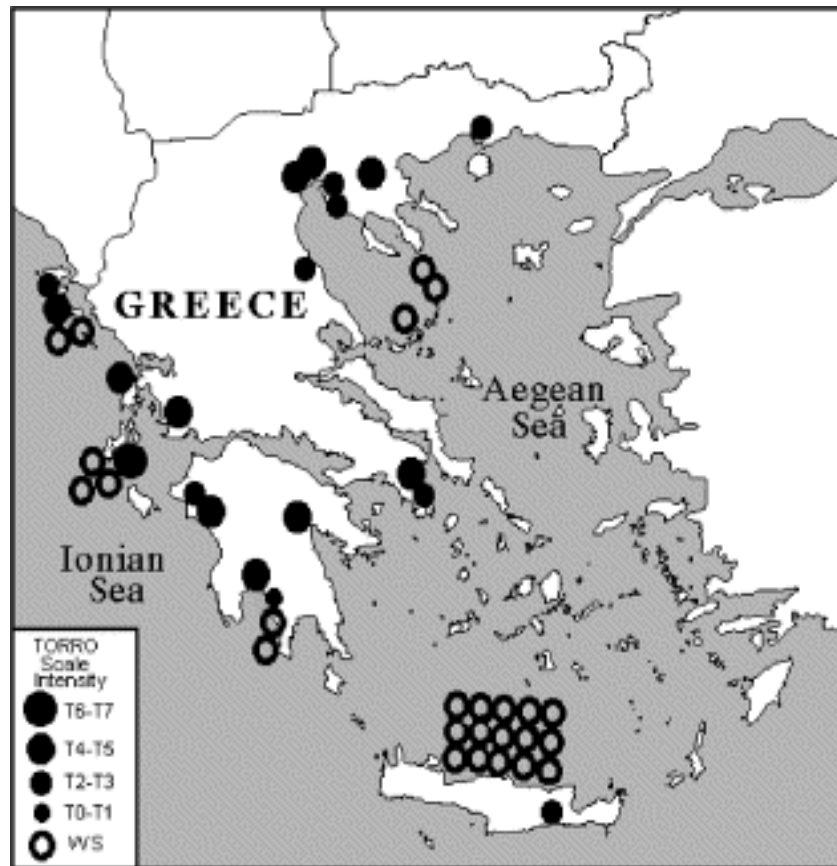
αυξημένες στάθμες κεραυνών σε αντίθεση με τις θαμνώδεις περιοχές όπου, για την ίδια περίοδο, παρουσιάζεται μια μειωμένη «παραγωγή» κεραυνών.²⁰

1.4.4 Ανεμοστρόβιλοι και σίφωνες

Η σύνθετη γεωγραφική μορφολογία της Ελλάδας αποτελεί ένα περιβάλλον ευνοϊκό για την δραστηριότητα ανεμοστρόβιλων. Ένας περιορισμένος αριθμός περιπτώσεων ανεμοστρόβιλων έχει βρεθεί στην ελληνική βιβλιογραφία. Σε έρευνα (Sioutas, 2003), 17 περιπτώσεων ανεμοστροβίλου που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου 1910–1999 στην Ελλάδα, υπάρχει μια τάση για την ανάπτυξη ανεμοστρόβιλων γενικά στις παράκτιες περιοχές και μια γεωγραφική προτίμηση για τη δυτική και νησιωτική Ελλάδα. Οι μήνες Οκτώβριος και Νοέμβριος παρουσιάζουν υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης ανεμοστρόβιλων, ακολουθούμενοι από τον Δεκέμβριο και τον Σεπτέμβριο. Από τις ιστορικές περιπτώσεις, ο ανεμοστρόβιλος της 18ης Οκτωβρίου 1934 που χτύπησε τον Αστακό στην Αιτωλοακαρνανία, είναι ένα αξιοσημείωτο γεγονός. Ο ανεμοστρόβιλος άρχισε ως θαλάσσιος σίφωνας και έγινε έπειτα χερσαίος, προκαλώντας τρία μοιραία περιστατικά, που τραυματίζουν 40 ανθρώπους και που καταστρέφουν πολλά σπίτια και αφήνουν πολλούς αστέγους. Επίσης, δραστηριότητα ανεμοστροβίλου στο χωριό Άλωνα της Φλώρινα κατά τη διάρκεια 13 με 15 Οκτωβρίου 1951 έφερε «βροχή» ψαριών από την κοντινή λίμνη Πρέσπα (Livadas, 1954). Ένας επίσης μεγάλος χερσαίος σίφωνας στην Κέρκυρα την 1η Σεπτεμβρίου 1973 προκάλεσε σημαντικές ζημιές (Kanellopoulos, 1977). Η γεωγραφική κατανομή ανεμοστροβίλων και σιφώνων στην Ελλάδα καταγράφηκε σε έρευνα σχεδόν τριών ετών (Ιανουάριος 2000 –Σεπτέμβριος 2002), και παρουσιάζεται στην Εικόνα 12.²¹ Υπάρχει μια απουσία σε αναφορές ανεμοστροβίλων από τις εσωτερικές περιοχές, οι περισσότεροι ανεμοστρόβιλοι έχουν αναφερθεί από τις παράκτιες περιοχές ή περίπου μέσα σε 50 χλμ από τη θάλασσα. Η πλειοψηφία των ανεμοστροβίλων έχει εμφανιστεί στη δυτική και τη βόρεια Ελλάδα, ενώ σίφωνες έχουν εμφανιστεί κυρίως στο Ιόνιο και το Κρητικό Πέλαγος (Sioutas, 2002; Keul, 2003). Στην Ελλάδα παρατηρούνται περίπου έξι ανεμοστρόβιλοι ετησίως.

²⁰ Kotroni V. and Lagouvardos K., (2008) "Lightning occurrence in relation with elevation, terrain slope, and vegetation cover in the Mediterranean", J. Geophys. Res., 113, D21118, doi:10.1029/2008JD010605

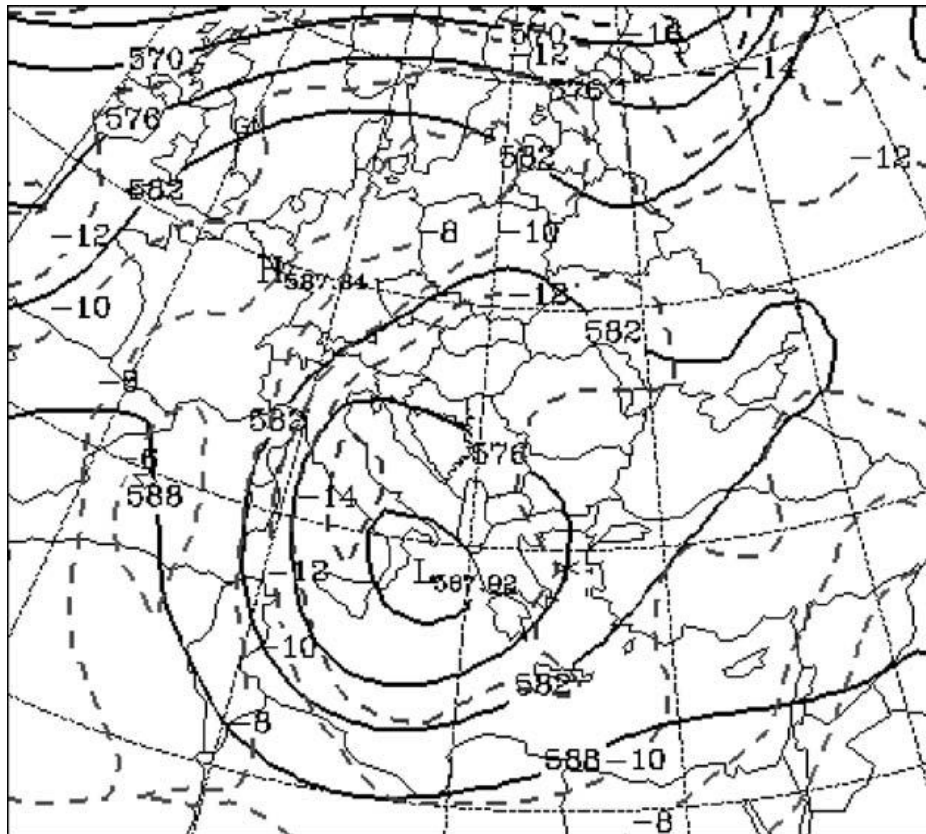
²¹ Sioutas M., (2003) "Tornadoes and waterspouts in Greece", Atmospheric Research 67–68 645–656



Εικόνα 12 Γεωγραφική κατανομή των ανεμοστροβίλων και σιφώνων στην Ελλάδα (Ιανουάριος 2000 – Σεπτέμβριος 2002)

Σχετικά πρόσφατα διερευνήθηκαν οι συνοπτικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια των περιόδων δραστηριότητας ανεμοστροβίλων. Ειδικότερα, ταξινομήθηκαν οι συνοπτικές συνθήκες στον ελλαδικό χώρο κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων περιστατικών. Τέσσερις συνοπτικοί τύποι προσδιορίστηκαν και ταξινομήθηκαν στο επίπεδο κυκλοφορίας των 500hPa. Αυτοί οι συνοπτικοί τύποι είναι: νοτιοδυτική ροή (southwest flow -SW), σφήνα ύφεσης μεγάλου μήκους (longwave trough - LW), κλειστό χαμηλό (closed low - CLOSED) και σφήνα ύφεσης μικρού μήκους (shortwave trough - SWT). Ο τύπος CLOSED είναι ο κυρίαρχος σε αυτό το περιορισμένο δείγμα ακολουθούμενος από τους τύπους LW και SW.

Παρακάτω (Εικόνα 13) παρουσιάζεται ένας χάρτης γεωδυναμικού ύψους και θερμοκρασίας στο επίπεδο των 500 hPa στο οποίο φαίνεται ένα κλειστό χαμηλό.



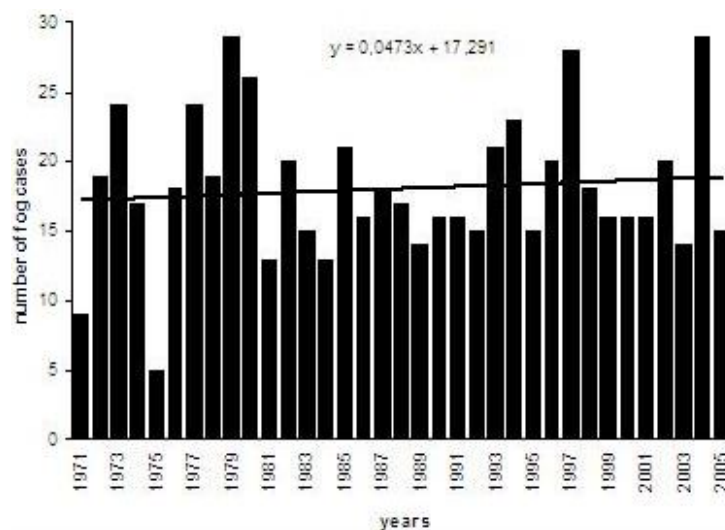
Εικόνα 13 Χάρτης γεωδυναμικού ύψους και θερμοκρασίας ενός κλειστού χαμηλού (Closed low) στα 500 hPa στις 27 July 2002²¹

1.4.5 Ομίχλη

Η ομίχλη είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο που περιορίζει την οριζόντια ορατότητα σε λιγότερο από 1 χλμ, λόγω της ύπαρξης των σταγονιδίων ύδατος ή πάγου στην ατμόσφαιρα κοντά στο έδαφος. Το μέγεθος των σταγονιδίων κυμαίνεται από 2μm έως 65μm (Jiusto, 1981). Σχηματίζονται όταν οι υδρατμοί συμπυκνώνονται λόγω μείωσης στη θερμοκρασία του αέρα με αποτέλεσμα την συμπύκνωση υδρατμών στην ατμόσφαιρα, ή αύξηση της απόλυτης υγρασίας. Η χαμηλή ορατότητα που προκαλείται από την ομίχλη μπορεί να προκαλέσει σημαντικά εμπόδια στις μεταφορές και μπορεί να είναι υπεύθυνη ακόμη και για ατυχήματα.

Η ομίχλη μπορεί να ταξινομηθεί σε διάφορους τύπους ανάλογα με τους μηχανισμούς του σχηματισμού της. Ο Willett (1928) ταξινόμησε την ομίχλη σε δύο σημαντικές κατηγορίες, ομίχλη μεταφοράς και ομίχλη ακτινοβολίας. Η ομίχλη μεταφοράς έπειτα υποδιαιρέθηκε σε εκείνες της μεταφοράς θερμού αέρα πάνω από κρύα επιφάνεια (ομίχλη μουσώνα, ομίχλη θάλασσας, ομίχλη τροπικού αέρα) και εκείνη της μεταφοράς κρύου αέρα πάνω από θερμή

επιφάνεια ύδατος (καπνός θάλασσας, υδρονέφωση ατμού πάνω από λίμνες και ποτάμια). Η ομίχλη ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται από μια αναστροφή θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια λόγω της ψύξης του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος κατά τη διάρκεια των ανέφελων νυχτών. Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, όπου η κυκλωνική κυκλοφορία και οι μετακινήσεις μετώπων είναι συχνές, η μετωπική ομίχλη είναι επίσης συχνή και διαμορφώνεται λόγω της μίξης κορεσμένων αέριων μαζών διαφορετικών θερμοκρασιών. Οι βασικοί μηχανισμοί που συμβάλλουν στο σχηματισμό ομίχλης στην Ελλάδα είναι η ψύξη του εδάφους στην διάρκεια της νύχτας συσχετισμένη με αντικυκλωνικές συνθήκες και τη μετατόπιση των θερμών και υγρών μαζών αέρα μέσω μιας ασθενούς νότιας ροής. Οι κύριες διαφορές μεταξύ των τύπων κυκλοφορίας που ερευνήθηκαν είναι η ακριβής θέση και η ένταση των συνοπτικών συστημάτων καθώς επίσης και η εποχικότητά τους.²² Ο ετήσιος μέσος όρος των γεγονότων ομίχλης στο Διεθνές Αεροδρόμιο της Θεσσαλονίκης και για την περίοδο 35 ετών (1971–2005) έφτασε τα 18 γεγονότα. Ο υψηλότερος αριθμός γεγονότων ομίχλης είναι 29, που συνέβησαν το 2004, ενώ ο χαμηλότερος αριθμός (5) εμφανίστηκε το 1975 (Εικόνα 14)²³.



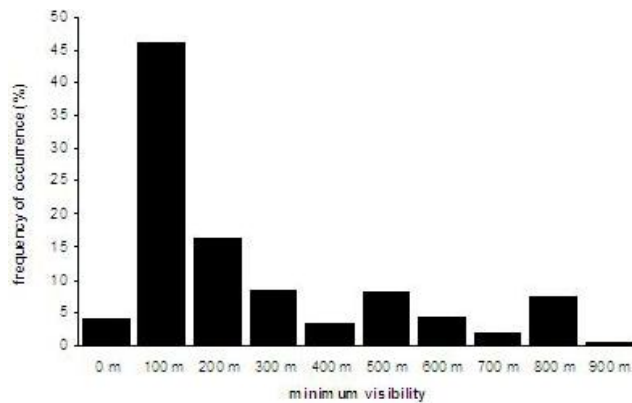
Εικόνα 14 Ετήσια κατανομή των γεγονότων ομίχλης στο Διεθνές Αεροδρόμιο Θεσσαλονίκης για την περίοδο 1971-2005.²³

Στην Εικόνα 15, παρουσιάζεται η διασπορά της ελάχιστης ορατότητας. Από αυτή την εικόνα καταδεικνύεται ότι τα ισχυρά γεγονότα ομίχλης, δηλαδή τα γεγονότα με την

²² Houssos E., Lolis C. and Bartzokas A., (2009), “The main characteristics of atmospheric circulation associated with fog in Greece”, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, 1857–1869

²³ Stolaki S., Kazadzis S., Foris D. and Karacostas Th., (2009) “Fog event characteristics at the airport of Thessaloniki, Greece”, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, 1541–1549

καταγραμμένη ελάχιστη ορατότητα να είναι μικρότερη ή ίση των 400 μ, αντιστοιχίζεται περισσότερο από το 75% του συνόλου τους. Αυτή η εύρεση είναι αρκετά σημαντική, καθώς καταδεικνύει τη σοβαρότητα του προβλήματος ομίχλης στο Διεθνή Αερολιμένα Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 15 Κατανομή συχνοτήτων ελάχιστης ορατότητας για το σύνολο των γεγονότων ομίχλης την περίοδο 1971–2005.²³

1.4.6 Μεταφορά σκόνης

Η έρημος Σαχάρα αποτελεί τη σημαντικότερη περιοχή παραγωγής σκόνης. Η σκόνη φυσικής προέλευσης, η οποία παράγεται από αιολική διάβρωση ερημικών και ημιερημικών εκτάσεων, μπορεί διερχόμενη πάνω από τη Μεσόγειο Θάλασσα να επηρεάσει την ποιότητα του αέρα στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο. Τα ποσά εναπόθεσης σκόνης φυσικής προέλευσης στην επιφάνεια της Γης βρίσκονται σε αναλογία με την εποχιακή μεταβλητότητα του κύκλου της σκόνης στην ατμόσφαιρα. Το μέγεθος και η γεωγραφική κατανομή της εναπόθεσης σκόνης σε χερσαίες και θαλάσσιες επιφάνειες της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου μπορεί να ποικίλει σημαντικά λόγω του περιορισμένου δικτύου μετρητικών σταθμών.

Η σκόνη φυσικής προέλευσης που προέρχεται από ερημικές και ημιερημικές περιοχές της Βόρειας Αφρικής μπορεί κάτω από κατάλληλες συνοπτικές συνθήκες καιρού να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις προς τη Μέση Ανατολή, τη Μεσόγειο, την Ευρώπη ή ακόμα και να διαπεράσει τον Ατλαντικό Ωκεανό.²⁴

²⁴ Kallos, G., Papadopoulos A., Katsafados P. and Nickovic S., (2006), “Transatlantic Saharan dust transport: Model simulation and results”, J. Geophys. Res., 111, D09204, doi:10.1029/2005JD006207

Τα σωματίδια της σκόνης εμφανίζουν σημαντικές επιδράσεις σε ένα εύρος κλιμάκων επηρεάζοντας το ατμοσφαιρικό περιβάλλον και τα κλιματικά χαρακτηριστικά των περιοχών καθώς και την υγεία των πληθυσμών. Σκεδάζοντας και απορροφώντας μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, η σκόνη μεταβάλλει την ανακλαστικότητα στα διάφορα ατμοσφαιρικά στρώματα και μειώνει το ποσό της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης (άμεσες επιδράσεις). Έμμεσα τα σωματίδια σκόνης δρουν ως πυρήνες συμπύκνωσης (Cloud Condensation Nuclei-CCN) τροποποιώντας τα μικροφυσικά και μικροχημικά χαρακτηριστικά των νεφών και συνεπώς τις οπτικές ιδιότητες και την ακτινοβολία τους. Τα ποσά της σκόνης που εναποτίθενται στην επιφάνεια της Γης εμφανίζουν εποχιακή μεταβλητότητα όπως και ο κύκλος της σκόνης στην ατμόσφαιρα. Αναλύσεις επίγειων και δορυφορικών παρατηρήσεων σε συνδυασμό με προσομοιώσεις μοντέλων προσφέρουν πολύτιμη πληροφορία σχετικά με τη χωροχρονική μεταβλητότητα της εναπόθεσης σκόνης. Η έλλειψη ικανού δείγματος παρατηρήσεων οδηγεί στην αποκλειστική χρήση αριθμητικών προσομοιώσεων του κύκλου της σκόνης στην ατμόσφαιρα με σκοπό την αποτύπωση του μεγέθους και της χωροχρονικής κατανομής του ποσού της σκόνης που εναποτίθεται στην επιφάνεια της Γης.²⁵

Κάτω από κατάλληλες συνοπτικές συνθήκες, σκόνη από την βόρεια Αφρικανική έρημο, μπορεί να μετακινηθεί και να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή της. Οι ποσότητες της αφρικανικής σκόνης είναι εντυπωσιακές, εκτιμάται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο ένα δισεκατομμύριο τόνοι αφρικανικής σκόνης μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα ανά έτος. Τέτοια γεγονότα μεταφοράς επηρεάζουν τις αεροπορικές συγκοινωνίες, λόγω μείωσης της ορατότητας. Επιπλέον, παρατεταμένης διάρκειας διασπορά σκόνης στον αέρα, όταν εισπνέεται μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα στο ευαίσθητο τμήμα του πληθυσμού. Πέρα όμως από αυτά, η σκόνη αυτή μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις στα φυτά γιατί μεταφέρει θρεπτικά συστατικά. Επίσης θεωρείται ότι μειώνει το φαινόμενο της όξινης βροχής σε δάση.²⁶

²⁵ Katsafados P., Kallos G., Spyrou C. and Papadopoulos A., (2007), "Geographical distribution of seasonal and annual amounts of Saharan dust deposition over Mediterranean and Europe". 8th Pan-Hellenic Geographical Conference, 4 - 7 October 2007, Athens, Greece

²⁶ Michaelidis, S., Evripidou P. and Kallos G., (1999) "Monitoring and predicting Saharan Desert dust events in the eastern Mediterranean", Weather, 54, No.11, 359-365.

2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

2.1 Καταγραφές και συλλογή δεδομένων

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια καταγραφής ακραίων καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί βάση δεδομένων και να είναι δυνατή η περαιτέρω ανάλυσή τους. Η υπό μελέτη χρονική περίοδος ξεκινάει από το 1980 και τελειώνει το 2009, δηλαδή περιλαμβάνει 30 έτη.

Το πρώτο βήμα έρευνας περιλάμβανε την συλλογή καταγεγραμμένων περιστατικών σε ημερήσιες ελληνικές εφημερίδες. Το μόνο ηλεκτρονικό αρχείο στο διαδίκτυο που ανατρέχει σε εκδόσεις παλαιότερων ετών, είναι το αρχείο της εφημερίδας ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ σε μορφή εικόνων στην ιστοσελίδα της εφημερίδας www.kathimerini.gr. Οι εικόνες των εφημερίδων από το 1980 έως το 1995 δεν είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτες, αλλά ήταν δυνατή μια πρώτη συλλογή τίτλων, από έντονα καιρικά γεγονότα. Επίσης στην ιστοσελίδα της Εθνικής Βιβλιοθήκης της Ελλάδος www.nlg.gr υπάρχει δυνατότητα πολύ καλής πρόσβασης στην εφημερίδα ΡΙΖΟΣΠΑΣΤΗΣ όμως μόνο μέχρι το 1983. Οι περισσότερες εφημερίδες διαθέτουν ηλεκτρονικό αρχείο από το 1997 και μετά. Το χρονικό διάστημα 1984 με 1997 δεν υπάρχει σε υψηλής ανάλυσης ηλεκτρονική μορφή, και για το λόγο αυτό η ανάγνωση των εφημερίδων έγινε από τον φυσικό χώρο της Βιβλιοθήκης της Βουλής των Ελλήνων. Η Μικροταινιοθήκη της Βιβλιοθήκης της Βουλής περιλαμβάνει 7.000 μικροταινίες με σπάνιες ελληνικές εφημερίδες και περιοδικά του περασμένου αιώνα, πρόσφατες εφημερίδες, την Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, σπάνια βιβλία, αρχεία και χειρόγραφα. Λόγω της περιορισμένης δυνατότητας λεπτομερούς ανεύρεσης αναφορών, για το εν λόγω χρονικό διάστημα (1984-1997) οι καταχωρίσεις είναι λιγότερες σε αριθμό. Μέσα από τη Βιβλιοθήκη της Βουλής ολοκληρώθηκε η πρώτη συλλογή ακραίων καιρικών γεγονότων στην Ελλάδα από το 1980 έως το 2009.

Τα συλλεχθέντα δεδομένα καταχωρήθηκαν σε λογισμικό διαχείρισης λογιστικών φύλλων (Excel). Το αρχείο αυτό συμπληρώθηκε με το ημερολόγιο δεδομένων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών περιόδου 2004-2009 και με τα Έκτακτα Δελτία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας από το 1999 ως το 2009.

Στην συνέχεια για κάθε ημέρα συμβάντος συλλέχθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα του πλησιέστερου μετρητικού σταθμού, από το δίκτυο σταθμών της ΕΜΥ στα ελληνικά αεροδρόμια, έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν πράγματι υπήρχαν ακραίες τιμές

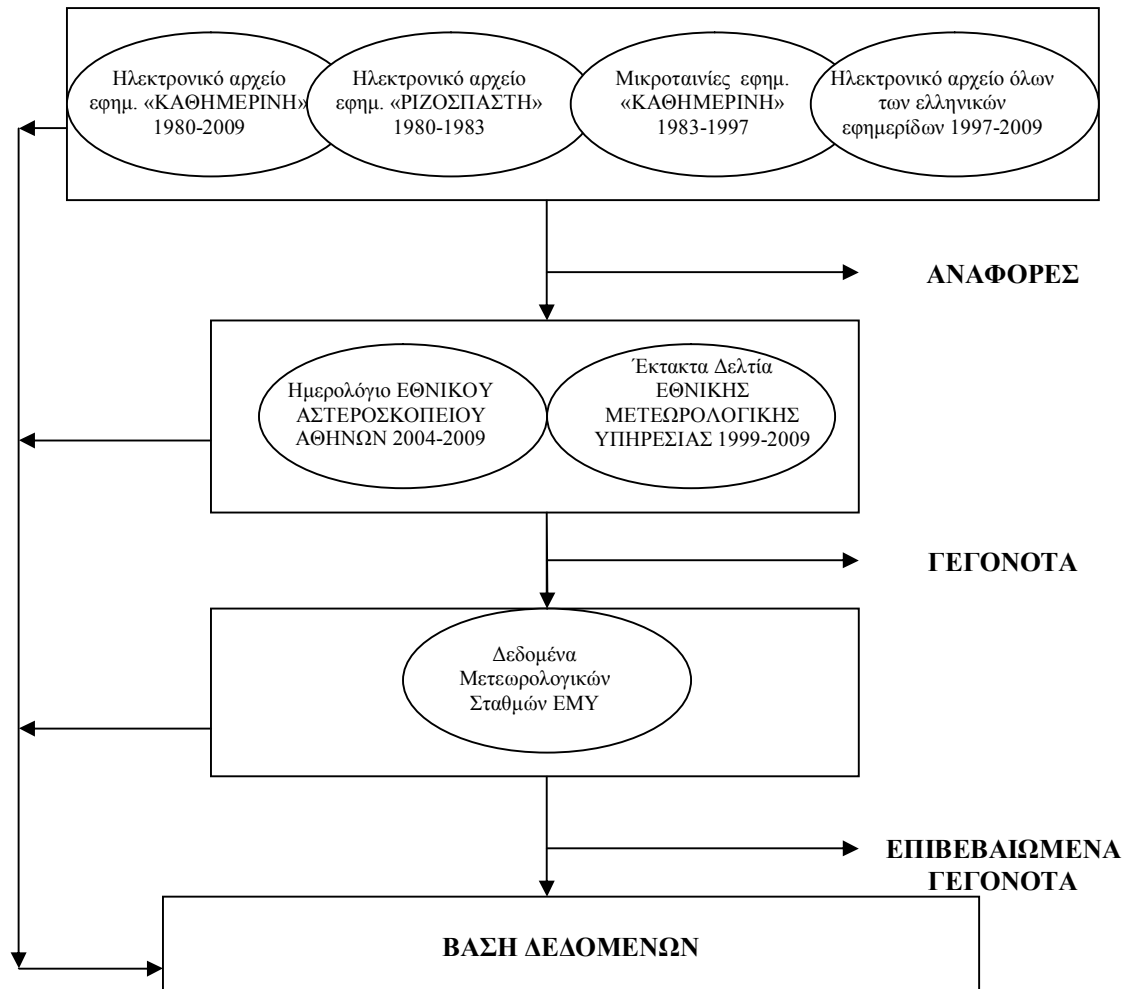
μετεωρολογικών παραμέτρων την συγκεκριμένη ημερομηνία. Στην Εικόνα 16 απεικονίζεται η θέση των μετρητικών σταθμών με την βοήθεια του προγράμματος Google Earth.



Εικόνα 16 Απεικόνιση της θέσης των μετρητικών σταθμών.

Τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών ανήκουν στο Global Telecommunication System (GTS) του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (World Meteorological Organization-WMO) και αντλήθηκαν από το European Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF). Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να τονιστεί ότι δεν υπήρχε δυνατότητα αντιστοίχισης μετρητικών δεδομένων για όλες τις χρονολογίες και σε όλες τις περιοχές. Αυτό συνέβη κυρίως λόγω της έλλειψης εγκατεστημένων μετρητικών σταθμών σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας κυρίως την δεκαετία 1980-1990. Επίσης σε ορισμένους σταθμούς υπήρχαν ελλιπή δεδομένα λόγω τεχνικών προβλημάτων που αντιμετώπισαν.

Στο παρακάτω διάγραμμα αναλύεται η διαδικασία συλλογής των δεδομένων από το σύνολο των πηγών.



Γράφημα 1 Διάγραμμα ροής εργασιών για τη συλλογή δεδομένων

2.2 Ανάπτυξη μεθοδολογίας

Μετά την συλλογή των δεδομένων και την ταξινόμηση τους σε βάση δεδομένων, ήταν αναγκαία η περαιτέρω επεξεργασία αυτών, έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι συσχετισμοί τους και να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα για την έντασή τους και για το πώς χωροθετούνται τα καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα.

Οι τιμές των μετρητικών σταθμών της ΕΜΥ αποτέλεσαν την βάση πάνω στην οποία στηρίχθηκε η ταυτοποίηση της έντασης των καιρικών γεγονότων που αναφέρθηκαν στις εφημερίδες καθώς και η κατά κάποιο τρόπο επιβεβαίωση της σοβαρότητάς τους. Για κάθε ημερομηνία στην οποία υπήρχε αναφορά για έντονο καιρικό φαινόμενο, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

1. η ταχύτητα του ανέμου σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s),
2. η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου (°C) και
3. το ύψος βροχής σε χιλιοστά (mm).

Οι τιμές των μετρητικών σταθμών αφορούσαν συγκεκριμένες χρονικές στιγμές σε ώρα UTC.

Στην συνέχεια επεξεργάστηκαν όλα τα δεδομένα που είχαν καταγραφεί με την μορφή πίνακα. Προκειμένου να γίνει επεξεργασία των γεγονότων καύσωνα, ταξινομήθηκαν κατά τιμή θερμοκρασίας ξεκινώντας από την υψηλότερη τιμή που καταγράφηκε κατά την διάρκεια της αντίστοιχης ημερομηνίας. Ένα γεγονός καύσωνα επιβεβαιώθηκε, όταν η θερμοκρασία γειτονικού σταθμού, υπερέβαινε τους 37 βαθμούς Κελσίου.

Το αντίστοιχο έγινε και για τα γεγονότα παγετού, τα οποία ταξινομήθηκαν ξεκινώντας με την ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας. Προκειμένου να ταυτοποιηθεί ένα γεγονός ως γεγονός παγετού η ελάχιστη θερμοκρασία του γειτονικού σταθμού πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση με μηδέν βαθμούς Κελσίου.

Όσον αφορά τα γεγονότα έντονης βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε η τιμή της αθροιστικής βροχόπτωσης 24ώρου, προσθέτοντας δηλαδή τις εξής τιμές βροχόπτωσης:

$$\text{Αθροιστική Βροχόπτωση 24ώρου} = \text{Τιμή στις 6UTC} - \text{Τιμή στις 00UTC} + \text{Τιμή στις 18UTC} + \text{Τιμή στις 00UTC της επόμενης μέρας}$$

$$R_{24}=R_{06}-R_{00}+R_{18}+R_{00 \text{ N}}$$

Όταν η ημερήσια αθροιστική βροχόπτωση ξεπερνούσε τα 10mm τότε επιβεβαιωνόταν ένα γεγονός έντονης βροχόπτωσης, διότι υπήρχε δυνατότητα πρόκλησης πλημμυρικών φαινομένων.

Στην περίπτωση των συμβάντων χιονόπτωσης, χρησιμοποιήθηκαν δύο κριτήρια: θερμοκρασία κάτω των 3 βαθμών Κελσίου και καταγεγραμμένη βροχόπτωση 24ώρου τουλάχιστον 2mm.

Τα γεγονότα χαλαζόπτωσης θεωρήθηκαν επιβεβαιωμένα εφόσον στον αντίστοιχο μετρητικό σταθμό καταγράφηκε αθροιστική βροχόπτωση ύψους τουλάχιστον 10mm.

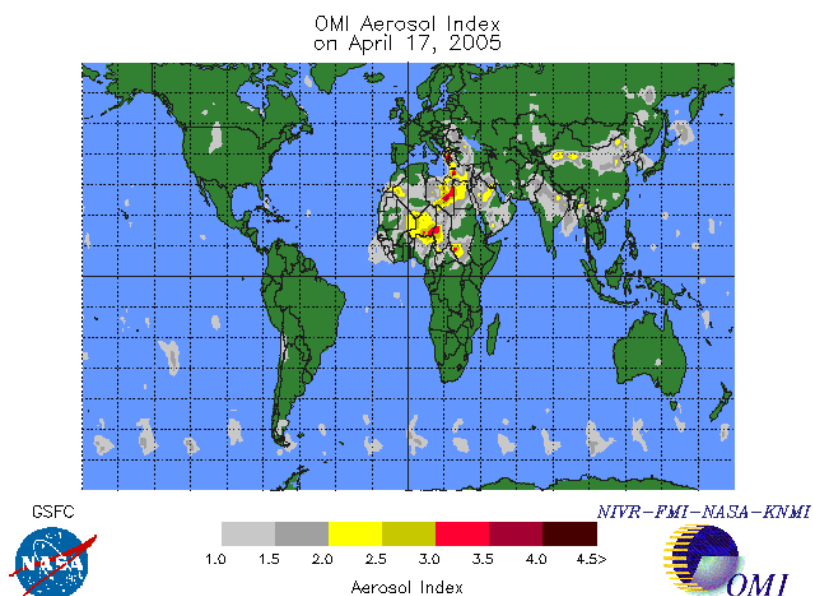
Επιπλέον, τα γεγονότα ισχυρών ανέμων ταξινομήθηκαν βάσει της τιμής της ταχύτητας του ανέμου, θεωρώντας ισχυρότερα αυτά με ταχύτητα ανέμου πάνω από 10 m/s.

Αξίζει να σημειωθεί πως η χρήση των δεδομένων από τους μετρητικούς σταθμούς έγινε για την επιβεβαίωση ή μη των καταγραφών από τον ημερήσιο τύπο. Επίσης τα κριτήρια

προήλθαν από πολλαπλές επαναληπτικές δοκιμές παραπλήσιων τιμών και συσχέτισης με τις αντίστοιχες καταγραφές.

Στην περίπτωση των γεγονότων μεταφοράς αφρικανικής σκόνης, η αποτύπωση μέσω των αναφορών σε εφημερίδες, δεν ήταν ικανή για εξαγωγή συμπερασμάτων λόγω του μικρού αριθμού αναφορών. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι δορυφορικές μετρήσεις που είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα της NASA με τίτλο Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS)²⁷, στην οποία παρουσιάζονται εικόνες των αερολυμάτων που μετακινούνται από την Βόρεια Αφρική. Τα δεδομένα από το αρχείο TOMS απεικονίζουν δείκτη αερολύματος (Aerosol Index), με τον οποίο μετράται η ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας που ανακλάται όταν η ατμόσφαιρα περιέχει αερολύματα. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την κατανόηση της δράσης των σωματιδίων της σκόνης στο εσωτερικό της ατμόσφαιρας. Η βάση δεδομένων TOMS είναι το πρώτο μέσο που επιτρέπει τον έλεγχο των αερολυμάτων, όπως τα σωματίδια διασχίζουν το όριο γης/θάλασσας. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα αυτά είναι δυνατό να παρατηρηθεί ένα ευρύ φάσμα φαινομένων, όπως θύελλες σκόνης της ερήμου, οι πυρκαγιές των δασών και της καύσης της βιομάζας.

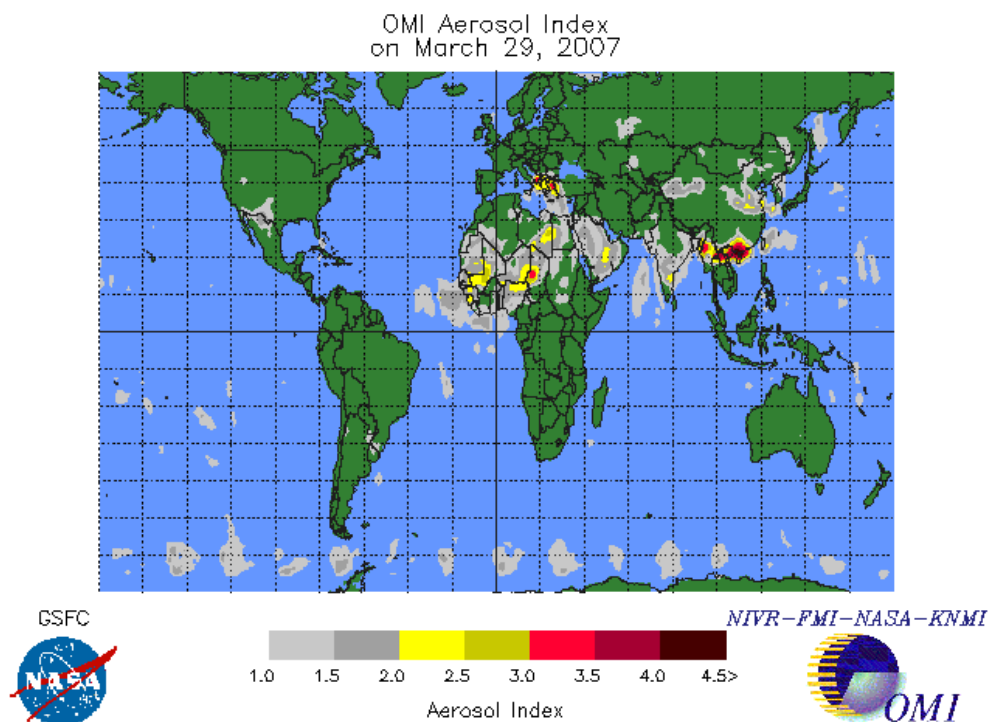
Στις παρακάτω εικόνες (17 και 18) φαίνονται ημέρες με μεταφορά αφρικανικής σκόνης στον Ελλαδικό χώρο.



Εικόνα 17 Περίπτωση μεταφοράς Αφρικανικής Σκόνης στην Ελλάδα στις 17 Απριλίου 2005²⁸

²⁷ NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA), TOTAL OZONE MAPPING SPECTROMETER (TOMS), Εύρεση στις 16 Αυγούστου 2010, στην Ιστοσελίδα http://toms.gsfc.nasa.gov/aerosols/aerosols_v8.html

²⁸ Εύρεση στις 16 Αυγούστου 2010, στην Ιστοσελίδα: ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/omi/images/aerosol/Y2005/IM_aersl_omi_20050417.png



Εικόνα 18 Περίπτωση μεταφοράς Αφρικανικής Σκόνης στην Ελλάδα στις 29 Μαρτίου 2007²⁹

Θεωρήθηκαν εντονότερα τα γεγονότα εκείνα με δείκτη αερολύματος πάνω από 2, όπως φαίνεται στην επεξήγηση των χρωμάτων που παρουσιάζεται κάτω μέρος των εικόνων 17 και 18.

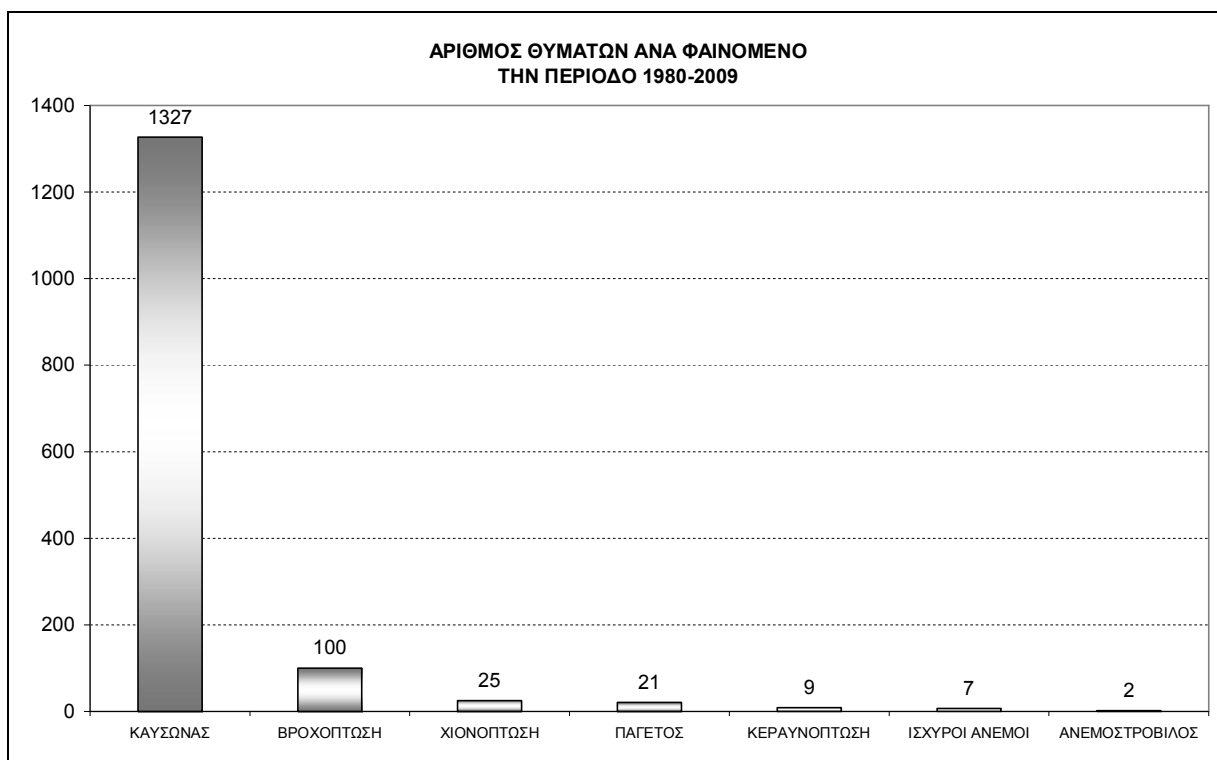
²⁹ Εύρεση στις 16 Αυγούστου 2010, στην Ιστοσελίδα:
ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/omi/images/aerosol/Y2007/IM_aersl_omi_20070329.png

3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ

3.1 Συσχέτιση καιρικών φαινομένων με ανθρώπινα θύματα

Προκειμένου να υπάρξει μια αρχική αποτύπωση της σοβαρότητας των καιρικών γεγονότων στην Ελλάδα ήταν απαραίτητη η διερεύνηση του αριθμού των ανθρώπινων θυμάτων που έχουν δημοσιευτεί κατά τη χρονική περίοδο 1980-2009, σε ελληνικές εφημερίδες, λόγω έντονων καιρικών γεγονότων.

Για κάθε καιρικό φαινόμενο προστέθηκαν τα ανθρώπινα θύματα και παρουσιάζονται στο Γράφημα 2. Είναι εμφανές πως το φαινόμενο με τον μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων στην Ελλάδα είναι ο καύσωνας.



Γράφημα 2 Συνολικός αριθμός θυμάτων ανά καιρικό φαινόμενο την περίοδο 1980-2009

Ο αριθμός των θυμάτων στις περιπτώσεις των γεγονότων καύσωνα αφορά χρονικές περιόδους, όπου και η διάρκεια παίζει σημαντικό ρόλο στις επιπτώσεις αυτών. Για παράδειγμα, το έτος 1987 μεταξύ 21 με 30 Ιουλίου, οι εφημερίδες ανέφεραν 1.081 θύματα στην Αττική και άλλα 165 στην υπόλοιπη Ελλάδα. Οι περισσότερες αναφορές αφορούν την Αττική διότι οι εφημερίδες ασχολήθηκαν περισσότερο με τον μεγάλο αριθμό θανάτων στην Αθήνα εξαιτίας των σοβαρών κοινωνικών προβλημάτων που δημιουργήθηκαν.

Ακολουθεί η περίοδος 6 με 11 Ιουλίου 1988, με 28 θύματα σε όλη την Ελλάδα. Επίσης το καλοκαίρι του 2007 υπήρξαν συνολικά 20 θάνατοι λόγω υψηλών θερμοκρασιών. Η καταγραφή για τα υπόλοιπα καιρικά φαινόμενα αφορά συγκεκριμένη ημέρα και όχι χρονική περίοδο.

Πολλά θύματα εμφανίζονται επίσης έπειτα από έντονες βροχοπτώσεις, στις οποίες υπήρχαν ανθρώπινες απώλειες κυρίως λόγω πλημμυρικών φαινομένων που έπονται αυτών. Πολλές φορές γίνονται αναφορές στα μέσα μαζικής ενημέρωσης για το πώς η άναρχη δόμηση κυρίως στις μεγάλες αστικές περιοχές και το μπάζωμα των ρεμάτων με διάφορα υλικά, έχουν τροποποιήσει το φυσικό ανάγλυφο και παρεμποδίζουν την φυσιολογική πορεία των απορροών. Έτσι όταν η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερης έντασης και διάρκειας ο όγκος του νερού δεν είναι δυνατό να παροχετευτεί και προκαλούνται πλημμύρες.

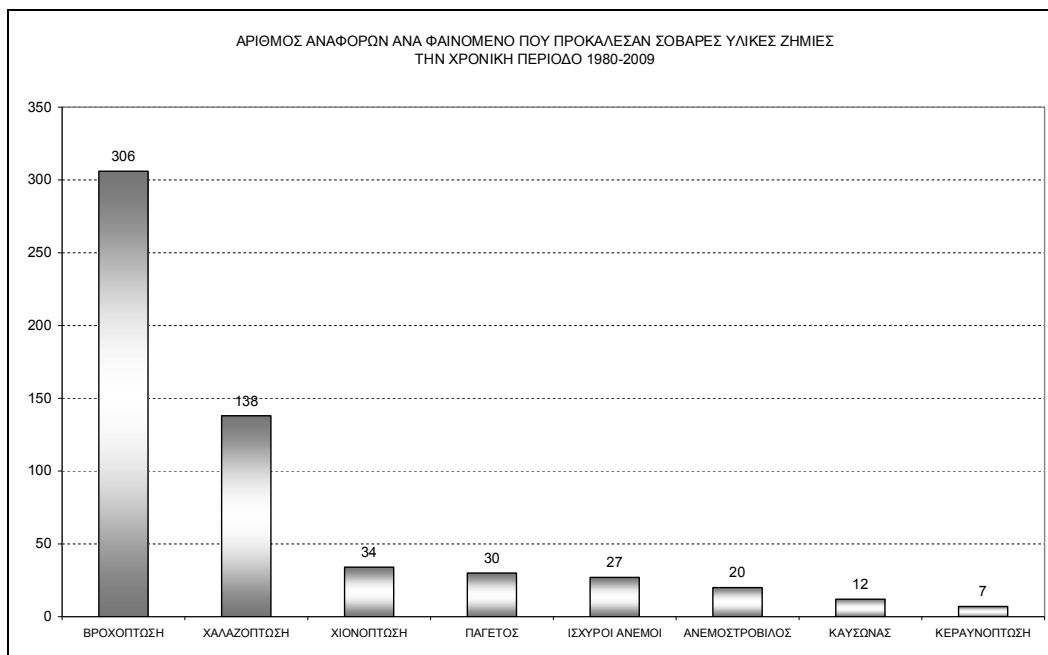
Οι χιονοπτώσεις και ο παγετός, συνήθως δυσχεραίνουν τις συγκοινωνίες και συχνά προκαλούνται αυτοκινητιστικά δυστυχήματα. Αναφέρονται επίσης συχνά θάνατοι ανθρώπων λόγω υποθερμίας.

3.2 Συσχέτιση καιρικών φαινομένων με υλικές ζημιές

Μετά τις ανθρώπινες ζωές, σημαντικές είναι και οι υλικές ζημιές που προκαλούνται από καιρικά φαινόμενα. Στην βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε μέσω της καταγραφής των καιρικών συμβάντων καταμετρήθηκαν οι αναφορές εκείνες οι οποίες προκάλεσαν υλικές ζημιές και είχαν σημαντικό οικονομικό κόστος. Αυτό έγινε για τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες αναφέρθηκαν ζημιές όπως καταστροφή καλλιεργειών ή πλημμύρες σπιτιών και όχι για αναφορές μη καταστροφικών προβλημάτων όπως είναι οι δυσκολίες στην συγκοινωνιακή κυκλοφορία. Συνήθως οικονομικές επιπτώσεις λόγω καταστροφής περιουσιών, είχαν πλημμυρικά φαινόμενα μετά από έντονες βροχοπτώσεις, όπως φαίνεται και στο γράφημα 3.

Το φαινόμενο κατά το οποίο υπήρχαν περισσότερες αναφορές με οικονομικές απώλειες είναι η βροχόπτωση. Μέσω του γραφήματος 3 γίνεται φανερό πως προτεραιότητα στην Ελλάδα, πρέπει να δοθεί στα μέτρα προστασίας πλημμυρικών φαινομένων λόγω βροχοπτώσεων.

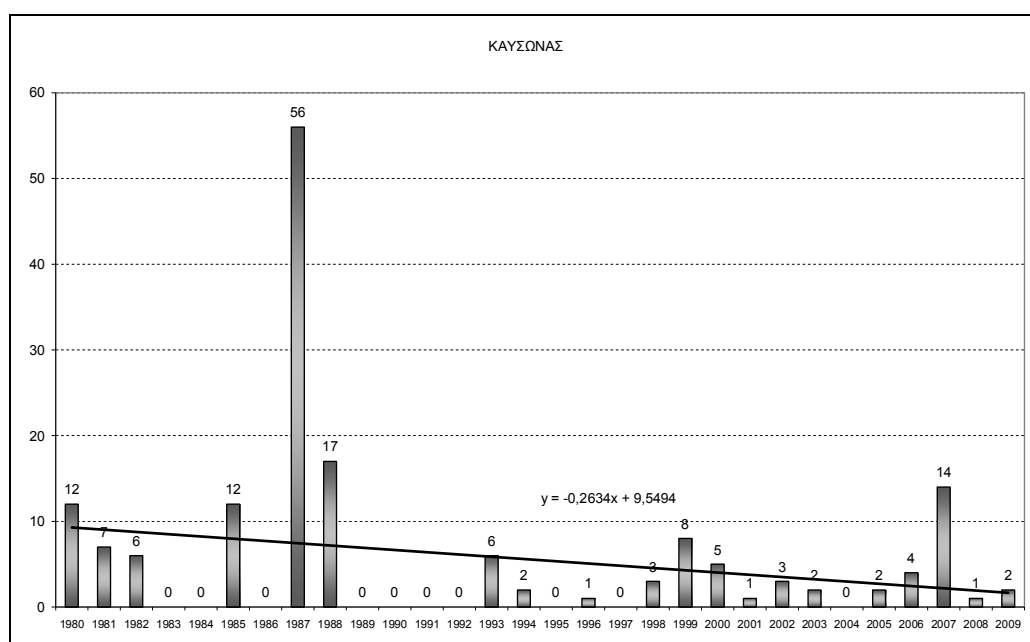
Ακολουθεί η χαλαζόπτωση που κυρίως προκαλεί καταστροφές σε αγροτικές καλλιέργειες. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την Ελλάδα αφού μεγάλο μέρος της οικονομικής δραστηριότητας αφορά την αγροτική παραγωγή.



Γράφημα 3 Αριθμός αναφορών ανά καιρικό φαινόμενο που προκάλεσαν σοβαρές υλικές ζημιές, την περίοδο 1980-2009

3.3 Χρονική διακύμανση ακραίων καιρικών γεγονότων

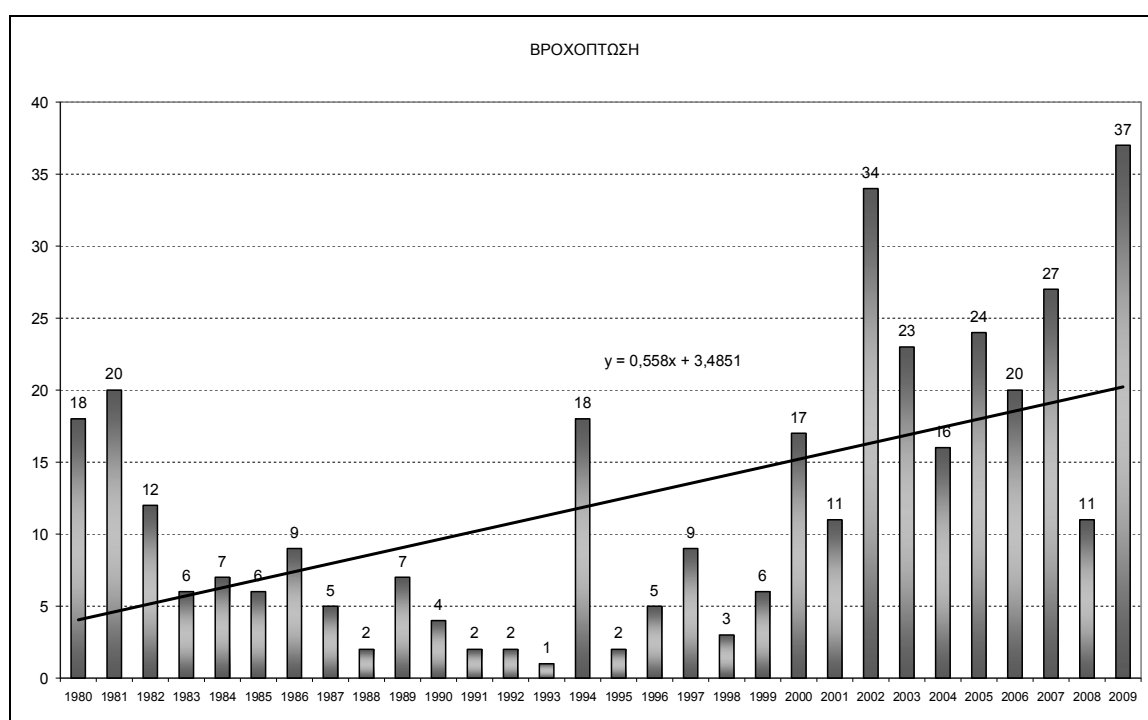
Προκειμένου να ερευνηθούν οι χρονολογίες με την εμφάνιση μεγαλύτερου αριθμού καιρικών συμβάντων, ήταν απαραίτητη η χρονική κατανομή τους στην διάρκεια των ετών 1980 με 2009. Στα επόμενα γραφήματα φαίνεται η κατανομή των αναφορών καιρικών καταστροφών ανά έτος, για 30 έτη που είναι η περίοδος έρευνας.



Γράφημα 4 Ετήσια κατανομή αναφορών καύσωνα

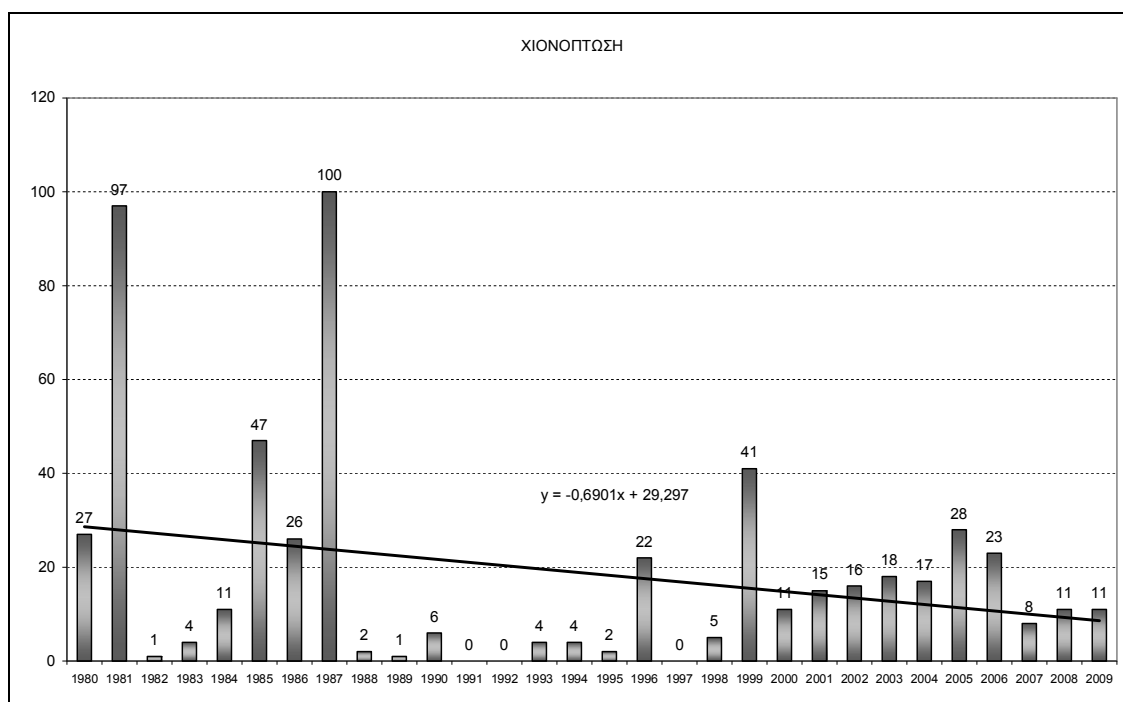
Στο Γράφημα 4, παρουσιάζονται οι αναφορές καύσωνα όπως έχουν καταγραφεί σε όλη την Ελλάδα το χρονικό διάστημα 1980 με 2009. Σε αυτό φαίνεται ότι οι χρονολογίες με τις περισσότερες αναφορές για καύσωνα είναι το 1987 με 56 αναφορές σε όλη την Ελλάδα, ακολουθεί το 1988 με 17 και το 2007 με 14. Πράγματι, τις χρονολογίες αυτές οι καλοκαιρινοί καύσωνες ήταν ιδιαίτερα αισθητοί και παράλληλα καταγράφηκε μεγάλος αριθμός ανθρώπινων θυμάτων. Από το Γράφημα 4, φαίνεται περιοδικότητα των αναφορών σε καύσωνα με περίπου 10ετή κύκλο επαναφοράς.

Ακολουθώς καταγράφεται ο αριθμός των αναφορών έντονης βροχόπτωσης.



Γράφημα 5 Ετήσια κατανομή αναφορών έντονης βροχόπτωσης

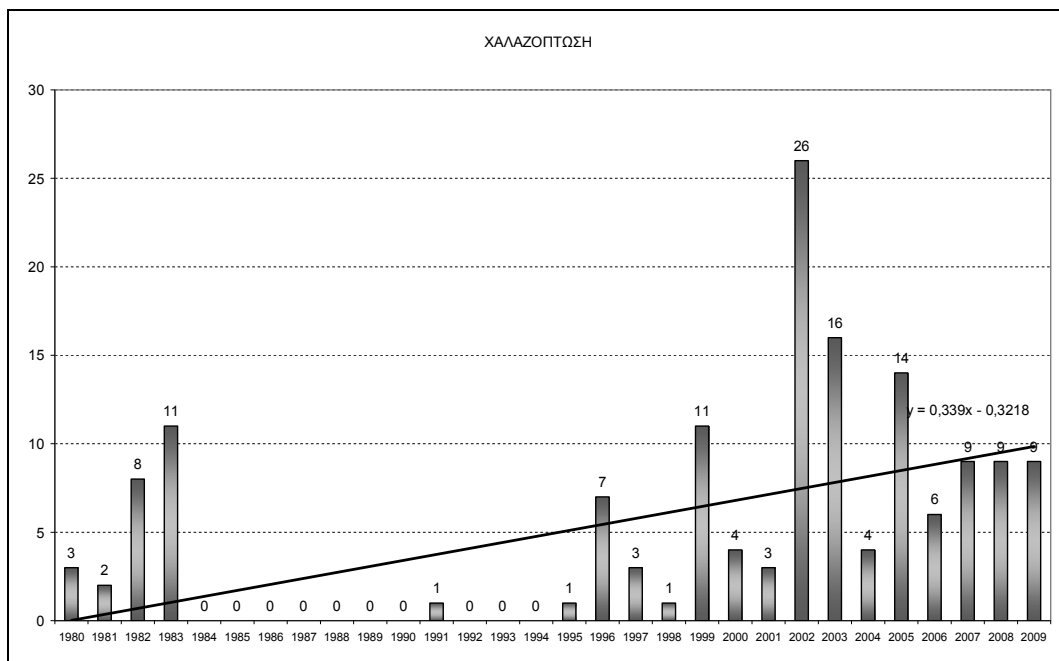
Στο Γράφημα 5, παρατηρείται μία αύξηση του αριθμού των αναφορών έντονης βροχόπτωσης τα τελευταία χρόνια. Ενώ η μέση τιμή του αριθμού των αναφορών βροχόπτωσης είναι 12, φαίνεται ότι από το 2002 και μετά μία αύξηση των αναφορών αρκετά πάνω από το μέσο όρο. Η αύξηση πιθανώς να οφείλεται στην απότομη αύξηση της αστικοποίησης που οδήγησε σε αυξημένη τρωτότητα των υποδομών. Γι' αυτό τον σκοπό θα επιχειρηθεί παρακάτω συσχέτιση με μετρητικά δεδομένα βροχόπτωσης, ώστε να γίνει αποτίμηση του φυσικού και ανθρωπογενούς παράγοντα.



Γράφημα 6 Ετήσια κατανομή αναφορών χιονόπτωσης

Στο Γράφημα 6, καταγράφονται οι αναφορές χιονόπτωσης των τελευταίων 30 ετών. Ο μέσος όρος των αναφορών χιονόπτωσης είναι 19. Η γραμμή τάσης των δεδομένων φανερώνει μια πτώση του αριθμού των αναφορών τα τελευταία χρόνια. Σημαντικός είναι επίσης ο μεγάλος αριθμός αναφορών χιονόπτωσης μέσα στην δεκαετία 1980-1990, όπου σε μεμονωμένες χρονιές (1987,1981,1985) παρατηρήθηκαν σοβαρές επιπτώσεις από γεγονότα χιονόπτωσης. Επίσης, την δεκαετία 1999 με 2009, ο αριθμός των περιστατικών που αναφέρθηκαν ήταν σταθερά για όλες τις χρονιές κοντά στον μέσο όρο της 30ετίας.

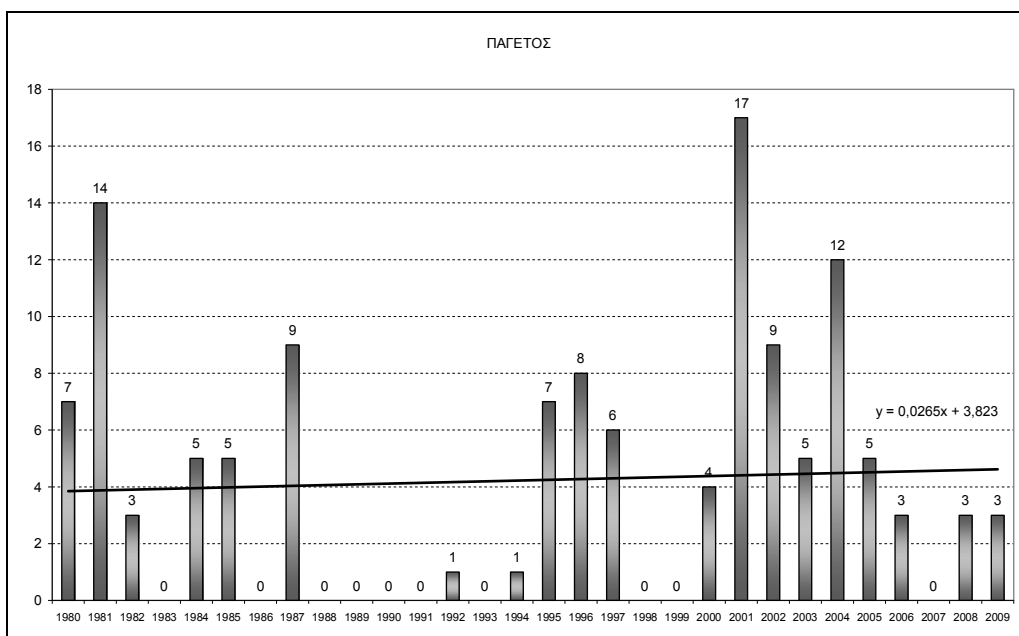
Συγκρίνοντας τις αναφορές βροχόπτωσης με αυτές της χιονόπτωσης, είναι εμφανές ότι η μέση τιμή τους δεν έχει μεγάλη διαφορά, με ελαφρώς περισσότερες τις αναφορές χιονόπτωσης. Εκτός αυτού, την τελευταία 10ετία ότι οι αναφορές βροχόπτωσης με σοβαρές επιπτώσεις στην Ελλάδα είναι πολύ περισσότερες από τις αναφορές χιονόπτωσης. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η ετήσια κατανομή των αναφορών χαλαζόπτωσης.



Γράφημα 7 Ετήσια κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης

Η μέση τιμή των αναφορών χαλαζόπτωσης είναι 5 γεγονότα το έτος. Φαίνεται μια αύξηση των αναφορών σε καταστροφές από το χαλάζι την τελευταία 10ετία.

Ανάλυση της βάσης των δεδομένων, δείχνει ότι η μέση τιμή των αναφορών παγετού τα τελευταία 30 χρόνια είναι 4 γεγονότα το έτος.

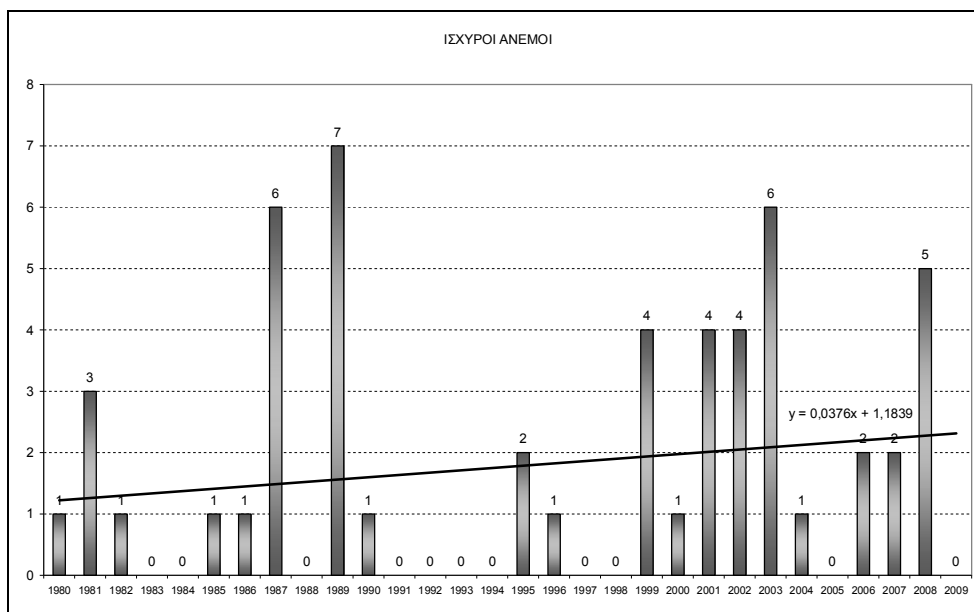


Γράφημα 8 Ετήσια κατανομή αναφορών παγετού

Στο γράφημα 8, όπου παρουσιάζονται οι αναφορές παγετού, παρατηρείται μια αύξηση των αναφερόμενων περιστατικών το 1981 και έπειτα το 2001, δηλαδή μια περίοδος 20 ετίας,

χωρίς αυτό να σημαίνει κάποια επαναληψιμότητα διότι τα δεδομένα δεν επαρκούν για την εξαγωγή τέτοιων συμπερασμάτων. Η μέση τιμή αναφορών σε παγετό είναι 4 το έτος.

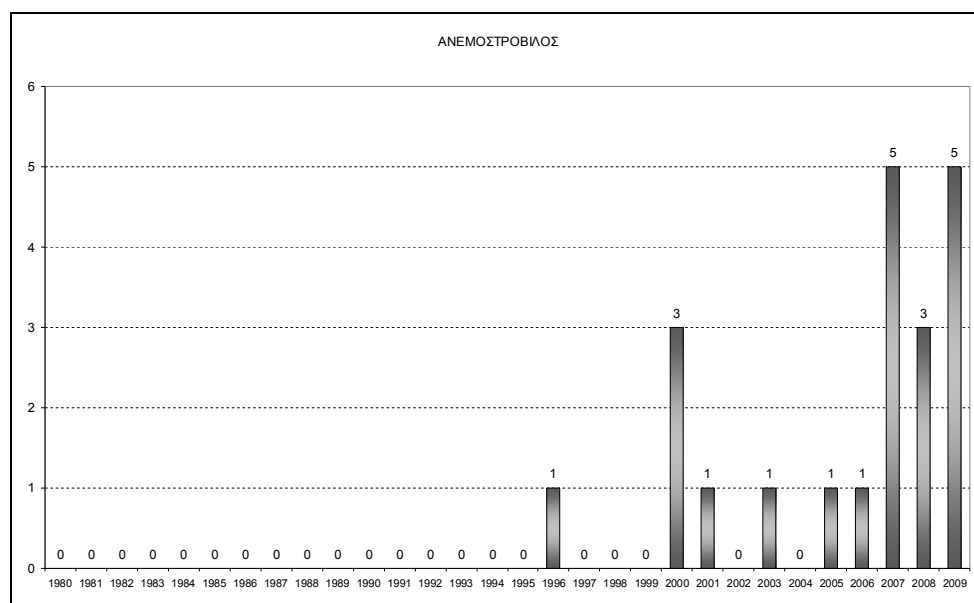
Στο επόμενο γράφημα, φαίνεται η κατανομή των αναφερόμενων γεγονότων σε ισχυρούς ανέμους που σχετίζονται συνήθως με απαγόρευση απόπλου από τα λιμάνια της χώρας ή απαγόρευση πτήσεων από αεροδρόμια.



Γράφημα 9 Ετήσια κατανομή αναφορών ισχυρών ανέμων

Αναφέρονταν κατά μέσο όρο 2 περιστατικά ισχυρών ανέμων τον χρόνο.

Στο Γράφημα 10, παρουσιάζονται οι αναφορές σε ανεμοστρόβιλους που είναι ιδιαίτερα καταστροφικοί.



Γράφημα 10 Ετήσια κατανομή αναφορών ανεμοστρόβιλων

Λόγω του περιορισμένου αριθμού αναφορών σε ανεμοστρόβιλους, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων. Πάντως παρατηρείται μία αύξηση περιστατικών τα τελευταία χρόνια.

3.4 Ακρότατες καταγεγραμμένες τιμές ανά φαινόμενο

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων οι ακρότατες καταγεγραμμένες τιμές θερμοκρασίας, ταχύτητας ανέμου και ύψους βροχής.

Στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται οι 20 υψηλότερες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια από το δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ.

A/A	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ	ΝΟΜΟΣ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΩΡΑ UTC	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
1	5-Ιουλ-00	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	15	44,64
2	7-Ιουλ-88	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	12	43,44
3	25-Ιουν-07	ΛΑΡΙΣΑΣ	3	ΛΑΡΙΣΑ 648	15	43,44
4	27-Ιουλ-87	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	12	43,04
5	27-Ιουν-07	ΛΑΡΙΣΑΣ	3	ΛΑΡΙΣΑ 648	12	42,44
6	25-Ιουν-82	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	12	42,04
	25-Ιουν-82	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ		ΛΑΜΙΑ 675	12	41,94
7	8-Ιουλ-08	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	15	41,24
8	11-Ιουλ-80	ΣΑΜΟΥ		ΣΑΜΟΣ 723	15	41,04
	11-Ιουλ-80	ΑΡΚΑΔΙΑΣ		ΤΡΙΠΟΛΗ 710	12	41,04
9	23-Ιουλ-87	ΑΤΤΙΚΗΣ	23	ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	12	41,04
10	23-Ιουλ-07	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	15	40,84
11	27-Ιουλ-87	ΧΑΝΙΩΝ		ΣΟΥΔΑ 746	12	40,84
12	23-Ιουλ-07	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	1	ΚΕΡΚΥΡΑ 641	15	40,84
13	22-Ιουλ-87	ΑΡΚΑΔΙΑΣ		ΤΡΙΠΟΛΗ 710	12	40,64
14	21-Ιουλ-87	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	12	40,04
15	22-Ιουλ-87	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	12	39,84
16	30-Ιουλ-85	ΛΑΡΙΣΑΣ		ΛΑΡΙΣΑ 648	15	39,24
17	27-Ιουλ-87	ΑΡΚΑΔΙΑΣ		ΤΡΙΠΟΛΗ 710	12	39,04
18	6-Ιουλ-00	ΑΤΤΙΚΗΣ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	9	38,84
19	26-Ιουν-07	ΑΤΤΙΚΗΣ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	12	38,64
20	6-Ιουλ-88	ΑΤΤΙΚΗΣ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	12	38,44

Πίνακας 1 Ημέρες με τις υψηλότερες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες

Παρατηρούμε ότι στις πρώτες θέσεις του πίνακα, όπως θα ήταν αναμενόμενο, βρίσκεται η πόλη της Λάρισας. Έχοντας υπόψη και τον αριθμό των ανθρώπινων θυμάτων, βλέπουμε πως τον Ιούλιο του 1987, που είχαμε και τον μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων στην Αττική, δεν παρατηρήθηκε η μέγιστη θερμοκρασία των 30 ετών, αλλά η 9^η κατά σειρά. Τον Ιούνιο του 2007, που καταγράφηκαν θάνατοι ανθρώπων, πράγματι παρατηρήθηκαν πολύ υψηλές θερμοκρασίες: 43,44 βαθμοί Κελσίου κατέγραψε ο μετρητικός σταθμός στη Λάρισα στις 25 Ιουνίου 2007.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα 20 σημαντικότερα συμβάντα παγετού.

Α/Α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ	ΝΟΜΟΣ	ΥΛΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΩΡΑ UTC	ΘΕΡΜΟ ΚΡΑΣΙΑ (οC)
1	20-Δεκ-01	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	1	ΛΑΡΙΣΑ 648	6	-20,36
2	31-Δεκ-08	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-14,36
3	6-Ιαν-02	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΚΑΛΔΙΕΡΓΕΙΩΝ		ΤΡΙΠΟΛΗ 710	6	-11,96
4	13-Φεβ-04	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-11,56
5	6-Μαρ-87	ΕΒΡΟΥ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΑΛΕΞ/ΠΟΛ Η 627	6	-11,56
6	13-Μαρ-87	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΕΝΑ ΧΩΡΙΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-11,36
	5-Μαρ-87	ΕΒΡΟΥ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΑΛΕΞ/ΠΟΛ Η 627	6	-11,16
8	6-Μαρ-87	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	3	-10,16
9	4-Ιαν-80	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΦΛΩΡΙΝΑ 613	21	-9,96
	4-Μαρ-87	ΕΒΡΟΥ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ	1	ΑΛΕΞ/ΠΟΛ Η 627	18	-9,76
11	8-Ιαν-87	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	21	-9,76
12	7-Μαρ-87	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-9,56
13	4-Ιαν-00	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	0	-9,16
14	26-Ιαν-81	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΠΑΓΩΣΕ Η ΛΙΜΝΗ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-8,96
15	6-Νοε-95	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-8,76
16	5-Μαρ-87	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-8,76
17	28-Δεκ-84	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-8,56
18	7-Ιαν-04	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 614	6	-8,36
19	13-Φεβ-04	ΕΒΡΟΥ	ΑΠΑΓΟΡΕΥΣΗ ΑΠΟΠΛΟΥ		ΑΛΕΞ/ΠΟΛ Η 627	6	-7,96
20	18-Δεκ-01	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΑΠΟΚΛ. ΧΩΡΙΑ		ΚΑΣΤΟΡΙΑ 615	6	-7,96

Πίνακας 2 Ημέρες με τις χαμηλότερες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες

Στον Πίνακα 2, παρουσιάζονται οι 20 καταγεγραμμένες χαμηλότερες θερμοκρασίες των σοβαρών καιρικών γεγονότων που αναφέρθηκαν τα τελευταία 30 χρόνια. Είναι σημαντικό πως η χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τα γεγονότα παγετού, καταγράφηκε στον

μετρητικό σταθμό της Λάρισας, και είχε ένα ανθρώπινο θύμα. Επίσης φαίνεται πως η πλειονότητα των προβλημάτων αναφέρθηκε στην δυτική Μακεδονία, όπου και παρουσιάζονται ιδιαίτερα προβλήματα στις συγκοινωνίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον είναι αξιοσημείωτο ότι 7 από τα 20 επιβεβαιωμένα γεγονότα παγετού, παρατηρήθηκαν τον Μάρτιο του 1987.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα γεγονότα στα οποία υπήρχαν καταγεγραμμένα μεγάλα ύψη αθροιστικής βροχής 24ώρου.

Α/Α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ	ΝΟΜΟΣ	ΥΛΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)
1	4-Νοε-01	ΑΧΑΪΑΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ 682	210,00
2	17-Οκτ-06	ΡΕΘΥΜΝΟΥ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ, ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ		ΣΟΥΔΑ 746	138,00
3	29-Αυγ-02	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΦΘΟΡΕΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΒΡΑΧΩΝ		ΚΕΡΚΥΡΑ 641	138,00
4	13-Δεκ-02	ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΠΛΗΜ. ΣΠΙΤΙΩΝ & ΔΡΟΜΩΝ, ΚΗΡΥΧΤΗΚΕ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΗ ΑΝΑΓΚΗ		ΚΕΡΚΥΡΑ 641	126,00
5	17-Οκτ-06	ΧΑΝΙΩΝ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ, ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ		ΣΟΥΔΑ 746	125,00
6	3-Ιαν-06	ΕΒΡΟΥ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΧΩΡΑΦΙΩΝ, ΣΠΙΤΙΩΝ, ΜΑΓΑΖΙΩΝ, ΒΙΟΤΕΧΝΙΩΝ, ΔΡΟΜΩΝ, ΦΟΥΣΚΩΣΕ Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΈΒΡΟΣ		ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ 627	120,00
7	26-Ιαν-03	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ		ΤΡΙΠΟΛΗ 710	100,00
8	24-Οκτ-03	ΑΡΤΑΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ, ΣΠΙΤΙΩΝ, ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΒΙΟΤΕΧΝΙΩΝ, ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	1	ΑΚΤΙΟΝ 643	100,00
9	20-Νοε-98	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	96,00
10	24-Νοε-05	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ & ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	1	ΤΡΙΠΟΛΗ 710	95,00
11	18-Μαρ-99	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΔΡΟΜΩΝ, ΣΠΙΤΙΩΝ, ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	88,40
12	15-Ιαν-00	ΧΑΝΙΩΝ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ, ΔΡΟΜΩΝ, ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ		ΣΟΥΔΑ 746	87,00
13	14-Ιουλ-05	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΠΛΗΜ. ΔΡΟΜΩΝ & ΣΠΙΤΙΩΝ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	84,00
14	7-Φεβ-03	ΣΑΜΟΥ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΣΚΕΠΩΝ		ΣΑΜΟΣ 723	83,00
15	22-Ιαν-04	ΣΑΜΟΥ	ΖΗΜΙΕΣ ΣΕ ΣΠΙΤΙΑ, ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ, ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΣΑΜΟΣ 723	79,00
16	4-Νοε-01	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	75,00
17	25-Νοε-00	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΠΕΔΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		ΚΕΡΚΥΡΑ 641	73,00
18	11-Οκτ-02	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ & ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΑΚΤΙΟΝ 643	67,30
19	26-Μαΐ-01	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ		ΛΑΡΙΣΑ 648	64,00
20	8-Οκτ-06	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ & ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	64,00

Πίνακας 3 Ημέρες με τις υψηλότερα καταγεγραμμένα ύψη βροχής (24ωρου)

Στον επόμενο πίνακα ταξινομούνται τα επιβεβαιωμένα γεγονότα ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου σε μετρητικό σταθμό της περιοχής.

Α/Α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ	ΝΟΜΟΣ	ΥΛΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΩΡΑ UTC	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (m/s)
1	27-Ιαν-81	ΧΑΝΙΩΝ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ		ΣΟΥΔΑ 746	9	38,00
2	27-Μαϊ-80	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝ.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	12	38,00
3	24-Δεκ-01	ΑΧΑΪΑΣ	ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΔΡΟΜΟΥ, ΣΥΓΚΟΙΝ. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗ ΣΠΙΤΙΟΥ		ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ 682	0	27,00
4	9-Δεκ-80	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	15	27,00
5	24-Ιαν-06	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΒΥΘΙΣΤΗΚΕ ΦΟΡΤΗΓΟ ΠΛΟΙΟ		ΝΑΞΟΣ 732	18	23,00
6	4-Μαρ-87	ΈΒΡΟΥ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΕΝΑ ΧΩΡΙΑ	1	ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ 627	0	23,00
7	8-Ιαν-81	ΈΒΡΟΥ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΕΝΑ ΧΩΡΙΑ		ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ 627	18	23,00
8	9-Μαρ-87	ΚΥΚΛΑΔΩΝ			ΜΗΛΟΣ 738	21	23,00
9	22-Ιαν-04	ΣΑΜΟΥ	ΖΗΜΙΕΣ ΣΕ ΣΠΙΤΙΑ, ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΣΑΜΟΣ 723	3	21,00
10	27-Ιαν-81	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	6	21,00
11	5-Οκτ-89	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΝΑΥΑΓΙΑ		ΜΗΛΟΣ 738	0	21,00
	5-Οκτ-89	ΛΕΣΒΟΥ			ΛΗΜΝΟΣ 650	21	21,00
	5-Οκτ-89	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΝΑΥΑΓΙΑ		ΗΡΑΚΛΕΙΟ 745	18	21,00
12	10-Μαρ-87	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚ. & ΗΛΕΚΤΡΟΔ.		ΜΗΛΟΣ 738	0	21,00
13	1-Αυγ-82	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΞΕΡΙΖΩΘΗΚΑΝ ΔΕΝΤΡΑ, ΞΕΚΟΛΛΗΣΑΝ ΣΤΕΓΕΣ, ΖΗΜΙΕΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	12	21,00
14	10-Αυγ-80	ΑΤΤΙΚΗΣ		2	ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ 716	21	21,00
15	21-Ιαν-81	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	21	20,00
16	18-Νοε-82	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ, ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ,		ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 622	12	20,00
17	28-Φεβ-90	ΗΛΕΙΑΣ	ΞΕΡΙΖΩΘΗΚΑΝ ΔΕΝΤΡΑ	1	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ 682	12	20,00
18	5-Οκτ-89	ΡΕΘΥΜΝΟΥ	ΝΑΥΑΓΙΑ		ΣΟΥΔΑ 746	18	20,00
19	27-Νοε-00	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΑΠΑΓΟΡΕΥΣΗ ΑΠΟΠΛΟΥ		ΜΗΛΟΣ 738	18	19,00
20	22-Ιαν-81	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝ.ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΔ.		ΑΚΤΙΟΝ 643	6	19,00

Πίνακας 4 Ημέρες με τις υψηλότερες καταγεγραμμένες ταχύτητες ανέμου

Όπως ήταν αναμενόμενο, από τον Πίνακα 4, φαίνεται πως η μεγάλη ταχύτητα ανέμου, μπορεί να προξενήσει ιδιαίτερα προβλήματα στις συγκοινωνίες και πολλές υλικές ζημιές. Στην προσπάθεια καταγραφής των καιρικών γεγονότων με επιπτώσεις στην Ελλάδα, συχνά υπήρχαν αναφορές στο φαινόμενο της μεταφοράς αφρικανικής σκόνης και στα προβλήματα που δημιουργούσε κυρίως σε αστικές περιοχές με ατμοσφαιρική ρύπανση.

Με βάση τις παρατηρήσεις της NASA στην ιστοσελίδα Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS)³⁰ ταξινομήθηκαν στον πίνακα 5 τα εντονότερα γεγονότα μεταφοράς σκόνης στην Ελλάδα, σε 2 κατηγορίες :

Κατηγορία 1 = Δείκτης Αερολύματος > 2, με κίτρινη ένδειξη

Κατηγορία 2 = Δείκτης Αερολύματος > 3, με κόκκινη ένδειξη

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΕΣ											
	1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	6ος	7ος	8ος	9ος	10ος	11ος	12ος
2005				17								
2006												
2007			29				26					
2008				12								
			6	14		15						
			23	20								
				21								
2009										1		
	21									8		
										10		



ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2

Πίνακας 5 Ετήσια κατανομή γεγονότων μεταφοράς αφρικανικής σκόνης

Η ταξινόμηση έχει γίνει ποιοτικά από τους χάρτες TOMS. Παρατηρούνται έντονα γεγονότα μεταφοράς αφρικανικής σκόνης, ιδιαίτερα τους μεταβατικούς μήνες Μάρτιο και Απρίλιο.

3.5 Γεωγραφική κατανομή φαινομένων

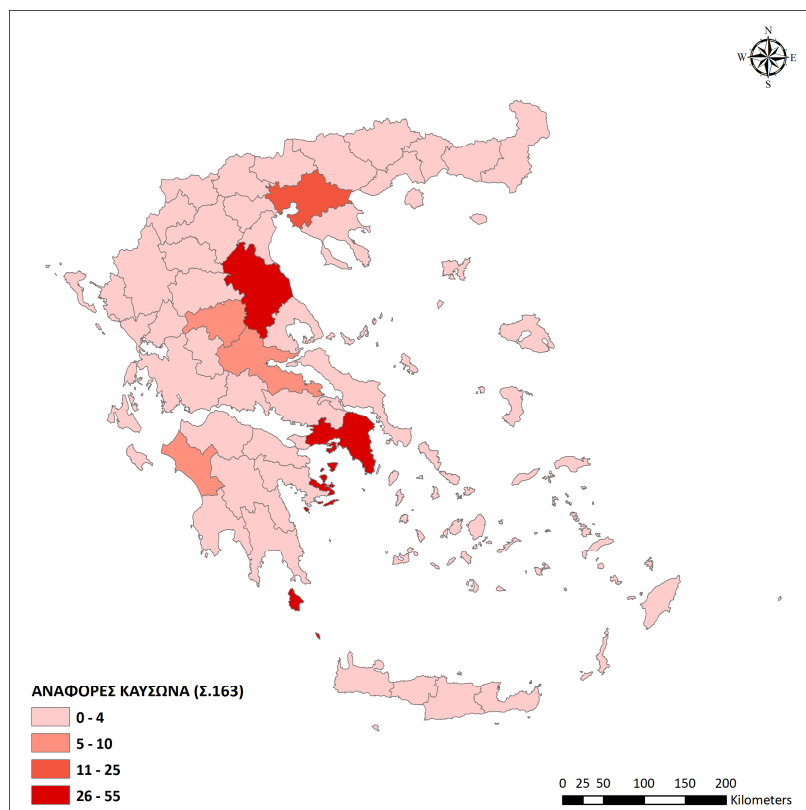
Η κατανομή των έντονων καιρικών φαινομένων στον Ελλαδικό χώρο, είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι θα αναδείξει την συχνότητα εμφάνισής τους ανά περιοχή και θα απεικονίσει την τρωτότητα της κάθε περιοχής σε αυτά.

³⁰ NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA), TOTAL OZONE MAPPING SPECTROMETER (TOMS), Εύρεση στις 16 Αυγούστου 2010, στην Ιστοσελίδα http://toms.gsfc.nasa.gov/aerosols/aerosols_v8.htm

Για τους λόγους αυτούς, δημιουργήθηκαν χάρτες που παρουσιάζουν την ύπαρξη έντονων καιρικών φαινομένων στους νομούς της Ελλάδας.

3.5.1 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων καύσωνα

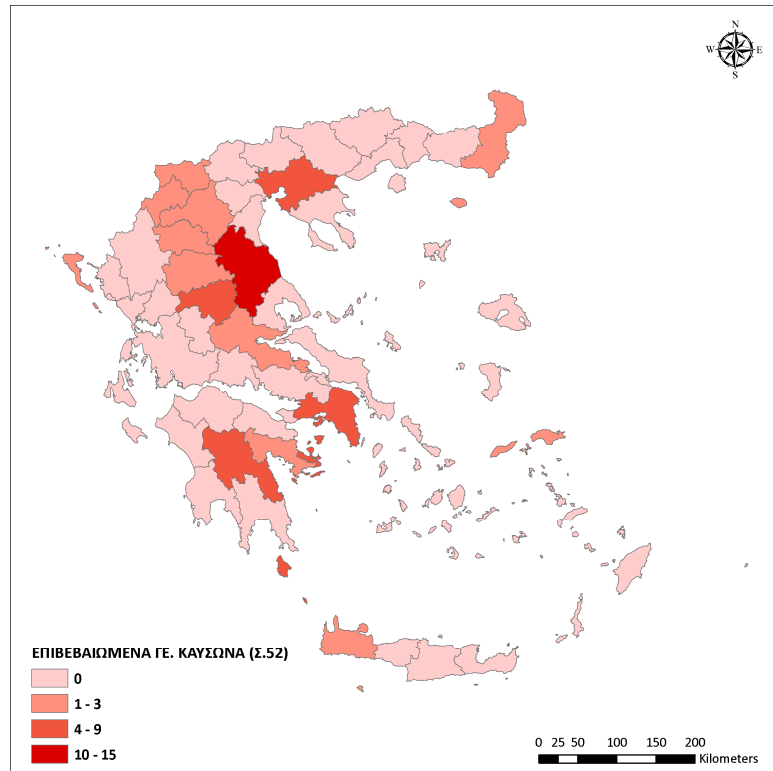
Ο πρώτος χάρτης απεικόνισης των αναφορών καύσωνα (Χάρτης 1), παρουσιάζει όλα τα γεγονότα καύσωνα που καταγράφηκαν από αναφορές σε ελληνικές εφημερίδες, στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια.



Χάρτης 1 Γεωγραφική κατανομή αναφορών καύσωνα.

Οι αναφορές καύσωνα που καταγράφηκαν, ήταν συνολικά 163. Όπως φαίνεται στον Χάρτη 1, τα περισσότερα περιστατικά αφορούν τους νομούς Αττικής (55), και Λάρισας (26). Αυτό φανερώνει πόσο έντονα βιώνουν οι κάτοικοι τα φαινόμενα καύσωνα στους νομούς αυτούς και ιδιαίτερα στην Αττική με τον πολύ μεγάλο αριθμό κατοίκων και την απουσία χώρων πρασίνου. Έπειτα βρίσκεται ο νομός Θεσσαλονίκης με 11 αναφερθέντα περιστατικά καύσωνα. Ακολουθούν νομοί της κεντρικής Ελλάδας με 6 αναφορές στην Φθιώτιδα, καθώς και η Ηλεία με 5 αναφορές. Για την επιβεβαίωση της ύπαρξης μετεωρολογικών συνθηκών που οδηγούν στο φαινόμενο καύσωνα, χρησιμοποιήθηκαν τα

δεδομένα των μετρητικών σταθμών της ΕΜΥ, και διατηρήθηκαν τα συμβάντα εκείνα στα οποία, ο πλησιέστερος μετεωρολογικός σταθμός εμφάνισε μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 37 βαθμούς Κελσίου. Η απεικόνιση αυτών των αποτελεσμάτων φαίνεται στον Χάρτη 2:

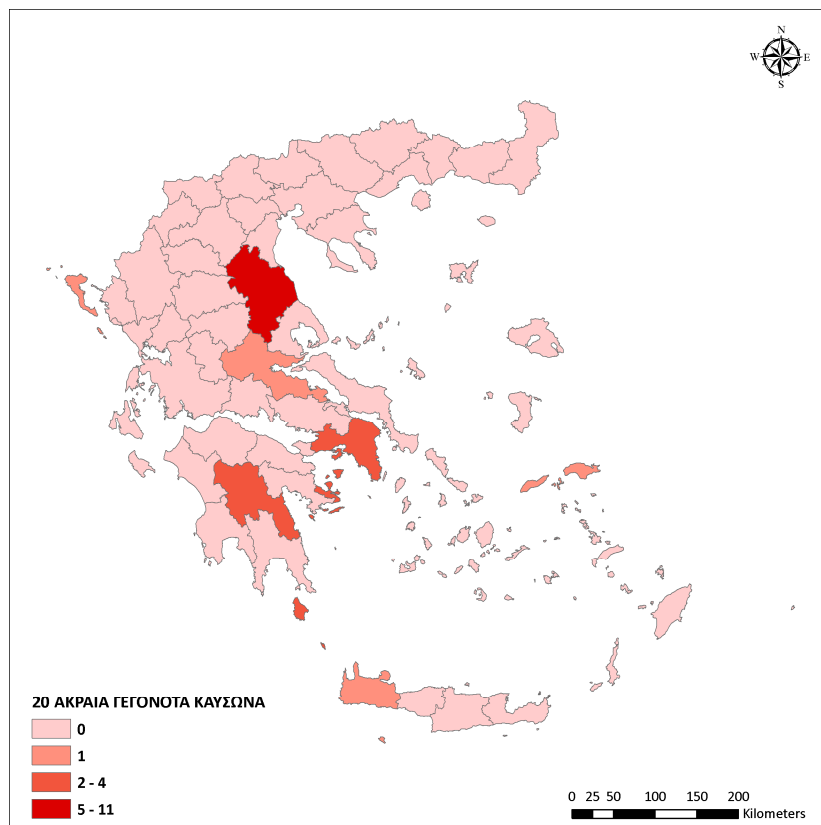


Χάρτης 2 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων καύσωνα.

Ο αριθμός των επιβεβαιωμένων γεγονότων καύσωνα είναι συνολικά 52. Δηλαδή από τις 163 αναφορές σε περιστατικά καύσωνα, στις 52 στον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό καταγράφηκε θερμοκρασία τουλάχιστον 37 βαθμών Κελσίου. Η μεγάλη διαφορά μεταξύ των αναφορών και των επιβεβαιωμένων γεγονότων οφείλεται και στην έλλειψη τιμών για ορισμένους μετρητικούς σταθμούς της περιφέρειας, ιδιαίτερα την δεκαετία 1980-1990.

Στον Χάρτη 2, επιβεβαιώνεται η παρουσία συνθηκών καύσωνα στους νομούς Αττικής, Λάρισας, και Θεσσαλονίκης. Συγκεκριμένα στο Νομό Λάρισας τα επιβεβαιωμένα γεγονότα είναι 15 και ακολουθούν οι νομοί Αττικής με 9, Καρδίτσας με 6, Θεσσαλονίκης με 5 και Αρκαδίας με 4 γεγονότα.

Στον παρακάτω χάρτη (Χάρτης 3) παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των 20 γεγονότων με τις υψηλότερες θερμοκρασίες.

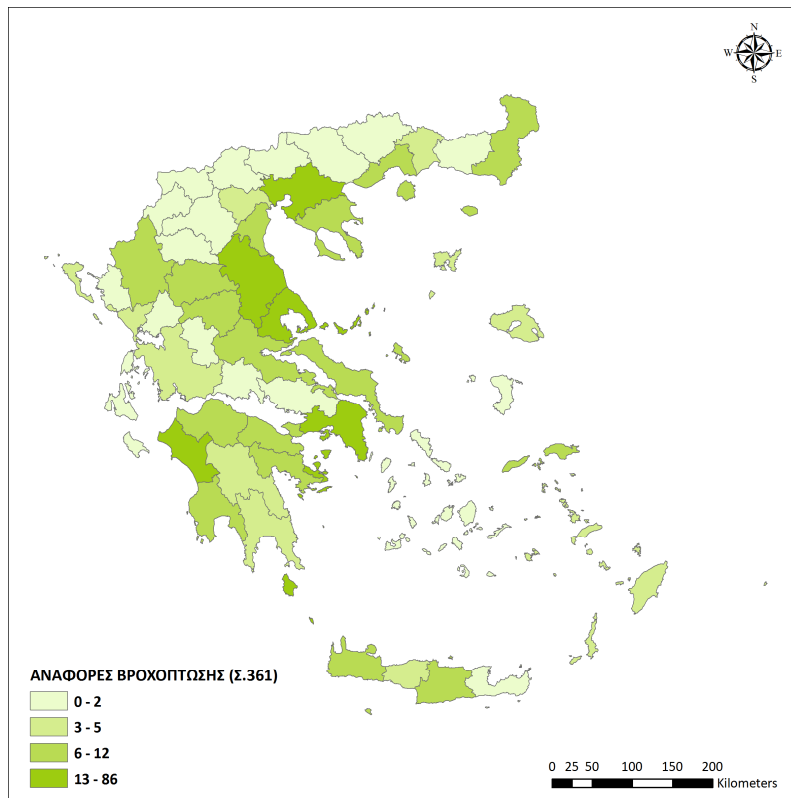


Χάρτης 3 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων καύσωνα.

Όπως φαίνεται στον Χάρτη 3, η περιοχή με τα περισσότερα γεγονότα καύσωνα στην λίστα των 20 υψηλότερων θερμοκρασιών, είναι η Λάρισα με 11 συμβάντα, και ακολουθεί η Αττική και η Αρκαδία.

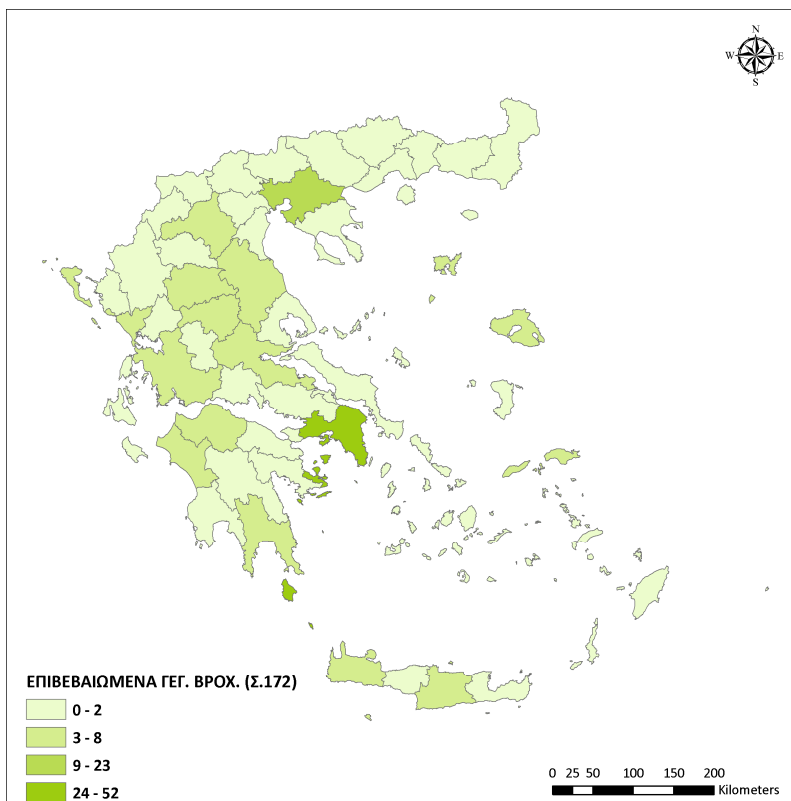
3.5.2 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων βροχόπτωσης

Οι συνολικά 361 καταγεγραμμένες αναφορές έντονης βροχόπτωσης παρουσιάζονται στον Χάρτη 4.



Χάρτης 4 Γεωγραφική κατανομή αναφορών βροχόπτωσης.

Τα περισσότερα περιστατικά έχουν αναφερθεί στους νομούς Αττικής, Θεσσαλονίκης, Λάρισας, Μαγνησίας και Ηλείας.



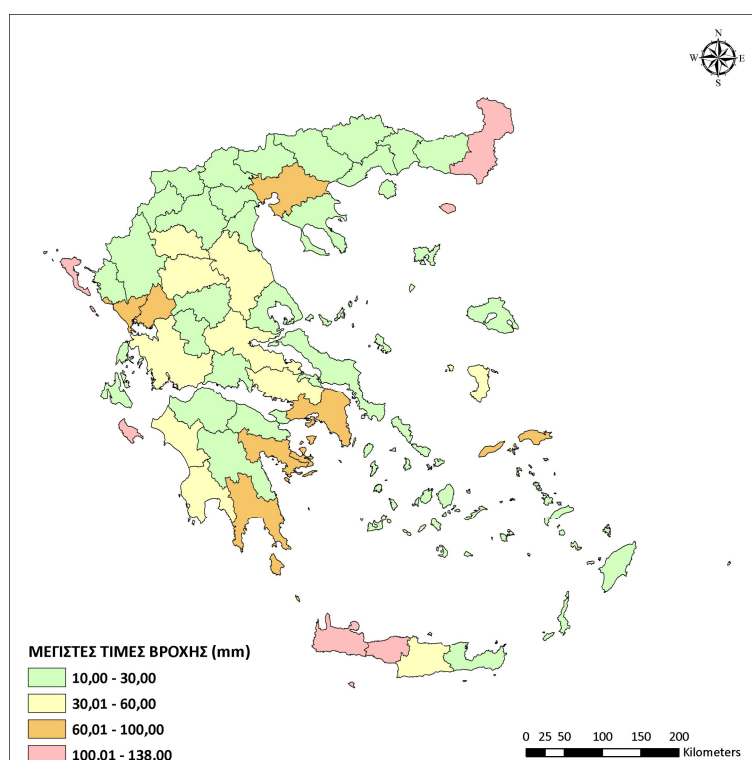
Χάρτης 5 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων βροχόπτωσης.

Ανατρέχοντας στα αθροιστικά ύψη βροχής 24ώρου για τα αναφερόμενα γεγονότα, θεωρούμε επιβεβαιωμένα εκείνα των οποίων είχαν καταγραφή σημαντικού ύψους βροχής. Τα επιβεβαιωμένα γεγονότα παρατηρήθηκαν στους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης. Προκειμένου όμως να μελετήσουμε και την σοβαρότητα των γεγονότων βροχόπτωσης έγινε προσπάθεια κατηγοριοποίησής τους, ανάλογα με το ημερήσιο αθροιστικό ύψος βροχής. Για το λόγο αυτό τα γεγονότα κατανεμήθηκαν σε κατηγορίες όπως φαίνεται παρακάτω.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)	ΧΡΩΜΑ
1	10,00-30,00	Πράσινο
2	30,01-60,00	Κίτρινο
3	60,01-100,00	Πορτοκαλί
4	>100,01	Ροζ

Πίνακας 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης

Με βάση τον πίνακα 6, απεικονίζονται τα αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης στον Χάρτη 6.

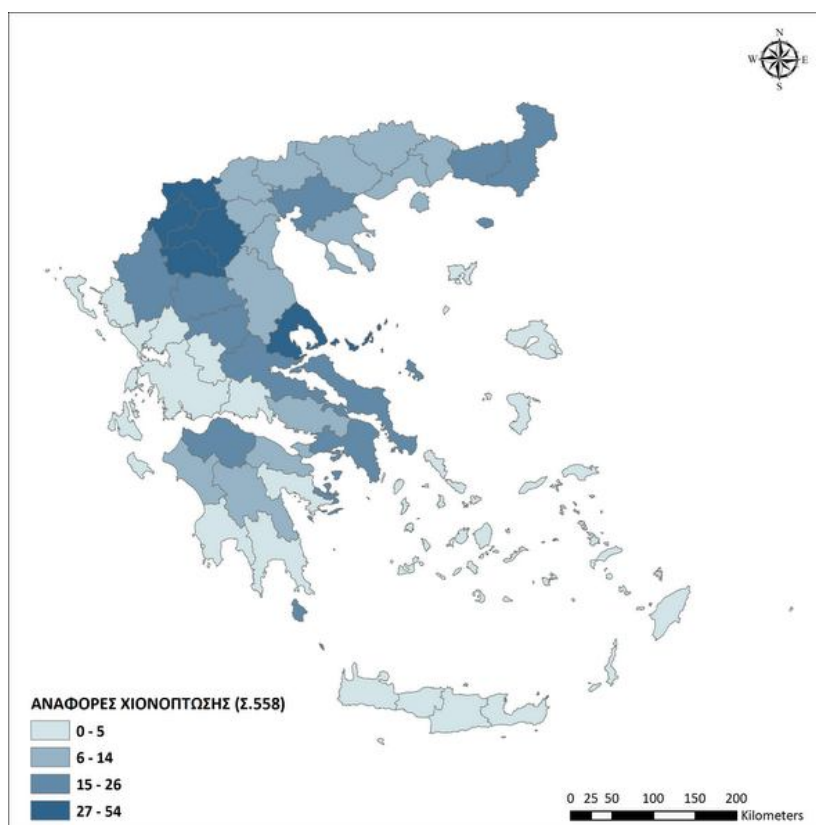


Χάρτης 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης ανάλογα με το αθροιστικό ύψος βροχής 24ώρου.

Στον Χάρτη 6, φαίνεται πως οι περιοχές με τις μεγαλύτερες τιμές ημερήσιας βροχόπτωσης είναι ο νομός Έβρου και οι νομοί Χανίων και Ρεθύμνου στην Κρήτη οι οποίοι απεικονίζονται με χρώμα ροζ, ενώ έπονται οι νομοί Αττικής, Θεσσαλονίκης, Άρτας, Πρέβεζας, Λακωνίας, Αργολίδας και Σάμου.

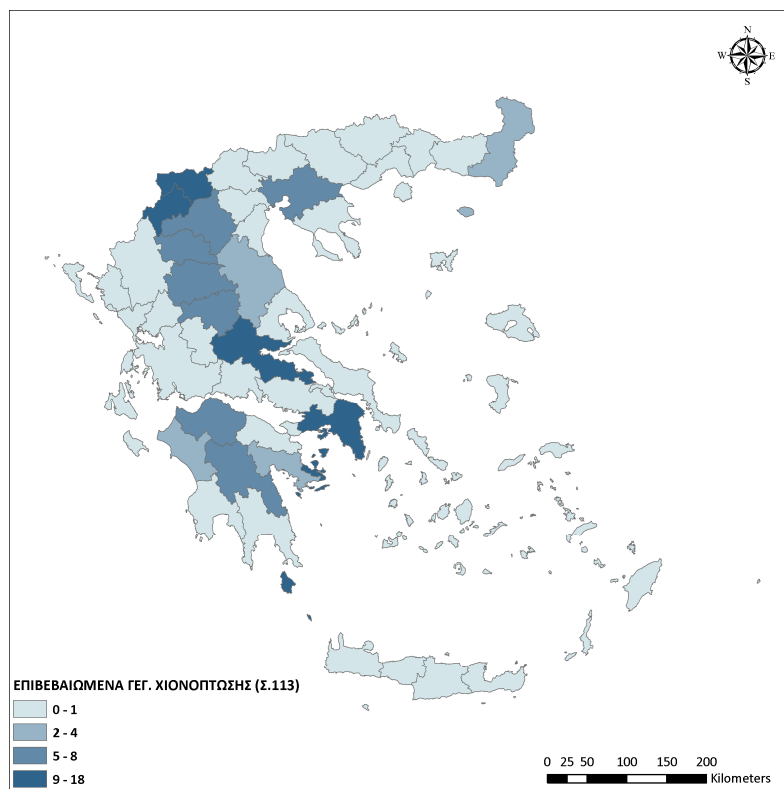
3.5.3 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων χιονόπτωσης.

Ακολούθως παρουσιάζονται το σύνολο των αναφορών χιονόπτωσης.



Χάρτης 7 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χιονόπτωσης.

Όπως φαίνεται στον Χάρτη 7, από τις 558 αναφορές σε προβλήματα λόγω έντονης χιονόπτωσης, αφορούσαν κυρίως όλη την Δυτική Μακεδονία και τον νομό Μαγνησίας. Από τα γεγονότα που αναφέρθηκαν, τα 113 είχαν καταγεγραμμένο ύψος βροχής, πράγμα που επιβεβαιώνει την χιονόπτωση. Ο Χάρτης 8, απεικονίζει τα συγκεκριμένα γεγονότα.



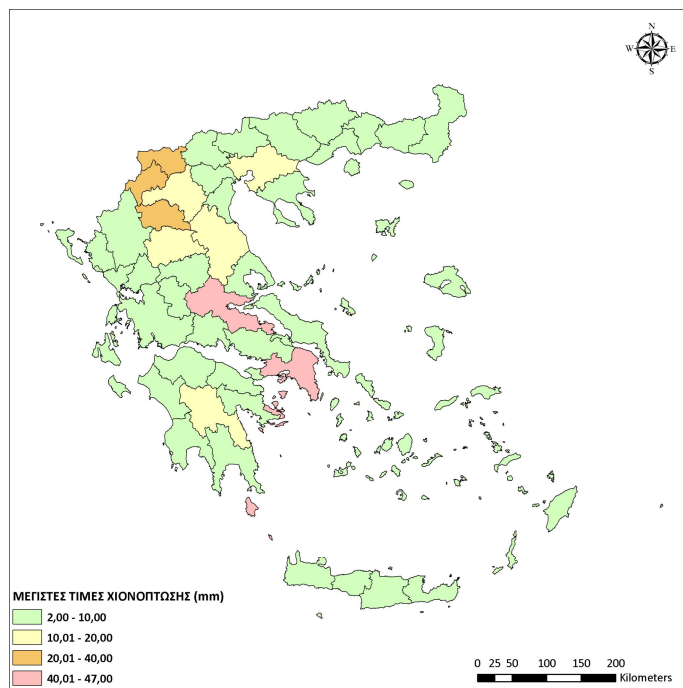
Χάρτης 8 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.

Είναι εμφανές ότι επιβεβαιώνονται μόνο τα γεγονότα που αναφέρθηκαν στους νομούς Φλώρινας, Καστοριάς, Φθιώτιδας και Αττικής.

Προκειμένου να ερευνηθεί και η ένταση των συμβάντων που δημιούργησαν προβλήματα σε ελληνικές περιοχές παρουσιάζεται στον Χάρτη 9, ποσοτική διαβάθμιση της χιονόπτωσης βάσει των ημερήσιων αθροιστικών υψών βροχής και ταυτόχρονα με θερμοκρασία μικρότερη των 3 βαθμών Κελσίου ($T < 3^{\circ}\text{C}$), με κατηγοριοποίηση βάσει του εξής πίνακα:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)	ΧΡΩΜΑ
1	2,00-10,00	Πράσινο
2	10,01-20,00	Κίτρινο
3	20,01-40,00	Πορτοκαλί
4	>40,01	Ροζ

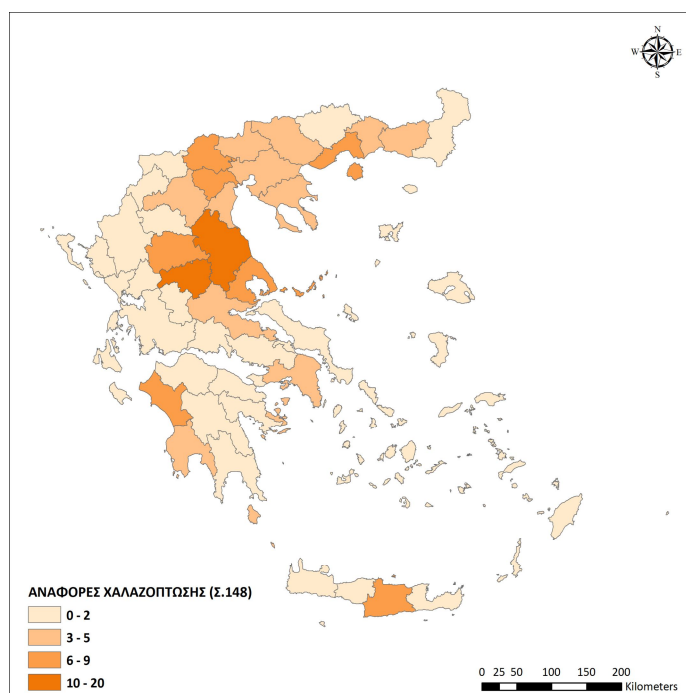
Πίνακας 7 Κατηγοριοποίηση γεγονότων χιονόπτωσης



Χάρτης 9 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.

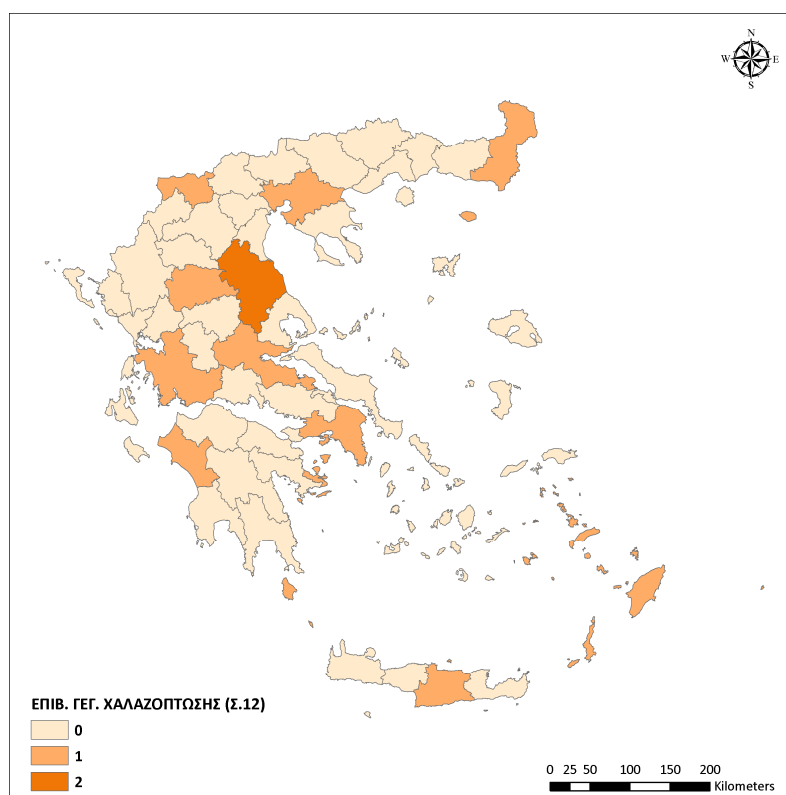
Στον Χάρτη 9, απεικονίζεται η ένταση των αναφερόμενων γεγονότων χιονόπτωσης και παρατηρούμε πως οι Νομοί Αττικής και Φθιώτιδας πραγματικά αντιμετώπισαν έντονη χιονόπτωση.

Σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις της χαλαζόπτωσης ιδιαίτερα στην αγροτική οικονομία της χώρας. Οι αναφορές χαλαζόπτωσης όπως έχουν καταγραφεί από τις εφημερίδες παρουσιάζονται στον Χάρτη 10 που ακολουθεί.



Χάρτης 10 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης.

Παρατηρούμε ότι συμβάντα χαλαζόπτωσης αναφέρονται κυρίως σε περιοχές με καλλιέργειες όπως οι περισσότεροι νομοί στη Θεσσαλία (συχνότερα στην Λάρισα και Καρδίτσα), το μεγαλύτερο μέρος της Βόρειας Ελλάδας αλλά και στην Δυτική Πελοπόννησο οι νομοί Ηλείας και Μεσσηνίας, καθώς και το Ηράκλειο Κρήτης. Από τις αναφορές αυτές, διαχωρίστηκαν αυτές των οποίων το ημερήσιο αθροιστικό ύψος βροχής ήταν άνω των 10mm στον πλησιέστερο μετρητικό σταθμό. Τα επιβεβαιωμένα γεγονότα αυτά παρουσιάζονται στον επόμενο Χάρτη 11.

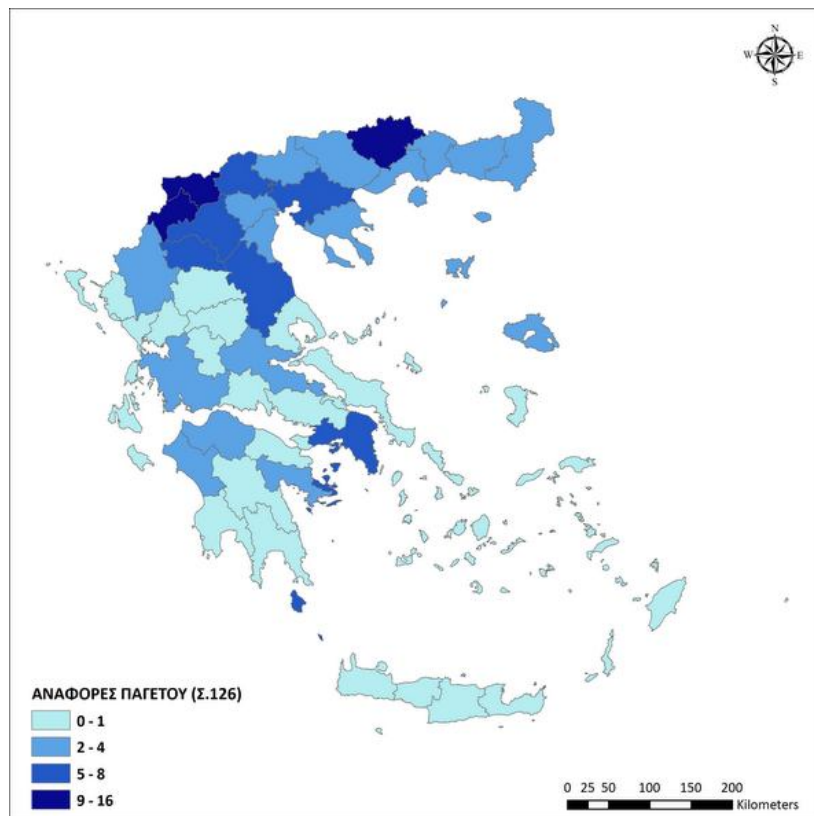


Χάρτης 11 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χαλαζόπτωσης.

Πράγματι, στον νομό Λάρισας υπήρχαν γεγονότα χαλαζόπτωσης που προξένησαν καταστροφές στην περιοχή.

3.5.4 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων παγετού.

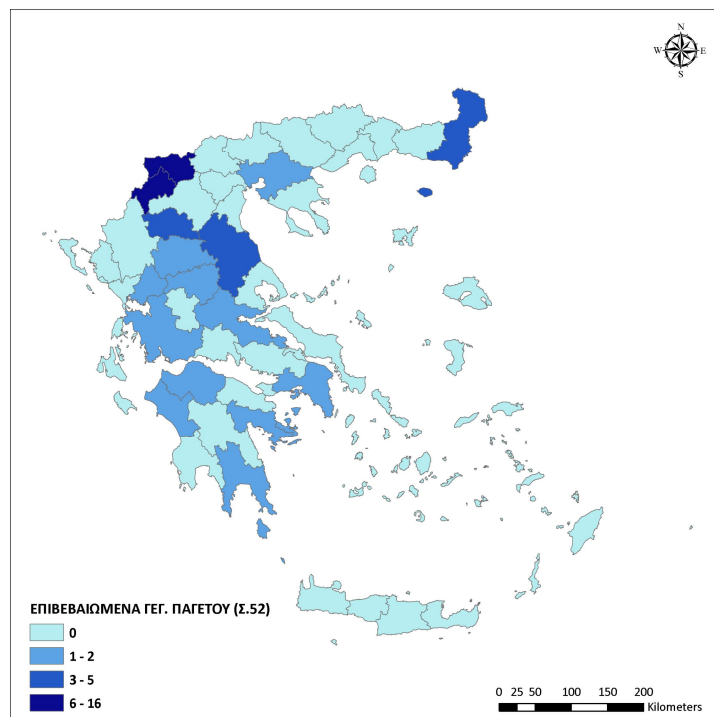
Τα γεγονότα παγετού, όπως αναφέρθηκαν στις ελληνικές εφημερίδες χωροθετούνται όπως φαίνεται παρακάτω:



Χάρτης 12 Γεωγραφική κατανομή αναφορών παγετού.

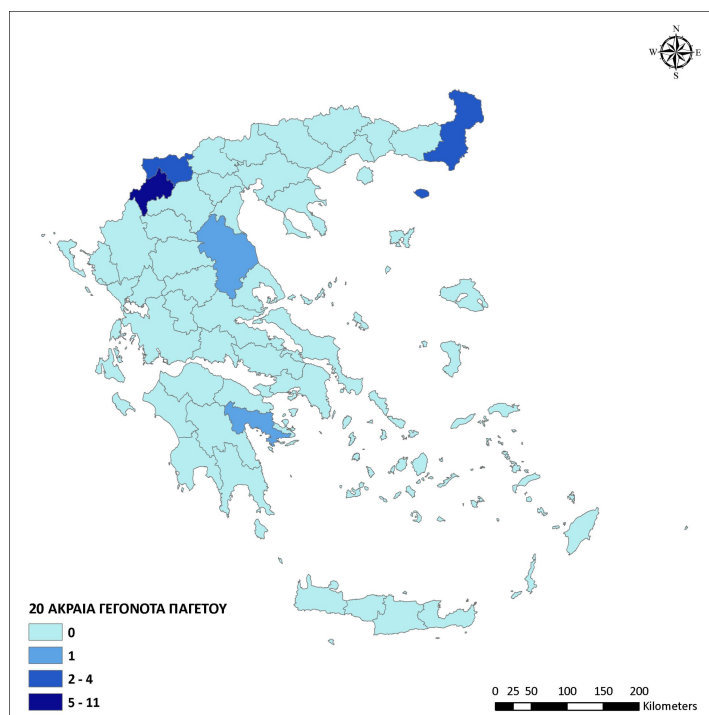
Από τα 126 αναφερόμενα περιστατικά επιβεβαιώνονται εκείνα στα οποία η θερμοκρασία ήταν κάτω από μηδέν βαθμούς Κελσίου στον γειτονικό μετεωρολογικό σταθμό. Όπως φαίνεται στον Χάρτη 12, οι περιοχές που αντιμετωπίζουν τα περισσότερα προβλήματα λόγω παγετού είναι κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα, και ιδιαίτερα οι νομοί Φλώρινας, Καστοριάς και Δράμας. Τις περισσότερες φορές στο επίκεντρο των μέσων μαζικής ενημέρωσης αναφέρονται τα αποκλεισμένα χωριά της Φλώρινας, η ανάγκη για αντιολισθητικές ζώνες στα οχήματα και οι ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες στο Νευροκόπι της Δράμας.

Συγκρίνοντας την χωροθέτηση των επιβεβαιωμένων γεγονότων παγετού που απεικονίζονται στον Χάρτη 13, είναι γεγονός πως η Δυτική Μακεδονία είχε πράγματι χαμηλές θερμοκρασίες στα αναφερόμενα γεγονότα, όπως επίσης και ο νομός Έβρου, και Λάρισας.



Χάρτης 13 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων παγετού.

Από αυτά τα γεγονότα οι ημέρες στις οποίες καταγράφηκε χαμηλότερη θερμοκρασία παρουσιάζονται στον παρακάτω Χάρτη 14.

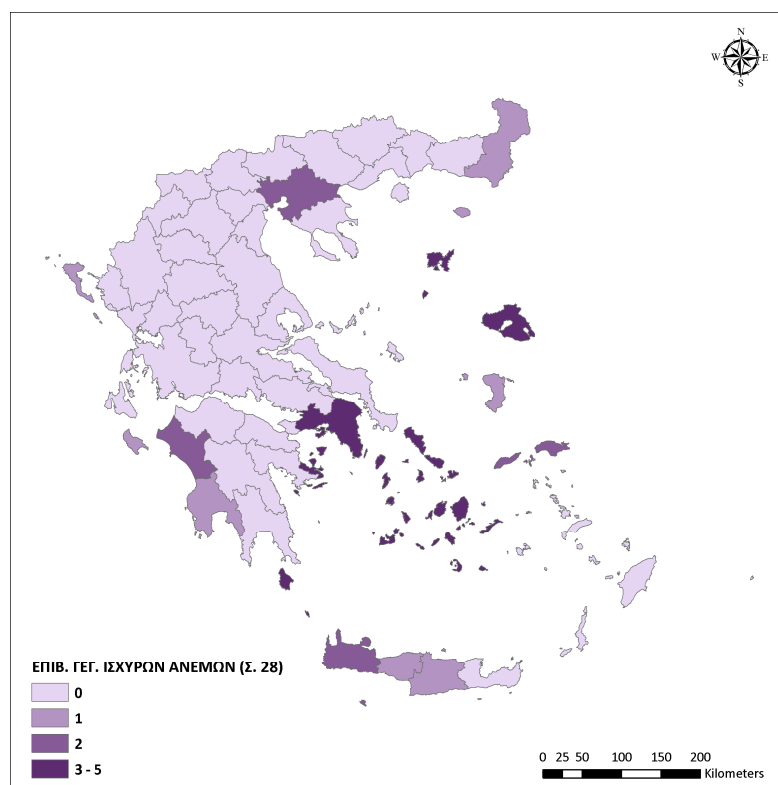


Χάρτης 14 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων παγετού.

Βλέπουμε πως εκτός από τις επιβεβαιωμένες περιπτώσεις παγετού που εντοπίστηκαν στον Χάρτη 13, στο νομό Αργολίδας σημειώθηκε ένα γεγονός παγετού που έχει καταγραφεί και από μετρητικό σταθμό της ΕΜΥ.

3.5.5 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων ισχυρών ανέμων.

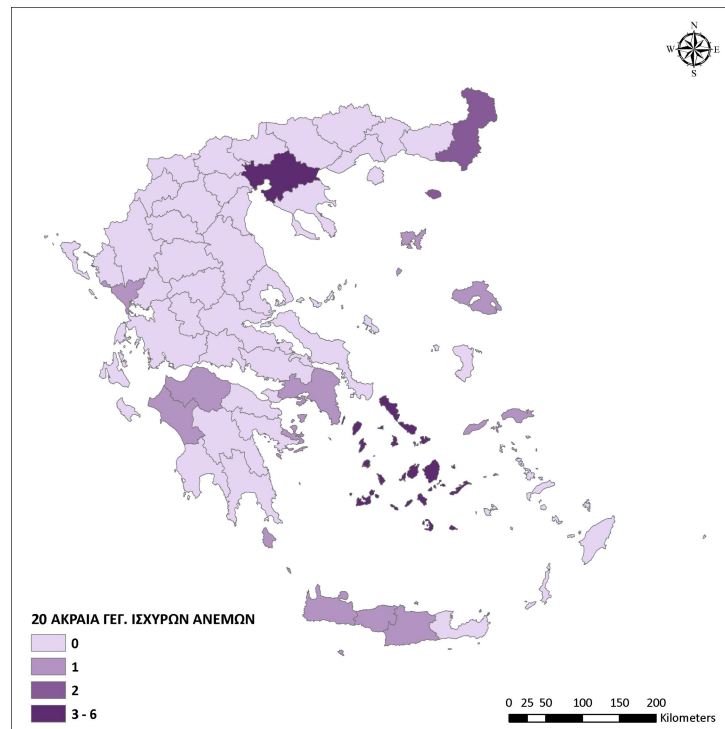
Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα επιβεβαιωμένα γεγονότα ισχυρών ανέμων που προκάλεσαν διάφορες δυσάρεστες επιπτώσεις, απεικονιζόμενες στον Χάρτη 15.



Χάρτης 15 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων ισχυρών ανέμων.

Παρατηρούμε πως οι περιοχές με σοβαρές επιπτώσεις από συμβάντα ισχυρών ανέμων είναι οι νομοί Λέσβου, Κυκλάδων και Αττικής. Ακολουθούν ο νομός Θεσσαλονίκης, όπου συχνά αναφέρουν οι εφημερίδες απαγορευτικό πτήσεων και απόπλου, ο νομός Έβρου καθώς και ο νομός Ηλείας και Χανίων.

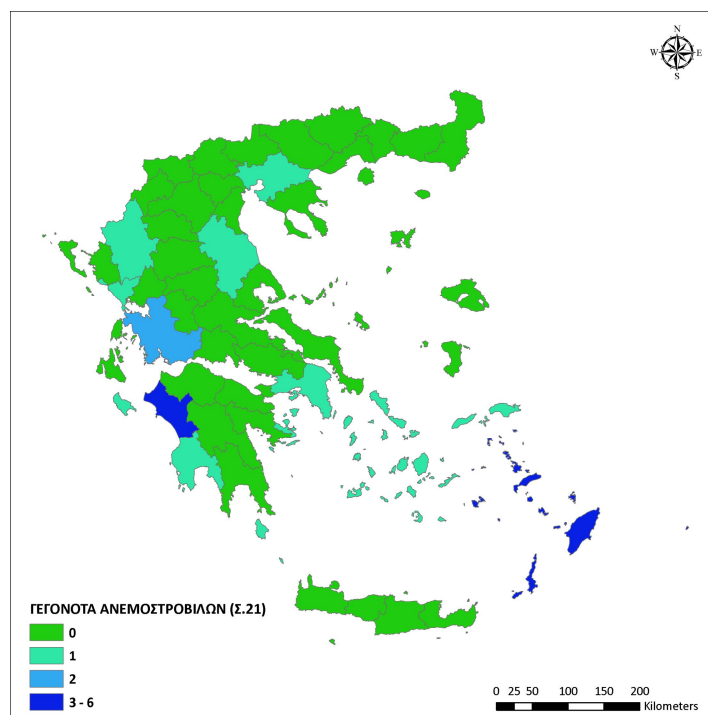
Τα γεγονότα στα οποία οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου ήταν οι μεγαλύτερες παρουσιάζονται στον Χάρτη 16.



Χάρτης 16 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων ισχυρών ανέμων.

Είναι φανερό πως ο νομός Κυκλάδων και Θεσσαλονίκης παρουσίασε περιστατικά με ισχυρούς ανέμους.

Εκτός όμως των ισχυρών ανέμων, οι αναφορές των εφημερίδων παρουσίαζαν και περιστατικά ανεμοστρόβιλων, τα οποία χωροθετήθηκαν στον Χάρτη 17.

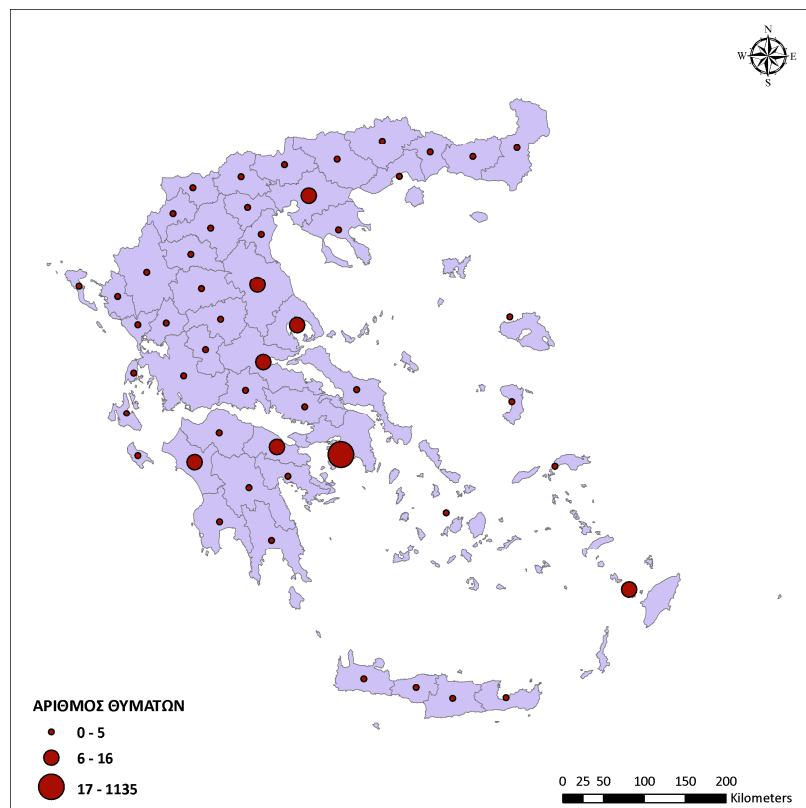


Χάρτης 17 Γεωγραφική κατανομή αναφορών ανεμοστρόβιλων.

Ο νομός Ηλείας και ο Νομός Δωδεκανήσου είναι αυτοί κυρίως στους οποίους ανεμοστρόβιλοι προκάλεσαν προβλήματα.

3.5.6 Γεωγραφική κατανομή γεγονότων που προκάλεσαν υλικές ζημιές και θύματα.

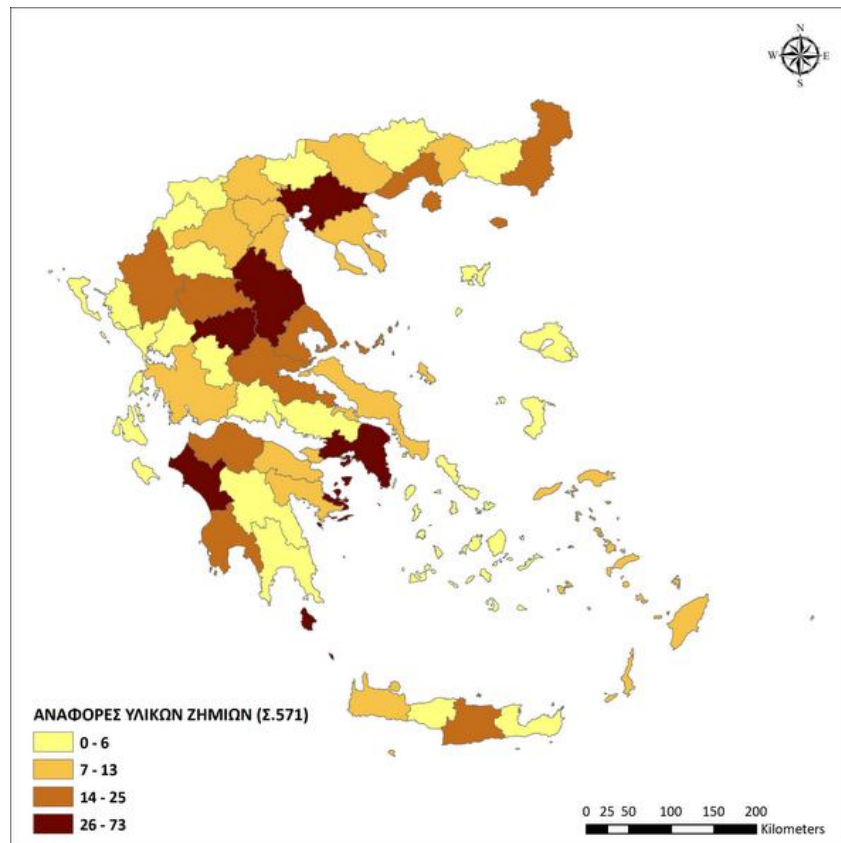
Ο επόμενος Χάρτης απεικονίζει την κατανομή του αριθμού των θυμάτων που έχουν αναφερθεί λόγω έντονων καιρικών γεγονότων στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια.



Χάρτης 18 Γεωγραφική κατανομή αριθμού αναφερόμενων θυμάτων λόγω καιρικών φαινομένων.

Παρατηρούμε ότι αθροιστικά περισσότερα θύματα εκτός της πρωτεύουσας όπου υπήρξαν πολλά θύματα λόγω καύσωνα, αρκετά θύματα αναφέρθηκαν και στους νομούς Θεσσαλονίκης, Λάρισας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Δωδεκανήσου.

Οι περισσότερες υλικές ζημιές αφορούσαν καταστροφή καλλιεργούμενων εκτάσεων από καιρικά φαινόμενα όπως το χαλάζι και ο παγετός. Στον Χάρτη 19 απεικονίζονται όλες οι αναφορές σε υλικές ζημιές τα τελευταία 30 χρόνια.



Χάρτης 19 Γεωγραφική κατανομή αναφορών υλικών ζημιών λόγω καιρικών φαινομένων.

Σημαντικές είναι οι καταστροφές στην Θεσσαλία, κυρίως στις αγροτικές καλλιέργειες. Επίσης πολλές υλικές ζημιές αναφέρθηκαν στα μεγάλα αστικά κέντρα της Αττικής και της Θεσσαλονίκης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι και ο νομός Ηλείας, στον οποίο έχουν αναφερθεί σχεδόν όλα τα έντονα καιρικά φαινόμενα, έχει και μεγάλο αριθμό καταστροφικών γεγονότων.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το επίκεντρο της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή των συνεπειών έντονων καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα την τελευταία 30ετία. Μετά την όσο το δυνατό ενδελεχή αποτύπωση των γεγονότων που αναφέρθηκαν στον ελληνικό έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο, η επεξεργασία των δεδομένων αυτών οδηγεί σε ορισμένα συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στην κατανόηση της επίδρασης των καιρικών φαινομένων στην ελληνική κοινωνία. Οι τιμές των μετρητικών σταθμών της ΕΜΥ αποτέλεσαν την βάση πάνω στην οποία στηρίχθηκε η ταυτοποίηση της έντασης των καιρικών γεγονότων καθώς και η επιβεβαίωση της σοβαρότητάς τους.

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων τα γεγονότα καύσωνα, δεν φαίνεται να παρουσιάζουν αύξηση σε σχέση με τα παρελθόντα έτη. Μετά τον καύσωνα του 1987, όπου ο αριθμός των θυμάτων ήταν υψηλός, οι άνθρωποι κυρίως στα αστικά κέντρα προετοιμάζονται καλύτερα για την αντιμετώπιση της ζέστης. Όμως το καλοκαίρι 2007, που στον μετρητικό σταθμό της Λάρισας είχαμε υψηλή θερμοκρασία -κοντά στους 43 βαθμούς Κελσίου-, η μεγάλη διάρκεια του καύσωνα, προκάλεσε σημαντικό αριθμό θανάτων και πολλές καταστροφές σε αγροτικές καλλιέργειες.

Επιπλέον, μέσα από αυτή την έρευνα, επιβεβαιώθηκαν τα προβλήματα που προξενούν οι καύσωνες στα μεγάλα αστικά κέντρα της Αττικής, της Θεσσαλονίκης και της Λάρισας, αλλά και στην Πελοπόννησο όπου σημειώθηκαν 2 περιστατικά στον νομό Αρκαδίας (το 1980 με 41°C και το 1987 με 39°C) ανάμεσα στα 20 εντονότερα της 30ετίας.

Οι επιπτώσεις των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα, που συνδέονται κυρίως με πλημμυρικά γεγονότα, είναι πολύ σοβαρές τόσο σε επίπεδο ανθρώπινων ζωών όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Η έρευνα του αριθμού των αναφορών σε έντονες βροχοπτώσεις, έδειξε αύξηση του αριθμού τους την τελευταία δεκαετία. Αυτό οδηγεί στην αναγκαιότητα λήψης περισσότερων προληπτικών μέτρων αντιμετώπισης των επιπτώσεων τους. Η χωρική κατανομή των γεγονότων βροχόπτωσης έδειξε ότι πολύ έντονες βροχοπτώσεις παρατηρούνται στο νομό Έβρου στον οποίο προκαλείται μεγάλος αριθμός πλημμυρών, αλλά και στην Κρήτη (στους νομούς Χανίων και Ρεθύμνου).

Οι χιονοπτώσεις που ερευνήθηκαν - όπως ήταν αναμενόμενο - επηρεάζουν ιδιαίτερα τις ορεινές περιοχές της Ελλάδας όπου τους χειμερινούς μήνες διακόπτεται η συγκοινωνία στα ορεινά χωριά, επιπλέον όμως φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη επίδραση στην Αττική και

στην Φθιώτιδα, όπου παρατηρούνται με μεγάλη ένταση. Τα προβλήματα που προκαλούνται αφορούν κυρίως τις συγκοινωνίες.

Η χαλαζόπτωση, που καταστρέφει κυρίως αγροτικές καλλιέργειες, αναφέρεται κυρίως στους «αγροτικούς» νομούς, όπως στην Λάρισα, στην Καρδίτσα, στην Ηλεία.

Τα γεγονότα παγετού που καταγράφηκαν είναι περίπου σταθερά σε αριθμό τα τελευταία 30 χρόνια. Ο παγετός εντοπίζεται ιδιαίτερα στην Φλώρινα και την Καστοριά, όπου τους χειμερινούς μήνες δημιουργούνται κυκλοφοριακά προβλήματα, αλλά και στους νομούς Έβρου, Λάρισας και Αργολίδας, όπου προκαλούνται καταστροφές καλλιεργειών με τις αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις σε όλη την Ελλάδα.

Οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν καταστροφές κυρίως σε παραθαλάσσιες περιοχές, όπως είναι οι Κυκλάδες, η Λέσβος και η Κρήτη, στις οποίες εκτός από την διακοπή των συγκοινωνιών, προκαλούνται καταστροφές στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και ηλεκτροδότησης. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι πολλά προβλήματα λόγω ισχυρών ανέμων έχουν αναφερθεί στον νομό Ηλείας, αλλά και στον νομό Θεσσαλονίκης όπου παρακωλύονται οι αεροπορικές και οι ακτοπολικές συγκοινωνίες.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η έρευνα των περιοχών που εμφανίζουν την μεγαλύτερη έκθεση στο σύνολο των ακραίων καιρικών φαινομένων. Σε όλα τα επιβεβαιωμένα γεγονότα ακραίων καιρικών φαινομένων εμφανίζονται τα μεγάλα αστικά κέντρα της Αττικής και της Θεσσαλονίκης. Οι νομοί αυτοί μπορεί να μην εμφανίζουν τις απόλυτα ακρότατες τιμές στις υπό μελέτη ατμοσφαιρικές παραμέτρους, αλλά παρ' όλα αυτά φαίνεται πως οι επιπτώσεις έχουν πολλαπλασιαστικό χαρακτήρα. Επομένως, δεν είναι απαραίτητη η εμφάνιση ενός ακραίου φαινομένου για την δημιουργία προβλημάτων.

Επίσης ο νομός Ηλείας φαίνεται πως πλήττεται από όλα τα ακραία καιρικά φαινόμενα, μιας και επιβεβαιώνονται τα αναφερόμενα γεγονότα εκτός των αναφορών σε καύσωνα. Είναι αξιοσημείωτη η επιβεβαίωση των αναφορών στους νομούς Λάρισας και Καρδίτσας σε όλα τα ακραία καιρικά γεγονότα, εκτός των ισχυρών ανέμων. Οι αναφορές των θυμάτων και των υλικών ζημιών, αφορούν κυρίως την Αττική, την Θεσσαλονίκη, τη Λάρισα και την Ηλεία. Είναι λοιπόν εμφανές ότι οι περιοχές αυτές αντιμετωπίζουν εντονότερα τις επιπτώσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού κατοίκων στην Αττική και τη Θεσσαλονίκη, είχε ως αποτέλεσμα την άναρχη δόμηση, την εξάλειψη χώρων πρασίνου και ανεπάρκεια κατάλληλων υποδομών. Οι νομοί αυτοί δέχονται τα ακραία καιρικά φαινόμενα με μεγαλύτερη ένταση και για τον λόγο αυτό είναι επιβεβλημένη η λήψη κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης κυρίως του καύσωνα και των έντονων βροχοπτώσεων. Ο νομός Λάρισας

που είναι αγροτικός νομός, δεν αντιμετωπίζει κατάλληλα τον καύσωνα και τον παγετό, με αποτέλεσμα την καταστροφή καλλιεργειών και ανάλογο οικονομικό κόστος. Σε αντίθεση με τα μεγάλα αστικά κέντρα ο νομός Λάρισας πράγματι εμφανίζει ακρότατες τιμές των υπό μελέτη φαινομένων (σύμφωνα με τα μετρητικά δεδομένα) και φαίνεται να μην αντιμετωπίζονται κατάλληλα. Επομένως τα προβλήματα που δημιουργούνται οφείλονται σε ελλιπή διαχείριση των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Ο νομός Ηλείας, που αντιμετωπίζει σχεδόν όλα τα ακραία καιρικά φαινόμενα, φαίνεται πως επίσης δεν έχει κατάλληλους μηχανισμούς προετοιμασίας από τους κρατικούς φορείς ή τους πολίτες προκειμένου να διαχειριστεί καλύτερα τις επιπτώσεις τους. Οι προβληματικές υποδομές είναι κυρίως υπεύθυνες για τον μεγάλο αριθμό καταστροφών από ακραία καιρικά φαινόμενα στον νομό Ηλείας.

Από τη διαχείριση των δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις των καιρικών φαινομένων των τελευταίων 30 χρόνια, δεν φαίνεται αλλαγή του κλίματος στον Ελλαδικό χώρο. Οι δυσμενείς επιπτώσεις μπορούν να αποδοθούν στο ότι η πολιτεία δεν είναι κατάλληλα προετοιμασμένη για την αντιμετώπιση ακραίων καιρικών φαινομένων. Κάτι τέτοιο θα πρέπει αρχικά να ξεκινήσει από την παιδεία. Με εισαγωγή μαθημάτων πρόληψης και αντιμετώπισης καιρικών καταστροφών στο εκπαιδευτικό σύστημα και κατάλληλη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θέτονται οι βάσεις για την καλύτερη διαχείριση τέτοιων συμβάντων στο μέλλον. Η Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση μπορεί να αποτελέσει πεδίο επιμόρφωσης της νέας γενιάς σε θέματα πρόληψης και αντιμετώπισης καιρικών καταστροφών. Επιπρόσθετα, κρίσιμη είναι και η ενημέρωση των στελεχών της Τοπικής Αυτοδιοίκησης σε θέματα πρόληψης και αντιμετώπισης ακραίων καιρικών φαινομένων. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει εκπαίδευση του πληθυσμού σε θέματα πολιτικής προστασίας. Όλα αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν και με την μέριμνα του κράτους, μέσω του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Επειδή στην εργασία αυτή δεν ήταν δυνατή η οικονομική εκτίμηση των προκαλούμενων ζημιών, μια μελλοντική μελέτη, θα μπορούσε να εμπλέκει το οικονομικό κόστος των καταστροφών από ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα. Στο πλαίσιο συνέχισης της παρούσας μελέτης η ανάπτυξη παιδαγωγικών μεθόδων και υποδομών (εξ αποστάσεως εκπαίδευση) σε αντίστοιχα θέματα θα μπορούσε να αποτελέσει πεδίο περαιτέρω διερεύνησης.

Βιβλιογραφία

Βιβλία

Diaz H. and Murnane R. (ed.), (2008), *Climate Extremes and Society*, Published by Cambridge University Press

Katsafados P., (2008). “*An Introduction to Severe Weather and Climate Dynamics*”, Athens, Harokopio University, Department of Geography

Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά

Κατσαφάδος Π., Σ. Καλογήρου, και Α. Παπαδόπουλος, (2008): «Αποτύπωση της Χωρικής Μεταβλητότητας του Κλίματος στην Ελλάδα», *Γεωανάλεκτα*, 4, σελ. 24 – 25.

Balafoutis Ch. and Makrogiannis, T. (2001): “Analysis of a heat wave phenomenon over Greece and it's implications for tourism and recreation”, *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, October 2001, Porto Carras, Greece.

Giles B., Balafoutis Ch. and Maheras P., (1990) “Too hot for comfort: The heatwaves in Greece in 1987 and 1988”, *Int J Biometeorol* 34:98-104

Houssos E. and Bartzokas A., (2006) “Extreme precipitation events in NW Greece”, *Advances in Geosciences*, 7, 91–96

Houssos E., Lolis C. and Bartzokas A., (2009), “The main characteristics of atmospheric circulation associated with fog in Greece”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1857–1869

Kallos, G., Papadopoulos A., Katsafados P. and Nickovic S., (2006), “Transatlantic Saharan dust transport: Model simulation and results”, *J. Geophys. Res.*, 111, D09204, doi:10.1029/2005JD006207

Karl T., Meehl G., Peterson K., Kunkel W., Gutowski W. and Easterling D., (2008), “Executive Summary in Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands” T.R. Karl, G.A. Meehl, C.D. Miller, S.J. Hassol, A.M. Waple, and W.L. Murray (eds.). *A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*, Washington, DC.

Katsafados P., Kallos G., Spyrou C. and Papadopoulos A., (2007) “Geographical distribution of seasonal and annual amounts of Saharan dust deposition over Mediterranean and Europe”. 8th Pan-Hellenic Geographical Conference, 4 - 7 October 2007, Athens, Greece

Katsanos D., Lagouvardos K., Kotroni V. and Argiriou A. (2007) “Combined analysis of rainfall and lightning data produced by mesoscale systems in the central and eastern Mediterranean”, *Atmospheric Research* 83, 55–63

Kotroni V., Kallos G. and Lagouvardos K., (1997) “Convergence zones over the Greek peninsula and associated thunderstorm activity”, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 123, pp. 196 1-1984

Lagouvardos K., Kotroni V. and Kallos G., (1998) “*An extreme cold surge over the Greek peninsula*“, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* , 124, pp. 2299-2327

Michaelidis, S., Evripidou P. and Kallos G., (1999) “Monitoring and predicting Saharan Desert dust events in the eastern Mediterranean”, *Weather*, 54, No.11, 359-365

Sioutas M., (2003) “*Tornadoes and waterspouts in Greece*”, *Atmospheric Research* 67– 68 645– 656

Sioutas M. and Flocas H., (2003) “Hailstorms in Northern Greece: synoptic patterns and thermodynamic environment”, *Theor. Appl. Climatol.* 75, 189–202, DOI 10.1007/s00704-003-0734-8

Stolaki S., Kazadzis S., Foris D. and Karacostas Th., (2009) “Fog event characteristics at the airport of Thessaloniki, Greece”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1541–1549

Ross T. and Lott N. (2003) “A climatology of 1980-2003 extreme weather and climate events”, National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina, Technical Report 2003-US Department of Commerce, NOAA/ NESDIS, , NC 28801-5696, December 2003

Kotroni V. and Lagouvardos K., (2008) “Lightning occurrence in relation with elevation, terrain slope, and vegetation cover in the Mediterranean”, *J. Geophys. Res.*, 113, D21118, doi:10.1029/2008JD010605

Διαδίκτυο

EM-DAT, INTERNATIONAL DISASTER DATABASE, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010, στην Ιστοσελίδα: <http://www.emdat.be/result-country-profile>

EUROPEAN SEVERE STORMS LABORATORY, EUROPEAN SEVERE WEATHER DATABASE, Εύρεση στις 22 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: <http://www.essl.org/ESWD/>

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) Mapping and Analysis Center, Historical Presidential Declarations, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: <http://www.gismaps.fema.gov/historical.pdf>

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA), TOTAL OZONE MAPPING SPECTROMETER (TOMS), Εύρεση στις 16 Αυγούστου 2010, στην Ιστοσελίδα: http://toms.gsfc.nasa.gov/aerosols/aerosols_v8.html, ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/omi/images/aerosol/Y2005/IM_aersl_omi_20050417.png, ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/omi/images/aerosol/Y2007/IM_aersl_omi_20070329.png

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), National Climatic Data Center, Εύρεση στις 21 Μαΐου 2010 στην Ιστοσελίδα: <http://www.ncdc.noaa.gov/extremes.html>

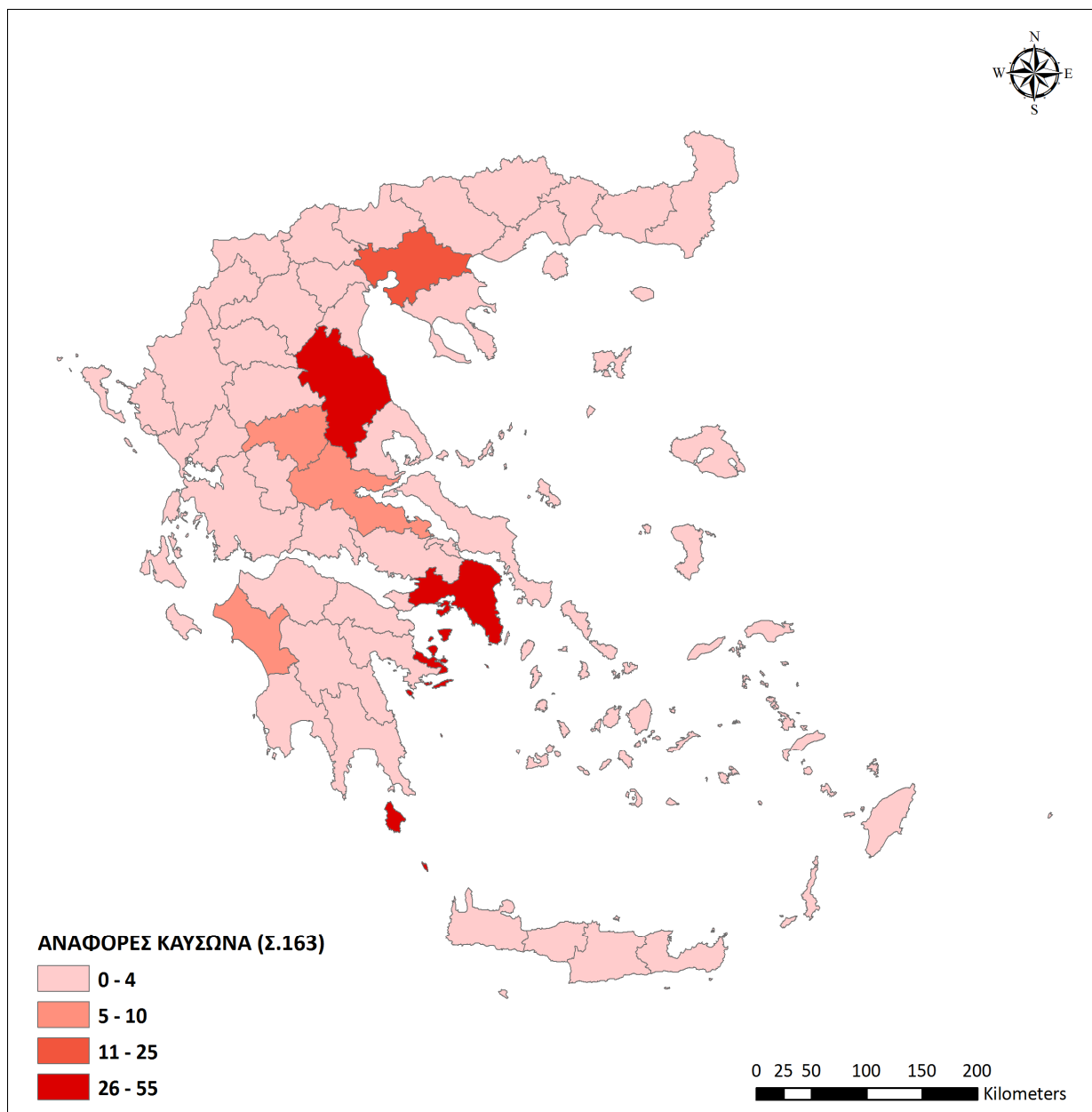
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Natural Hazards, Poster on Natural Hazards, Εύρεση στις 22 Μαΐου 2010 στην ιστοσελίδα: www.wmo.int

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (EMY), Το κλίμα της Ελλάδας, , Εύρεση στις 25 Απριλίου 2010, στην ιστοσελίδα: <http://www.hnms.gr>

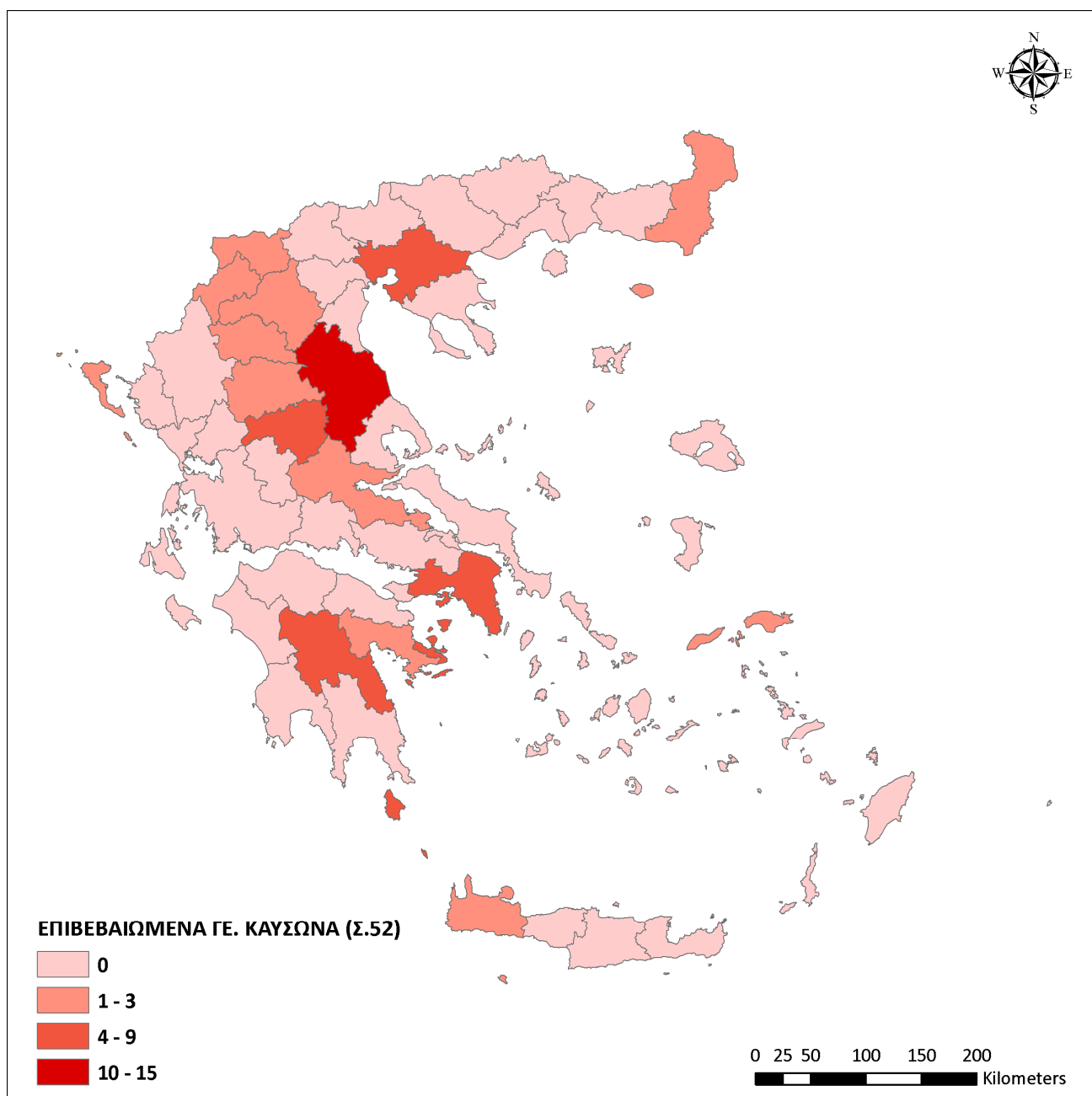
ΕΘΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Εύρεση στις 25 Απριλίου 2010, στην ιστοσελίδα: www.nlg.gr

Παράρτημα Ι : ΧΑΡΤΕΣ

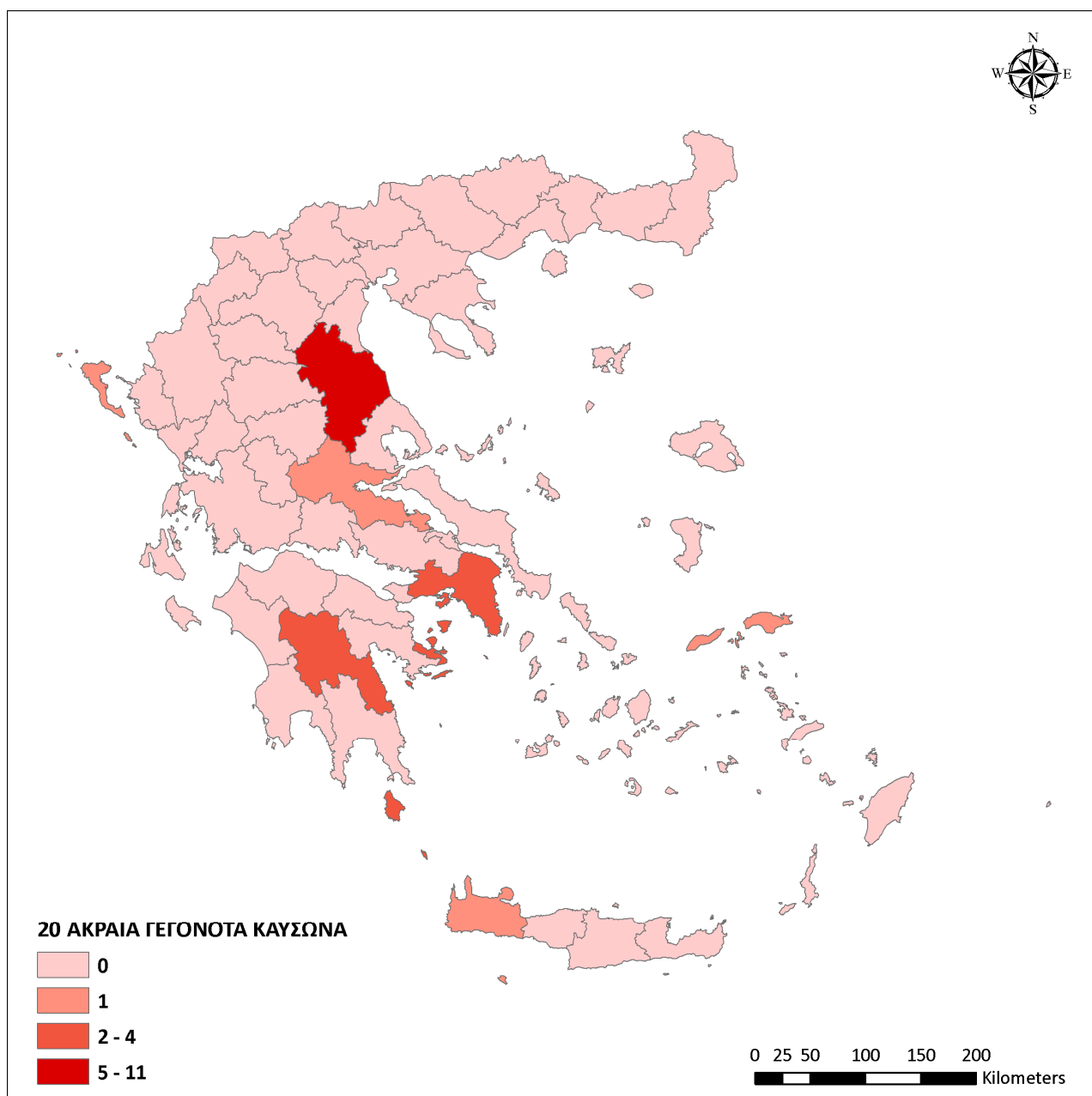
Π.Ι Χάρτης 1 Γεωγραφική κατανομή αναφορών καύσωνα.....	82
Π.Ι Χάρτης 2 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων καύσωνα.	83
Π.Ι Χάρτης 3 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων καύσωνα.	84
Π.Ι Χάρτης 4 Γεωγραφική κατανομή αναφορών βροχόπτωσης.	85
Π.Ι Χάρτης 5 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων βροχόπτωσης.....	86
Π.Ι Χάρτης 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης ανάλογα με το αθροιστικό ύψος βροχής 24ωρου.....	87
Π.Ι Χάρτης 7 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χιονόπτωσης.	88
Π.Ι Χάρτης 8 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.....	89
Π.Ι Χάρτης 9 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.....	90
Π.Ι Χάρτης 10 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης.....	91
Π.Ι Χάρτης 11 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χαλαζόπτωσης.....	92
Π.Ι Χάρτης 12 Γεωγραφική κατανομή αναφορών παγετού.....	93
Π.Ι Χάρτης 13 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων παγετού.....	94
Π.Ι Χάρτης 14 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων παγετού.....	95
Π.Ι Χάρτης 15 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων ισχυρών ανέμων.	96
Π.Ι Χάρτης 16 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων ισχυρών ανέμων.....	97
Π.Ι Χάρτης 17 Γεωγραφική κατανομή αναφορών ανεμοστρόβιλων.	98
Π.Ι Χάρτης 18 Γεωγραφική κατανομή αριθμού αναφερόμενων θυμάτων λόγω καιρικών φαινομένων.	99
Π.Ι Χάρτης 19 Γεωγραφική κατανομή αναφορών υλικών ζημιών λόγω καιρικών φαινομένων.	100



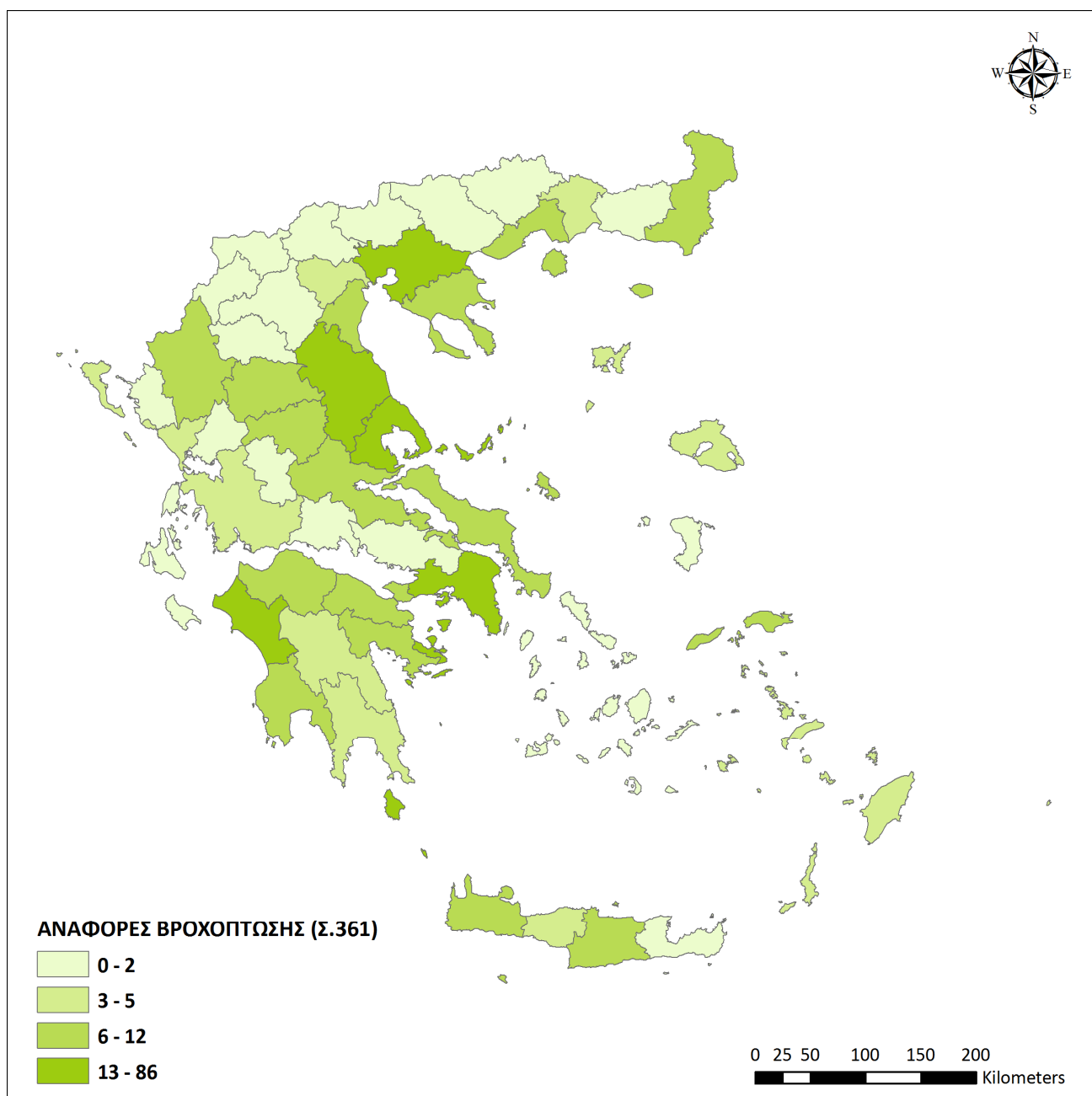
Π.Ι Χάρτης 1 Γεωγραφική κατανομή αναφορών καύσωνα.



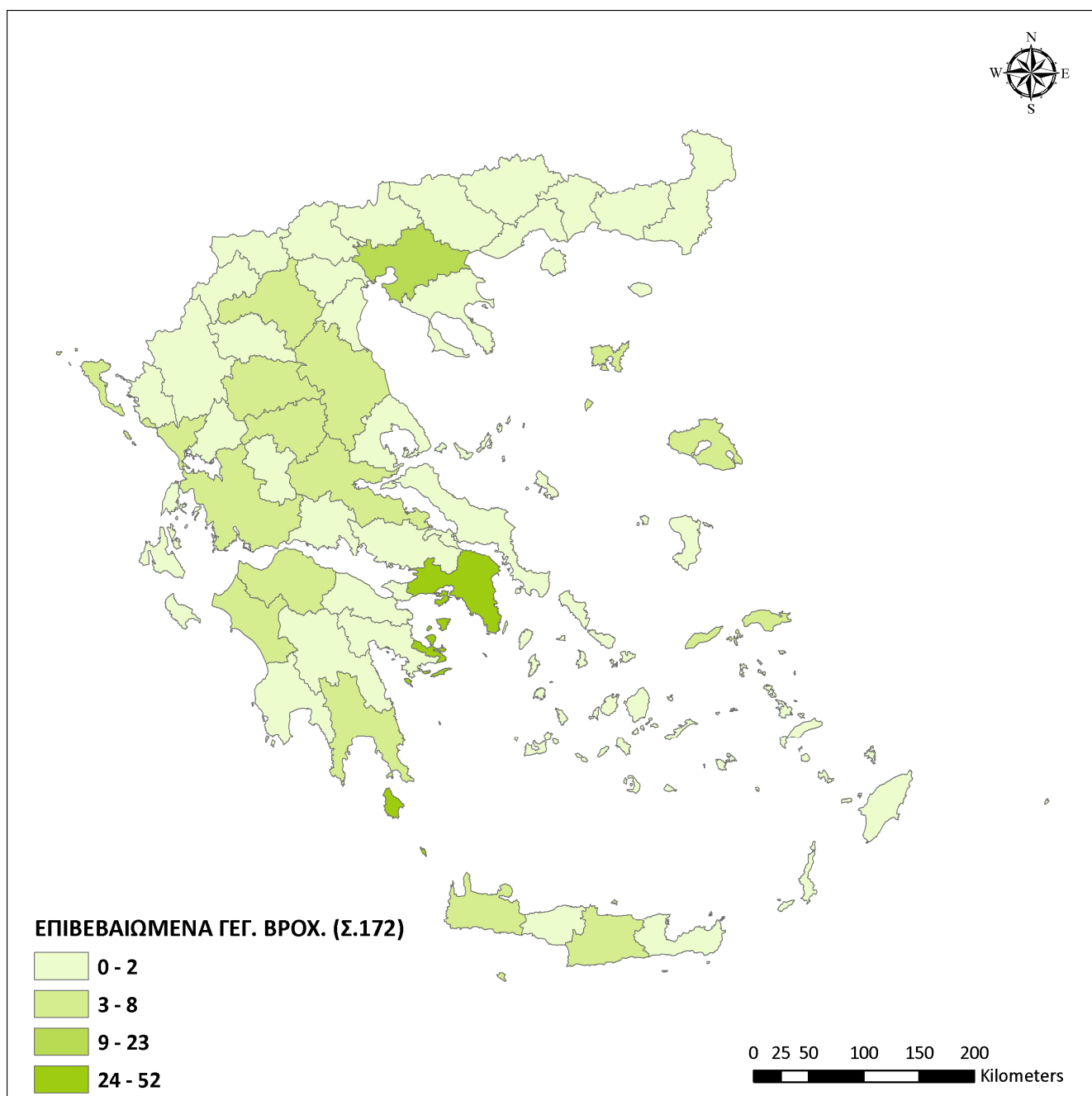
Π.Ι Χάρτης 2 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων καύσωνα.



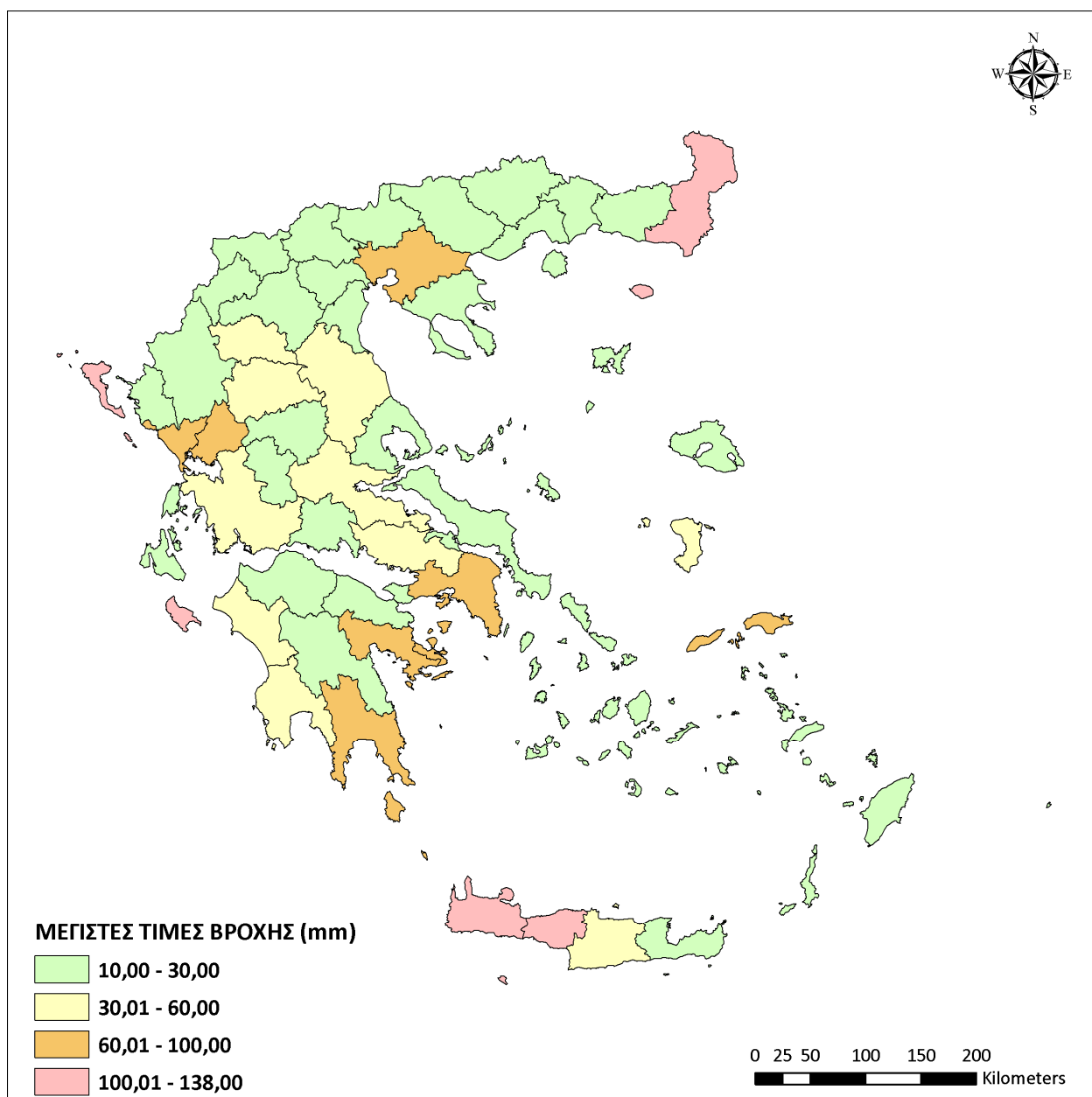
Π.Ι Χάρτης 3 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων καύσωνα.



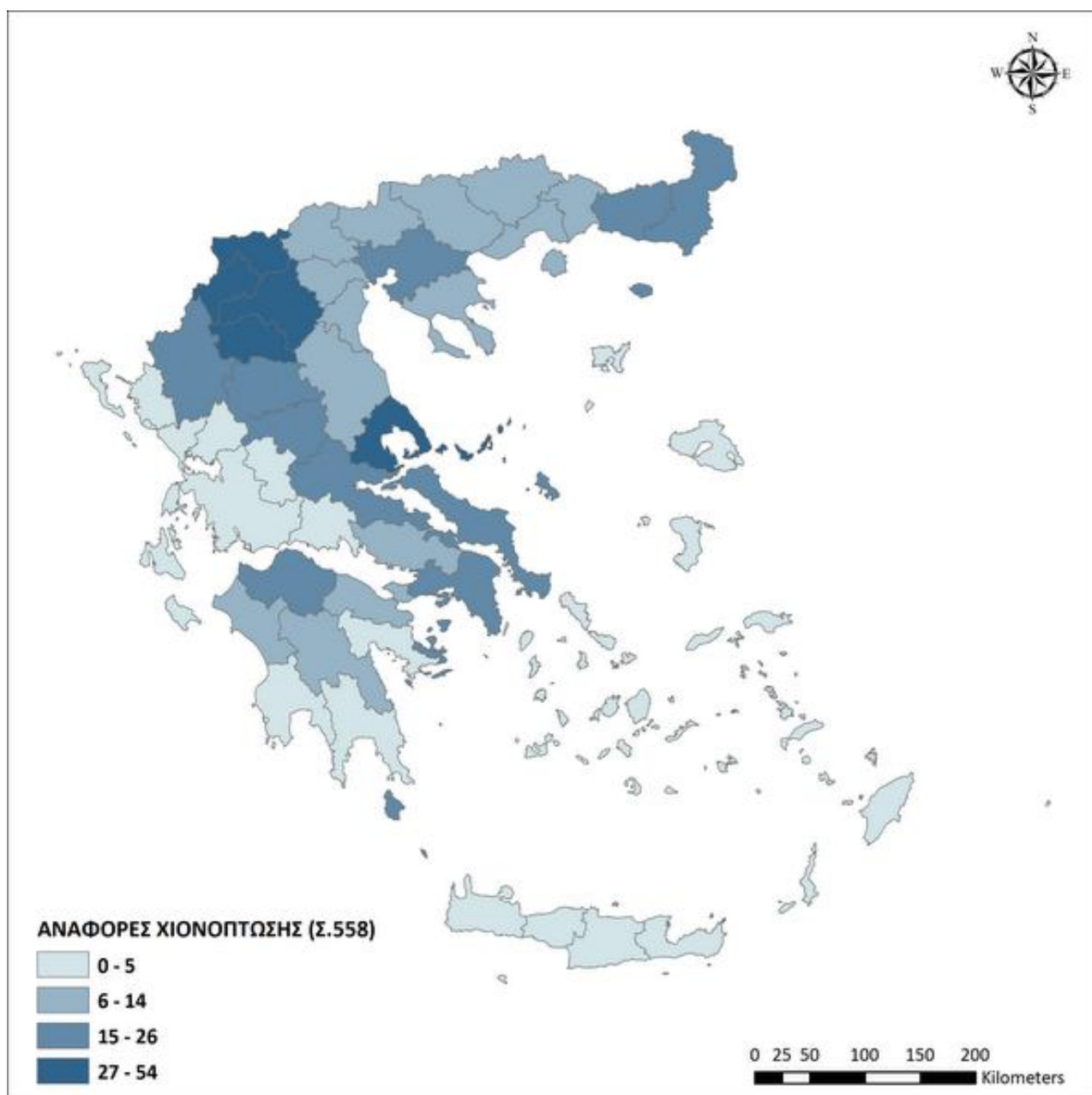
Π.Ι Χάρτης 4 Γεωγραφική κατανομή αναφορών βροχόπτωσης.



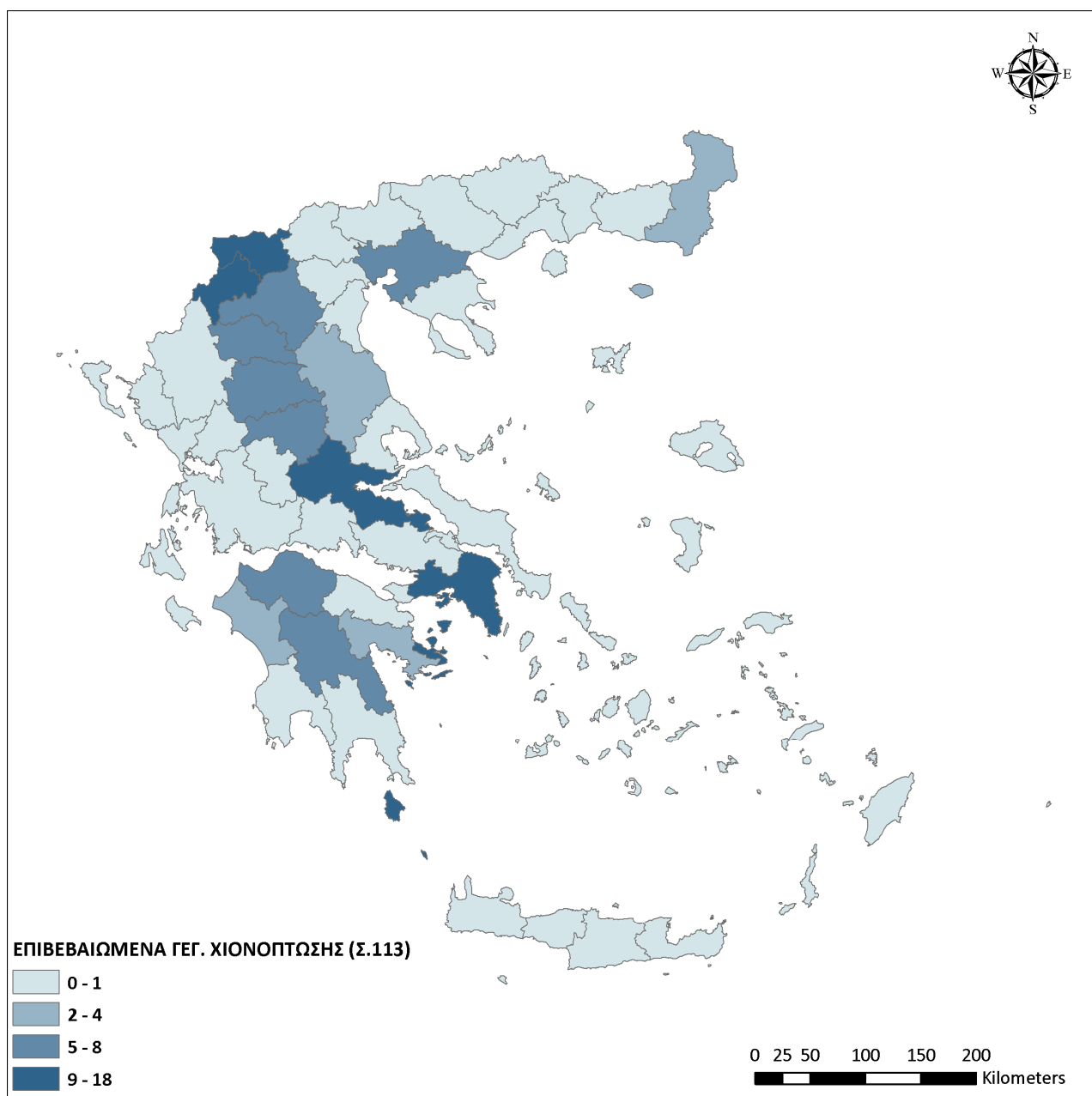
Π.Ι Χάρτης 5 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων βροχόπτωσης.



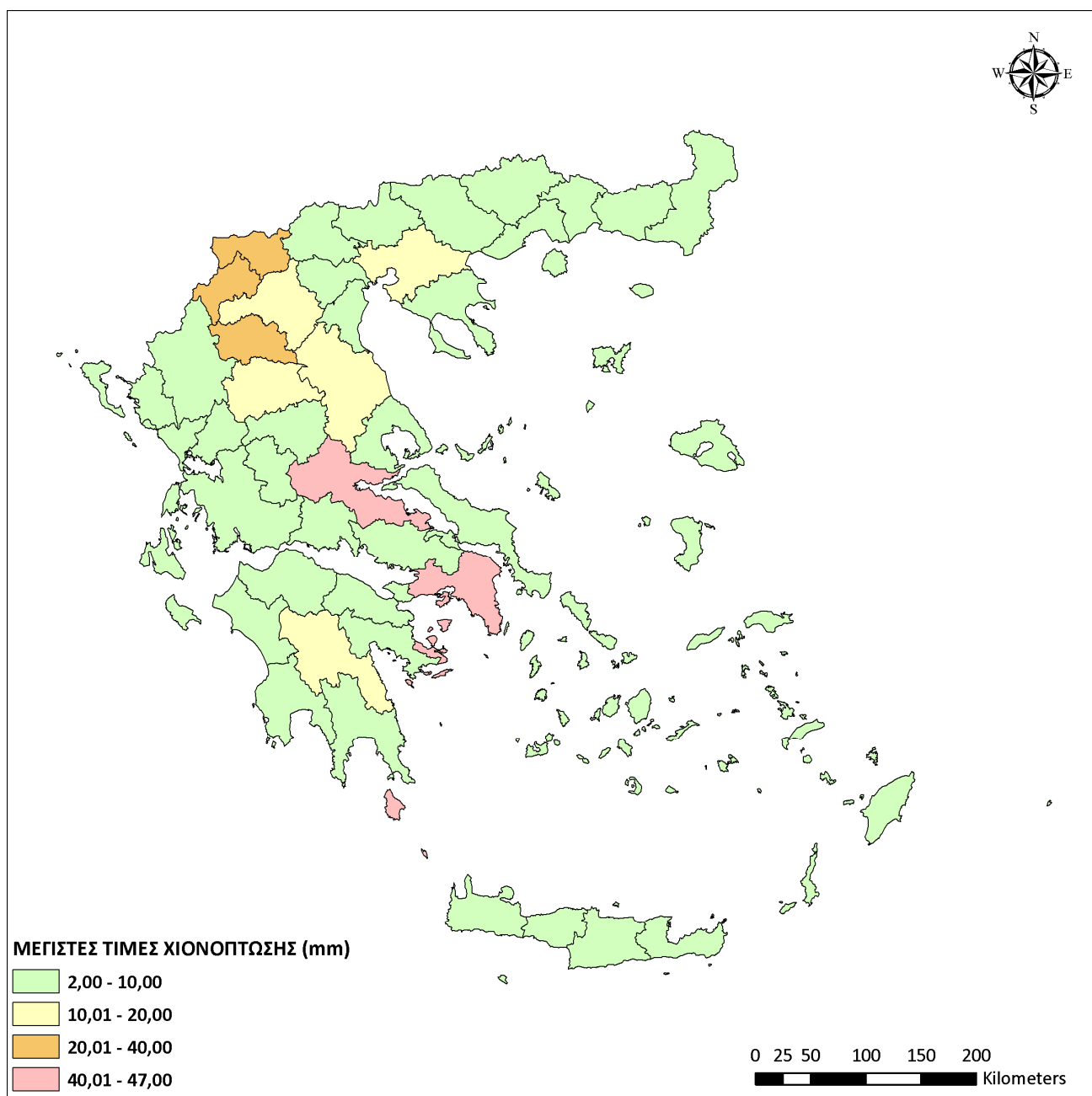
Π.Ι Χάρτης 6 Κατηγοριοποίηση γεγονότων βροχόπτωσης ανάλογα με το αθροιστικό ύψος βροχής 24ωρου.



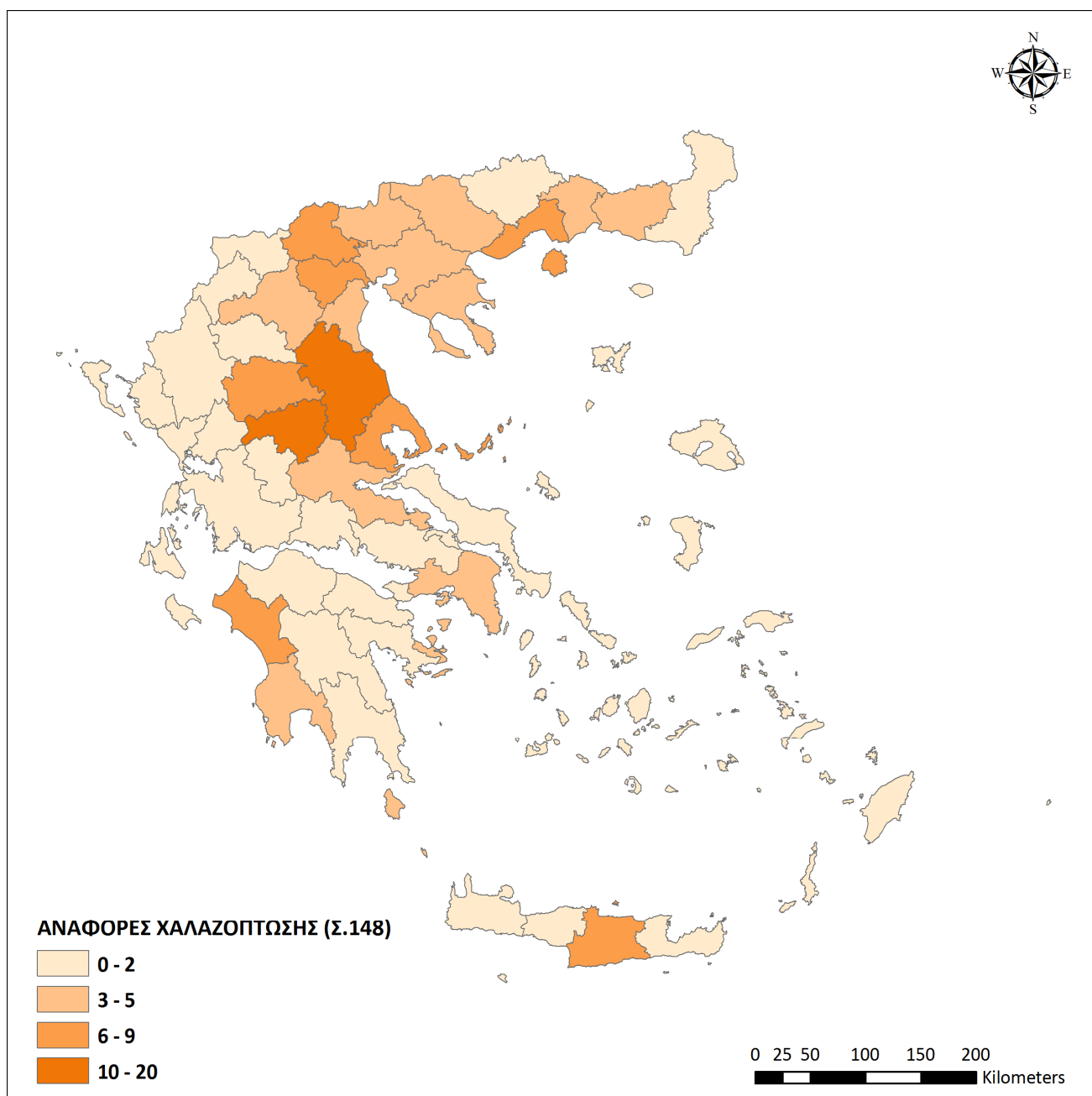
Π.Ι Χάρτης 7 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χιονόπτωσης.



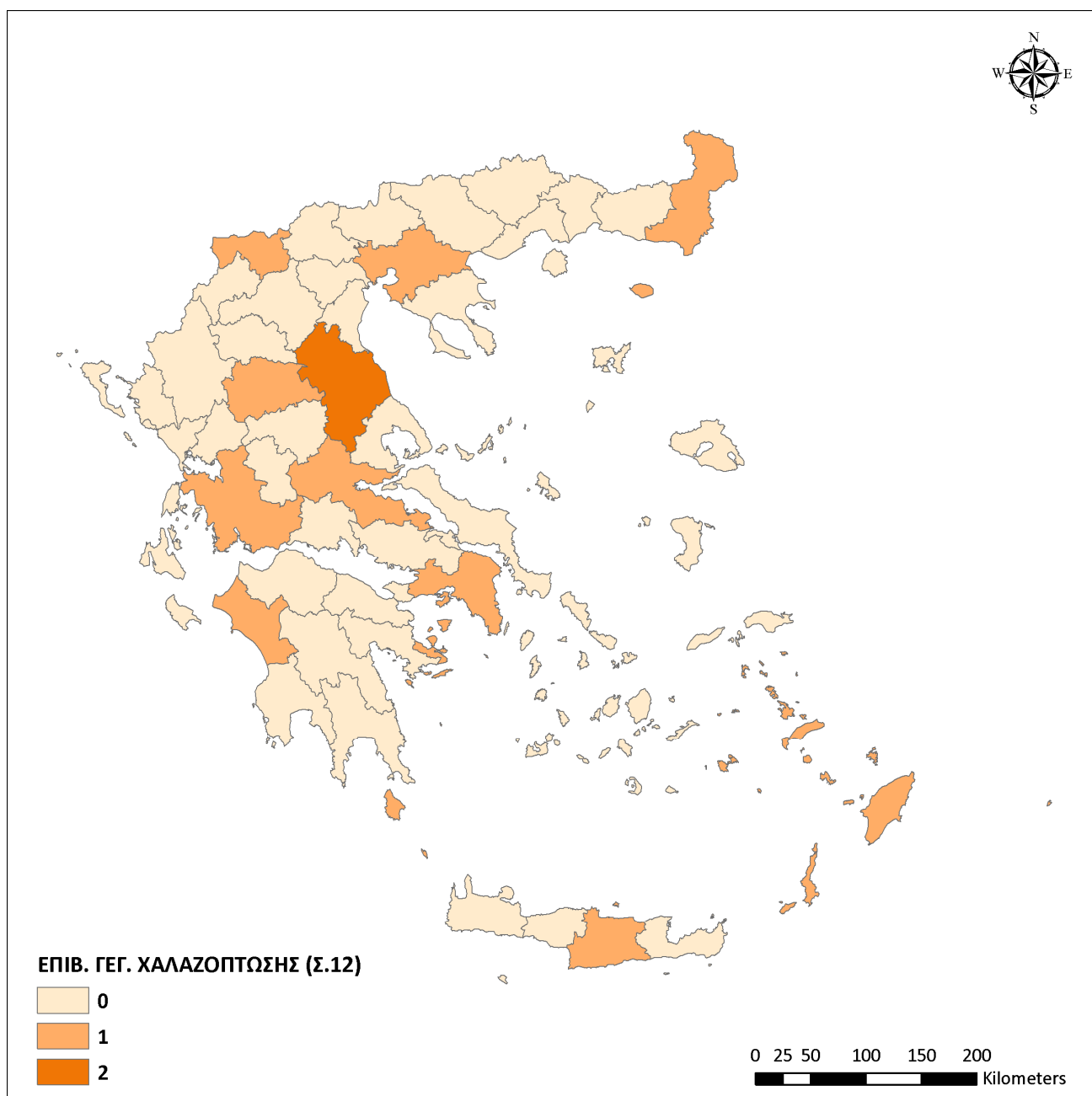
Π.Ι Χάρτης 8 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.



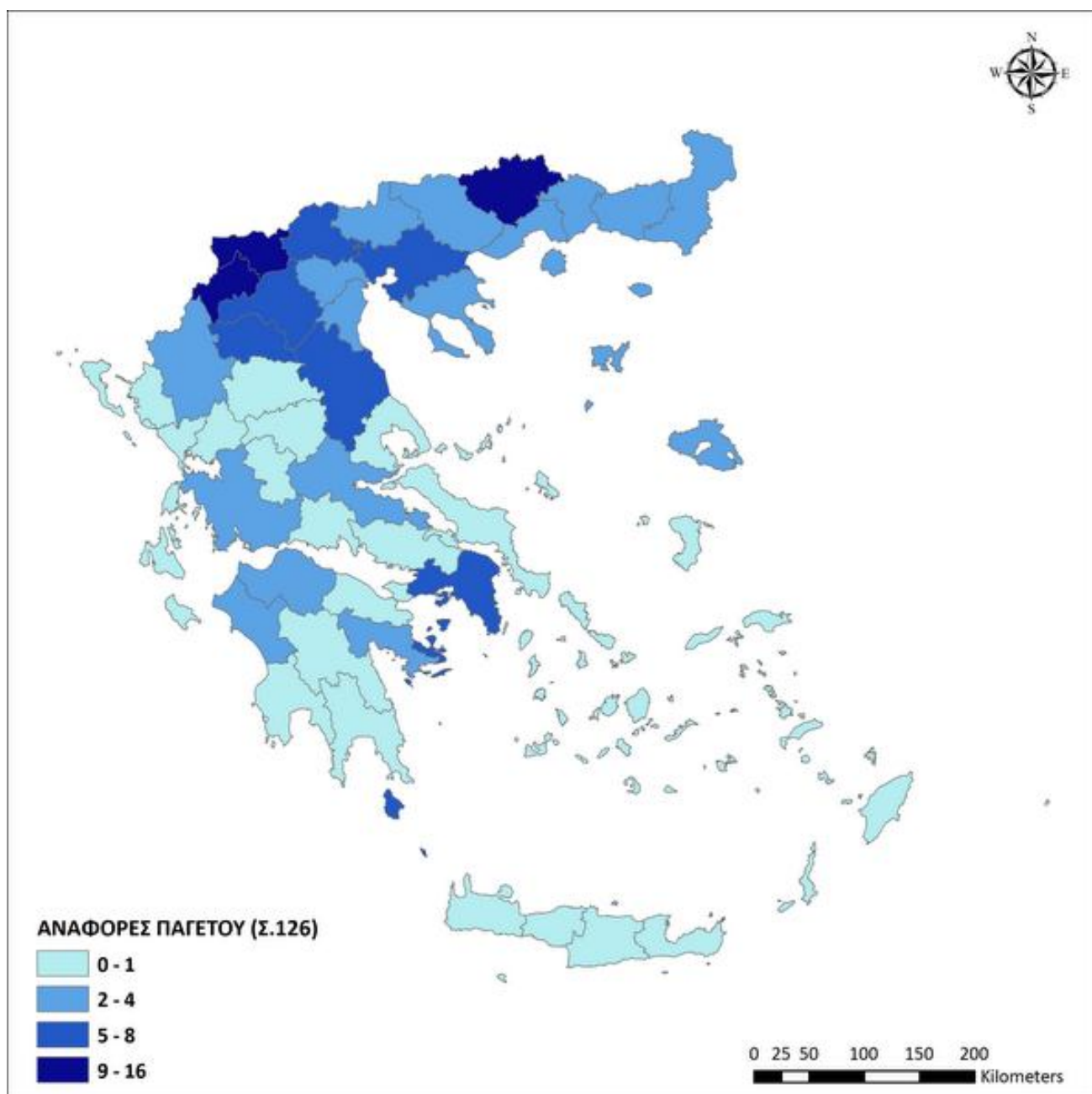
Π.Ι Χάρτης 9 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χιονόπτωσης.



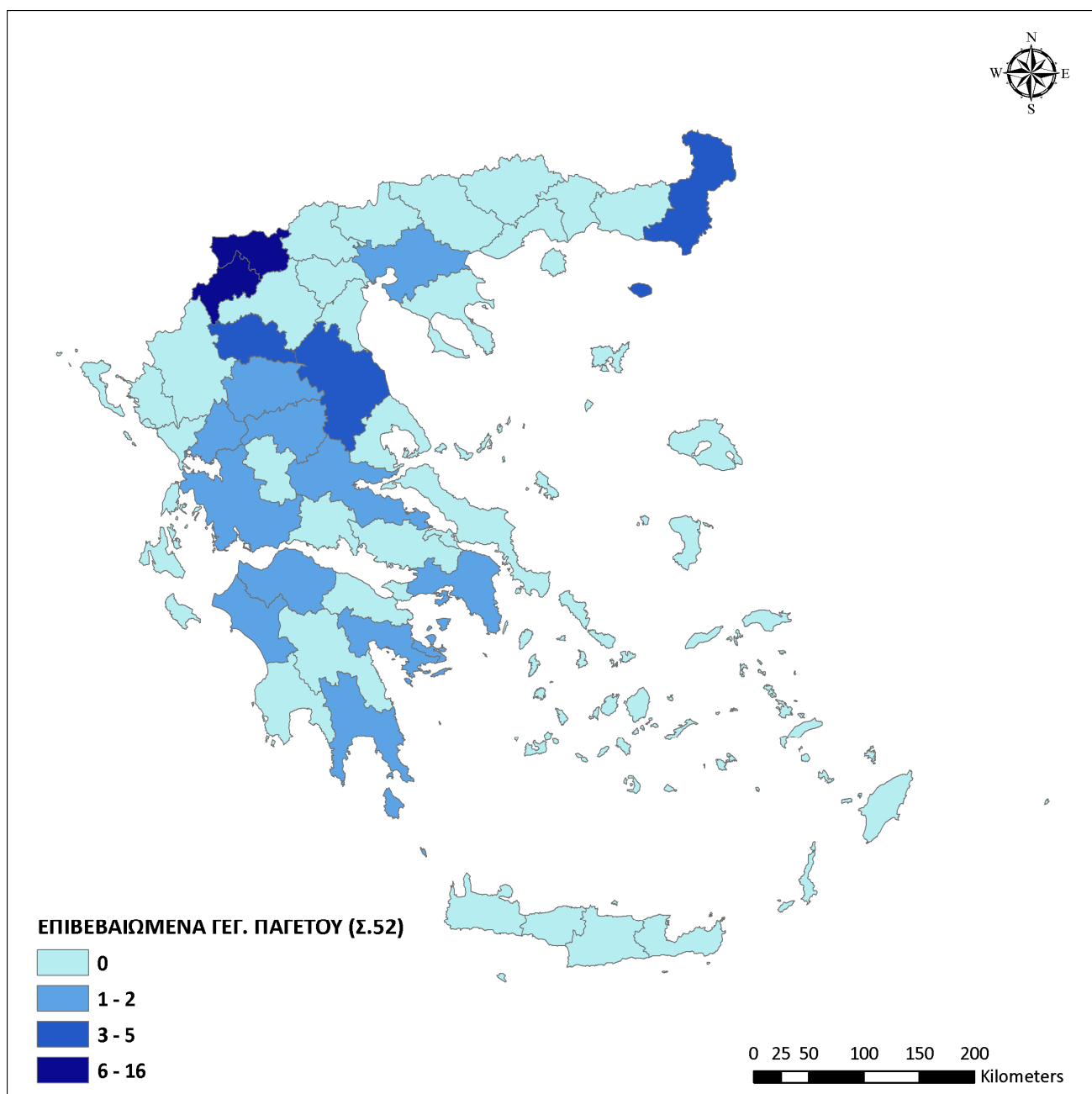
Π.Ι Χάρτης 10 Γεωγραφική κατανομή αναφορών χαλαζόπτωσης.



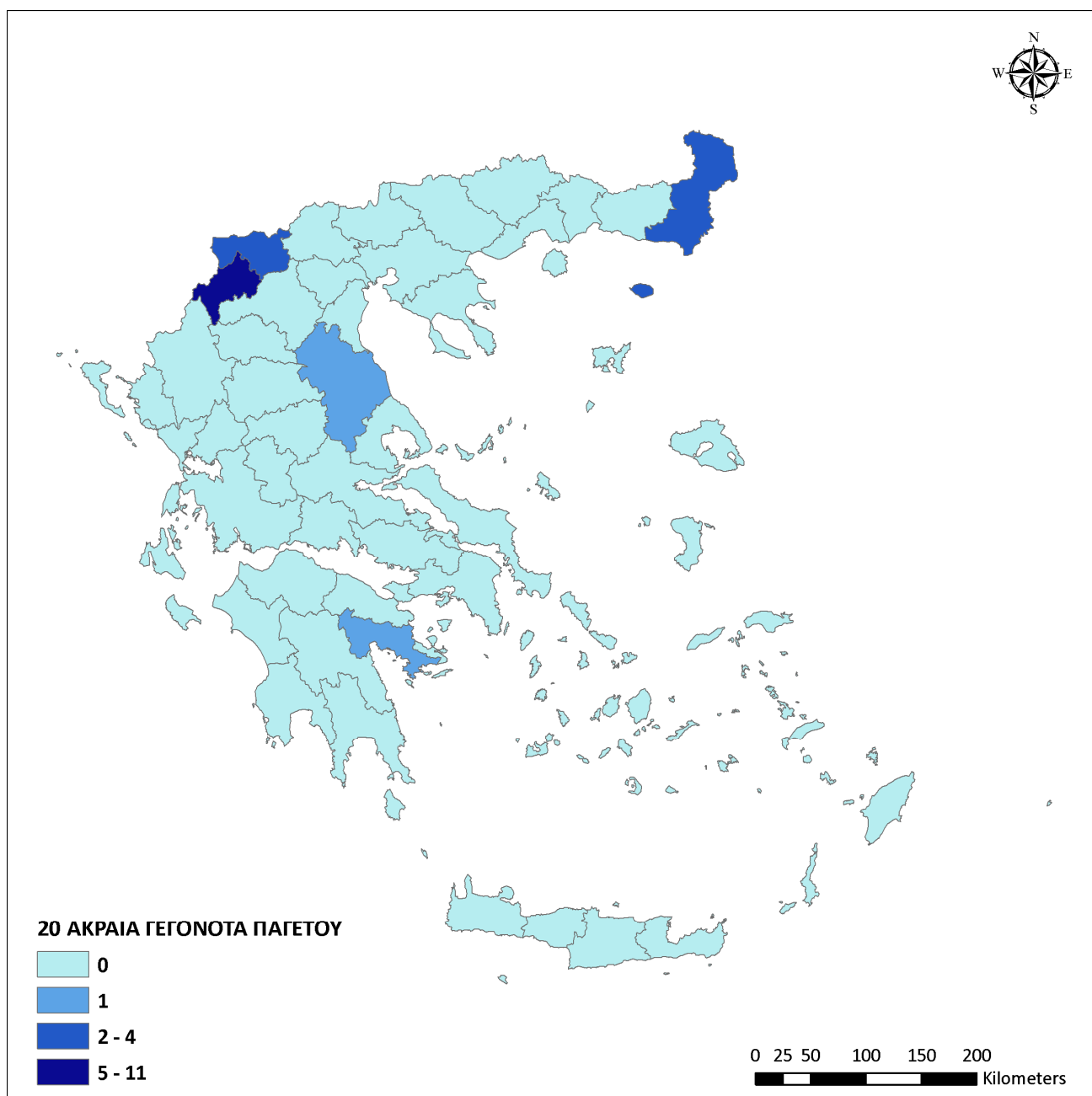
Π.Ι Χάρτης 11 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων χαλαζόπτωσης.



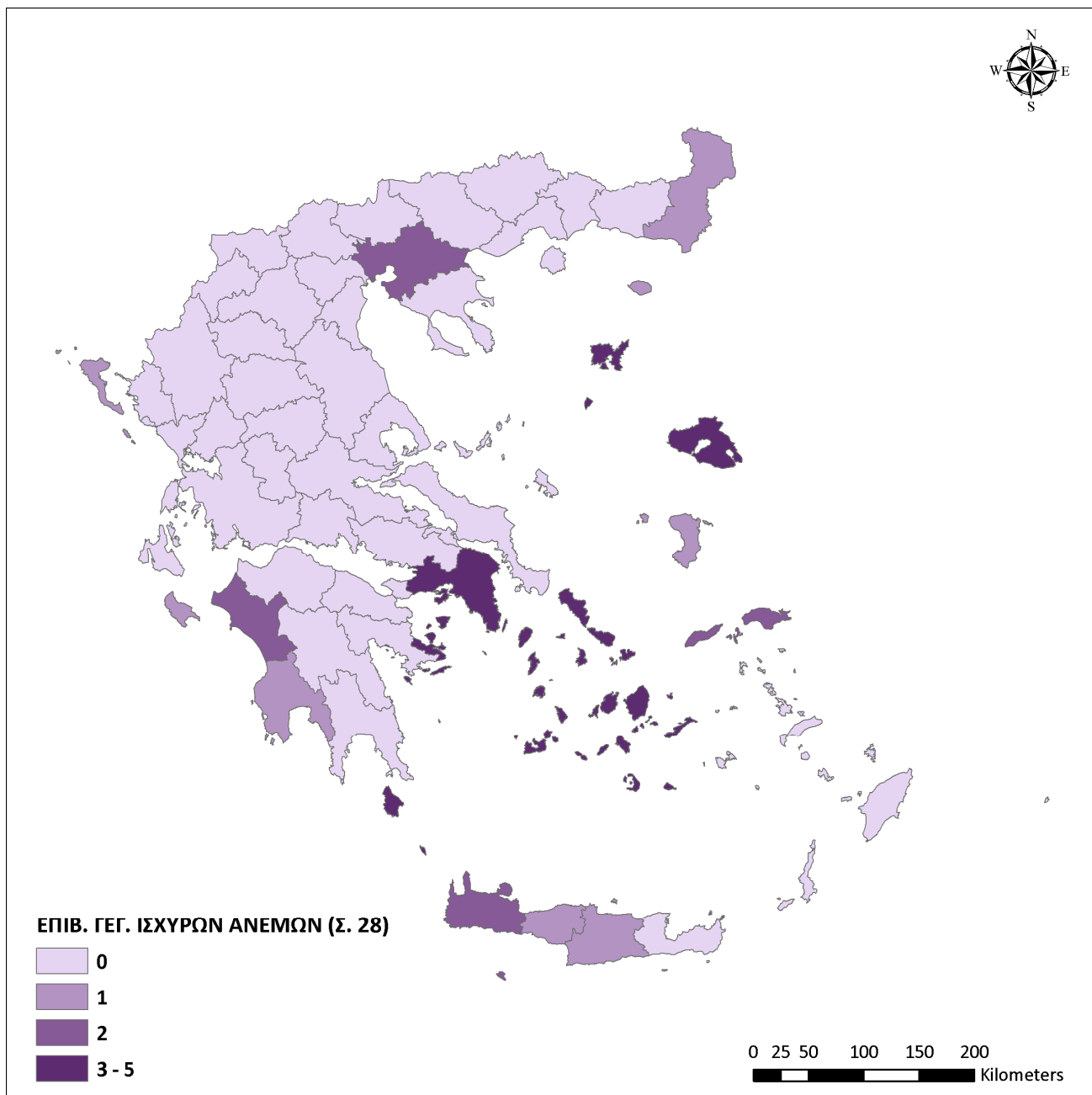
Π.Ι Χάρτης 12 Γεωγραφική κατανομή αναφορών παγету.



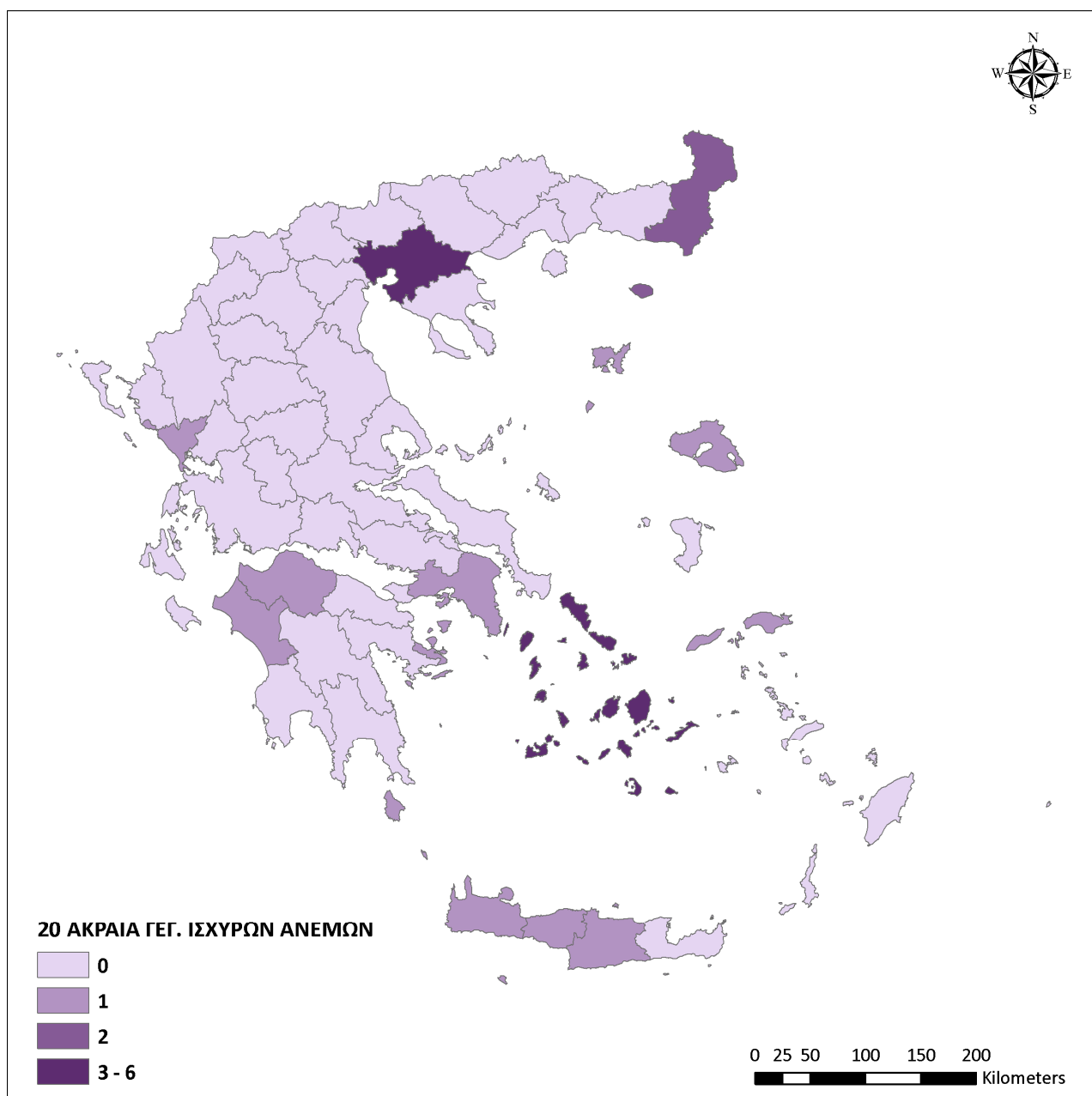
Π.Ι Χάρτης 13 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων παγετού.



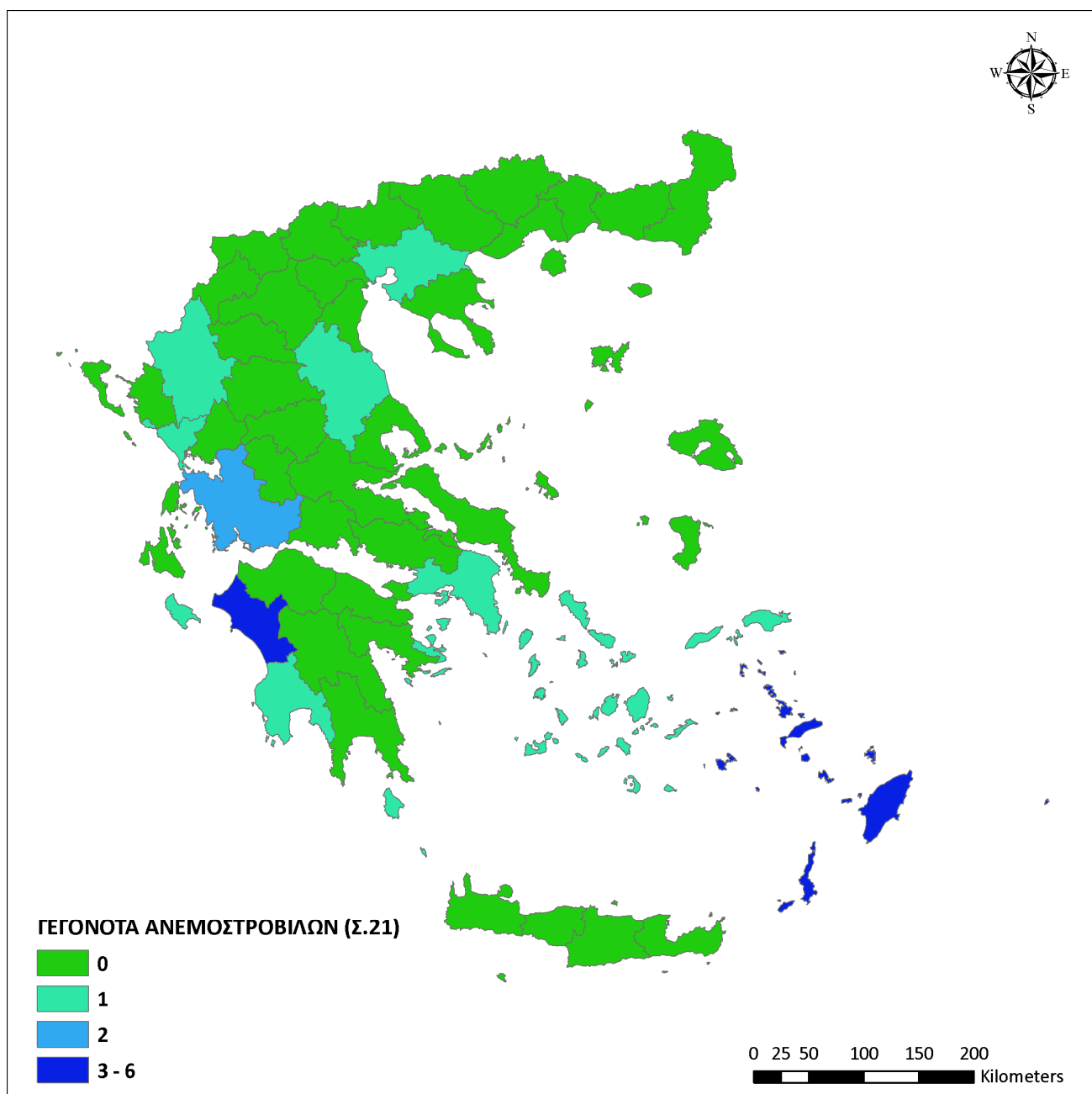
Π.Ι Χάρτης 14 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων παγετού.



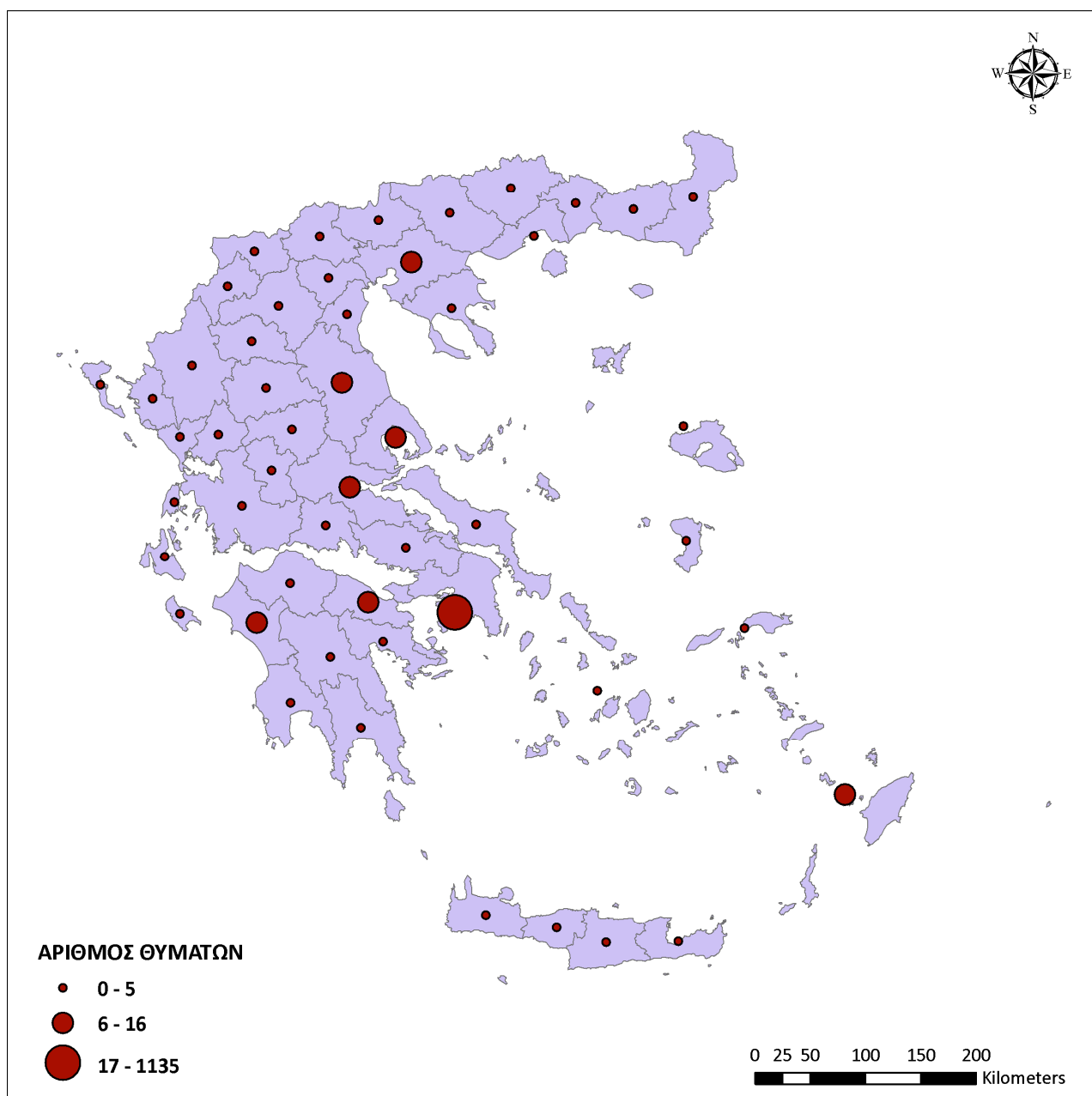
Π.Ι Χάρτης 15 Γεωγραφική κατανομή επιβεβαιωμένων γεγονότων ισχυρών ανέμων.



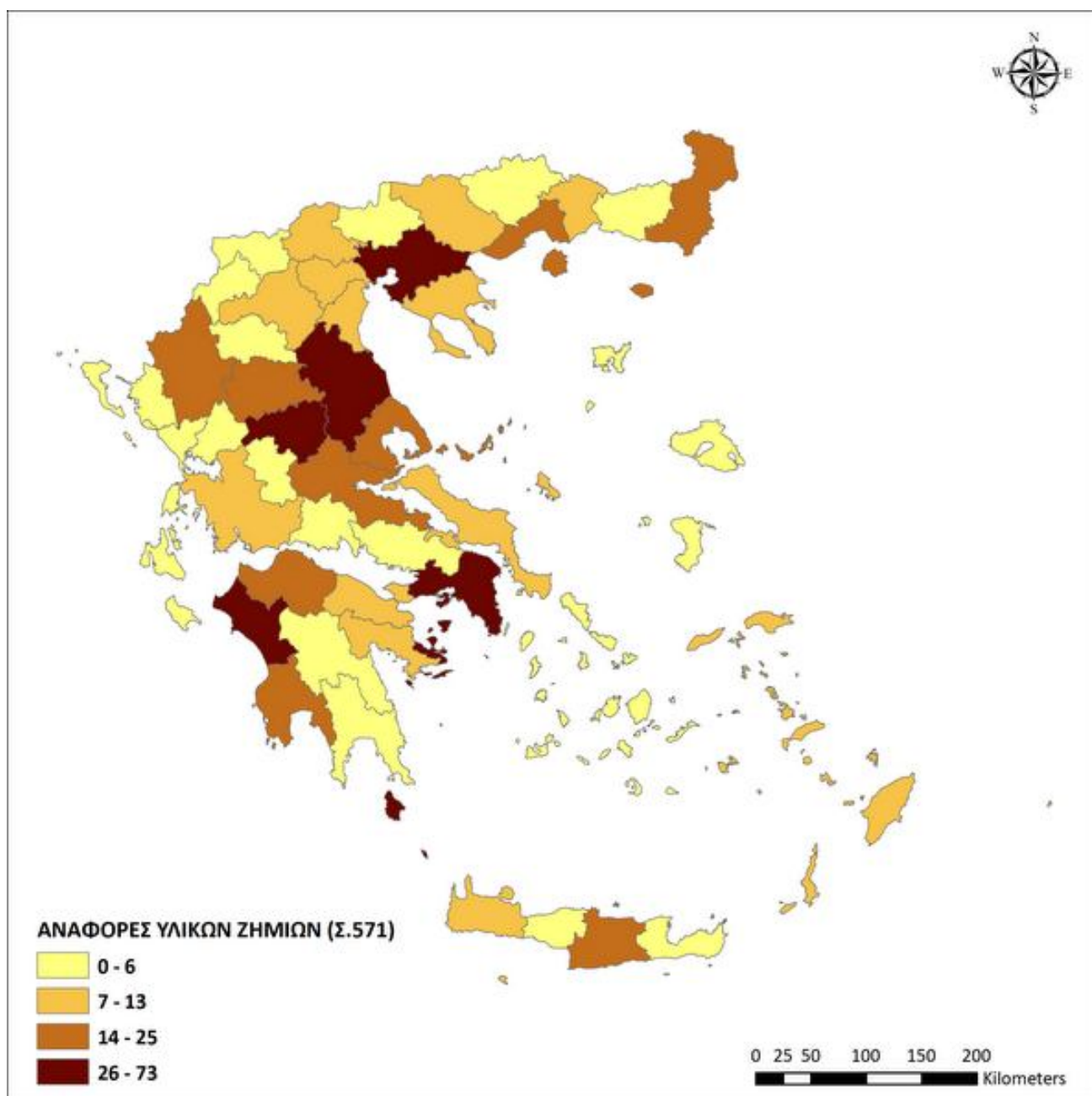
Π.Ι Χάρτης 16 Γεωγραφική κατανομή 20 εντονότερων γεγονότων ισχυρών ανέμων.



Π.Ι Χάρτης 17 Γεωγραφική κατανομή αναφορών ανεμοστρόβιλων.



Π.Ι Χάρτης 18 Γεωγραφική κατανομή αριθμού αναφερόμενων θυμάτων λόγω καιρικών φαινομένων.



Π.Ι Χάρτης 19 Γεωγραφική κατανομή αναφορών υλικών ζημιών λόγω καιρικών φαινομένων.