



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών

Ανάπτυξη εφαρμογής ανάλυσης συσχετίσεων φυσικών καταστροφών και αυτόματη παραγωγή δεδομένων με χρήση εργαλείων LLM

Διπλωματική Εργασία

του

ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

Επιβλέπων : Βασίλειος Βεσκούκης

Καθηγητής Ε.Μ.Π



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών

Ανάπτυξη εφαρμογής ανάλυσης συσχετίσεων φυσικών καταστροφών και αυτόματη παραγωγή δεδομένων με χρήση εργαλείων LLM

Διπλωματική Εργασία

του

ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

Επιβλέπων : Βασίλειος Βεσκούκης

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 07/03/2025.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....

.....

.....

Βασίλειος Βεσκούκης

Νικόλαος Παπασπύρου

Ζωή Παρασκευοπούλου

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025

Copyright © – All rights reserved. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Γιώργος Αντωνίου, 2025.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Το περιεχόμενο αυτής της εργασίας δεν απηχεί απαραίτητα τις απόψεις του Τμήματος, του Επιβλέποντα, ή της επιτροπής που την ενέκρινε.

(Υπογραφή)

.....

Γιώργος Αντωνίου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών, Ε.Μ.Π

στους γονείς μου

Περίληψη

Οι φυσικές καταστροφές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του πλανήτη μας και δεν βρίσκονται υπό τον έλεγχο του ανθρώπου. Ωστόσο, οι επιπτώσεις τους μπορούν να περιοριστούν μέσα από την ανάλυση προηγούμενων φαινομένων, την κατανόηση των αιτίων και των αλληλεπιδράσεών τους και την εφαρμογή κατάλληλων προληπτικών και διαχειριστικών μέτρων.

Παρόλο που υπάρχει πλήθος διαθέσιμων πληροφοριών για φυσικές καταστροφές, αυτές είναι διάσπαρτες σε διαφορετικές πηγές και δεν είναι συγκεντρωμένες σε μία ενιαία βάση που να επιτρέπει τη συστηματική ανάλυση των σχέσεών τους. Η έλλειψη τυποποιημένων δεδομένων καθιστά δύσκολη τη διεξαγωγή μελετών και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την πρόβλεψη και τη μείωση των επιπτώσεων τέτοιων φαινομένων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας δικτυακής εφαρμογής λογισμικού για συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων φυσικών καταστροφών που έχουν συμβεί στην Ελλάδα από ανοικτές πηγές μη-δομημένων δεδομένων στο διαδίκτυο, με σκοπό τη διευκόλυνση της μελέτης των συσχετίσεων - εξαρτήσεων μεταξύ αυτών των φαινομένων σύμφωνα με τη διεθνή σχετική βιβλιογραφία. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, συνδυάζοντας διαδικτυακές πηγές δεδομένων και αξιοποιώντας τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης (LLMs) για την αυτόματη εξαγωγή δομημένων πληροφοριών από δημόσια έγγραφα διαθέσιμα στο διαδίκτυο. Η κανονικοποίηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω διαδικασίας fuzzy matching για τη διασφάλιση της συνέπειας και της ακρίβειας, ενώ τα δεδομένα οργανώθηκαν σε μία ενιαία βάση δεδομένων χωρικών αναφορών και ταξινόμησης φυσικών καταστροφών. Η εφαρμογή παρέχει λειτουργίες φιλτραρίσματος, χαρτογραφικής απεικόνισης, οπτικοποίησης υποψηφίων εξαρτήσεων μέσω γράφων, σύγκρισης γεγονότων, καθώς και δυνατότητα εξαγωγής και εισαγωγής δεδομένων. Η διαδραστική φύση της εφαρμογής και η χρήση δυναμικών γραφημάτων επιτρέπουν την ανάλυση συσχετίσεων, όπως φαινόμενα που λειτουργούν ως καταλύτες για την εκδήλωση άλλων καταστροφών (cascading effects).

Λέξεις κλειδιά:

Φυσικές Καταστροφές, Τεχνητή Νοημοσύνη, LLM, fuzzy matching, Εξαγωγή Δεδομένων, Κανονικοποίηση Δεδομένων, Χωρικές Αναφορές, Οπτικοποίηση Δεδομένων, Γράφοι

Abstract

Natural disasters are an inherent part of our planet and are beyond human control. However, their impact can be mitigated through the analysis of past events, understanding their causes and interactions, and implementing appropriate preventive and management measures.

Although a vast amount of information on natural disasters is available, it is scattered across different sources and not consolidated into a unified database that allows for systematic analysis of their relationships. The lack of standardized data makes it difficult to conduct studies and extract valuable insights for predicting and reducing the effects of such phenomena.

This thesis focuses on the development of a web-based software application for the collection, processing, analysis, and visualization of natural disaster data that have occurred in Greece. The data are extracted from open sources of unstructured information available on the internet, with the aim of facilitating the study of interdependencies and correlations between these phenomena, as described in international literature. The application was developed using modern technologies, integrating web data sources and leveraging artificial intelligence techniques (LLMs) for the automatic extraction of structured information from publicly available documents. Data normalization was performed through a fuzzy matching process to ensure consistency and accuracy, while the information was organized into a unified database of spatial references and disaster classifications. The application provides filtering functions, cartographic representation, visualization of potential dependencies through graphs, event comparison, as well as data import and export capabilities. The interactive nature of the application and the use of dynamic graphs allow the analysis of correlations, such as cascading effects, where certain phenomena act as triggers for other disasters.

Keywords:

Natural Disasters, Artificial Intelligence, LLM, Fuzzy Matching, Data Extraction, Data Normalization, Spatial References, Data Visualization, Graphs

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Βασίλειο Βεσκούκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα σημαντικό θέμα το οποίο μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στις ζωές μας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Μιχαήλ-Χρήστο Τσούτσο για την ιδέα της διπλωματικής και την συλλογή των δεδομένων. Ακόμη, θερμές ευχαριστίες στον καλό μου φίλο, συμφοιτητή και νυν Υποψήφιο Διδάκτορα Χρίστο Χατζηχριστοφή για την συμπαράσταση και την βοήθεια κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και σε όλα τα χρόνια των σπουδών. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την συνεχή στήριξη.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	7
Abstract	9
Ευχαριστίες.....	11
1. Εισαγωγή.....	17
1.1. Γενικά για φυσικές καταστροφές.....	17
1.2. Συσχετιζόμενες φυσικές καταστροφές.....	19
1.3. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών και συσχετίσεων.....	22
1.4. Πηγές δεδομένων.....	24
1.5. Υποδομές δεδομένων φυσικών καταστροφών.....	28
2. Προδιαγραφή απαιτήσεων.....	33
2.1. Γενικές απαιτήσεις.....	33
2.2. Δεδομένα.....	33
2.2.1. Εξαγωγή των δεδομένων.....	35
2.2.2. Κανονικοποίηση και καθάρισμα των δεδομένων.....	41
2.3. Αλληλεπίδραση χρήστη και βασικές λειτουργίες.....	45
2.3.1. Περιβάλλον Χρήστη και Δομή Εφαρμογής.....	45
2.3.2. Διαχείριση Επιλογών Χρήστη και Ενημέρωση Δεδομένων.....	46
2.3.3. Διάγραμμα Use Case Συστήματος.....	47
2.3.4. Activity Diagram - Αναζήτηση και Προβολή Δεδομένων.....	49
2.3.5. Activity Diagram - Εισαγωγή Δεδομένων.....	50
2.3.6. Activity Diagram - Εξαγωγή Δεδομένων.....	51
3. Σχεδίαση και υλοποίηση εφαρμογής.....	53
3.1. Τεχνολογίες.....	53
3.1.1. Βάση Δεδομένων.....	53
3.1.2. Backend – Διαχείριση δεδομένων και API.....	54
3.1.3. Frontend – Περιβάλλον χρήστη.....	54
3.1.4. Πρόσθετα Εργαλεία.....	55
3.2. Βάση Δεδομένων.....	56
3.3. Αρχιτεκτονική.....	59
3.3.1. Component Diagram.....	59
3.3.2. Deployment Diagram.....	60
3.4. Υλοποίηση - Επίδειξη.....	61
3.4.1. Ανάπτυξη Backend και Διαχείριση Δεδομένων.....	61

3.4.2.	Ανάπτυξη Frontend	62
3.4.3.	Επίδειξη Εφαρμογής	64
4.	Συμπεράσματα - Επόμενα Βήματα.....	71
4.1.	Συμπεράσματα	71
4.2.	Επόμενα Βήματα.....	71
5.	Βιβλιογραφία.....	73

Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση τριών τύπων αλληλεπίδρασης φυσικών καταστροφών (Πηγή: Liu et al. (p. 634) [9]).....	21
Εικόνα 2. Το πλαίσιο αλληλεπίδρασης 21 φυσικών κινδύνων και τα είδη αλληλεξάρτησής τους (Πηγή: Gill και Malamud, 2014, σελ. 69310).....	24
Εικόνα 3. Τα επίπεδα των SDI και η ιεραρχία τους από το εταιρικό στο παγκόσμιο επίπεδο. (Πηγή: Rajabifard, A. 2002, σελ. 1713).....	29
Εικόνα 4. How LLM transformer models work (Πηγή: Nvidia [17]).....	35
Εικόνα 5. Ανακοίνωση από ΔΙΑΥΓΕΙΑ	36
Εικόνα 6. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (σελίδα 1).....	37
Εικόνα 7. Activity Diagram of Data extraction, normalization, cleanup	38
Εικόνα 8. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	43
Εικόνα 9. ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	43
Εικόνα 10. Κατανομή Καταστροφών (1)	44
Εικόνα 11. Δείγμα Εγγραφών (1).....	44
Εικόνα 12. Κατανομή Καταστροφών (2)	45
Εικόνα 13. Δείγμα εγγραφών (2).....	45
Εικόνα 14. Use Case Diagram.....	47
Εικόνα 15. Activity Diagram - Search and View	49
Εικόνα 16. Activity Diagram – Import.....	50
Εικόνα 17. Activity Diagram - Export	51
Εικόνα 18. Διάγραμμα ERD της Βάσης Δεδομένων.....	56
Εικόνα 19. Component Diagram	60
Εικόνα 20. Deployment Diagram.....	60
Εικόνα 21. Home Page - Map View.....	65
Εικόνα 22. Map View After Search	65
Εικόνα 23. Table View.....	66
Εικόνα 24. Map View With Selected Point.....	66
Εικόνα 25. Table View With Selected Point (1)	67
Εικόνα 26. Table View With Selected Point (2)	67
Εικόνα 27. Graph View	68
Εικόνα 28. Graph View With Expanded Node	68
Εικόνα 29. Import View	69

1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά για φυσικές καταστροφές

Οι φυσικοί κίνδυνοι αποτελούν φαινόμενα της φύσης τα οποία αναπόφευκτα θα εκδηλώνονται στη Γη ως αποτέλεσμα των γεωλογικών, ατμοσφαιρικών και ωκεάνιων διεργασιών[1]. Ως φυσικός κίνδυνος ορίζεται ένα απροσδόκητο και ανεξέλεγκτο φυσικό γεγονός ασυνήθιστου μεγέθους που μπορεί να απειλήσει τους ανθρώπους[2], το οποίο μετατρέπεται σε καταστροφή όταν δεν υπάρχει αποτελεσματική διαχείρισή κατά τη διάρκεια εμφάνισής του, με βασικές συνέπειες τις ανθρώπινες απώλειες, όπως και τη φθορά και την καταστροφή των μέσων επιβίωσης[3].

Σύμφωνα με τις εκθέσεις του Κέντρου Έρευνας για την Επιδημιολογία των Καταστροφών (CRED), ως προς τον αντίκτυπο των καταστροφών, είναι ιδιαίτερο ανησυχητικό το γεγονός ότι τα καταγεγραμμένα συμβάντα φυσικών κινδύνων, το σύνολο των θανάτων, το σύνολο των ανθρώπων που επηρεάστηκαν, καθώς και το σύνολο των οικονομικών απωλειών ήταν περισσότερα την περίοδο 2000-2019 σε σύγκριση με τη περίοδο 1980-1999[3], αποδεικνύοντας με αυτόν τον τρόπο την εντατικοποίηση των καταστροφών που δημιουργούνται από τους φυσικούς κινδύνους.

Πιο συγκριμένα, από το 1980 υπάρχει μία ραγδαία αύξηση των γεγονότων φυσικών κινδύνων[3] όπως η ξηρασία, οι σεισμοί, οι ακραίες θερμοκρασίες (π.χ. καύσωνες), οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, οι καταιγίδες, οι πυρκαγιές, κτλ., η εκδήλωση των οποίων εντατικοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα 2000-2019, όπου αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 2023 σημειώθηκαν περισσότερα περιστατικά συνολικά σε σχέση με το μέσο όρο του διαστήματος 2003-2022[4]. Κατά την περίοδο 2000-2019, το 44% των καταγεγραμμένων φυσικών κινδύνων παγκοσμίως ήταν πλημμύρες, το 28% καταιγίδες, το 8% σεισμοί, το 6% ακραίες θερμοκρασίες, το 5% κατολισθήσεις και γεγονότα ξηρασίας, το 3% πυρκαγιές, το 1% ηφαιστειακή δραστηριότητα και λιγότερο από 1% οι κινήσεις βαρύτητας (mass movements).

Ως προς τη γεωγραφική τους εξάπλωση, το 2023[4] τα περισσότερα περιστατικά παρατηρήθηκαν στην Ασία (163 από το σύνολο των 399 παγκοσμίως) και στη Βόρεια και Νότια Αμερική (98 συνολικά, όπου 25 συνέβησαν στις ΗΠΑ και 16 στη Βραζιλία), ενώ 61 σημειώθηκαν στην Ευρώπη (τα περισσότερα περιστατικά από το 2020), 60 στην Αφρική και 17 στην Ωκεανία. Ως προς τα κράτη με τα περισσότερα καταγεγραμμένα γεγονότα φυσικών κινδύνων, κατά την περίοδο 2000-2019, περισσότερα από 200 γεγονότα σημειώθηκαν στην Κίνα (577), στις ΗΠΑ (467), στην Ινδία (321), στις Φιλιππίνες (304) και στην Ινδονησία (278).

Επιπλέον, οι επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων είναι αναπόφευκτες, προκαλώντας σοβαρό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στην οικονομία. Ιδιαίτερα υψηλός είναι ο αριθμός των ανθρώπων που επηρεάστηκε[4] από τους προαναφερθέντες φυσικούς κινδύνους τόσο κατά το χρονικό διάστημα 2003-2022 (κατά μέσο όρο) όσο και το 2023, όπου με στον όρο “επιρροή” να συμπεριλαμβάνονται εκείνοι που έχουν τραυματιστεί (injured), εκείνοι είναι άστεγοι (homeless) και εκείνοι που επηρεάστηκαν με κάποιο άλλο τρόπο (otherwise affected). Αξίζει να σημειωθεί ότι από το 2020 έως το 2023, οι πλημμύρες και η ξηρασία συμπεριλαμβάνονται στους φυσικούς κινδύνους με τη μεγαλύτερη επιρροή ως προς το πλήθος των ανθρώπων. Από

τα 10 μεγαλύτερα γεγονότα που σημειώθηκαν ως προς την επιρροή τους σε εκατομμύρια ανθρώπους, τα 6 αφορούν 3 πλημμύρες και 3 περιστατικά ξηρασίας για το έτος 2020[5], για το έτος 2021[6] σημειώθηκαν 8 γεγονότα ξηρασίας και ένα πλημμύρας στο σύνολο των 10, για το έτος 2022[7] σημειώθηκαν 7 γεγονότα ξηρασίας και δύο πλημμύρας από το σύνολο των 10, ενώ το 2023[4] σημειώθηκαν 5 γεγονότα πλημμύρας και ένα περιστατικό ξηρασίας στο σύνολο των 10 καταγεγραμμένων. Ως προς τη γεωγραφική κατανομή των ανθρώπων που επηρεάστηκαν από τους φυσικούς κινδύνους[4], για το έτος 2023 επηρεάστηκαν 93,1 εκατομμύρια άνθρωποι (λιγότεροι σε σχέση με το 2022 που ήταν 185 εκατομμύρια παγκοσμίως), το 71,4% σημειώθηκε στην Ασία, ένα πολύ υψηλό ποσοστό για μία χρονιά λαμβάνοντας υπόψη ότι μεταξύ 2003-2022 το αντίστοιχο ποσοστό στην Ασία ήταν 77,8%, στην Αφρική παρατηρήθηκε ότι 13,5% του συνόλου με το ίδιο ποσοστό να ισχύει για την περίοδο 2003-2022, ενώ αξίζει να επισημανθεί ότι το εν λόγω ποσοστό είναι μεγαλύτερο στην Ευρώπη (2,4% το 2023 και 0,3% μεταξύ 2003-2022), τη Βόρεια και Νότια Αμερική (11,7% το 2023 και 8,1% μεταξύ 2003-2022) και την Ωκεανία (1,1% το 2023 και 0,2% μεταξύ 2003-2022). Εν κατακλείδι, ως προς τα κράτη με το μεγαλύτερο σύνολο των ανθρώπων που επηρεάστηκαν από τις καταστροφικές επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων κατά την περίοδο 2000-2019[3] ξεχωρίζουν η Κίνα και η Ινδία με πάνω από 1 δισεκατομμύριο ανθρώπους και ακολουθούν οι Φιλιππίνες, το Μπαγκλαντές και οι ΗΠΑ με πάνω από 100 εκατομμύρια ανθρώπους.

Ως προς τις απώλειες που σημειώθηκαν από τους φυσικούς κινδύνους, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το 2023 σημειώθηκαν περισσότεροι θάνατοι από τους σεισμούς, τις πλημμύρες, τις καταιγίδες και τις πυρκαγιές σε σχέση με το μέσο όρο κατά το διάστημα 2003-2022[4]. Σε γενικές γραμμές, σύμφωνα με το σύνολο των απωλειών κατά το διάστημα 2000-2019, οι περισσότεροι θανατηφόροι φυσικοί κίνδυνοι είναι οι σεισμοί, οι καταιγίδες, οι ακραίες θερμοκρασίες, οι πλημμύρες, η ξηρασία, οι κατολισθήσεις, η ηφαιστειακή δραστηριότητα και οι κινήσεις βαρύτητας (mass movements). Τα γεγονότα που ξεχωρίζουν ανά είδος φυσικού κινδύνου ως προς το σύνολο των θανάτων[3] είναι ο καταστροφικός σεισμός και το μετέπειτα τσουνάμι που εκδηλώθηκαν το 2004 στον ινδικό ωκεανό προκαλώντας 226,408 θανάτους, όπως και ο σεισμός ως μεμονωμένο γεγονός που σημειώθηκε στην Αϊτή το 2010 επιφέροντας 222,570 θανάτους, ο κυκλώνας στη Μιανμάρ το 2008 που προκάλεσε το θάνατο σε 138,366, το κύμα καύσωνα που επήλθε στην Ευρώπη το 2003 και αποτέλεσε ένα θανατηφόρο γεγονός για 72,210, καθώς και η ξηρασία που παρατηρήθηκε στη Σομαλία και επέφερε 20,000 απώλειες. Ωστόσο, εξίσου υψίστης σημασίας είναι τα κύματα καύσωνα που σημειώθηκαν το 2020 στην Γαλλία (1,924 απώλειες) και στο Ηνωμένο Βασίλειο (2,556 απώλειες), καθώς και η πλημμύρα στην Ινδία (1,922 απώλειες), για το έτος 2021 ήταν ο σεισμός στην Αϊτή (2,575 απώλειες), η πλημμύρα στην Ινδία (1,282 απώλειες), ο τυφώνας Rai στις Φιλιππίνες (457 απώλειες) και η κατολίσθηση στην Ινδία (234 απώλειες), για το έτος 2022 ήταν το κύμα καύσωνα στην Ευρώπη (16,305 θάνατοι) και η ξηρασία στην Ουγκάντα (2,465) καθώς και η πλημμύρα στην Ινδία (2,035 θάνατοι) και στο Πακιστάν (1,739 θάνατοι), ενώ για το έτος 2023 πολύ θανατηφόρα γεγονότα ήταν ο σεισμός στην Τουρκία (50,783 απώλειες) και στη Συρία (5,900 θάνατοι) και ο κυκλώνας Daniel στη Λιβύη (12,352 απώλειες). Ως προς τη γεωγραφική τους κατανομή, για το 2023[4], το 73,4% των θανάτων συνέβη στις χώρες της Ασίας, ένα ποσοστό πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με το αντίστοιχο της περιόδου 2003-2022 που είναι στο 58,6%, το 24,6% των θανάτων σημειώθηκε στην Αφρική το οποίο ήταν επίσης αρκετά υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο της περιόδου 2003-2022 που είναι στο 3,9%, ενώ αξίζει να επισημανθεί ότι το εν λόγω ποσοστό για την Ευρώπη και τις χώρες της αμερικανικής ηπείρου είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με την περίοδο 2003-2022,

συγκεκριμένα είναι 0,2% το 2023 και 16,8% μεταξύ 2003-2022 για την Ευρώπη και 1,8% το 2023 και 20,6% μεταξύ 2003-2022 για τη Βόρεια και Νότια Αμερική. Επιπλέον, ως προς τα κράτη με το μεγαλύτερο σύνολο θανάτων από φυσικούς κινδύνους κατά την περίοδο 2000-2019[3] ξεχωρίζουν η Αϊτή με περισσότερους από 200,000 θανάτους (230,077 για την ακρίβεια) και ακολουθούν η Ινδονησία, η Μιανμάρ και η Κίνα (113,178 θάνατοι) με περισσότερους από 100,000 θανάτους.

Εν κατακλείδι, αξίζει να επισημανθούν οι οικονομικές επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων[4], όπου στο σύνολο τους το 2023 ήταν περισσότερες από το μέσο όρο του χρονικού διαστήματος 2003-2022, ένα φαινόμενο που παρατηρήθηκε κυρίως στις επιπτώσεις των έντονων καταιγίδων καθώς στα γεγονότα ξηρασίας, σεισμών και πυρκαγιών. Άξιο αναφοράς είναι ότι κατά την περίοδο 2000-2019[3] το 47% των καταγεγραμμένων οικονομικών επιπτώσεων προήλθε από τις καταιγίδες προκαλώντας ζημιές που αποτιμήθηκαν στο 1,39 τρισεκατομμύρια δολάρια, το 22% προερχόταν από τις πλημμύρες προκαλώντας ζημιές στα 651 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ το 21% αφορούσε οικονομικές επιπτώσεις από σεισμούς (636 δισεκατομμύρια δολάρια). Ως προς τα μεμονωμένα γεγονότα που προκάλεσαν τις πιο οικονομικά επιζήμιες συνέπειες, για το έτος 2023[4] ξεχωρίζουν ο σεισμός στην Τουρκία (34 δισεκατομμύρια), ο τυφώνας Doksuri στην Κίνα (25 δισεκατομμύρια) και η ξηρασία στις ΗΠΑ (14,5 δισεκατομμύρια), η πλημμύρα στην Ιταλία (9,8 δισεκατομμύρια) και η πυρκαγιά στις ΗΠΑ (5,5 δισεκατομμύρια). Αντιστοίχως, το έτος 2022[7] ξεχωρίζουν ο τυφώνας Ίαν (100 δισεκατομμύρια) και η ξηρασία (22 δισεκατομμύρια) στις ΗΠΑ και η πλημμύρα στο Πακιστάν (15 δισεκατομμύρια), το 2021[6] διακρίνονται ο τυφώνας Ida (65 δισεκατομμύρια) και η χιονοκαταιγίδα (30 δισεκατομμύρια), η χιονοκαταιγίδα (30 δισεκατομμύρια) και ο ανεμοστρόβιλος (5,2 δισεκατομμύρια) στις ΗΠΑ και το κύμα ψύχους στη Γαλλία (5,6 δισεκατομμύρια), ενώ για το 2020[5] ξεχωρίζουν η πλημμύρα στην Κίνα (17 δισεκατομμύρια), ο κυκλώνας Amphan στην Ινδία (13 δισεκατομμύρια) και ο τυφώνας Laura στις ΗΠΑ (13 δισεκατομμύρια). Ως προς τη γεωγραφική κατανομή των οικονομικών απωλειών για το έτος 2023[4], το μεγαλύτερο ποσοστό συγκεντρώνεται στις χώρες της Βόρειας και Νότιας Αμερικής (43,9% σε σχέση με το 48,1% της περιόδου 2003-2022) και στις χώρες της Ασίας (37,5% σε σύγκριση με το 40,2% της περιόδου 2003-2022), με τις ευρωπαϊκές χώρες να συγκεντρώνουν το 7,4% (το αντίστοιχο ποσοστό μεταξύ 2003-2022 ήταν 8% σε παγκόσμια κλίμακα), στην Αφρική να σημειώνεται το 6,8% (πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με το 1% των ζημιών κατά την περίοδο 2003-2022 παγκοσμίως) και στην Ωκεανία να παρατηρείται το 4,4% των οικονομικών επιπτώσεων (υψηλότερο σε σχέση με την περίοδο 2003-2022 που ήταν στο 2,7%).

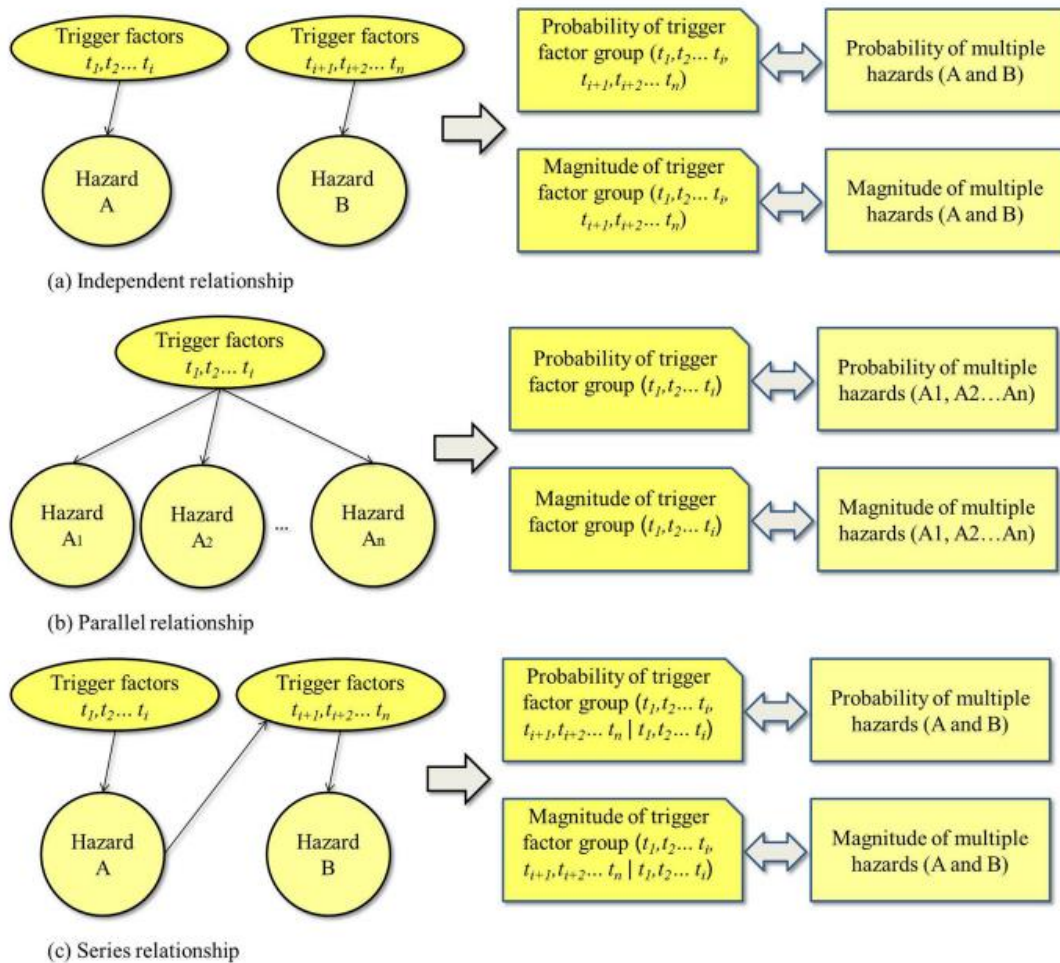
1.2. Συσχετιζόμενες φυσικές καταστροφές

Σε κάθε σημείο και σε κάθε τοποθεσία του πλανήτη μπορούν να συμβούν οι φυσικοί κίνδυνοι, αφενός γιατί η αύξηση της έντασης τους μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην επιφάνεια της Γης και κατ' επέκταση να επηρεαστούν οι κοινωνίες και οι δραστηριότητές τους, αφετέρου γιατί υπάρχει μία πληθώρα διαφορετικών φυσικών κινδύνων. Κάθε φυσικός κίνδυνος αποτελείται από ένα σύνολο παραμέτρων, ο συνδυασμός των οποίων προκαλεί τη δημιουργία τους, για παράδειγμα στην περίπτωση της εκδήλωσης και συμπεριφοράς των πυρκαγιών[8] συμβάλλουν ως παράμετροι η ποσότητα της καύσιμης ύλης και το ποσοστό υγρασίας εντός αυτής, τοπογραφικές παράμετροι όπως το υψόμετρο και η κλίση του εδάφους, μετεωρολογικές παράμετροι όπως η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία

του αέρα και η βροχόπτωση. Ωστόσο, εκτός από τις παραμέτρους που διαμορφώνουν το είδος του φυσικού κινδύνου, υφίστανται και οι σταθεροί παράγοντες (stable factors) που δρουν ως προϋπόθεση για την εμφάνιση των φυσικών κινδύνων και οι παράγοντες πρόκλησης (trigger factors) των υπό δημιουργία γεγονότων που διαμορφώνουν τη συχνότητα και το μέγεθος των φυσικών καταστροφών[9]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ως προς τη δράση των σταθερών παραγόντων και των παραγόντων πρόκλησης είναι η περίπτωση των χιονοστιβάδων, όπου οι σταθεροί παράγοντες αναφέρονται στην ύπαρξη λοφώδους εδάφους και στην ύπαρξη μεγάλων στρωμάτων χιονοκάλυψης (η συσσώρευση χιονιού με τον όρο “snowpack”) πάνω στις κλίσεις του εδάφους, ενώ οι παράγοντες πρόκλησης είναι η ταυτόχρονη ύπαρξη ύπαρξη υψηλής χιονόπτωσης ή βροχόπτωσης η οποία αυξάνει την πίεση της προαναφερθείσας χιονοκάλυψης πάνω στην πλαγιά, το λιώσιμο της χιονοκάλυψης λόγω της επίδρασης που ασκεί η ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και η εκδήλωση σεισμικών κυμάτων τα οποία μειώνουν τις δυνάμεις αντίστασης της πλαγιάς. Λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες πρόκλησης του εκάστοτε φυσικού κινδύνου, πρέπει να σημειωθεί ότι οι φυσικοί κίνδυνοι που εκδηλώνονται αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για την ακρίβεια, δύναται οι παράγοντες πρόκλησης να ενεργοποιήσουν την ταυτόχρονη δημιουργία περισσότερων των δύο φυσικών κινδύνων, ένα φαινόμενο που αποκαλείται “parallel relationship” καθώς οι κίνδυνοι εκδηλώνονται ταυτόχρονα. Η εν λόγω μορφή αλληλεξάρτησης αποκαλείται στη βιβλιογραφία και με τον όρο “compound hazard”, δηλαδή σύνθετος κίνδυνος, καθώς η ταυτόχρονη εκδήλωση περισσότερων των δύο φυσικών κινδύνων θα προκαλέσει πολύ μεγαλύτερες καταστροφές και όσο πιο πολύ συνδέονται οι κίνδυνοι μεταξύ τους, τόσο πιο πιθανό είναι να εκδηλωθεί το φαινόμενο του compound hazard, της παράλληλης εμφάνισης κινδύνων με κοινούς μηχανισμούς δημιουργίας τους (οι παράγοντες πρόκλησης δηλαδή). Ένα παράδειγμα compound hazard είναι στη περίπτωση που ένας σεισμός ως πρωταρχικός κίνδυνος προκαλέσει ταυτόχρονα ή σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα σε μία παράκτια περιοχή ή σε νησί κατολισθήσεις, τσουνάμι και ηφαιστειακή έκρηξη αν η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί ηφαιστειακή δομή.

Ένα άλλο φαινόμενο αλληλεπίδρασης των φυσικών καταστροφών είναι το φαινόμενο γνωστό ως “series relationship”, όπου ο ένας κίνδυνος προκαλεί έναν δεύτερο κίνδυνο να εμφανιστεί σε μία περιοχή. Πιο αναλυτικά, σε αυτόν τον τύπο αλληλεπίδρασης φυσικών καταστροφών, οι παράγοντες πρόκλησης ενεργοποιούν έναν φυσικό κίνδυνο, ο οποίος επιδρά σημαντικά στη μεταβολή των παραγόντων πρόκλησης ενός δεύτερου διαφορετικού φυσικού κινδύνου με αποτέλεσμα τη δημιουργία του, με το ποσοστό μεταβολής των παραγόντων πρόκλησης να απαρτίζει το μέγεθος του υπό εκδήλωση κινδύνου. Η εν λόγω μορφή αλληλεπίδρασης αποκαλείται και ως “hazard cascades”, “cascading effects” ή “cascading events” καθώς οι διασυνδεδεμένοι κίνδυνοι προκύπτουν αλυσιδωτά, σαν ένα domino (γι’ αυτό άλλωστε το φαινόμενο αποκαλείται και domino effect). Χαρακτηριστικό παράδειγμα domino effect είναι η περίπτωση μία ισχυρή καταιγίδα να προκαλέσει κατολισθήσεις.

Αντιθέτως, οι παράγοντες πρόκλησης δύναται να προκαλέσουν δύο κινδύνους που να μην συνδέονται μεταξύ τους, δηλαδή να υπάρχει ανεξαρτησία ως προς την εκδήλωσή τους και να πραγματοποιούνται ταυτόχρονα χωρίς κάποια διασύνδεση. Για παράδειγμα, είναι πιθανόν σε μία περιοχή να συμβούν ταυτόχρονα σεισμικές δονήσεις και χιονόπτωση, οι παράγοντες που ενεργοποιούν αυτούς τους δύο κινδύνους δεν συνδέονται μεταξύ τους και για το λόγο αυτό η μορφή αλληλεπίδρασής τους είναι ανεξάρτητη, συμβαίνει δηλαδή κατά σύμπτωση. Οι 3 παραπάνω τύποι αλληλεπίδρασης μεταξύ των φυσικών καταστροφών οπτικοποιούνται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση τριών τύπων αλληλεπίδρασης φυσικών καταστροφών
(Πηγή: Liu et al. (p. 634) [9])

Μία άλλη μορφή αλληλεπίδρασης φυσικών καταστροφών είναι η αύξηση ή η μείωση της πιθανότητας εκδήλωσής τους[10]. Σε αυτή την περίπτωση, ένας πρωταρχικός κίνδυνος επηρεάζει μία ή περισσότερες από περιβαλλοντικές παραμέτρους προκειμένου να μεταβάλλει τη συχνότητα ή το μέγεθος του μεταγενέστερου κινδύνου, όπου σε αυτή την περίπτωση, ο πρωτεύων φυσικός κίνδυνος δεν προκαλεί άμεσα την εκδήλωση του επόμενου φυσικού κινδύνου, αλλά μεταβάλλει μία πτυχή του φυσικού περιβάλλοντος προκειμένου να αυξήσει την πιθανότητα να συμβεί ένας δεύτερος φυσικός κίνδυνος[10]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της μορφής αλληλεπίδρασης είναι η αυξημένη πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρών ή κατολισθήσεων σε μία περιοχή που δημιουργήθηκε μία μεγάλη πυρκαγιά ή η αυξημένη πιθανότητα να εκδηλωθεί πυρκαγιά σε μία περιοχή μετά από την ύπαρξη κύματος καύσωνα. Αντίστοιχα, υπάρχει και μία άλλη μορφή αλληλεπίδρασης όπου ο πρωταρχικός κίνδυνος μειώνει την πιθανότητα εκδήλωσης ενός δεύτερου φυσικού κινδύνου, μεταβάλλοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους προς το σκοπό αυτό, για παράδειγμα μειώνεται αισθητά η πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών σε μία περιοχή που αντιμετώπισε ισχυρές βροχοπτώσεις για παρατεταμένο χρονικό διάστημα.

1.3. Ταξινόμηση φυσικών καταστροφών και συσχετίσεων

Παρόλο που έχει εντατικοποιηθεί η συχνότητα εκδήλωσης των φυσικών κινδύνων σε παγκόσμια κλίμακα με αποτέλεσμα την αύξηση της τρωτότητας των επιρρεπών περιοχών, πρέπει να σημειωθεί ότι εξίσου ανησυχητικό είναι και το γεγονός ότι υπάρχει μία πληθώρα διαφορετικών ειδών φυσικών κινδύνων που θα μπορούσαν να συμβούν. Κίνδυνο για μια περιοχή δεν αποτελούν μόνο οι μετεωρολογικοί/υδρολογικοί κίνδυνοι ή οι γεωκίνδυνοι, αλλά εξίσου καταστροφικοί μπορεί να αποδειχθούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι όπως η υποβάθμιση του εδάφους (soil degradation), οι χημικοί κίνδυνοι όπως η ρύπανση λόγω της διαρροής του πετρελαίου, οι βιολογικοί κίνδυνοι όπως η ελονοσία (malaria), καθώς και οι τεχνολογικοί κίνδυνοι όπως η διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος (Power Outage/Blackout).

Υπό την εποπτεία του Γραφείου του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (OHE) για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών (United Nations Office for Disaster Risk Reduction-UNDRR), σε συνεργασία με το Διεθνές Συμβούλιο Επιστημών (International Science Council-ISC), συντάχθηκε μία έρευνα στην οποία καταγράφονται και ταξινομούνται όλα τα φαινόμενα που αποτελούν κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή. Πιο συγκεκριμένα, στην εν λόγω έρευνα^[11] συγκεντρώνονται 302 διαφορετικοί κίνδυνοι, με συγκεκριμένη ονομασία και κωδικό αναφοράς, όπου για κάθε ένα κίνδυνο δίνεται αναλυτικός ορισμός. Ο συγκεκριμένος κατάλογος αποτελεί ορόσημο για τη μελέτη των καταστροφών που προκαλούνται από φυσικούς κινδύνους και για το λόγο αυτό υποστηρίζει έμπρακτα το πλαίσιο Σεντάι για Μείωση του Κινδύνου Καταστροφών (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction) 2015-2030, της Agenda 2030 των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), καθώς και της συμφωνίας του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή. Οι 302 κίνδυνοι ταξινομούνται σε 8 κατηγορίες κινδύνων οι οποίες είναι:

- Οι μετεωρολογικοί και υδρολογικοί κίνδυνοι (Meteorological and Hydrological), οποίοι υποδιαιρούνται σε 9 ομάδες κινδύνων περιλαμβάνοντας 60 κινδύνους·
- Οι κίνδυνοι που προέρχονται από το διάστημα (Extraterrestrial), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε μία ομάδα κινδύνων περιλαμβάνοντας 9 κινδύνους·
- Οι γεωκίνδυνοι (Geohazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 3 ομάδες κινδύνων περιέχοντας 35 κινδύνους·
- Οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι (Environmental hazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 2 ομάδες κινδύνων και περιέχουν 24 κινδύνους·
- Οι χημικοί κίνδυνοι (chemical hazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 9 σύνολα κινδύνων που περιλαμβάνουν συνολικά 25 είδη κινδύνων·
- Οι βιολογικοί κίνδυνοι (biological hazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 10 ομάδες κινδύνων και συμπεριλαμβάνουν 88 είδη κινδύνων·
- Οι τεχνολογικοί κίνδυνοι (technological hazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 9 είδη κινδύνων και περιέχουν 53 είδη κινδύνων·
- Οι κοινωνικοί κίνδυνοι (societal hazards), οι οποίοι υποδιαιρούνται σε 4 είδη κινδύνων και περιέχουν 8 είδη κινδύνων.

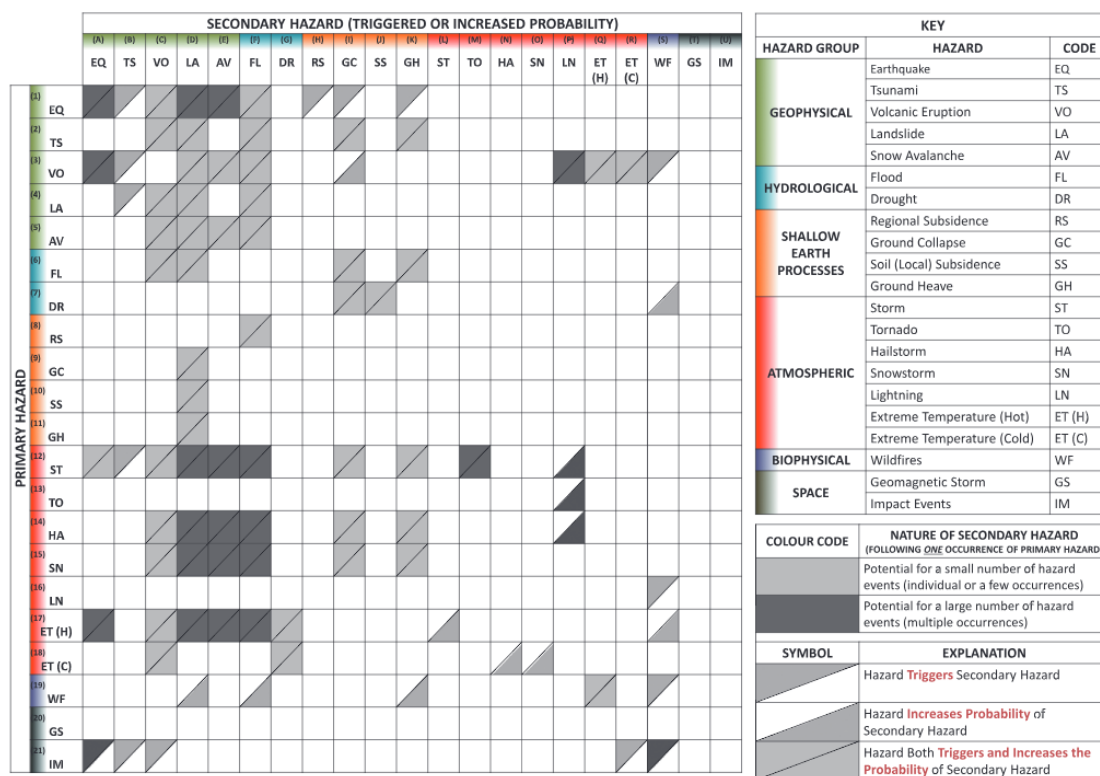
Ωστόσο, αξίζει να επισημανθεί ότι η ταξινόμηση των φυσικών κινδύνων μπορεί να βασίζεται σε υποκειμενικά κριτήρια και όχι στην υιοθέτηση ενός διεθνούς συστήματος ταξινόμησης φυσικών κινδύνων, μία πρακτική που παρατηρείται σε πληθώρα ερευνητικών εργασιών, χωρίς όμως να σημαίνει ότι η ταξινόμηση των φυσικών καταστροφών είναι λανθασμένη από τους εκάστοτε ερευνητές. Τουναντίον, η ονομασία του κινδύνου και ταξινόμησή του σε

κάποια κατηγορία είναι σωστή, καθώς μπορεί να βασίζεται τόσο στην εμπειρία των συγγραφέων όσο και στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, καθώς και στην επιλογή συγκεκριμένων φυσικών κινδύνων που να ικανοποιούν τους σκοπούς της έρευνας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της μελέτης των Gill και Malamud που δημοσιεύθηκε το 2014[10], χρησιμοποιούνται 21 φυσικοί κίνδυνοι οι οποίοι θεωρούνται οι περισσότεροι κοινοί, με τη σημείωση ότι επιπλέον κίνδυνοι μπορούν να ενσωματωθούν σε μελλοντικές εργασίες. Οι 21 κίνδυνοι ταξινομούνται σε 6 κατηγορίες φυσικών καταστροφών λαμβάνοντας υπόψη τη φύση του κινδύνου, με την υποσημείωση ότι εναλλακτικές κατηγορίες θα μπορούσαν να προκύψουν ανάλογα με την επιλογή των κριτηρίων, για παράδειγμα ο τύπος της ζημιάς που προκαλείται, ή η συχνότητα εμφάνισης των γεγονότων. Οι 6 κατηγορίες κινδύνων και τα είδη των κινδύνων που χρησιμοποιούν οι Gill και Malamud (2014[10]) είναι:

- Οι γεωφυσικοί (geophysical), στους οποίους ενσωματώνονται οι σεισμοί, τα τσουνάμι, η ηφαιστειακή έκρηξη, οι κατολισθήσεις και η χιονοστιβάδα
- Οι υδρολογικοί (hydrological), όπως οι πλημμύρες και η ξηρασία
- Οι διεργασίες που συμβαίνουν σε μικρή απόσταση από την επιφάνεια της Γης (shallow Earth processes), όπως φαινόμενα καθίζησης και ανύψωσης του εδάφους (για την ακρίβεια, χρησιμοποιούνται τα φαινόμενα regional subsidence, ground collapse, soil (local) subsidence, ground heave)
- Οι ατμοσφαιρικοί (atmospheric), όπως οι καταιγίδες, οι ανεμοστρόβιλοι, η χαλαζόπτωση, η χιονοθύελλα, οι κεραυνοί, η ακραία ζεστή και ψυχρή θερμοκρασία
- Οι βιοφυσικοί (biophysical), όπως οι πυρκαγιές
- Οι διαστημικοί (space/celestial), όπως η γεωμαγνητική καταιγίδα και η πρόσκρουση ενός διαστημικού σώματος στην επιφάνεια της γης όπως οι μετεωρίτες.
- Στην έρευνά τους, οι Gill και Malamud (2014[10]) εξετάζουν την αλληλοσυσχέτιση των προαναφερθέντων φυσικών κινδύνων σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές, λαμβάνοντας υπόψη δύο είδη αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φυσικών κινδύνων:
- Ο πρωτεύον φυσικός κίνδυνος να ενεργοποιεί-προκαλεί (triggering effect) την εκδήλωση του δευτερεύοντος φυσικού κινδύνου
- Ο πρωτεύον φυσικός κίνδυνος να αυξάνει την πιθανότητα να εκδηλωθεί ο δευτερεύον φυσικός κίνδυνος (increased probability)

Για το σκοπό, δημιουργήθηκε η εικόνα 2 που δείχνει τη πιθανή σύνδεση των 21 φυσικών κινδύνων μεταξύ τους, δίνοντας ως πληροφορία την πιθανότητα ο δευτερογενής φυσικός κίνδυνος να συνοδεύεται από χαμηλό ή υψηλό αριθμών συμβάντων. Σύμφωνα με την εικόνα 2, μία ηφαιστειακή έκρηξη μπορεί να ενεργοποιήσει τη δημιουργία 9 φυσικών κινδύνων και συγκεκριμένα να προκαλέσει γεγονότα σεισμών, τσουνάμι, κατολισθήσεων, χιονοστιβάδων, πλημμυρών, κεραυνών, ακραίων θερμών και ψυχρών θερμοκρασιών, καθώς και πυρκαγιών. Επιπλέον, μία άλλη χρήσιμη πληροφορία αυτού του σχήματος είναι το πλήθος των πρωτευόντων φυσικών κινδύνων που μπορούν να προκαλέσουν ένα συγκεκριμένο δευτερογενή κίνδυνο, για παράδειγμα, οι κατολισθήσεις μπορούν να προκληθούν (triggering effect) από 13 φυσικούς κινδύνους και συγκεκριμένα από τους σεισμούς, τα τσουνάμι, τις ηφαιστειακές εκρήξεις, προγενέστερα συμβάντα κατολισθήσεων, χιονοστιβάδες, πλημμύρες, φαινόμενα καθίζησης και ανύψωσης του εδάφους (ground collapse, soil (local) subsidence, ground heave), καταιγίδες, χαλαζόπτωση, χιονοθύελλα, ακραία ζεστή θερμοκρασία. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με την εν λόγω εικόνα μπορούν να αναζητηθούν οι φυσικοί κίνδυνοι που έχουν υψηλή πιθανότητα να εκδηλωθούν, όπως στην περίπτωση των πυρκαγιών

που αυξάνουν την πιθανότητα να εκδηλωθούν οι κατολισθήσεις, οι πλημμύρες, η ανύψωση του εδάφους (ground heave) και οι κεραυνοί.



Εικόνα 2. Το πλαίσιο αλληλεπίδρασης 21 φυσικών κινδύνων και τα είδη αλληλεξάρτησής τους (Πηγή: Gill και Malamud, 2014, σελ. 69310)

1.4. Πηγές δεδομένων

Τα δεδομένα των φυσικών καταστροφών ποικίλλουν τόσο ως προς τη μορφή τους όσο και ως προς τις πηγές εύρεσής τους. Ωστόσο, ένα κρίσιμο ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί κατά την αναζήτηση των δεδομένων είναι σχετικά με το ποια παράμετρος αναζητείται για ένα φυσικό κίνδυνο. Για παράδειγμα, εάν αναζητούνται γεωχωρικά δεδομένα πυρκαγιών, αυτό σημαίνει ότι αναζητούνται 2 παράμετροι: η τοποθεσία της πυρκαγιάς, η οποία μπορεί να οπτικοποιηθεί ως σημείο χρησιμοποιώντας συντεταγμένες ή ως πολύγωνο χρησιμοποιώντας πολύγωνα shapefile που δείχνουν την ακριβή έκταση της πυρκαγιάς, καθώς και η ημερομηνία εκδήλωσης της πυρκαγιάς η οποία πρέπει να είναι όσο πιο ακριβής γίνεται δηλαδή να χαρακτηρίζεται από ημέρα, μήνα και έτος και αν είναι εφικτό από ώρα έναρξης (έναυση) και ώρα λήξης (κατάσβεση). Αυτές οι δύο παράμετροι πρέπει να αναζητούνται κάθε φορά για οποιαδήποτε φυσική καταστροφή διερευνάται όταν το είδος των δεδομένων που αναζητούνται είναι το γεγονός που πραγματοποιήθηκε σε μία καθορισμένη ημερομηνία και περιοχή. Εν συνεχεία αυτό που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η ποικιλομορφία του είδους μία φυσικής καταστροφής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι πλημμύρες, οι οποίες υποδιαιρούνται σε διάφορα είδη ανάλογα με την φύση τους και την περιοχή στην οποία εκδηλώνονται. Σύμφωνα με την έκθεση του OHE (UNDRR)[11] που περιλαμβάνει το σύνολο των καταγεγραμμένων κινδύνων παγκοσμίως, οι πλημμύρες αποτελούνται από 10 διαφορετικά είδη, όπως η παράκτια πλημμύρα (Coastal Flood), η αιφνίδια πλημμύρα (Flash Flood),

Πλημμύρα τήξης χιονιού (Snowmelt Flood), η ποτάμια πλημμύρα (Fluvial (Riverine) Flood), κτλ. Σε αυτή την περίπτωση, η συγκέντρωση των δεδομένων που αφορούν το εκάστοτε είδος πλημμύρας και συγκεκριμένα την τοποθεσία του και ακόμα καλύτερα τη χωρική έκτασή του, καθώς και την ημερομηνία εκδήλωσης, καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από τον εκάστοτε φορέα που διαχειρίζεται τα εν λόγω φαινόμενα καθώς είναι πολύ πιθανό στην περίπτωση των πλημμυρών τα γεγονότα να ταξινομούνται ως “πλημμύρες”, χωρίς να γίνεται σαφή διάκριση μεταξύ τους. Εν συνεχεία, εκτός από τα δεδομένα που συμβολίζουν το αποτέλεσμα μίας φυσικής καταστροφής, ήτοι η ημερομηνία δημιουργίας του φαινομένου, η χωρική αναφορά και το είδος του φυσικού κινδύνου, η αναζήτηση των δεδομένων αφορά τόσο τους σταθερούς παράγοντες όσο και τους παράγοντες πρόκλησης. Για παράδειγμα, εάν αναζητούνται δεδομένα που αφορούν τη ξηρασία, η αναζήτηση μπορεί να κατευθυνθεί τόσο στην αναζήτηση του ετήσιου μέσου όρου νετού (precipitation) ή στη ετήσια μέση θερμοκρασία ή σε δεδομένα που αφορούν την ικανότητα απορρόφησης του νερού (πρόκειται δεδομένα που αφορούν τους σταθερούς παράγοντες) ή σε δεδομένα που αφορούν το ύψος της βροχής καθώς η έλλειψη βροχόπτωσης είναι ο παράγοντας πρόκλησης που ενεργοποιεί τη ξηρασία. Αξίζει όμως σε αυτό το σημείο ότι αν δεν έχει συγκεκριμενοποιηθεί η κατηγορία των δεδομένων των φυσικών καταστροφών που αναζητούνται, το αποτέλεσμα της αναζήτησης μπορεί να αποφέρει, στην περίπτωση των πλημμυρών, δεδομένα σχετικά με την επικινδυνότητα της πλημμύρας όπως το βάθος (depth) ή την ταχύτητα (velocity) για συγκεκριμένες περιόδους επαναφοράς (π.χ. $t=50$, $t=100$, $t=1000$) για το εκάστοτε υδατικό διαμέρισμα. Τοιουτοτρόπως, είναι υψίστης σημασίας πριν τη μελέτη των φυσικών καταστροφών και την επικείμενη αναζήτηση των δεδομένων να έχει καθοριστεί τι δεδομένα αναζητούνται.

Οι πληροφορίες που συνοδεύουν ένα dataset μπορούν να ποικίλλουν και αυτό εξαρτάται από το φορέα που δημιουργεί τα δεδομένα. Η τοποθεσία των δεδομένων είναι ένα ζήτημα που πολλές φορές παρακάμπτεται, καθώς δίνεται ως πληροφορία μία ευρύτερη περιοχή και όχι η ακριβής ή γενικότερα μία όσο περισσότερο γίνεται τοπική αναφορά. Αποτέλεσμα είναι τα δεδομένα να μην καθίστανται αξιοποιήσιμα καθώς είναι διαφορετικό να έχει καταχωρηθεί ως τοποθεσία η περιφερειακή ενότητα στην οποία έγινε το συμβάν σε σύγκριση με την ύπαρξη ενός πολυγώνου shapefile που να αντικατοπτρίζει την ακριβή τοποθεσία και έκταση του συμβάντος. Ωστόσο, σε περίπτωση δεν υπάρχει ένα τέτοιο dataset, η βέλτιστη αναφορά στην τοποθεσία ενός συμβάντος θα ήταν με διοικητικούς όρους η δημοτική-τοπική κοινότητα στην οποία εντάσσεται η περιοχή του συμβάντος η οποία και χαμηλότερη διοικητική μονάδα.

Λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα που υπάρχει στην αναζήτηση των δεδομένων φυσικών καταστροφών όπως περιγράφηκε παραπάνω, όπου αρκετές παράμετροι πρέπει να διερευνηθούν πριν την αναζήτηση των δεδομένων έτσι ώστε η αναζήτηση να καταστεί όσο περισσότερο αποτελεσματική γίνεται, στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι εξίσου πολύπλοκη είναι και η αναζήτηση των πηγών των δεδομένων. Στην περίπτωση της Ελλάδας, τα δεδομένα των φυσικών καταστροφών δεν είναι σε κάποιο geoportal συγκεντρωμένα και οργανωμένα για download, όπου τόσο η ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και άλλοι ενδιαφερόμενοι φορείς θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν για ερευνητικούς σκοπούς.

Τουναντίον, τα δεδομένα των φυσικών καταστροφών κατανέμονται διάσπαρτα, από διάφορους φορείς σε διάφορες ιστοσελίδες, με συνέπεια η αναζήτησή τους να καθίσταται εξαιρετικά χρονοβόρα. Εάν ληφθούν υπόψη οι κατηγορίες στις οποίες εντάσσονται οι φυσικοί κίνδυνοι (για παράδειγμα, γεωκίνδυνοι, μετεωρολογικοί-κλιματικοί κίνδυνοι, περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, κτλ.), αρχικά μπορούν να κατατοπιστούν οι εθνικοί φορείς που ενδεχομένως να διαθέτουν τα απαραίτητα δεδομένα. Ωστόσο, λόγω της φύσης των δεδομένων αλλά και της μορφής τους,

πρέπει να αναζητηθούν περισσότεροι φορείς και εκτός Ελλάδας είτε για τη συμπλήρωση των υπαρχόντων δεδομένων, είτε για την κάλυψη της απουσίας τους, είτε για την αντικατάστασή τους. Για παράδειγμα, πρακτικά έχει μεγάλη απόκλιση η αξιοποίηση ενός dataset με την έκταση των πυρκαγιών σε πολύγωνο shapefile σε σχέση με ένα dataset που έχει τις συντεταγμένες των γεγονότων και αυτό ισχύει για κάθε φυσική καταστροφή που εξετάζεται. Η ανυπαρξία δεδομένων σίγουρα αποτελεί ένα μεγάλο εμπόδιο στη διεξαγωγή μίας έρευνας, ωστόσο εξίσου εμπόδιο αποτελεί η αδυναμία αξιοποίησης ενός dataset, όχι τόσο λόγω της μορφής του αλλά λόγω των δεδομένων που αυτό περιλαμβάνει. Ένα dataset που περιλαμβάνει τις θέσεις των κατολισθήσεων και το έτος που προκλήθηκαν μπορεί να αξιοποιηθεί για την ενημέρωση των υπαρχόντων δεδομένων με βιβλιογραφικές και δημοσιογραφικές πηγές προκειμένου να ανιχνευθούν οι ακριβείς ημερομηνίες των συμβάντων, διαφορετικά το dataset δεν έχει κάποια πρακτική χρήση πέρα από την πληροφορία ότι υπήρξαν κατολισθήσεις σε κάποια τμήματα περιοχών, χωρίς αυτό να συνεπάγεται ότι το σημείο έχει κάποια ακρίβεια ως προς την τοποθεσία διότι είναι διαφορετικό να είναι καταχωρημένη η ακριβής τοποθεσία σε σχέση με μία τοποθεσία κατά προσέγγιση. Μία άλλη πολύ σημαντική μεταβλητή των δεδομένων φυσικών καταστροφών είναι η χωρο-χρονική εγγύτητά τους σε μία περιοχή, καθώς είναι εξαιρετικά χρήσιμο να είναι καταχωρημένα όλα τα συμβάντα του εκάστοτε φυσικού κινδύνου σε σχέση την καταχώριση μεμονωμένων συμβάντων από ένα χρονικό διάστημα και έπειτα.

Η μορφή των δεδομένων είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος, αλλά όχι τόσο σημαντική όσο με τις μεταβλητές που συνοδεύουν τα δεδομένα. Τα δεδομένα συνήθως παρέχονται είτε σε μορφή shapefile με τα πολύγωνα που αντικατοπτρίζουν την έκταση των γεγονότων, είτε σε αρχεία csv με τις συντεταγμένες των γεγονότων που δείχνουν την τοποθεσία των συμβάντων με ακρίβεια ή κατά προσέγγιση, είτε σε γραπτά κείμενα με χωρική αναφορά. Η τελευταία μορφή είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα από την άποψη ότι υπάρχουν πάρα πολλά δεδομένα που δεν έχουν καταχωρηθεί σε μία βάση δεδομένων ακριβώς λόγω της μορφής αυτής. Πιο συγκεκριμένα, ένα γραπτό κείμενο που αναφέρει το είδος της φυσικής καταστροφής που εκδηλώθηκε, την ημερομηνία και την τοποθεσία που δημιουργήθηκε (με όσο το δυνατόν περισσότερη λεπτομέρεια δύναται να υπάρχει), μπορεί να αποτελέσει ένα αξιόλογο dataset στη μελέτη των φυσικών καταστροφών.

Γενικότερα, τα τεχνικά προβλήματα στη συλλογή των δεδομένων είναι πολύ σημαντικό ζήτημα προς επίλυση. Η παροχή ενός αναλογικού χάρτη σε pdf που δείχνει χιλιάδες σημεία με τη τοποθεσία μίας φυσικής καταστροφής, το ένα πάνω στο άλλο, στην Ελλάδα δεν σημαίνει ότι αυτό το αρχείο pdf εξυπηρετεί τους σκοπούς της έρευνας καθώς είναι αυτονόητο ότι δεν μπορεί να αξιοποιηθεί καθόλου. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να γίνει με μεθόδους ψηφιοποίησης η εξαγωγή των πληροφοριών, ωστόσο αυτό εξαρτάται από την ποιότητα του χάρτη, γιατί όσο κακής ποιότητας είναι ένας χάρτης τόσο δυσκολεύει και η αποκόμιση της επιθυμητής πληροφορίας.

Αξίζει να επισημανθεί ότι, εκτός από την ύπαρξη ή όχι και τη μορφή των δεδομένων, η πιο σημαντική παράμετρος είναι η διαθεσιμότητα των δεδομένων. Μπορεί τα δεδομένα να υπάρχουν, δεν σημαίνει όμως ότι μπορεί ένας χρήστης να τα κατεβάσει προς προσωπική του χρήση. Συνήθως, στην περίπτωση των φυσικών καταστροφών τα δεδομένα δίνονται διαθέσιμα προς θέαση, όπου για να γίνει εφικτή η απόκτησή τους χρειάζεται αίτημα προς τον φορέα. Η πρακτική αυτή δεν αποτελεί εμπόδιο στη διεξαγωγή μίας έρευνας, ωστόσο με αυτή την πρακτική η παροχή των δεδομένων βασίζεται εξ ολοκλήρου στην επιθυμία ή όχι του φορέα να τα παραχωρήσει, όπου δυστυχώς υπάρχει στο προσκήνιο η πρόθεση των φορέων να μην

δώσουν τα δεδομένα αναφέροντας λόγους που πρακτικά δεν δυσκολεύουν την αποστολή των δεδομένων στον εκάστοτε ερευνητή που τα χρειάζεται. Για το λόγο αυτό, η περίπτωση που τα δεδομένα, είτε γεωχωρικά (vector και raster), είτε πίνακες με χωρική αναφορά, είναι αυτόματα ανοικτά και διαθέσιμα για download χωρίς να απαιτείται αίτημα για την απόκτησή τους είναι ο ιδανικότερος τρόπος διάθεσής τους στο διαδίκτυο, με την προϋπόθεση πάντα να αναγράφονται τα πλήρη στοιχεία του φορέα που τα παρέδωσε ως data provider. Αυτά τα θεσμικά προβλήματα στη συλλογή των δεδομένων με τη μη διαθεσιμότητα των δεδομένων ή με την άρνηση του φορέα να διαθέσει τα δεδομένα υπάρχουν, με συνέπεια την αλλαγή της περιοχής μελέτης ή χειρότερα την αλλαγή των ερευνητικών σκοπών.

Οι φορείς των δεδομένων φυσικών καταστροφών είναι εκείνοι που είτε ασχολούνται εξ ολοκλήρου ή κατά περίπτωση με τη μελέτη της γης και του περιβάλλοντος, ή με άλλους τομείς στους οποίους εμπλέκονται περιβαλλοντικά ζητήματα όπως καταστροφές λόγω φυσικών κινδύνων, είτε με τη δημόσια διοίκηση του χώρου όπου διαθέτουν τα αντίστοιχα τμήματα που είναι αρμόδια για περιβαλλοντικά ζητήματα. Η δημιουργία μίας βάσης δεδομένων μίας συγκεκριμένης φυσικής καταστροφής ή πολλαπλών φυσικών καταστροφών είτε για το σύνολο είτε για τμήματα της υπό εξέταση χώρας χρειάζεται την επικοινωνία (από τη διερεύνηση των ενοτήτων της σχετικής ιστοσελίδας μέχρι και την τηλεφωνική επικοινωνία και την αποστολή επιστολής με αίτημα την παροχή δεδομένων) με φορείς όπως τα υπουργεία (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας), ο Οργανισμός Ελληνικών Γεωργικών Ασφαλίσεων (ΕΛ.Γ.Α.), οι περιφέρειες και οι εκάστοτε δήμοι (συγκεκριμένα το αρμόδιο τμήμα πολιτικής προστασίας), οι διεθνείς και ευρωπαϊκοί οργανισμοί (Copernicus Emergency Management Service – Mapping, European Forest Fire Information System-EFFIS, Risk Data Hub του Joint Research Centre (JRC), European Commission Disaster Risk Management Knowledge Centre (DRMKC)), τα ερευνητικά κέντρα (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών), τα τμήματα και τα εργαστήρια των πανεπιστημίων (π.χ. Εργαστήριο Σεισμολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, όπου δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα ΔΙΑΥΓΕΙΑ (<https://diavgeia.gov.gr/>) οι περιοχές που έχουν κηρυχθεί από το 2014 σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης πολιτικής προστασίας λόγω της εκδήλωσης φυσικών καταστροφών, όπου σε μορφή κειμένου (αρχεία pdf) περιλαμβάνονται το είδος του φυσικού κινδύνου, η ημερομηνία εκδήλωσής του και η περιοχή που πραγματοποιήθηκε η οποία και ταυτίζεται με τα διοικητικά όρια της Δημοτικής ή Τοπικής Κοινότητας, της Δημοτικής Ενότητας, του Δήμου, της Περιφερειακής Ενότητας και της Περιφέρειας. Στο σημείο αυτό αξίζει να παρατεθεί ο ορισμός της κατάστασης έκτακτης ανάγκης πολιτικής προστασίας[12], όπου σύμφωνα με το άρθρο 25 του Ν.4662/2020 όπως ισχύει:

1. Η κατάσταση έκτακτης ανάγκης πολιτικής προστασίας συντρέχει σε περίπτωση συντελεσθείσας φυσικής και τεχνολογικής καταστροφής ευρείας κλίμακας στον πληθυσμό και στις υποδομές για την αντιμετώπιση της οποίας δεν επαρκούν οι άμεσα διαθέσιμοι πόροι, μέσα και υλικά των φορέων διαχείρισης σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο και απαιτείται η λήψη έκτακτων μέτρων αποκατάστασης ορισμένης χρονικής διάρκειας, έτσι όπως ορίζεται στο κείμενο θεσμικό πλαίσιο, από τις κατευθυντήριες οδηγίες, τις εγκυκλίους και τις κανονιστικές πράξεις της διοίκησης, αναφορικά με την κήρυξη περιοχών σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης πολιτικής προστασίας. Τυχόν ειδικότερα ζητήματα που δεν συμπεριλαμβάνονται στα ανωτέρω,

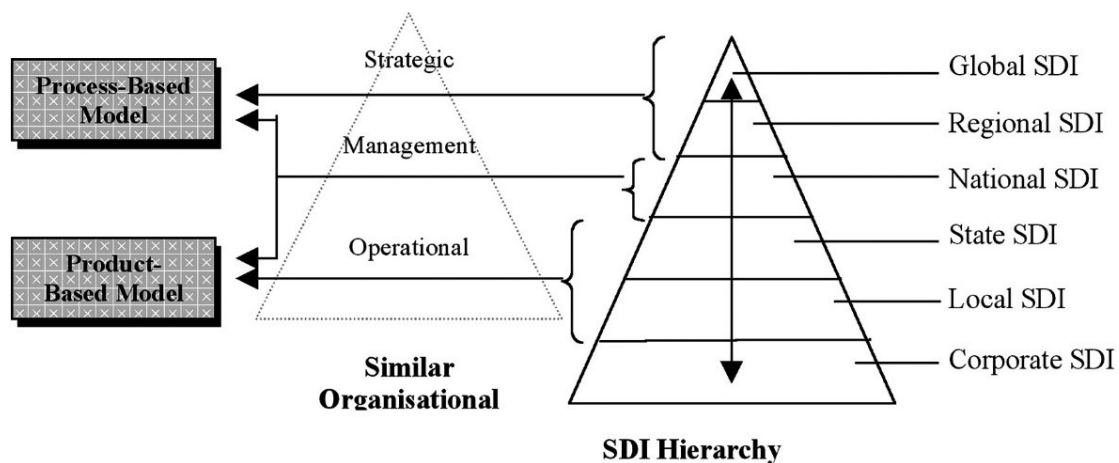
ρυθμίζονται με κοινή απόφαση του Υπουργού Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας και του εκάστοτε συναρμόδιου Υπουργού.

Μία άλλη αξιόπιστη πηγή εύρεσης δεδομένων φυσικών καταστροφών στην Ελλάδα είναι η Γενική Διεύθυνση Αποκατάστασης Επιπτώσεων Φυσικών Καταστροφών (ΓΔΑΕΦΚ), όπου τα δεδομένα παρέχονται σε μορφή κειμένου (αρχεία pdf) και αφορούν τις περιοχές όπου συνέβησαν σοβαρές ζημιές σε κτίρια και σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις λόγω φυσικών καταστροφών, με τη ΓΔΑΕΦΚ να επιχειρεί να οριοθετήσει την περιοχή η οποία ταυτίζεται με τα διοικητικά όρια των Δημοτικών διαμερισμάτων του Προγράμματος «Καποδίστριας», της Δημοτικής ή Τοπικής Κοινότητας, της Δημοτικής Ενότητας, του Δήμου, της Περιφερειακής Ενότητας και της Περιφέρειας, προκειμένου να ακολουθήσει η χορήγηση στεγαστικής συνδρομής για την αποκατάσταση των ζημιών σε κτίρια και η επιχορήγηση αγροτικών εκμεταλλεύσεων για την αντιμετώπιση ζημιών από τους φυσικούς κινδύνους. Τα δεδομένα της ΓΔΑΕΦΚ αναφέρονται σε γεγονότα από το 2003 (και νωρίτερα σε πολλές περιπτώσεις) και δημοσιεύονται ως Φύλλα Εφημερίδας της Κυβέρνησης (ΦΕΚ) στην ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου στα οποία περιλαμβάνονται το είδος της φυσικής καταστροφής, η ημερομηνία εκδήλωσής της και η περιοχή που πραγματοποιήθηκε.

1.5. Υποδομές δεδομένων φυσικών καταστροφών

Η οργάνωση των δεδομένων των φυσικών καταστροφών αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο κεφάλαιο προς συζήτηση, καθώς υφίστανται μία πληθώρα φορέων που τα παράγουν για ερευνητικούς σκοπούς. Η ιδανικότερη περίπτωση θα ήταν τα δεδομένα να είναι συγκεντρωμένα σε υποδομές χωρικών δεδομένων (Spatial Data Infrastructures-SDI) τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο, όπου τα δεδομένα θα μπορούν να είναι διαθέσιμα και να επικοινωνούν μεταξύ τους στο πλαίσιο της διαλειτουργικότητας, μία πρακτική που θεωρείται επιτακτική ανάγκη να εφαρμοστεί λαμβάνοντας υπόψη ότι οι φυσικοί κίνδυνοι καλύπτουν μεγάλα γεωγραφικά τμήματα και ότι η διαχείριση των καταστροφών βασίζεται σε Γενικά Σχέδια Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών.

Σχετικά με τα τοπικά και εθνικά SDI, ιδιαίτερα στο πλαίσιο των φυσικών καταστροφών, αξίζει να επισημανθεί ότι υπάρχουν 6 διακριτές κατηγορίες ως προς τη δομή των SDI για την καλύτερη οργάνωση των δεδομένων μίας θεματικής ενότητας όπως οι φυσικές καταστροφές. Εάν όλοι οι φορείς που ασχολούνται με τη μελέτη των φυσικών καταστροφών καθιστούσαν διαθέσιμα τα δεδομένα που παράγουν στο πλαίσιο χαρτογραφήσεων της επικινδυνότητας του εκάστοτε φυσικού κινδύνου, θα ήταν το ιδανικότερο σενάριο μίας συγκεντρωτικής διαχείρισης των δεδομένων φυσικών καταστροφών. Αυτή η προσπάθεια δείχνει η εικόνα 3 με τις 6 κατηγορίες των SDI. Αρχικά, σύμφωνα με την εικόνα 3 υφίσταται το εταιρικό επίπεδο το οποίο παρέχει γεωχωρικά δεδομένα στο επόμενο επίπεδο που είναι τα SDI που λειτουργούν σε επίπεδο Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) και εν συνεχεία κάθε επίπεδο που προηγείται στην ιεραρχία^[13] ενσωματώνει τα δεδομένα του προηγούμενου με απώτερο σκοπό τη συγκέντρωση και αλληλεπίδραση των δεδομένων σε εθνικό επίπεδο για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών προς όφελος του χρήστη των SDI. Για να καταστεί εφικτή και αποτελεσματική η διαθεσιμότητα των δεδομένων από κάθε χρήστη, σύμφωνα με την εικόνα 3, απαραίτητη είναι η κάθετη αλληλεπίδραση των διαφορετικών SDI.



Εικόνα 3. Τα επίπεδα των SDI και η ιεραρχία τους από το εταιρικό στο παγκόσμιο επίπεδο. (Πηγή: Rajabifard, A. 2002, σελ. 1713)

Για την ανάπτυξη υποδομών χωρικών δεδομένων φυσικών καταστροφών απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα καταχωρημένα γεγονότα να έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με ένα κοινό σύστημα, προκειμένου κάθε γεγονός να έχει έναν αναγνωρισμένο διεθνώς κωδικό και ονομασία. Αυτό το σύστημα παρέχεται από την έκθεση του ΟΗΕ (UNDRR[11]), σύμφωνα με την οποία ένας μοναδικός κωδικός μπορεί να αντιστοιχηθεί σε μία κάθε γεγονός φυσικής καταστροφής. Η εν λόγω αντιστοίχιση αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα.

SHORT_TITLE	TITLE_EN	UN_REF	UN_REF_TITLE_GR	UN_REF_TITLE_EN
Σεισμός	Earthquake	GH0002	Σεισμική Εδαφική Ταλάντωση	Ground Shaking (Earthquake)
Πλημμύρα	Flood	MH0006	Αιφνίδια ή Ξαφνική Πλημμύρα	Flash Flood
Πυρκαγιά	Forest Fire	EN0013	Δασικές Πυρκαγιές	Wildfires
Βροχόπτωση	Heavy rainfall	MH0003	Καταιγίδα	Thunderstorm
Καταιγίδα	Storm	MH0030	Υφεση ή Κυκλώνας (Βαρομετρικό Χαμηλό)	Depression or Cyclone (Low Pressure Area)
Άνεμοι	Strong wind gusts	MH0054	Θυελλώδης άνεμος (Πολύ Θυελλώδης Άνεμος)	Gale (Strong Gale)
Παγετός	Frost	MH0046	Παγετός	Ground Frost
Χιονόπτωση	Snowfall	MH0039	Χιονοθύελλα	Snow Storm
Χαλαζόπτωση	Hailstorm	MH0036	Χαλαζόπτωση	Hail
Κατολίσθηση	Landslide	GH0007	Κατολίσθηση ή Ροές Κορημάτων (Προκαλούμενα από Σεισμούς)	Landslide or Debris Flow (Earthquake Trigger)
Ανεμοστρόβιλος	Tornado or Whirlwind	MH0059	Ανεμοστρόβιλος-Σίφωνας	Tornado
Διάβρωση	Coastal Erosion	EN0020	Παράκτια Διάβρωση και Μεταβολή της Ακτογραμμής	Coastal Erosion and Shoreline Change

SHORT_TITLE	TITLE_EN	UN_REF	UN_REF_TITLE_GR	UN_REF_TITLE_EN
Ρύπανση	Hazardous pollution	TL0028	Ρύπανση	Pollution
Ευλογιά προβάτων	Sheep pox virus (SPPV)	BI0077	Οζώδης δερματίτιδα των βοοειδών	Lumpy Skin Disease (Animal)
Ορθόπτερα	Orthoptera	BI0003	Ακρίδα	Locust
Διακοπή Ηλεκτρικού Ρεύματος	Power Outage	TL0013	Διακοπή Ρεύματος/ ή Γενική Διακοπή	Power Outage/ or Blackout
Εκρηκτική ύλη	Explosive Bomb by Aviation	SO0004	Εκρηκτικά Υπολείμματα Πολέμου	Explosive Remnants of War
Καύσωνας	Heat Waves	MH0047	Επεισόδιο Καύσωνα	Heatwave
Κεραυνός	Lightning	MH0002	Κεραυνός (Ηλεκτρική Θύελλα)	Lightning (Electrical Storm)
Καθίζηση	Land Subsidence	GH0024	Καθίζηση και Ανύψωση συμπεριλαμβάνοντας τη Μεταβολή της Ακτογραμμής	Subsidence and Uplift Including Shoreline Change
Υπερβολικό ψύχος	Extremely cold weather	MH0040	Κύματα Ψύχους	Cold Wave
Ξηρασία	Drought	MH0035	Ξηρασία	Drought
Τσουνάμι	Tsunami	MH0029	Τσουνάμι	Tsunami
Ηφαίστειο	Volcano	GH0009	Ροές Λάβας (Θόλοι Λάβας)	Lava Flows (Lava Domes)
Σταγονίδια Θαλασσινού Νερού	Effects of saltwater droplets that are dispersed through wind on crop production	EN0007	Αλατότητα	Salinity
Ρευστοποίηση	Liquefaction	GH0003	Ρευστοποίηση (Προκαλούμενη από Σεισμούς)	Liquefaction (Earthquake Trigger)
Παράκτια Πλημμύρα	Coastal Flood	MH0004	Παράκτια Πλημμύρα	Coastal Flood
Ποτάμια Πλημμύρα	River or Fluvial Flood	MH0007	Ποτάμια Πλημμύρα	Fluvial (Riverine) Flood

Η βασική ιδέα μίας web εφαρμογής[14] που χρησιμοποιεί δεδομένα φυσικών καταστροφών προκειμένου να αναδείξει τις αλληλεξαρτήσεις τους μπορεί να επιτευχθεί με τα πολύγωνα shapefile των διοικητικών μονάδων. Λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα των δεδομένων ως προς τη φύση τους με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η χωρο-χρονική εγγύτητα των δεδομένων σε μία περιοχή, καθώς και τον περιορισμό που υπάρχει ως προς τη χωρική αναφορά των γεγονότων, μία εφαρμογή μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας την χωρική αναφορά των δεδομένων της Πολιτικής Προστασίας και της ΓΔΑΕΦΚ και τα πολύγωνα των διοικητικών ορίων στο επίπεδο της δημοτικής-τοπικής κοινότητας, δημοτικής ενότητας και δήμου, όπου

καθίσταται εφικτή η αναζήτηση των αλληλεξαρτήσεων τόσο εντός της διοικητικής μονάδας όσο και στην εγγύτητά της με άλλες χωρικές μονάδες.

2. Προδιαγραφή απαιτήσεων

2.1. Γενικές απαιτήσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης υποδομής ανοικτών χωρικών δεδομένων για τη συλλογή, αποθήκευση, παρουσίαση και ανάλυση δεδομένων φυσικών καταστροφών στην Ελλάδα. Βασικό πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει είναι η έλλειψη μιας ενιαίας κεντρικής βάσης που παρέχει υπηρεσίες πρόσβασης και ανάλυσης συγκεντρωμένων, δομημένων και εύκολα προσβάσιμων δεδομένων, τα οποία είναι απαραίτητα για την κατανόηση των φαινομένων, τη μελέτη των μεταξύ τους συσχετίσεων και, συνακόλουθα, τη λήψη μέτρων πρόληψης και μετριασμού των επιπτώσεών τους. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε αποσκοπεί στην παροχή ενός εργαλείου για ερευνητές, μελετητές και, ενδεχομένως, δημόσιους φορείς, ώστε να αποκτήσουν πρόσβαση σε καθαρά και δομημένα δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση εξαρτήσεων φυσικών καταστροφών.

Η κύρια ανάγκη που προκύπτει αφορά τη δημιουργία μιας ενιαίας βάσης δεδομένων, όπου θα αποθηκεύονται τόσο οι χωρικές και χρονικές αναφορές όσο και οι ταξινομήσεις φυσικών καταστροφών, επιτρέποντας την αναπαράσταση των γεγονότων σε πραγματικές γεωγραφικές τοποθεσίες και την κατηγοριοποίησή τους σύμφωνα με διεθνή πρότυπα. Η βάση δεδομένων πρέπει να υποστηρίζει μεγάλο όγκο δεδομένων, γρήγορη επεξεργασία και να επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση χωρικών πληροφοριών, ώστε να καταστεί δυνατή η οπτικοποίηση των φαινομένων στον χάρτη, η ταξινόμησή τους σε αναγνωρισμένες κατηγορίες και η μελέτη των σχέσεων που διέπουν διαφορετικά φαινόμενα.

Η εφαρμογή παρέχει δυνατότητα οπτικοποίησης των γεγονότων ως σημεία στον χάρτη, σε πίνακα με επιλογές ταξινόμησης αλλά και σε γράφο που συνδέει το προς ανάλυση γεγονός με τα υπόλοιπα γεγονότα εντός της ακτίνας που ορίζει ο χρήστης αν και εφόσον συνδέονται μέσω γνωστής σχέσης. Τέλος δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής νέων δεδομένων χειροκίνητα, επιτρέποντας τη συμπλήρωση ή διόρθωση των εγγραφών από τους χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο, διαμορφώνεται μια ευέλικτη και δυναμική πλατφόρμα που μπορεί να εξελιχθεί και να επεκταθεί στο μέλλον, παρέχοντας ένα χρήσιμο εργαλείο ανάλυσης για τη μελέτη των φυσικών καταστροφών και των συσχετίσεών τους.

2.2. Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: χωρικές αναφορές, ταξινομήσεις φυσικών καταστροφών και γεγονότα φυσικών καταστροφών. Αυτά τα δεδομένα αποτελούν τη βάση για τη μελέτη και ανάλυση των συσχετίσεων μεταξύ των καταστροφικών φαινομένων και έχουν συλλεχθεί από διάφορες πηγές, με στόχο τη δημιουργία μιας ενιαίας και δομημένης βάσης πληροφοριών.

Χωρικές Αναφορές

Οι χωρικές αναφορές αποτελούν θεμελιώδες στοιχείο για την καταγραφή και μελέτη των φυσικών καταστροφών, καθώς επιτρέπουν τη γεωγραφική συσχέτιση των γεγονότων και τη δυνατότητα χωρικής ανάλυσης. Στο πλαίσιο της εργασίας, οι αναφορές αυτές αντλήθηκαν από διαθέσιμα δεδομένα στο διαδίκτυο, υπό τη μορφή shape files (SHP). Στη συνέχεια, μέσω του λογισμικού QGIS[15], τα δεδομένα επεξεργάστηκαν και ενοποιήθηκαν, ώστε να δημιουργηθεί ένας ενιαίος χάρτης χωρικών αναφορών. Η εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων έγινε απευθείας, με κάθε χωρική αναφορά να λαμβάνει ένα μοναδικό ID, το οποίο επιτρέπει τη συσχέτισή της με άλλα δεδομένα, όπως τα γεγονότα φυσικών καταστροφών.

Ταξινομήσεις Φυσικών Καταστροφών

Η τυποποίηση των φυσικών καταστροφών είναι ζωτικής σημασίας για την ομοιόμορφη καταγραφή και ανάλυσή τους. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα αρχείο το οποίο περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες φυσικών καταστροφών που βασίζονται σε διεθνή πρότυπα του ΟΗΕ (UNDRR). Οι ταξινομήσεις αυτές αφορούν τόσο τα μεμονωμένα φαινόμενα όσο και τις μεταξύ τους σχέσεις, επιτρέποντας τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Η εισαγωγή αυτών των δεδομένων στη βάση δεδομένων έγινε με τη χρήση μοναδικών ID, ώστε να είναι δυνατή η εύκολη αντιστοίχιση των γεγονότων με την αντίστοιχη κατηγορία καταστροφής. Οι ταξινομήσεις όπως βλέπουμε και στον παραπάνω πίνακα έχουν ως εξής:

Σεισμός (GH0002)	Πλημμύρα (MH0006)
Πυρκαγιά (EN0013)	Βροχόπτωση (MH0003)
Καταιγίδα (MH0030)	Άνεμοι (MH0054)
Παγετός (MH0046)	Χιονόπτωση (MH0039)
Χαλαζόπτωση (MH0036)	Κατολίσθηση (GH0007)
Ανεμοστρόβιλος (MH0059)	Διάβρωση (EN0020)
Ρύπανση (TL0028)	Ευλογιά προβάτων (BI0077)
Ορθόπτερα (BI0003)	Διακοπή Ηλεκτρικού Ρεύματος (TL0013)
Εκρηκτική ύλη (SO0004)	Καύσωνας (MH0047)
Κεραυνός (MH0002)	Καθίζηση (GH0024)
Υπερβολικό ψύχος (MH0040)	Ξηρασία (MH0035)
Τσουνάμι (MH0029)	Ηφαίστειο (GH0009)
Σταγονίδια Θαλασσινού Νερού (EN0007)	Ρευστοποίηση (GH0003)
Παράκτια Πλημμύρα (MH0004)	Ποτάμια Πλημμύρα (MH0007)

Δεδομένα Γεγονότων Φυσικών Καταστροφών

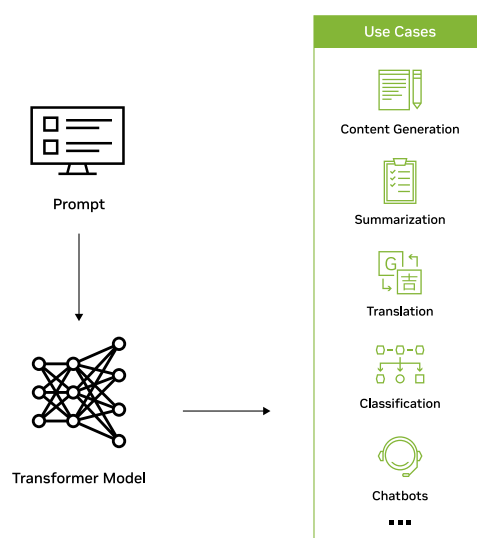
Τα δεδομένα των πραγματικών συμβάντων αποτελούν την πιο σημαντική κατηγορία δεδομένων, καθώς χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση και ανάλυση των φαινομένων. Η συλλογή αυτών των δεδομένων έγινε από ανακοινώσεις δημόσιων φορέων, οι οποίες περιέχουν αποφάσεις σχετικά με φυσικές καταστροφές και την κήρυξη περιοχών σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Οι αρχικές ανακοινώσεις περιλάμβαναν μεγάλο όγκο πληροφορίας, από τον οποίο έπρεπε να απομονωθούν οι πιο κρίσιμες πληροφορίες:

Για την αυτοματοποίηση της εξαγωγής αυτών των δεδομένων από τα κείμενα των ανακοινώσεων, έγινε χρήση Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (LLMs). Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκε ένα μοντέλο της OpenAI[16], το οποίο, μέσω ενός εξειδικευμένου prompt,

επεξεργάζεται το περιεχόμενο κάθε ανακοίνωσης και εξάγει τις ζητούμενες πληροφορίες σε μορφή key-value pairs. Αυτή η διαδικασία εξασφάλισε τη δομημένη συλλογή δεδομένων με συνέπεια και ακρίβεια.

Η χρήση των LLMs καθίσταται ιδιαίτερα χρήσιμη για την επεξεργασία μεγάλου όγκου μη δομημένων δεδομένων, επιτρέποντας την εξαγωγή κρίσιμων πληροφοριών με αυτοματοποιημένο τρόπο. Τα Large Language Models (LLMs) είναι γλωσσικά μοντέλα που βασίζονται σε νευρωνικά δίκτυα τύπου Transformers, τα οποία εκπαιδεύονται σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Μέσω της αναγνώρισης μοτίβων στη φυσική γλώσσα, μπορούν να εντοπίζουν και να ταξινομούν δεδομένα, καθιστώντας τα εξαιρετικά εργαλεία για την εξόρυξη πληροφοριών από μεγάλα κείμενα.[\[17\]](#)

Στα παραγόμενα δεδομένα εφαρμόστηκε κανονικοποίηση για να διασφαλιστεί η συνοχή τους και αποθηκεύτηκαν στη βάση δεδομένων μέσω του pgAdmin[\[18\]](#), προτού ξεκινήσει η ανάπτυξη της εφαρμογής. Η διαδικασία αυτή αναλύεται λεπτομερώς στα επόμενα υποκεφάλαια.



Εικόνα 4.How LLM transformer models work (Πηγή: Nvidia [\[17\]](#))

2.2.1. Εξαγωγή των δεδομένων

Η εξαγωγή των δεδομένων στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μέσω ενός Python script, το οποίο αξιοποιεί το OpenAI API και συγκεκριμένα το μοντέλο GPT-4o για την αυτόματη επεξεργασία και ανάλυση εγγράφων. Ο κύριος στόχος της διαδικασίας ήταν η συλλογή κρίσιμων πληροφοριών από δημόσιες ανακοινώσεις που σχετίζονται με φυσικές καταστροφές, η δομημένη καταγραφή τους και η προετοιμασία τους για αποθήκευση στη βάση δεδομένων. Τα αρχεία συλλέγηκαν από την ιστοσελίδα της ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ και από την Εφημερίδα της Κυβέρνησης. Στην πρώτη περίπτωση τα αρχεία αφορούν περιπτώσεις φυσικών καταστροφών και μόνο, ενώ στην δεύτερη περίπτωση η εφημερίδα έχει πιο γενικό περιεχόμενο και όπως θα φανεί στην συνέχεια οι εγγραφές που δημιουργήθηκαν ήταν λιγότερες ανά έγγραφο καθώς η πληροφορία ήταν πιο περιορισμένη. Τα αρχεία της κάθε πηγής έχουν την εξής δομή.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ



ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Δ/ΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ
ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ
ΤΑΧ. Δ/ΝΣΗ: Ευαγγελιστρίας 2
ΤΑΧ. ΚΩΔΙΚΑΣ: 105.63-ΑΘΗΝΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ: Δ. Αλεξανδρή
ΤΗΛΕΦΩΝΟ: 2131510975
FAX: 2131510935
e-mail: dalexandris@gscp.gr

ΚΑΤΕΠΕΙΓΟΝ

INFORMATICS
DEVELOPMENT
AGENCY

Digitally signed by
INFORMATICS
DEVELOPMENT AGENCY
Date: 2017.08.14 11:14:23
EEST
Reason:
Location: Athens

ΑΝΑΡΤΗΤΕΑ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Αθήνα 14 - 08 - 2017

Αρ.Πρωτ.: 5816

ΠΡΟΣ: Περιφέρεια Ιονίων Νήσων
α) Γραφείο κ. Περιφερειάρχη
β) Αυτοτελή Δ/ση Πολιτικής Προστασίας
ΚΟΙΝ: ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ

ΑΠΟΦΑΣΗ

Ο Γενικός Γραμματέας Πολιτικής Προστασίας

Έχοντας υπόψη:

- 1) Τα άρθρα 2, 3, 8 του Ν.3013/2002 «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας & λουπές διατάξεις, (ΦΕΚ 102/Α'/2002)» όπως αυτός έχει τροποποιηθεί και ισχύει
- 2) Τα άρθρα 186, παρ. II περίπτωση Θ' εδάφιο 5 και 282 παρ.1, περίπτωση α' του Ν.3852/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης» (ΦΕΚ 87/Α'/2010) όπως αυτό έχει τροποποιηθεί και ισχύει
- 3) Το άρθρο 110 του Ν.4249/2014 «Αναδιοργάνωση της Ελληνικής Αστυνομίας, του Πυροσβεστικού Σώματος και της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, αναβάθμιση Υπηρεσιών του Υπουργείου Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη και ρύθμιση λοιπών θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 73/Α'/2014)
- 4) Την Υ.Α.1299/7-4-2003 Έγκριση του από 7.4.2003 Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας με τη συνθηματική λέξη ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ (ΦΕΚ 423/Β'/2003).
- 5) Το Π.Δ. 151/2004 «Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας» (ΦΕΚ 107/Α'/2004)
- 6) Το Π.Δ. 184/2009 «Σύσταση Υπουργείου Προστασίας του Πολίτη και καθορισμός των αρμοδιοτήτων του» (ΦΕΚ 213/Α'/2009)
- 7) Την 7190/2015 Απόφαση «Διορισμός του Γενικού Γραμματέα Πολιτικής Προστασίας του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης» (ΦΕΚ 755/Υ.Ο.Δ.Δ./2015)
- 8) Το υπ. αρ. 2300/29-03-2016 έγγραφό μας «Θεσμικό πλαίσιο και κατευθυντήριες οδηγίες για την κήρυξη περιοχών σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης Πολιτικής Προστασίας» (ΑΔΑ: ΩΜΣΚ465ΦΘΕ-7ΒΞ)
- 9) Το υπ. αρ. 68949/16323/13-08-2017 έγγραφο της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ

την κήρυξη σε κατάσταση Έκτακτης Ανάγκης Πολιτικής Προστασίας της Περιφερειακής Ενότητας Ζακύνθου της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων, για την αντιμετώπιση των εκτάκτων αναγκών και τη διαχείριση των συνεπειών που προέκυψαν από τις καταστροφικές δασικές πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν στις 12 και 13-08-2017.

Η εν λόγω κήρυξη θα ισχύει για τρεις (3) μήνες, ήτοι έως και 12 Νοεμβρίου 2017. Μετά το πέρας του καθορισθέντος χρόνου, θα γίνει, δίχως νέο έγγραφο, άρση της παραπάνω κατάστασης Έκτακτης Ανάγκης Πολιτικής Προστασίας.

Ο συντονισμός ανατίθεται στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων.

Ο ΓΕΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΠΑΚΗΣ

Εικόνα 5. Ανακοίνωση από ΔΙΑΥΓΕΙΑ

Στο αρχείο εντοπίζουμε τοποθεσίες, είδη καταστροφών, ημερομηνίες και περιόδους κήρυξης σε έκτακτη ανάγκη, χωρίς πολύ επιπλέον πληροφορία.



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 182

13 Φεβρουαρίου 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

- Οριοθέτηση περιοχών και πιστωτικές διευκολύνσεις για την αποκατάσταση των ζημιών από τις κατολισθήσεις του Δεκεμβρίου 2004 σε περιοχές του Δ.Δ. Σπολάιτας του Δήμου Νεάπολης του Ν. Αιτωλοακαρνανίας.....
- Οριοθέτηση περιοχών και πιστωτικές διευκολύνσεις για την αποκατάσταση των ζημιών από τις κατολισθήσεις των ετών 2004 και 2005 σε περιοχές της Κοινότητας Καλαρρυτιών του Ν. Ιωαννίνων.....
- Έγκριση Οργανισμού Εσωτερικής Υπηρεσίας του Δημοτικού Παιδικού Σταθμού Γιάννουλης.....
- Σύσταση Νομικού Προσώπου στο Δήμο Κοιλιάδος Ν. Λάρισας με την επωνυμία «ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΔΗΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΔΟΣ».....
- Σύσταση Νομικού Προσώπου στο Δήμο Κοιλιάδος Ν. Λάρισας με την επωνυμία «ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ (ΚΑΛΠΗ) ΔΗΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΔΟΣ».....
- Χορήγηση άδειας λειτουργίας Μονάδας Φροντίδας Ηλικιωμένων μη Κερδοσκοπικού Χαρακτήρα στην Αστική Εταιρία «Ευάγγελος & Αμαλία Δίζα».....
- Μεταφορά (9) εννέα κενών οργανικών θέσεων ΔΕΠ σε Σχολές του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.....
- Κατανομή κενών οργανικών θέσεων Ε.Τ.Π. στα Τμήματα Ηλεκτρολογίας, Μηχανολογίας και Πολιτικών Δομικών Έργων του ΤΕΙ Κρήτης.....
- Τροποποίηση στον Κανονισμό λειτουργίας της «Τεχνικής Υπηρεσίας Ιεράς Μητροπόλεως Αρκαλοχωρίου, Καστελλίου και Βιάννου».....

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

- Αριθ. 1880/05/Α32 (1)
Οριοθέτηση περιοχών και πιστωτικές διευκολύνσεις για την αποκατάσταση των ζημιών από τις κατολισθήσεις του Δεκεμβρίου 2004 σε περιοχές του Δ.Δ. Σπολάιτας του Δήμου Νεάπολης του Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

Δημοκρατίας «περί αποκαταστάσεως ζημιών εκ σεισμών 1978 εις περιοχή Βορείου Ελλάδος κ.λπ. και ρυθμίσεως ετέρων τινών συναφών θεμάτων» που κυρώθηκε με το ν. 867/1979 (ΦΕΚ Α'24).

2. Τις διατάξεις του ν. 1190/1981 (ΦΕΚ 203/Α/30.7.1981) ο οποίος κυρώνει την από 26.3.1981 Πράξη Νομοθετικού Περιεχομένου του Προέδρου της Δημοκρατίας, «περί αποκαταστάσεως ζημιών εκ σεισμών 1981 και ρυθμίσεως ετέρων συναφών θεμάτων» όπως αυτό τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το άρθρο 1, παρ. 42 και 43 του ν. 2412/1996 «Μεταφορά αρμοδιοτήτων από το Υπουργικό Συμβούλιο σε άλλα Κυβερνητικά όργανα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 123/Α/17.6.1996).

3. Τις διατάξεις του άρθρου 3, παρ. 3, τελευταίο εδάφιο του ν. 1266/1982 (ΦΕΚ Α' 81) «Περί οργάνων ασκήσεως της νομισματικής, πιστωτικής και συναλλαγματικής πολιτικής και άλλες διατάξεις» όπως συμπληρώθηκε με το άρθρο 25, παρ. 6 του ν. 1418/1984 «Περί Δημοσίων Έργων και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων» (ΦΕΚ Α'23).

4. Τις διατάξεις του ν. 128/1975 «περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως διατάξεων τινών αναφερομένων εις την λειτουργία του χρηματοδοτικού συστήματος».

5. Τις διατάξεις του άρθρου 10 του ν. 2576/1998 «Βελτίωση των διαδικασιών για την ανάθεση της κατασκευής των δημοσίων έργων και άλλες διατάξεις».

6. Το π.δ. 69/1988 «Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων».

7. Την υπ' αριθμ. Δ16α/04/773/29.11.1990 κοινή απόφαση του Υπουργού Προεδρίας και του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «περί εξαιρέσεως διοικητικών πράξεων και εγγράφων από τον κανόνα των τριών υπογραφών».

8. Την υπ' αριθμ. 50148/542/24.6.1992 κοινή απόφαση των Υπουργών Εθν. Οικονομίας, Οικονομικών και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου «Περιστολή δαπανών Δημοσίου Τομέα» (ΦΕΚ 420/Β/17.1992).

9. Τις διατάξεις του άρθρου 22 του ν. 2362 «Περί Δημοσίου Λογιστικού ελέγχου των δαπανών του Κράτους

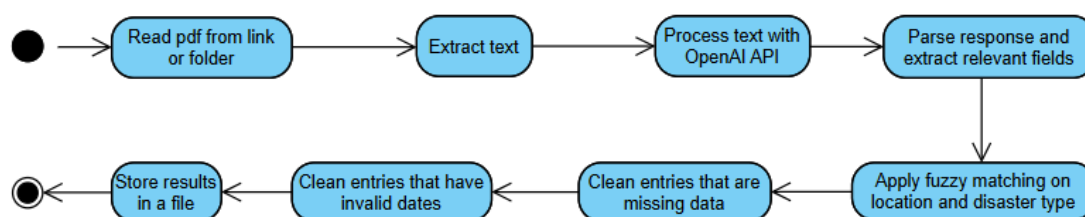
Εικόνα 6.Εφημερίδα της Κυβέρνησης (σελίδα 1)

Η εφημερίδα αποτελείται από πολλές σελίδες και πολύ πληροφορία που δεν μας αφορά για την συγκεκριμένη μελέτη. Από τα περιεχόμενα μπορούμε να εντοπίσουμε ένα συμβάν φυσικής καταστροφής, την περιοχή και την ημερομηνία του χωρίς πληροφορίες για κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Στην σελίδα που αναφέρεται ολόκληρο το σημείο που αφορά το γεγονός πάλι δεν εντοπίζουμε κάποια επιπλέον χρήσιμη για εμάς πληροφορία, οπότε λόγω περιορισμών

του OpenAI API στο μέγεθος της εισόδου, γινόταν χρήση μόνο του πρωτοσέλιδου για τους σκοπούς της εξαγωγής της πληροφορίας.

Αρχικά, οι ανακοινώσεις που συλλέχθηκαν από το διαδίκτυο καταγράφηκαν σε ένα Excel αρχείο, όπου κάθε εγγραφή περιείχε το URL της ανακοίνωσης και επιπλέον πληροφορίες για την έκδοσή της. Στη συνέχεια, το Python script χρησιμοποιεί διάφορες βιβλιοθήκες για την ανάκτηση και ανάλυση των δεδομένων:

- **Pandas**[19]: Διαχειρίζεται τα αρχεία Excel και οργανώνει τα δεδομένα σε dataframes.
- **Requests**[20]: Χρησιμοποιείται για την λήψη των αρχείων PDF από το διαδίκτυο μέσω HTTP αιτήσεων.
- **OpenAI**: Επιτρέπει την πρόσβαση στο GPT-4o μέσω του OpenAI API.
- **itertools.product**[21]: Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία συνδυασμών μεταξύ διαφορετικών παραμέτρων, όπως τοποθεσίες και τύποι καταστροφών.
- **PyPDF2**[22]: Διευκολύνει την ανάγνωση και εξαγωγή κειμένου από αρχεία PDF.
- **io.BytesIO**[23]: Διαχειρίζεται το αρχείο PDF ως μνήμη, αποφεύγοντας τη δημιουργία τοπικών αρχείων.



Εικόνα 7. Activity Diagram of Data extraction, normalization, cleanup

Η διαδικασία ξεκινά με τη φόρτωση του αρχείου Excel σε ένα DataFrame, το οποίο λειτουργεί ως προσωρινή δομή αποθήκευσης για την επεξεργασία των δεδομένων. Για κάθε εγγραφή, πραγματοποιείται αίτημα HTTP προς το διαδίκτυο για τη λήψη του αντίστοιχου αρχείου PDF και την εξαγωγή του κειμένου που περιέχει.

Ακολούθως, το εξαγόμενο κείμενο αποστέλλεται στο OpenAI API, συνοδευόμενο από ένα ειδικά διαμορφωμένο prompt, το οποίο καθορίζει τα ζητούμενα δεδομένα. Το LLM επεξεργάζεται την εισερχόμενη πληροφορία και επιστρέφει τα δεδομένα με τη μορφή key-value pairs, τα οποία περιλαμβάνουν:

- Τοποθεσία του γεγονότος
- Τύπο φυσικής καταστροφής
- Ημερομηνία συμβάντος και λήξης του γεγονότος
- Περίοδο κήρυξης της περιοχής σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης

Με την εξής μορφή:

```
{  
    Location: ["Most specific location(s)"],
```

```

Disaster Type: ["Disaster type(s)"],
Event Date: "dd/mm/yyyy",
Event End Date: "dd/mm/yyyy",
Alert Start Date: "dd/mm/yyyy",
Alert End Date: "dd/mm/yyyy"
}

```

Η εξαγωγή πραγματοποιήθηκε με τα παρακάτω prompt.

prompt ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ:

```

"role": "system",

"content": ""You are a Greek Document Data Extractor. Your objective is to extract specific data from Greek documents
and present the data in key-value pairs consistently.

Instructions:

1. Location: The geographical location of the event. Extract only the most specific location found and not the broader
area. If there is more than one location list them separated by commas.

2. Disaster Type: The type of disaster. Match the disaster to one or more from the provided list, separated by commas.

Disasters: Σεισμός, Πλημμύρα, Πυρκαγιά, Βροχόπτωση, Καταιγίδα, Άνεμοι, Παγετός, Χιονόπτωση, Χαλαζόπτωση,
Κατολίσθηση, Ανεμοστρόβιλος, Διάβρωση, Ρύπανση, Ευλογία προβάτων, Ορθόπτερα, Διακοπή Ηλεκτρικού Ρεύματος,
Εκρηκτική ύλη, Καύσωνας, Κεραυνός, Καθίζηση, Υπερβολικό ψύχος, Ξηρασία, Τσουνάμι, Ηφαίστειο, Σταγονίδια
Θαλασσινού Νερού, Ρευστοποίηση, Παράκτια Πλημμύρα, Ποτάμια, Πλημμύρα

3. Event Date: The date when the event occurred in dd/mm/yyyy format.

4. Event End Date: The date when the event ended, if not provided use the same as the Event Date, in dd/mm/yyyy
format.

5. Alert Start Date: The date when the emergency alert extension for the event started in dd/mm/yyyy format.

6. Alert End Date: The date when the emergency alert extension for the event ended. If not provided, calculate it from
the Alert Start Date given plus the duration, in dd/mm/yyyy format.

Output Format:

Location: [Most specific location(s)]

Disaster Type: [Disaster type(s)]

Event Date: [dd/mm/yyyy]

Event End Date: [dd/mm/yyyy]

Alert Start Date: [dd/mm/yyyy]

Alert End Date: [dd/mm/yyyy]"

```

Prompt Εφημερίδας της Κυβέρνησης:

"role": "system",

"content": ""You are a Greek Document Data Extractor. You are given a newspaper and at some point it refers to a natural disaster that happened in Greece. Your objective is to extract specific data about the disaster from Greek documents and present the data in key-value pairs consistently.

Instructions:

1. Location: The geographical location of the event. Extract only the most specific location found and not the broader area. If there is more than one location list them separated by commas.

2. Disaster Type: The type of disaster. Match the disaster to one or more from the provided list, separated by commas.

Disasters: Σεισμός, Πλημμύρα, Πυρκαγιά, Βροχόπτωση, Καταιγίδα, Άνεμοι, Παγετός, Χιονόπτωση, Χαλαζόπτωση, Κατολίσθηση, Ανεμοστρόβιλος, Διάβρωση, Ρύπανση, Ευλογιά προβάτων, Ορθόπτερα, Διακοπή Ηλεκτρικού Ρεύματος, Εκρηκτική ύλη, Καύσωνας, Κεραυνός, Καθίζηση, Υπερβολικό ψύχος, Ξηρασία, Τσουνάμι, Ηφαίστειο, Σταγονίδια Θαλασσινού Νερού, Ρευστοποίηση, Παράκτια Πλημμύρα, Ποτάμια Πλημμύρα

3. Event Date: The date when the event occurred in dd/mm/yyyy format.

4. Event End Date: The date when the event ended, if not provided use the same as the Event Date, in dd/mm/yyyy format.

Output Format:

Location: [Most specific location(s)]

Disaster Type: [Disaster type(s)]

Event Date: [dd/mm/yyyy]

Event End Date: [dd/mm/yyyy]

Publish Date: [dd/mm/yyyy]""

Απαντήσεις του OpenAI API (GPT 4o) με τα παραπάνω prompt για το κείμενο από τις εικόνες 3 και 4 αντίστοιχα.

Απάντηση Prompt 1 για το κείμενο της εικόνας 5:

Location: Περιφερειακή Ενότητα Ζακύνθου

Disaster Type: Πυρκαγιά

Event Date: 12/08/2017

Event End Date: 13/08/2017

Alert Start Date: 13/08/2017

Alert End Date: 12/11/2017

Απάντηση Prompt 1 για το κείμενο της εικόνας 6:

Location: Δ.Δ. Σπολάιτας, Κοινότητα Καλαρρυτών

Disaster Type: Κατολίσθηση

Event Date: 01/12/2004

Event End Date: 31/12/2004

Publish Date: 13/02/2006

Όπως φαίνεται από το prompt και τα replies ζητούμε να γίνει εξαγωγή των πιο συγκεκριμένων περιοχών που εντοπίζονται στο κείμενο και όχι των ευρύτερων περιοχών που ανήκουν. Για κάθε εγγραφή, παράγεται ένας αριθμός νέων καταχωρήσεων, ανάλογος του γινομένου των τοποθεσιών και των τύπων φυσικών καταστροφών που εντοπίστηκαν στο κείμενο της ανακοίνωσης. Για παράδειγμα, αν μία ανακοίνωση περιλαμβάνει 3 τοποθεσίες στις οποίες καταγράφηκαν 2 διαφορετικά είδη καταστροφών, το σύστημα δημιουργεί 6 εγγραφές. Όλα τα υπόλοιπα δεδομένα της ανακοίνωσης αντιγράφονται σε κάθε νέα εγγραφή, ώστε να διατηρηθεί η πληροφοριακή τους ακεραιότητα.

Οι τελικές εγγραφές αποθηκεύονται σε νέο αρχείο Excel, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των δεδομένων στη βάση. Με αυτόν τον τρόπο, η διαδικασία της εξαγωγής ολοκληρώνεται με δομημένο και αυτοματοποιημένο τρόπο, διασφαλίζοντας ότι οι κρίσιμες πληροφορίες έχουν απομονωθεί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω ανάλυση.

Με την παραπάνω διαδικασία επιτυγχάνεται αυτόματη εξαγωγή δεδομένων από ανεπεξέργαστα κείμενα, επιτρέποντας τη δομημένη εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων, γεγονός που βελτιώνει την αξιοπιστία και χρηστικότητα των πληροφοριών για ανάλυση.

2.2.2. Κανονικοποίηση και καθάρισμα των δεδομένων

Μετά την εξαγωγή των δεδομένων, το επόμενο βήμα είναι η κανονικοποίηση και το καθάρισμα τους, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή αντιστοίχιση με τις οντότητες που υπάρχουν στη βάση δεδομένων. Ο κύριος στόχος της κανονικοποίησης είναι η ενοποίηση της μορφής των τοποθεσιών και των τύπων φυσικών καταστροφών, ώστε να ταιριάζουν με τις επίσημες ονομασίες που χρησιμοποιούνται στη βάση δεδομένων. Χωρίς αυτή τη διαδικασία, τυχόν μικρές διαφορές σε ονομασίες, όπως η ύπαρξη τόνων, ειδικών χαρακτήρων ή εναλλακτικών διατυπώσεων, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε λανθασμένες ή ελλιπείς συσχετίσεις, επηρεάζοντας την ακρίβεια της ανάλυσης και της αναπαράστασης των δεδομένων.

Αν, για παράδειγμα, μια τοποθεσία που εξήχθη μέσω του LLM εμφανιζόταν ως "Δήμος Αθηναίων", αλλά στη βάση δεδομένων καταγραφόταν ως "Αθήνα", χωρίς κανονικοποίηση η σύνδεση της εγγραφής με τα γεωγραφικά δεδομένα θα αποτύγχανε. Το ίδιο ισχύει και για τις κατηγορίες των φυσικών καταστροφών, όπου μικρές παραλλαγές στην ονομασία θα μπορούσαν να προκαλέσουν ασυμβατότητες.

Η διαδικασία αυτή υλοποιείται μέσω κώδικα Python, όπου γίνεται χρήση διαφόρων βιβλιοθηκών για την κανονικοποίηση και τον έλεγχο της ακρίβειας των δεδομένων:

- **pandas**: Χρησιμοποιείται για την ανάγνωση, επεξεργασία και αποθήκευση αρχείων Excel, καθώς και για τη διαχείριση δεδομένων σε μορφή dataframe.
- **re[24]** (Regular Expressions): Επιτρέπει την επεξεργασία κειμένου μέσω κανονικών εκφράσεων, διευκολύνοντας τον καθαρισμό των δεδομένων από ειδικούς χαρακτήρες, διατηρώντας παράλληλα τα ελληνικά γράμματα, αριθμούς και σημεία στίξης.
- **unicodedata[25]**: Αφαιρεί τόνους από ελληνικούς χαρακτήρες, επιτρέποντας τη σύγκριση λέξεων χωρίς να επηρεάζεται από διαφορετικές τονισμένες μορφές.
- **fuzzywuzzy[26]**: Υλοποιεί αλγορίθμους fuzzy matching, επιτρέποντας την εύρεση των πιο κοντινών αντιστοιχίσεων μεταξύ τοποθεσιών σε διαφορετικά σύνολα δεδομένων.
- **openpyxl[27]**: Χρησιμοποιείται από το pandas για την ανάγνωση και εγγραφή αρχείων Excel με κατάληξη .xlsx.

Η διαδικασία κανονικοποίησης ξεκινά με τη φόρτωση των δεδομένων από το Excel αρχείο που δημιουργήθηκε κατά την εξαγωγή, καθώς και των αντίστοιχων πινάκων χωρικών αναφορών και φυσικών καταστροφών από τη βάση δεδομένων. Οι πίνακες αυτοί περιλαμβάνουν τις επίσημες ονομασίες και τα μοναδικά τους ID, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την αντιστοίχιση.

Έπειτα, εφαρμόζονται τα εξής βήματα:

1. Μετατροπή όλων των δεδομένων σε πεζά γράμματα, ώστε να μην επηρεάζεται η σύγκριση από κεφαλαία ή μικρά.
2. Αφαίρεση σημείων στίξης, ειδικών χαρακτήρων και κενών, ώστε να διασφαλιστεί η ομοιομορφία των τιμών.
3. Fuzzy matching για την εύρεση των πιο κοντινών αντιστοιχίσεων μεταξύ των τοποθεσιών και των καταστροφών που εξήχθησαν από το LLM και των δεδομένων που υπάρχουν στη βάση. Επειδή όπως αναφέραμε προηγουμένως και στα prompt αναζητούμε συγκεκριμένες περιοχές και όχι τις ευρύτερες στις οποίες ανήκουν και συχνά αναφέρονται στα αρχεία, πριν ξεκινήσει το fuzzy matching αναπτύσσουμε τις συντομογραφίες μέσα στα ονόματα των περιοχών για να μειώσουμε το περιθώριο λάθους με την εξής αντιστοίχιση.

'Π.Ε.': 'ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ',

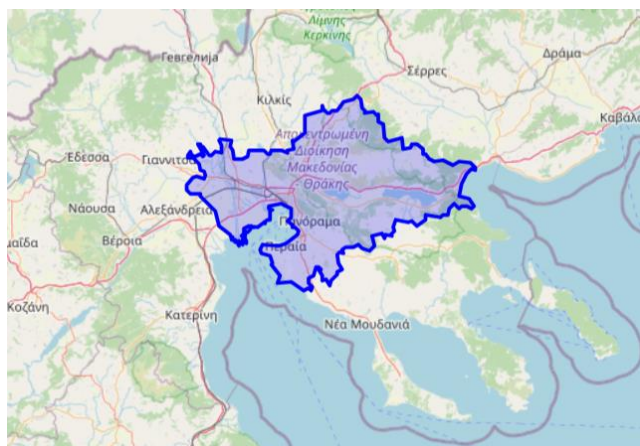
'Δ.Ε.': 'ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ',

'Δ.Κ.': 'Δημοτική Κοινότητα',

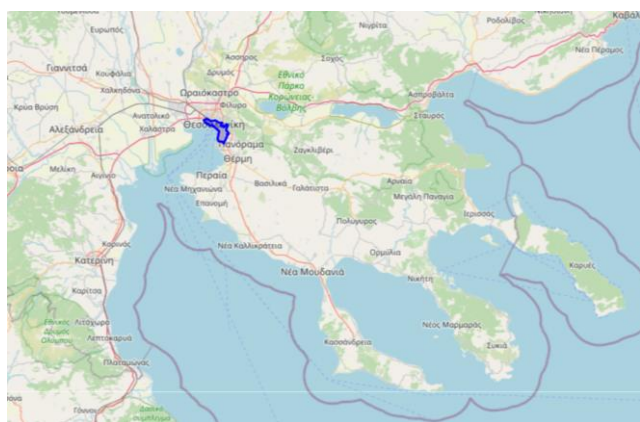
'Τ.Κ.': 'Τοπική Κοινότητα',

'Αγ.': 'Άγιος'

Για παράδειγμα αν μια καταστροφή αναφέρεται στον Δήμο Θεσσαλονίκης και όχι στην Περιφερειακή Ενότητα, τότε το πολύγωνο της περιοχής είναι πολύ πιο συγκεκριμένο.



Εικόνα 8. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



Εικόνα 9. ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

4. Αντιστοίχιση των εγγραφών με τα ID τους στη βάση, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή σύνδεση των γεγονότων με τα γεωγραφικά δεδομένα και τις ταξινομήσεις φυσικών καταστροφών.

Ένα δείγμα των αποτελεσμάτων της διαδικασίας είναι οι παρακάτω εγγραφές, όπου το source είναι από το response του LLM και το Name είναι η αντιστοιχία που βρέθηκε στην βάση

SPATIALREF_SOURCE(GPT 4o)	SPATIALREF_NAME(FUZZY_MATCHING)
Δημοτική Ενότητα Νέας Αλικαρνασσού	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΣ ΑΛΙΚΑΡΝΑΣΣΟΥ
Γεφυριών	Τοπική Κοινότητα Γεφυριών
Τοπική Κοινότητα Ουρανόπολης	Τοπική Κοινότητα Ουρανοπόλεως
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Μικρό Περιβολάκι	Μικρόν Περιβολάκιον

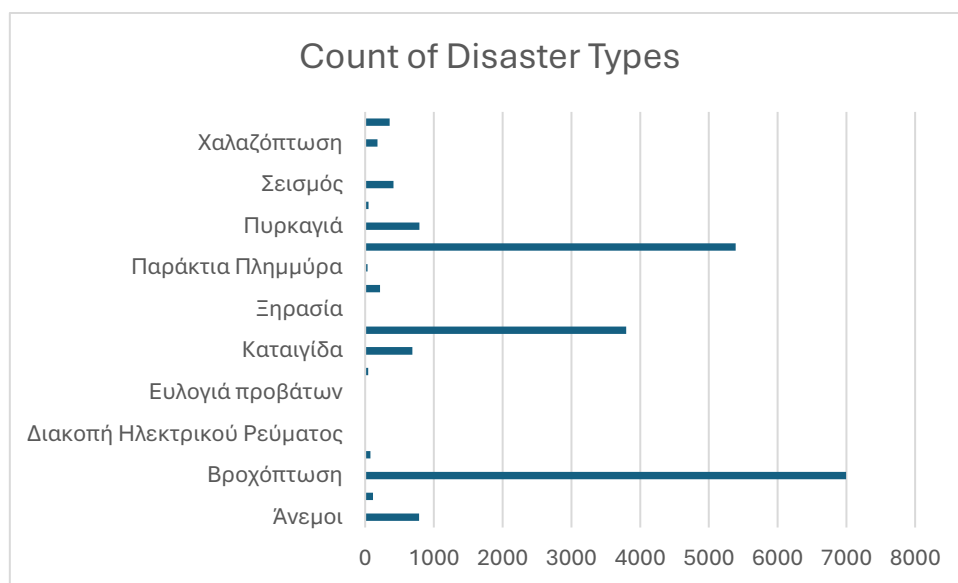
Για κάθε εγγραφή, πραγματοποιείται ένας έλεγχος ομοιότητας με τις διαθέσιμες τιμές στη βάση. Αν βρεθεί αντιστοιχία με ποσοστό ομοιότητας πάνω από 70%, η αντίστοιχη τιμή αντικαθίσταται με την επίσημη ονομασία και το ID της. Αν δεν βρεθεί κατάλληλη αντιστοιχία, το σύστημα επιστρέφει κενή τιμή ID.

Οι κανονικοποιημένες εγγραφές αποθηκεύονται σε νέο Excel αρχείο, ενώ πραγματοποιείται τελικός έλεγχος για τυχόν μη έγκυρες εγγραφές (π.χ. κενά πεδία, ημερομηνίες εκτός ορίων). Αυτές οι εγγραφές είτε διορθώνονται είτε αποκλείονται από την τελική εισαγωγή στη βάση.

Δεδομένου ότι η όλη διαδικασία πραγματοποιείται αυτόματα και με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, είναι αναμενόμενο ένα μικρό ποσοστό θορύβου στα δεδομένα. Ωστόσο, η κανονικοποίηση εξασφαλίζει ότι το τελικό dataset είναι ομοιογενές και έτοιμο για ανάλυση, επιτρέποντας την ακριβή χαρτογράφηση και επεξεργασία των δεδομένων στην εφαρμογή.

Μετά την ολοκλήρωση αυτών των διαδικασιών, το σύστημα μπορεί πλέον να συσχετίσει αυτόματα τα δεδομένα, διατηρώντας υψηλή ακρίβεια και συνέπεια στις πληροφορίες που αποθηκεύονται.

Τα αρχεία που επεξεργαστήκαμε ανέρχονται στις 2516 ανακοινώσεις από την ΔΙΑΥΓΕΙΑ, οι οποίες χρονολογούνται από το 2013 αλλά πληθαίνουν αρκετά από το 2017 και φτάνουν μέχρι το 2023. Από αυτά δημιουργήθηκαν 19.950 εγγραφές, οι οποίες έγιναν εισαγωγή στην βάση. Τα είδη καταστροφών κατανέμονται ως εξής



Εικόνα 10. Κατανομή Καταστροφών (1)

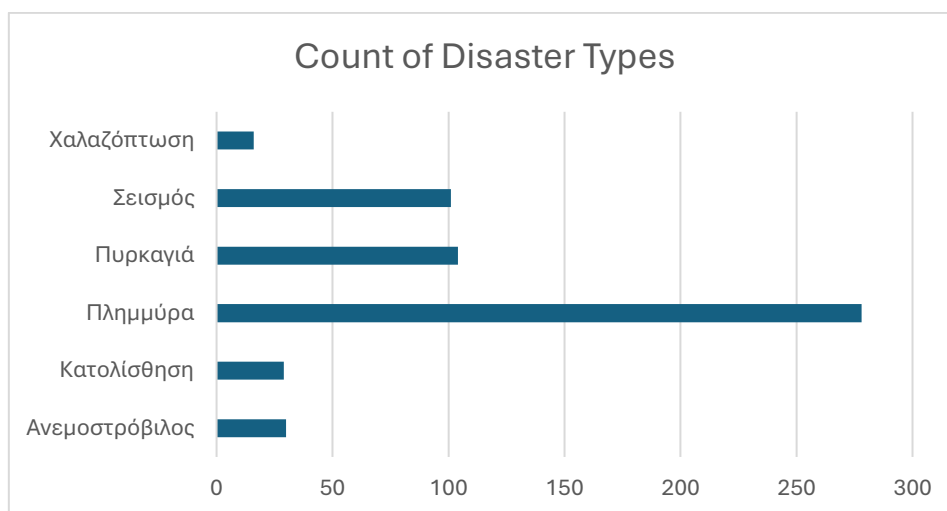
Ενδεικτικές εγγραφές από τον πίνακα.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	patialref	ftialref	souastertype	tertype	sceventdate	ventendda	ertstartda	lertendda	tublishdat	index_n	index_from	ada	infosource
2	2489	Τοπική Κο	2	Πλημμύρα	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	1	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
3	2489	Τοπική Κο	10	Κατολίσθρ	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	2	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
4	2489	Τοπική Κο	4	Βροχόπτω	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	3	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
5	2447	Τοπική Κο	2	Πλημμύρα	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	4	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
6	2447	Τοπική Κο	10	Κατολίσθρ	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	5	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
7	2447	Τοπική Κο	4	Βροχόπτω	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	6	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
8	2486	Τοπική Κο	2	Πλημμύρα	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	7	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
9	2486	Τοπική Κο	10	Κατολίσθρ	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	8	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	
10	2486	Τοπική Κο	4	Βροχόπτω	06/09/201	06/09/201	03/03/201	06/09/201	07/03/201	9	15	ΩΔΠΑ7ΛΛ-ΔΙΑΥΓΕΙΑ	

Εικόνα 11. Δείγμα Εγγραφών (1)

Στην περίπτωση της Εφημερίδας της Κυβέρνησης επεξεργαστήκαμε 294 αρχεία και δημιουργήσαμε 559 εγγραφές, οι οποίες έγιναν εισαγωγή στην βάση. Ο αριθμός εδώ είναι

μικρότερος για εγγραφές ανά αρχείο γιατί η πληροφορία τους ήταν πολύ πιο φτωχή. Τα αρχεία χρονολογούνται από το 2006 μέχρι το 2023. Οι τύποι των καταστροφών κατανέμονται ως εξής.



Εικόνα 12. Κατανομή Καταστροφών (2)

Ενδεικτικές εγγραφές από τον πίνακα.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	partialRef	Ref_Sources	asterType	pe_Source	EventDate	eventEndDa	publishDate	index_n	index_from	discoveryLo	link				
2	18582	Δ.Δ. Σπολιέ	10	Κατολίσθη	01/12/200	31/12/200	13/02/200	1	2	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00182-downloaded -22_10_2023.pdf					
3	142	Δήμος Νε	10	Κατολίσθη	01/12/200	31/12/200	13/02/200	2	2	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00182-downloaded -22_10_2023.pdf					
4	90	Δήμος Κο	2	Πλημμύρα	05/08/200	06/08/200	28/03/200	1	1	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00374-downloaded -22_10_2023.pdf					
5	57	Νομός Λαι	1	Σεισμός	08/01/200	08/01/200	05/04/200	2	3	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00412-downloaded -22_10_2023.pdf					
6	408	Νομός Χαν	1	Σεισμός	08/01/200	08/01/200	05/04/200	3	3	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00412-downloaded -22_10_2023.pdf					
7	34	Νομός Θει	2	Πλημμύρα	01/12/200	31/01/200	17/04/200	1	2	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00478-downloaded -22_10_2023.pdf					
8	121	Νομός Πρι	2	Πλημμύρα	01/12/200	31/01/200	17/04/200	2	2	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00478-downloaded -22_10_2023.pdf					
9	3481	Δ.Δ. Χαροι	10	Κατολίσθη	01/12/200	31/12/200	18/04/200	1	1	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00488-downloaded -22_10_2023.pdf					
10	9437	Νομός Έβρ	2	Πλημμύρα	01/03/200	31/03/200	20/06/200	1	1	{'system': 'FEK-2006-Tefxos B-00744-downloaded -22_10_2023.pdf					

Εικόνα 13. Δείγμα εγγραφών (2)

2.3. Αλληλεπίδραση χρήστη και βασικές λειτουργίες

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με την εφαρμογή, οι κύριες λειτουργίες της, καθώς και η ροή εργασίας που ακολουθείται για την αναζήτηση και ανάλυση των δεδομένων. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί ώστε να παρέχει ένα διαδραστικό και εύχρηστο περιβάλλον, επιτρέποντας στους χρήστες να φιλτράρουν, αναλύσουν και εξάγουν δεδομένα φυσικών καταστροφών μέσω μίας διαδικτυακής εφαρμογής.

2.3.1. Περιβάλλον Χρήστη και Δομή Εφαρμογής

Η εφαρμογή αποτελείται από μια σελίδα, εντός της οποίας γίνεται εναλλαγή διακριτών προβολών (views) που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με τα δεδομένα. Οι κύριες ενότητες της εφαρμογής περιλαμβάνουν:

Sidebar για φιλτράρισμα δεδομένων

- Επιλογές για φιλτράρισμα των δεδομένων με βάση είδος καταστροφής, χρονικό διάστημα και γεωγραφική περιοχή.
- Ρύθμιση απόστασης για σύγκριση δεδομένων από το επιλεγμένο γεγονός.
- Υπόμνημα με τις συντομογραφίες των τύπων φυσικών καταστροφών και των μεταξύ τους σχέσεων.

Κύριο περιεχόμενο (Main Content)

- Προβολή Χάρτη (Map View): Εμφανίζει τα δεδομένα ως markers σε έναν διαδραστικό χάρτη.
- Προβολή Πίνακα (Table View): Παρουσιάζει τα δεδομένα σε μορφή πίνακα με δυνατότητα ταξινόμησης και υπολογισμού απόστασης/χρόνου από συγκεκριμένο γεγονός.
- Προβολή Γραφήματος (Graph View): Οπτικοποιεί τις σχέσεις μεταξύ των γεγονότων με τη χρήση γράφου, επιτρέποντας επέκταση κόμβων.
- Προβολή Εισαγωγής Δεδομένων (Import View): Δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από αρχεία CSV ή XLSX.

Μπάρα Πλοήγησης (Navigation Bar)

- Επιτρέπει την εναλλαγή μεταξύ προβολών (Χάρτης, Πίνακας, Γράφημα, Εισαγωγή).
- Κουμπί εξαγωγής (Export Button) που επιτρέπει τη λήψη δεδομένων σε μορφή XLSX.

2.3.2. Διαχείριση Επιλογών Χρήστη και Ενημέρωση Δεδομένων

Η εφαρμογή καταγράφει τις επιλογές του χρήστη και ενημερώνει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο:

- Τα φίλτρα εφαρμόζονται στο backend για βέλτιστη απόδοση.
- Χρησιμοποιούνται spatial queries (PostGIS) για αποδοτική διαχείριση χωρικών δεδομένων.
- Η επιλογή ενός γεγονότος επηρεάζει όλες τις προβολές (πίνακας, χάρτης, γράφημα).
- Η κατάσταση της εφαρμογής (state management) αποθηκεύεται προσωρινά ώστε να μειωθούν περιττές κλήσεις στη βάση δεδομένων.

Ροή Δεδομένων στην Εφαρμογή

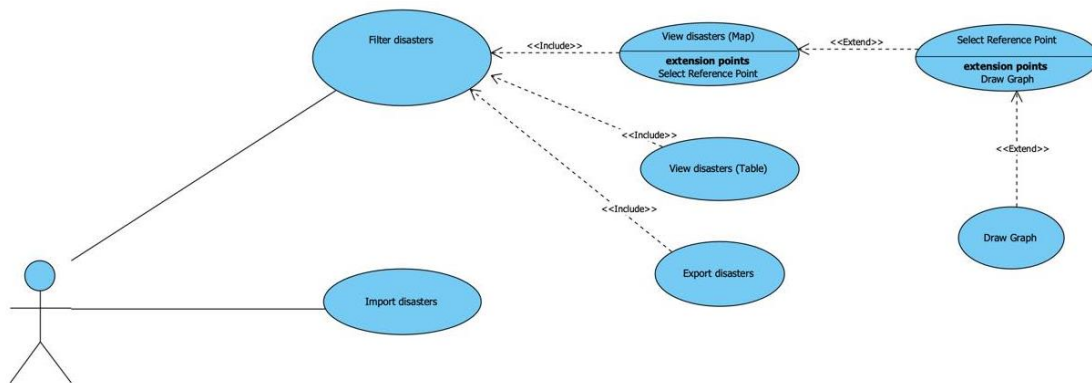
1. Ο χρήστης επιλέγει φίλτρα.
2. Το frontend στέλνει αίτημα (request) στο API.
3. Το backend εκτελεί SQL queries με βάση τα φίλτρα.

4. Τα δεδομένα επιστρέφονται στο frontend και προβάλλονται δυναμικά.

Η εφαρμογή, μέσω της δυναμικής ενημέρωσης και της ευέλικτης διεπαφής, παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για την ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων φυσικών καταστροφών, ενισχύοντας την κατανόηση των συσχετίσεων μεταξύ τους.

2.3.3. Διάγραμμα Use Case Συστήματος

Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram) απεικονίζει τις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής και τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες αλληλεπιδρούν με αυτές. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναζητά και να φιλτράρει δεδομένα, να επιλέγει συγκεκριμένα σημεία για ανάλυση, να προβάλλει τα δεδομένα σε χάρτη, πίνακα ή γράφημα, καθώς και να εισάγει ή να εξάγει δεδομένα.



Εικόνα 14. Use Case Diagram

Το διάγραμμα χρησιμοποιεί σχέσεις *include* για να δείξει ότι κάποιες λειτουργίες προϋποθέτουν την εκτέλεση άλλων και σχέσεις *extend* για να απεικονίσει προαιρετικές ενέργειες που μπορούν να εκτελεστούν υπό προϋποθέσεις.

Οι κύριες λειτουργίες διαχωρίζονται ως εξής:

1. Φιλτράρισμα Δεδομένων

Οι χρήστες μπορούν να φιλτράρουν τα δεδομένα βάσει:

- Επιλογής μέχρι δύο ειδών καταστροφής.
- Επιλογής χρονικού διαστήματος.
- Επιλογής γεωγραφικής περιοχής σε διοικητικά επίπεδα.
- Ρύθμισης απόστασης για τον εντοπισμό σχετιζόμενων γεγονότων.

2. Προβολή Δεδομένων σε Χάρτη (Map View)

Ο χάρτης χρησιμοποιείται για τη χωρική αναπαράσταση των γεγονότων και παρέχει:

- Προβολή γεγονότων ως σημεία (markers).
- Δυνατότητα hover για προβολή λεπτομερειών των σημείων.
- Δυνατότητα επιλογής σημείου για ανάλυση στις άλλες προβολές.
- Εμφάνιση γεγονότων εντός μιας διοικητικής περιοχής με επισήμανση του γεωγραφικού πολυγώνου.

3. Προβολή Δεδομένων σε Πίνακα (Table View)

Η προβολή πίνακα επιτρέπει την αναλυτική παρουσίαση των δεδομένων και περιλαμβάνει:

- Ταξινόμηση δεδομένων (αλφαβητικά ή αριθμητικά).
- Επιλογή γεγονότων για περαιτέρω ανάλυση.
- Υπολογισμός σε απόσταση και χρόνο των γεγονότων που βρίσκονται εντός της επιλεγμένης απόστασης.
- Δυναμική φόρτωση γεγονότων ανάλογα με το φίλτρο απόστασης.

4. Οπτικοποίηση Σχέσεων σε Γράφημα (Graph View)

Το γράφημα επιτρέπει την ανάλυση των σχέσεων μεταξύ φυσικών καταστροφών:

- Το επιλεγμένο γεγονός τοποθετείται στο κέντρο.
- Οι σχετιζόμενες καταστροφές εμφανίζονται ως κόμβοι συνδεδεμένοι με το κεντρικό σημείο.
- Ο χρήστης μπορεί να επεκτείνει ή να καταρρεύσει κόμβους.
- Αν ένα γεγονός συνδέεται με πολλά άλλα γεγονότα, εμφανίζονται νέες σχέσεις δυναμικά.

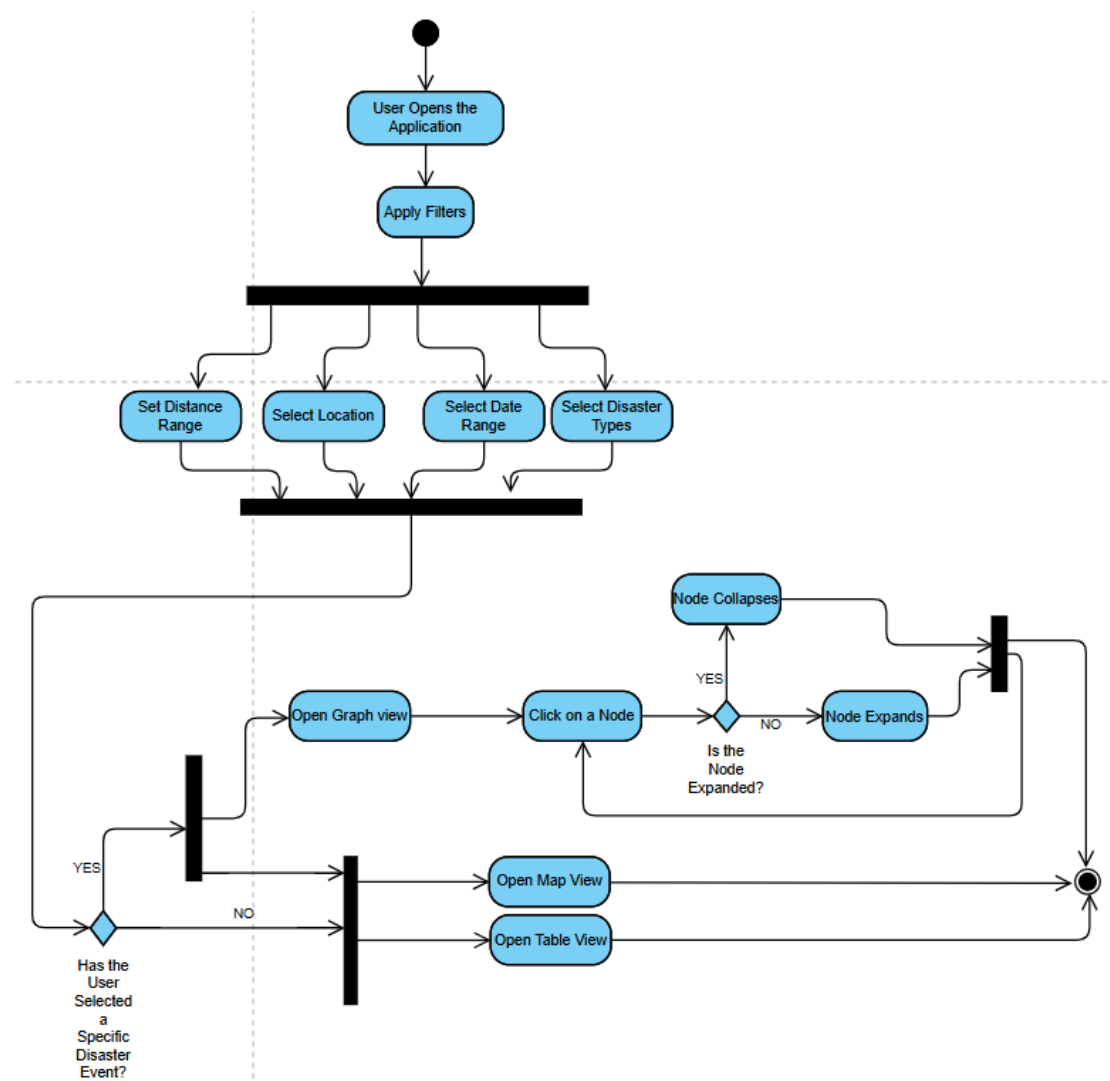
5. Εξαγωγή Δεδομένων (Export to Excel)

Ο χρήστης μπορεί να εξαγάγει τα δεδομένα σε μορφή XLSX:

- Αν δεν υπάρχει επιλεγμένο γεγονός, εξαγονται τα φιλτραρισμένα δεδομένα.
- Αν υπάρχει επιλεγμένο γεγονός, εξαγεται αυτό μαζί με τα φιλτραρισμένα γεγονότα εντός της ακτίνας απόστασης.

2.3.4. Activity Diagram - Αναζήτηση και Προβολή Δεδομένων

Το διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) για την αναζήτηση δεδομένων απεικονίζει τη διαδικασία εφαρμογής φίλτρων και προβολής αποτελεσμάτων στον χάρτη, στον πίνακα ή στο γράφημα.



Εικόνα 15. Activity Diagram - Search and View

1. Ο χρήστης ξεκινά την αναζήτηση εφαρμόζοντας φίλτρα για την επιλογή τύπων καταστροφών, χρονικής περιόδου ή περιοχής αλλά και απόστασης από το επιλεγμένο σημείο
2. Το σύστημα επεξεργάζεται τα φίλτρα και επιστρέφει τα φιλτραρισμένα αποτελέσματα.
3. Αν ο χρήστης δεν επιλέξει συγκεκριμένο σημείο, τα δεδομένα εμφανίζονται ως έχουν στον πίνακα ή στον χάρτη.
4. Αν ο χρήστης επιλέξει συγκεκριμένο γεγονός, τότε:

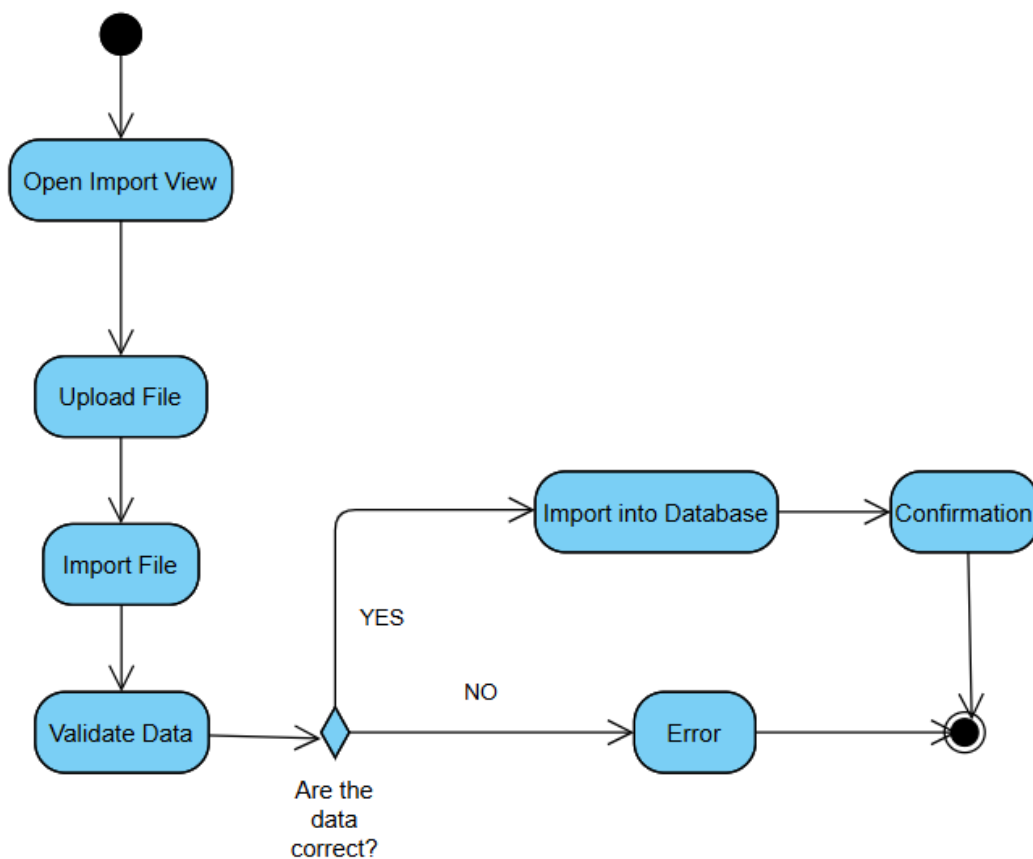
- Στον πίνακα προβάλλονται μόνο τα γεγονότα εντός της καθορισμένης απόστασης.
- Ενεργοποιείται η επιλογή εμφάνισης γράφου, όπου εμφανίζονται σχετιζόμενα γεγονότα και δίνεται η δυνατότητα επέκτασης και των κόμβων των σχετιζόμενων γεγονότων.

5. Ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει την ανάλυση ή να τερματίσει τη διαδικασία.

Το διάγραμμα περιλαμβάνει διακλαδώσεις (decisions) για να αποτυπώσει τη διαφορετική ροή εργασίας ανάλογα με την επιλογή σημείου ή όχι.

2.3.5. Activity Diagram - Εισαγωγή Δεδομένων

Το διάγραμμα δραστηριοτήτων για την εισαγωγή δεδομένων περιγράφει τη διαδικασία με την οποία ο χρήστης ανεβάζει αρχεία CSV/XLSX στο σύστημα.



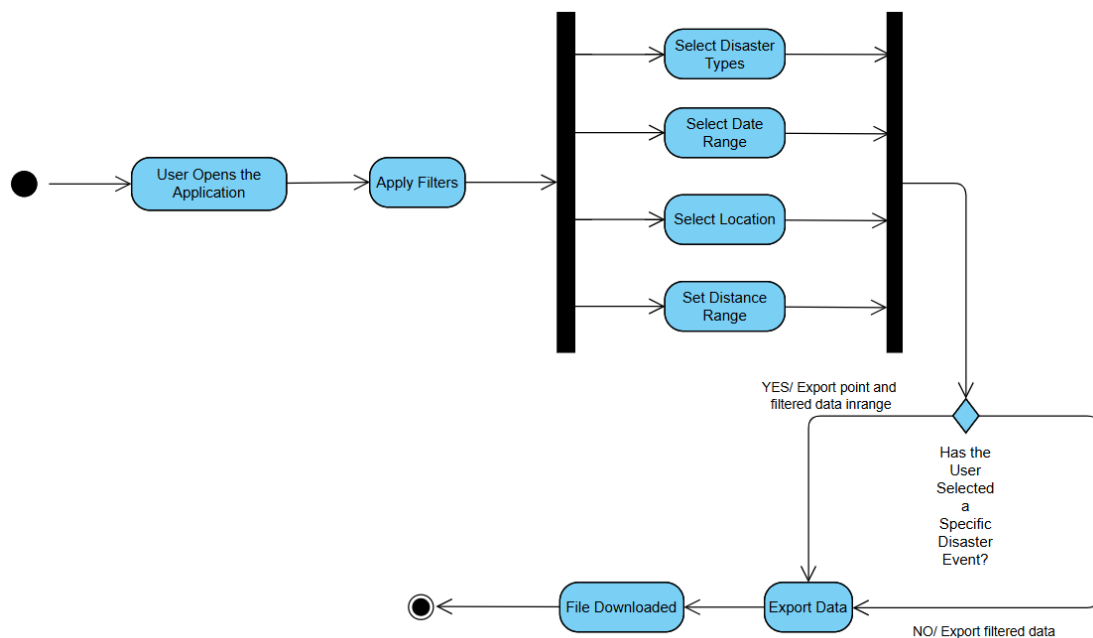
Εικόνα 16. Activity Diagram – Import

1. Ο χρήστης επιλέγει ένα αρχείο προς εισαγωγή.
2. Το σύστημα ελέγχει την εγκυρότητα των δεδομένων (σωστή μορφοποίηση, έγκυρες ημερομηνίες, τύποι καταστροφών κ.λπ.).

3. Αν η μορφή των δεδομένων είναι λανθασμένη, το σύστημα εμφανίζει μήνυμα σφάλματος και η διαδικασία τερματίζεται.
4. Αν τα δεδομένα είναι έγκυρα, το σύστημα προχωρά στην εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων.
5. Ο χρήστης λαμβάνει μήνυμα επιτυχίας και μπορεί να συνεχίσει να χρησιμοποιεί την εφαρμογή.

2.3.6. Activity Diagram - Εξαγωγή Δεδομένων

Το διάγραμμα δραστηριοτήτων για την εξαγωγή δεδομένων περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης μπορεί να κατεβάσει τα δεδομένα που βλέπει στην εφαρμογή.



Εικόνα 17. Activity Diagram - Export

1. Ο χρήστης επιλέγει την επιλογή Export.
2. Το σύστημα ελέγχει αν υπάρχει επιλεγμένο σημείο:
3. Αν δεν υπάρχει επιλεγμένο σημείο, εξάγονται όλα τα φιλτραρισμένα δεδομένα.
4. Αν υπάρχει επιλεγμένο σημείο, εξάγεται το ίδιο το γεγονός και τα σχετιζόμενα γεγονότα εντός της καθορισμένης απόστασης.
5. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αρχείο XLSX και ο χρήστης λαμβάνει επιβεβαίωση επιτυχούς εξαγωγής.
6. Ανάλογα με την περίπτωση, ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει την ανάλυση ή να τερματίσει τη διαδικασία.

Το διάγραμμα περιλαμβάνει εναλλακτικές ροές (alternative flows) ανάλογα με την κατάσταση της εφαρμογής κατά τη στιγμή της εξαγωγής.

3. Σχεδίαση και υλοποίηση εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η σχεδίαση και η υλοποίηση της εφαρμογής, ξεκινώντας από την αρχιτεκτονική και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, τη βάση δεδομένων, την υλοποίηση του backend και frontend, καθώς και την ενσωμάτωση των χωρικών δεδομένων και των συσχετίσεων φυσικών καταστροφών.

3.1. Τεχνολογίες

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε σε σύγχρονες τεχνολογίες τόσο για τη διαχείριση και ανάλυση δεδομένων, όσο και για την παρουσίαση τους στο χρήστη μέσω διαδραστικού περιβάλλοντος. Η βάση δεδομένων PostgreSQL/PostGIS επέτρεψε αποδοτική διαχείριση χωρικών δεδομένων, η Node.js/Express.js επέτρεψε την ανάπτυξη ευέλικτων REST APIs, και η React.js διαμόρφωσε ένα σύγχρονο και διαδραστικό UI.

Η συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών εξασφαλίζει υψηλή απόδοση, διαδραστικότητα και δυνατότητα επέκτασης, καθιστώντας την εφαρμογή ικανή να αναλύει και να παρουσιάζει πολύπλοκες συσχετίσεις φυσικών καταστροφών. Παρακάτω αναλύονται τα βασικά συστατικά της τεχνολογικής υποδομής που χρησιμοποιήθηκαν.

3.1.1. Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων αποτελεί το θεμέλιο της εφαρμογής, αποθηκεύοντας τις χωρικές αναφορές, τα γεγονότα φυσικών καταστροφών, αλλά και τους τύπους τους. Επιλέχθηκε η PostgreSQL, η οποία παρέχει υψηλή απόδοση και υποστήριξη για μεγάλα δεδομένα, σε συνδυασμό με την επέκταση PostGIS, η οποία προσφέρει δυνατότητες χωρικής ανάλυσης.

Τεχνολογίες και εργαλεία

- **PostgreSQL[28]:** Μία από τις πιο δημοφιλείς σχεσιακές βάσεις δεδομένων, η οποία παρέχει σύνθετες δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων, υποστήριξη για transactions, indexing, stored procedures και βελτιστοποίηση ερωτημάτων. Επιπλέον, επιτρέπει την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων με υψηλή απόδοση.
- **PostGIS[29]:** Πρόσθετο στην PostgreSQL που επεκτείνει τη λειτουργικότητά της, επιτρέποντας την αποθήκευση και επεξεργασία χωρικών δεδομένων, όπως σημεία και πολύγωνα.
- **pgAdmin:** Ένα εργαλείο διαχείρισης της PostgreSQL, που επιτρέπει την εκτέλεση SQL ερωτημάτων, την οπτικοποίηση των δεδομένων και τη διαχείριση της βάσης μέσω γραφικού περιβάλλοντος.

Η βάση δεδομένων υποστηρίζει ερωτήματα που περιλαμβάνουν χωρικά φίλτρα και συναρτήσεις, όπως:

- **ST_Within(geom, polygon):** Ελέγχει αν ένα γεγονός βρίσκεται εντός μιας γεωγραφικής περιοχής. Γίνεται χρήση στο φίλτρο αναζήτησης με περιοχή όπου ο χρήστης αναζητά γεγονότα μέσα σε ένα πολύγωνο.
- **ST_Distance(geom1, geom2):** Υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο σημείων για την εύρεση σχετικών γεγονότων. Χρησιμοποιείται για να εντοπίσουμε ποια γεγονότα έχουν συμβεί σε μια ακτίνα που επιλέγουμε από ένα συγκεκριμένο γεγονός που θέλουμε να αναλύσουμε
- **ST_Transform(geom, 4326):** Μετατροπή των γεωγραφικών δεδομένων στο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WGS 84. Εφαρμόζεται κατά την ανάκτηση των γεγονότων για να εμφανίζονται σωστά στον χάρτη.

3.1.2. Backend – Διαχείριση δεδομένων και API

Το backend είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ της βάσης δεδομένων και του frontend, κάνοντας διαχείριση των αναζητήσεων, της εφαρμογή φίλτρων και της εισαγωγή δεδομένων.

Τεχνολογίες και εργαλεία

- **Node.js[30]:** Ένα ασύγχρονο περιβάλλον εκτέλεσης JavaScript, το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών με υψηλή απόδοση. Είναι ιδανικό για τη δημιουργία διακομιστών REST API, καθώς μπορεί να διαχειρίζεται μεγάλο αριθμό αιτημάτων με χαμηλή καθυστέρηση.
- **Express.js[31]:** Ένα lightweight framework για το Node.js που διευκολύνει τη δημιουργία API endpoints. Προσφέρει δομές δρομολόγησης (routing), middleware για τον χειρισμό αιτημάτων και διαχείριση σφαλμάτων, κάνοντας το backend πιο οργανωμένο και αποδοτικό.
- **pg[32] (node-postgres):** Βιβλιοθήκη για την αλληλεπίδραση με την PostgreSQL μέσω Node.js. Επιτρέπει την εκτέλεση SQL ερωτημάτων, υποστηρίζει ασφαλή επικοινωνία με τη βάση δεδομένων και βελτιστοποιεί την απόδοση με τη χρήση connection pooling.

3.1.3. Frontend – Περιβάλλον χρήστη

Το frontend αναπτύχθηκε με React.js, επιτρέποντας δυναμική αλληλεπίδραση του χρήστη με τα δεδομένα και εφαρμογή φίλτρων σε πραγματικό χρόνο. Το backend μετέφερε μόνο τα απαραίτητα δεδομένα, εκτελώντας επίσης κάποιους υπολογισμούς με σκοπό την αποφόρτιση του frontend και την πιο ομαλή λειτουργία του.

Τεχνολογίες και εργαλεία:

- **React.js[33]:** Βιβλιοθήκη JavaScript για την ανάπτυξη μοντέρνων, δυναμικών UI components. Επιτρέπει τη δημιουργία ενός διαδραστικού και γρήγορου περιβάλλοντος χρήστη, βασισμένου σε κατάσταση (state) και hooks.
- **Leaflet.js[34]:** Βιβλιοθήκη για τη δημιουργία διαδραστικών χαρτών στο web. Χρησιμοποιήθηκε για την προβολή δεδομένων φυσικών καταστροφών πάνω σε

γεωγραφικό υπόβαθρο, επιτρέποντας zoom, επιλογή σημείων και επισήμανση περιοχών.

- **Reagraph[35]**: Βιβλιοθήκη που επιτρέπει την οπτικοποίηση σύνθετων σχέσεων μέσω γράφων. Χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση των σχέσεων μεταξύ φυσικών καταστροφών, δείχνοντας αλληλεπιδράσεις και αλυσιδωτές επιπτώσεις μεταξύ τους. Η χρήση της είναι απλή χωρίς πολλές δυνατότητες customization αλλά επαρκής για την δική μας περίπτωση.
- **Custom CSS[36]** – Όλο το styling της εφαρμογής σχεδιάστηκε από την αρχή με καθαρό CSS, χωρίς τη χρήση framework για να αποφευχθεί η περιττή πολυπλοκότητα και παρά την απλότητα του, καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της εφαρμογής.
- **Axios[37]**: Βιβλιοθήκη για τη διαχείριση HTTP αιτημάτων, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ frontend και backend μέσω API.
- **XLSX[38]**: Βιβλιοθήκη για την ανάγνωση και δημιουργία αρχείων Excel (XLSX, CSV), επιτρέποντας την εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων.
- **File-Saver[39]**: Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της λήψης αρχείων από τον browser. Επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων που δημιουργούνται στο frontend (π.χ. αρχεία Excel, CSV) και κατεβαίνουν τοπικά στη συσκευή του χρήστη. Χρησιμοποιείται μαζί με την XLSX για την εξαγωγή δεδομένων.

3.1.4. Πρόσθετα Εργαλεία

1. Διαχείριση Χωρικών Δεδομένων

- **QGIS**: Ανοιχτού κώδικα λογισμικό GIS, χρησιμοποιήθηκε για τη μετατροπή και ενοποίηση χωρικών δεδομένων (π.χ. shape files) πριν από την εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων.

2. Ανάλυση Κειμένου και Εξαγωγή Δεδομένων

- **OpenAI API**: Χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή δεδομένων από PDF ανακοινώσεις. Το μοντέλο GPT-4o ανέλυε τα κείμενα και παρήγαγε δομημένα δεδομένα με πληροφορίες για τοποθεσία, ημερομηνία και τύπο καταστροφής.

3. Διαχείριση και Ανάπτυξη Κώδικα

- **Visual Paradigm[40]**: Εργαλείο για τη δημιουργία UML διαγραμμάτων, απαραίτητο για τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής.
- **GitHub[41]**: Χρησιμοποιήθηκε για έλεγχο έκδοσης κώδικα, επιτρέποντας τη συνεργασία και την αποθήκευση των αλλαγών.

3.2. Βάση Δεδομένων

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων αποτελεί κομβικό στοιχείο για την επιτυχή αποθήκευση, διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων της εφαρμογής. Η σωστή σύνδεση των γεγονότων με χωρικές και θεματικές πληροφορίες επιτρέπει τη δημιουργία μιας αποδοτικής και επεκτάσιμης υποδομής, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για επιστημονική έρευνα όσο και για εφαρμογές πρόληψης και διαχείρισης καταστροφών. Για την ορθή οργάνωση των πληροφοριών, αναπτύχθηκε ένα σχεσιακό μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει διαφορετικούς πίνακες, ώστε να επιτευχθεί δομημένη αποθήκευση, αποφυγή πλεονασμού και βελτιστοποίηση ερωτημάτων. Η βάση δεδομένων υλοποιήθηκε στην PostgreSQL με χρήση της επέκτασης PostGIS για την υποστήριξη χωρικών δεδομένων.

Ακολουθεί το σχήμα της βάσης δεδομένων και η επεξήγηση της δομής της.



Εικόνα 18. Διάγραμμα ERD της Βάσης Δεδομένων

Το σχήμα της αποτελείται από τρεις κύριους πίνακες: disaster_event (Γεγονότα καταστροφών), spatial_reference (Χωρικές αναφορές) και disaster_type (Τύποι καταστροφών). Κάθε ένας από αυτούς τους πίνακες έχει συγκεκριμένο ρόλο στη δομή των δεδομένων και σχετίζεται με τους υπόλοιπους μέσω primary και foreign keys.

Πίνακας disaster_event (Γεγονότα Καταστροφών)

Ο συγκεκριμένος πίνακας είναι ο κύριος πίνακας αποθήκευσης των γεγονότων φυσικών καταστροφών και περιλαμβάνει όλες τις σχετικές πληροφορίες για κάθε γεγονός.

Πεδία:

ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
id (Primary key)	Μοναδικός αναγνωριστικός αριθμός κάθε γεγονότος.
spatialref_fk (Foreign key)	Σύνδεση με τον πίνακα spatial_reference, που προσδιορίζει την τοποθεσία του γεγονότος.
spatialref_source	Αρχική ονομασία της τοποθεσίας όπως εμφανίζεται στις πηγές.

ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
disastertype_fk (Foreign key)	Σύνδεση με τον πίνακα disaster_type, που καθορίζει τον τύπο της καταστροφής.
disastertype_source	Η πηγή της ταξινόμησης της καταστροφής πριν την κανονικοποίηση.
eventdate, eventenddate	Ημερομηνίες έναρξης και λήξης του γεγονότος.
alertstartdate, alertenddate	Περίοδος ισχύος συναγερμού λόγω του γεγονότος.
Publishdate	Η ημερομηνία δημοσίευσης της πληροφορίας.
index_n, index_from	Κάθε ανακοίνωση παράγει ένα αριθμό γεγονότων λόγο πολλαπλών περιοχών και τύπων καταστροφών, το from είναι ο συνολικός αριθμός και το n ο αριθμός του γεγονότος από το σύνολο της ανακοίνωσης.
Ada	Αριθμός διαδικτυακής ανάρτησης στην Διαύγεια.
infosource, infosourcetype, infosourcepublisher, infosourcelink	Πληροφορίες σχετικά με την πηγή του γεγονότος, το είδος της πηγής, το φορέα που έκδωσε την ανακοίνωση και η ηλεκτρονική διεύθυνση της ανακοίνωσης
Notes	Επιπλέον πληροφορίες που θέλει να προσθέσει ο δημιουργός των δεδομένων
discoverydate, discovery method	Ημερομηνία που δημιουργήθηκε το γεγονός σαν δεδομένο και με ποιο τρόπο ανακαλύφθηκε, στην περίπτωση μας η Τεχνητή Νοημοσύνη.
Confidence	Δείκτης αξιοπιστίας των δεδομένων.
discoverymethod, discoverylog, discoverytool	Μέθοδος και εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την ανακάλυψη των δεδομένων, αλλά και η συναλλαγή που έγινε με το εργαλείο για να παραχθούν οι εγγραφές

Συσχετίσεις:

- Συνδέεται με τον πίνακα spatial_reference μέσω του spatialref_fk, ώστε να αναπαριστά τη γεωγραφική τοποθεσία του γεγονότος.
- Συνδέεται με τον πίνακα disaster_type μέσω του disastertype_fk, ώστε να κατηγοριοποιεί το είδος της φυσικής καταστροφής.

Πίνακας spatial_reference (Χωρικές Αναφορές)

Ο πίνακας spatial_reference αποθηκεύει δεδομένα που σχετίζονται με γεωγραφικές τοποθεσίες και παρέχει αναφορές για τη χωρική διάσταση των γεγονότων φυσικών καταστροφών.

Πεδία:

ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
id (Πρωτεύον κλειδί)	Μοναδικός αναγνωριστικός αριθμός κάθε χωρικής αναφοράς.
admlevel	Επίπεδο διοικητικής διαίρεσης (π.χ. Περιφέρεια, Δήμος, Κοινότητα).

ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
elstatlektiko	Το όνομα της περιοχής όπως δίνεται από την ΕΛΣΤΑΤ
elstatkalkode, elstatperifereiakalkode_fk, elstatdhmoskalkode_fk, elstatdhmotikhenothtakakcode_fk	Κωδικοί διοικητικής ταξινόμησης από την ΕΛΣΤΑΤ.
lektikosearchable	Πεδίο αναζήτησης της τοποθεσίας με βελτιστοποιημένη γραφή.
geom_polygon	Γεωμετρική αναπαράσταση πολύγωνου, που ορίζει τη γεωγραφική περιοχή της χωρικής αναφοράς.
geom_point	Γεωμετρική αναπαράσταση σημείου, που χρησιμοποιείται για ακριβή τοποθεσία. Όσες περιοχές ήταν πολύγωνα έγινε υπολογισμός του κέντρου τους
updated_on_date	Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης των δεδομένων.

Συσχετίσεις:

- Συνδέεται με τον πίνακα disaster_event μέσω του spatialref_fk, επιτρέποντας την απεικόνιση των γεγονότων στον χάρτη.

Πίνακας disaster_type (Τύποι Καταστροφών)

Ο πίνακας disaster_type περιλαμβάνει την τυποποίηση των φυσικών καταστροφών βάσει διεθνών προτύπων.

Πεδία:

ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
id (Πρωτεύον κλειδί)	Μοναδικός αναγνωριστικός αριθμός κάθε τύπου καταστροφής.
short_title	Συνοτομογραφία του τύπου καταστροφής.
title_gr, title_en	Πλήρης ονομασία του τύπου καταστροφής στα ελληνικά και στα αγγλικά.
un_ref_id, un_ref_title_gr, un_ref_title_en	Κωδικοί και περιγραφές φυσικών καταστροφών σύμφωνα με το UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction).
hazard_cluster, hazard_type	Πρόσθετα πεδία για την ομαδοποίηση των καταστροφών.

Συσχετίσεις:

- Συνδέεται με τον πίνακα disaster_event μέσω του disastertype_fk, καθορίζοντας τον τύπο της καταστροφής για κάθε γεγονός.

Γενική Λειτουργία της Βάσης Δεδομένων

1. Αποθήκευση Δεδομένων Γεγονότων – Τα γεγονότα φυσικών καταστροφών καταχωρούνται στον πίνακα `disaster_event` με αναφορά σε τοποθεσίες και κατηγορίες καταστροφών.
2. Χωρική Ανάλυση – Η ύπαρξη γεωμετρικών πεδίων (`geom_polygon`, `geom_point`) στον πίνακα `spatial_reference` επιτρέπει την απεικόνιση των γεγονότων σε διαδραστικούς χάρτες.
3. Κανονικοποίηση Δεδομένων – Η ταξινόμηση των καταστροφών μέσω `disaster_type` διασφαλίζει ότι οι πληροφορίες είναι δομημένες και συμβατές με διεθνή πρότυπα.
4. Αποδοτικές Αναζητήσεις και Φιλτράρισμα – Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις μεταξύ των πινάκων, η βάση δεδομένων επιτρέπει αναζητήσεις βάσει ημερομηνίας, τοποθεσίας, τύπου καταστροφής και διοικητικής διαίρεσης.

Υποστήριξη της Εφαρμογής από τη Βάση Δεδομένων

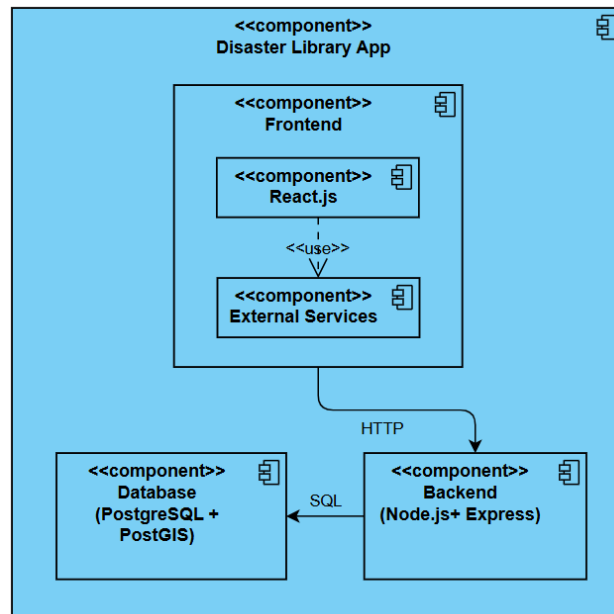
- Φιλτράρισμα και Αναζήτηση – Οι χρήστες μπορούν να εφαρμόζουν φίλτρα βάσει τοποθεσίας, χρονικής περιόδου και τύπου καταστροφής.
- Οπτικοποίηση Δεδομένων – Τα δεδομένα μπορούν να προβληθούν είτε σε πίνακα, είτε σε διαδραστικό χάρτη, είτε σε δομημένο γράφημα σχέσεων.
- Εξαγωγή και Ανάλυση Δεδομένων – Παρέχεται η δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων σε μορφή Excel (XLSX) για περαιτέρω ανάλυση.
- Διαχείριση και Ενημέρωση Δεδομένων – Τα δεδομένα προέρχονται από διαδικτυακές πηγές, καθαρίζονται, κανονικοποιούνται και εισάγονται στη βάση.

3.3. Αρχιτεκτονική

Η εφαρμογή βασίζεται σε μια μοντέρνα web αρχιτεκτονική που διαχωρίζει το frontend (περιβάλλον χρήστη) από το backend (διαχείριση δεδομένων και λογική εφαρμογής). Χρησιμοποιεί μια RESTful API προσέγγιση, η οποία επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών συστατικών της εφαρμογής. Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής είναι σχεδιασμένη με σκοπό τη βελτιστοποίηση της ταχύτητας, της απόδοσης και της διαχείρισης δεδομένων.

3.3.1. Component Diagram

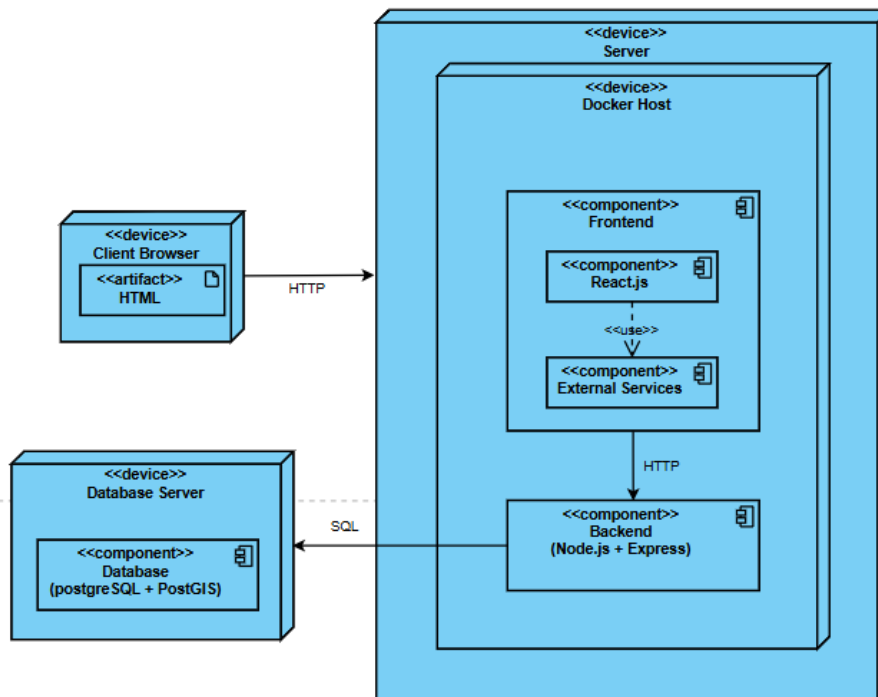
Το Component Diagram παρουσιάζει την οργάνωση των κύριων συστατικών της εφαρμογής και τον τρόπο αλληλεπίδρασής τους.



Εικόνα 19.Component Diagram

3.3.2. Deployment Diagram

Το Deployment Diagram δείχνει τον τρόπο με τον οποίο τα διαφορετικά συστατικά της εφαρμογής φιλοξενούνται και επικοινωνούν μεταξύ τους.



Εικόνα 20.Deployment Diagram

3.4. Υλοποίηση - Επίδειξη

3.4.1. Ανάπτυξη Backend και Διαχείριση Δεδομένων

Η ανάπτυξη του backend αποτελεί ένα από τα βασικά μέρη της υλοποίησης της εφαρμογής, καθώς είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της βάσης δεδομένων, την εκτέλεση των ερωτημάτων και την επικοινωνία με το frontend. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί Node.js και Express.js για τη δημιουργία ενός RESTful API, το οποίο επιτρέπει την ανάκτηση, την εισαγωγή και την επεξεργασία δεδομένων μέσω ασφαλών HTTP αιτημάτων. Το backend της εφαρμογής χειρίζεται τα αιτήματα του frontend και τα μετατρέπει σε SQL queries για τη βάση δεδομένων. Η επικοινωνία μεταξύ του frontend και του backend γίνεται μέσω αιτημάτων GET, POST ανάλογα με την επιθυμητή λειτουργία.

Τα βασικά επίπεδα του backend περιλαμβάνουν:

1. Διαχείριση αιτημάτων API (Express.js)
 - Υλοποίηση endpoints για την επικοινωνία με το frontend.
 - Επαλήθευση και επεξεργασία των εισερχόμενων δεδομένων.
2. Επεξεργασία δεδομένων και εκτέλεση queries
 - Δόμηση SQL queries που ανακτούν δεδομένα από τη βάση.
 - Διαχείριση της απόδοσης και βελτιστοποίηση των ερωτημάτων.
3. Σύνδεση με τη βάση δεδομένων.

Διαχείριση Δεδομένων στη Βάση

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί PostgreSQL ως σχεσιακή βάση δεδομένων και το PostGIS ως επέκταση για τη διαχείριση χωρικών δεδομένων. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται περιλαμβάνουν:

- Γεγονότα φυσικών καταστροφών με πληροφορίες όπως ημερομηνία, τοποθεσία και τύπος καταστροφής.
- Χωρικές αναφορές για τη συσχέτιση των γεγονότων με συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές.
- Πληροφορίες για τους τύπους φυσικών καταστροφών, σύμφωνα με πρότυπα όπως το UNDRR.

Χρήση Χωρικών Queries

Για την αποδοτική διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων, χρησιμοποιούνται χωρικές συναρτήσεις του PostGIS. Αυτές επιτρέπουν:

- Αναζήτηση γεγονότων εντός συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής.
- Υπολογισμό αποστάσεων μεταξύ γεγονότων για τη σύγκριση δεδομένων.

- Οπτικοποίηση δεδομένων σε διαδραστικό χάρτη μέσω του Leaflet.

Υλοποίηση API Endpoints

Το backend προσφέρει διαφορετικά endpoints για ανάκτηση δεδομένων γεγονότων, αναζήτηση χωρικών δεδομένων αλλά και εισαγωγή δεδομένων. Παρακάτω παρουσιάζονται τα κύρια endpoints της εφαρμογής:

- GET /api/disasterEvents/filtered: Ανάκτηση των γεγονότων με βάση τα φίλτρα του χρήστη, οποία εισάγονται σαν μεταβλητές μέσα στο query. Γίνεται ανάκτηση απευθείας των φιλτραρισμένων γεγονότων για να μην μεγαλώνει ο όγκος των δεδομένων που έχει να διαχειριστεί το frontend και να διατηρεί καλύτερη απόδοση.
- GET /api/disasterEvents/compared: Υπολογισμός της απόστασης και της διαφοράς ημερών των φιλτραρισμένων γεγονότων από το επιλεγμένο (προς ανάλυση) γεγονός. Οι υπολογισμός της απόστασης γίνεται με χρήση συνάρτησης του PostGIS κατά την εκτέλεση του query για χάρη ταχύτητας, ακρίβειας και πιο απλής λειτουργίας του frontend. Εδώ γίνεται χρήση πρώτα ενός βοηθητικού query που ανακτά το στοιχείο του επιλεγμένου σημείου μέσω του id του από το frontend, ούτως ώστε κατά την ανάκτηση των υπόλοιπων γεγονότων να υπολογίζονται η απόσταση και η μέρες από αυτό.
- POST /import: Γίνεται αρχικά ένας έλεγχος των προς εισαγωγή δεδομένων (αρχεία CSV/XLSX) στο backend και στην συνέχεια η εισαγωγή τους στην βάση δεδομένων.

Η απόδοση των ερωτημάτων βελτιστοποιείται με προεπεξεργασία των δεδομένων στο backend, μειώνοντας έτσι το φόρτο στο frontend. Εννοείται ότι υπάρχουν και άλλα queries που καλύπτουν τις ανάγκες της εφαρμογής αλλά αυτά είναι τα πιο σημαντικά.

3.4.2. Ανάπτυξη Frontend

Η ανάπτυξη του frontend της εφαρμογής βασίζεται στο React.js, μια δημοφιλή βιβλιοθήκη JavaScript για τη δημιουργία διαδραστικών διεπαφών χρήστη. Το frontend είναι υπεύθυνο για την παρουσίαση των δεδομένων, την αλληλεπίδραση του χρήστη και την επικοινωνία με το backend API για την ανάκτηση και επεξεργασία πληροφοριών. Οργανώνεται σε επαναχρησιμοποιήσιμα components, τα οποία διαχειρίζονται την απόδοση των δεδομένων, την εισαγωγή φίλτρων και τις λειτουργίες του χρήστη. Η εφαρμογή αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

Κύριο περιβάλλον χρήστη (UI)

- Sidebar με φίλτρα: Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει κριτήρια αναζήτησης.
- Κύριο περιεχόμενο: Αλλάζει δυναμικά μεταξύ διαφορετικών προβολών δεδομένων.
- Navigation bar: Περιέχει επιλογές για τις διάφορες προβολές στο κύριο μέρος μεταξύ Χάρτη, Πίνακα, Γράφο, Προβολή Import, και Export button.
- Γραφική αναπαράσταση (Graph View): Οπτικοποιεί τις σχέσεις μεταξύ των γεγονότων.

Διαχείριση δεδομένων

- Τα δεδομένα αποθηκεύονται προσωρινά (state management) μέσω του useState και ανακτώνται δυναμικά μέσω Axios από το backend.
- Οι αλλαγές στο φίλτρο απόστασης ενημερώνουν αυτόματα τα δεδομένα μέσω React hooks και αλλάζουν δυναμικά τον Πίνακα και τον Γράφο.

Επικοινωνία με το backend API

- Χρησιμοποιεί Axios για την αποστολή αιτημάτων προς το REST API.
- Διαχειρίζεται απαντήσεις και χειρίζεται σφάλματα σε πραγματικό χρόνο.

Δομή των Components

Το frontend οργανώνεται σε ξεχωριστά components που αναλαμβάνουν διαφορετικές λειτουργίες:

1. **FilterSidebar.js:** Περιέχει όλα τα φίλτρα αναζήτησης τα οποία μεταφέρονται ως μεταβλητές στο backend για αναζήτηση μέσα στην βάση. Επικοινωνεί με τα υπόλοιπα components για την ενημέρωση των δεδομένων. Η επιλογή adm level και location εκτός από σκοπούς αναζήτησης, κάνουν fetch το πολύγωνο της περιοχής εντός της οποίας γίνεται η αναζήτηση για μεγαλύτερη διαδραστικότητα. Η μπάρα για επιλογή απόστασης είναι φίλτρο του frontend και όχι του backend όπως τα υπόλοιπα και δίνει την δυνατότητα στον χρήστη αφού επιλέξει οποιοδήποτε σημείο να ορίσει την ακτίνα που τον ικανοποιεί για την μελέτη των εξαρτήσεων του γεγονότος βλέποντας τα γεγονότα να αλλάζουν μετακινώντας την μπάρα.
2. **MapView.js:** Χρησιμοποιεί το Leaflet.js για την απεικόνιση των γεγονότων σε χάρτη. Προσφέρει δυνατότητα επιλογής ενός γεγονότος μέσω κλικ.
3. **TableView.js:** Προβάλλει τα δεδομένα σε μορφή πίνακα. Επιτρέπει την ταξινόμηση και το φιλτράρισμα τους. Αν έχει επιλεγεί σημείο το εμφανίζει πρώτο και τα υπόλοιπα από κάτω μαζί με την απόσταση τους σε χώρο και χρόνο από αυτό. Αλλάζει δυναμικά με την μετακίνηση της μπάρας απόστασης από επιλεγμένο σημείο.
4. **GraphView.js:** Οπτικοποιεί τις σχέσεις μεταξύ γεγονότων φυσικών καταστροφών μέσω γραφήματος, χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη reagraph. Οι σχέσεις μεταξύ των καταστροφών υπάρχουν σε ένα αρχείο εντός του κώδικα οι οποίες ανακτώνται στην αρχική φόρτωση της εφαρμογής και η επιλογή του γράφου είναι διαθέσιμη μόνο αν έχει επιλεγεί συγκεκριμένο σημείο από τον χάρτη ή τον πίνακα για ανάλυση. Κάθε κόμβος αναπαριστά ένα γεγονός και κάθε ακμή μια σχέση μεταξύ τους. Το component

λαμβάνει ως είσοδο το επιλεγμένο γεγονός, τα φιλτραρισμένα σημεία με τους υπολογισμούς αποστάσεων και χρόνου και τις σχέσεις καταστροφών. Αρχικά, προσθέτει το επιλεγμένο γεγονός ως κεντρικό κόμβο και ενώνει τα συνδεδεμένα γεγονότα με ακμές, εφόσον πληρούνται τα κριτήρια απόστασης και σχέσης. Ο χρήστης μπορεί να επεκτείνει ή να καταρρίψει κόμβους κάνοντας κλικ πάνω τους, αποκαλύπτοντας τις δικές τους συνδέσεις με γεγονότα εντός της ακτίνας. Η διαχείριση των δυναμικά προστιθέμενων κόμβων και ακμών γίνεται μέσω `useState`. Το `Graph View` επιτρέπει την ανάλυση σχέσεων μεταξύ φυσικών καταστροφών, βοηθώντας τους χρήστες να μελετήσουν τη χρονική και χωρική συσχέτισή τους μέσα από ένα διαδραστικό γραφικό περιβάλλον. Ο γράφος αλλάζει δυναμικά με την μετακίνηση της μπάρας απόστασης αφού μεγαλώνει ή μικραίνει ανάλογα το σύνολο των γεγονότων εντός ακτίνας του επιλεγμένου γεγονότος.

5. **ImportView.js:** Επιτρέπει την εισαγωγή αρχείων δεδομένων από τον χρήστη. Υποστηρίζει αρχεία CSV/XLSX.

Διαχείριση Καταστάσεων και Ροή Δεδομένων

Η διαχείριση της κατάστασης των δεδομένων γίνεται μέσω React hooks όπως το `useState` και το `useEffect`. Ο τρόπος ροής των δεδομένων είναι ο εξής:

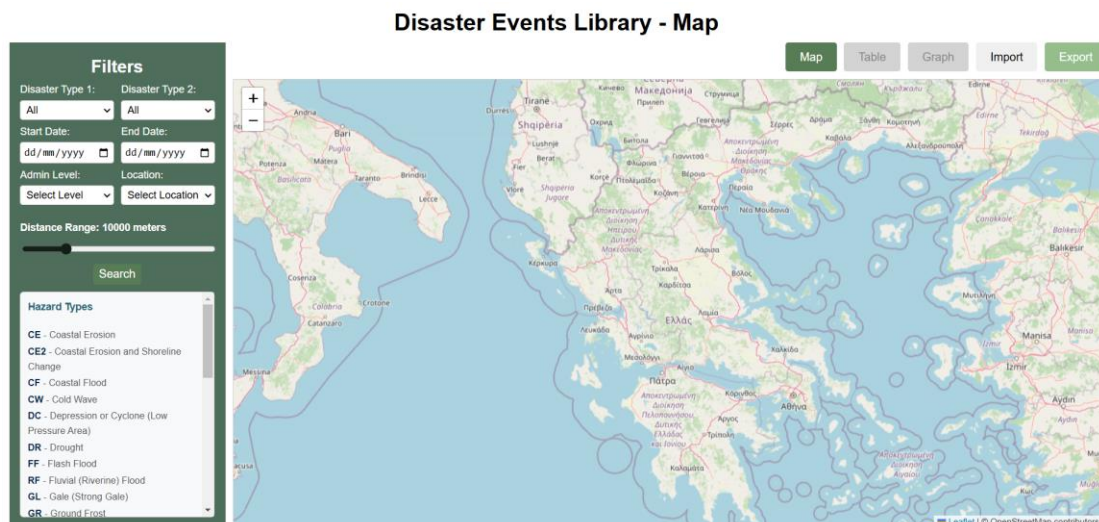
1. Ο χρήστης επιλέγει φίλτρα στο `FilterSidebar`.
2. Τα φίλτρα αποστέλλονται στο backend μέσω `Axios`.
3. Το backend επιστρέφει τα δεδομένα στο frontend.
4. Τα δεδομένα αποθηκεύονται προσωρινά στο `React State` και εμφανίζονται στις κατάλληλες προβολές.

Αν ο χρήστης επιλέξει ένα γεγονός, ενημερώνονται οι υπόλοιπες προβολές δυναμικά.

3.4.3. Επίδειξη Εφαρμογής

Ακολουθεί επίδειξη της εφαρμογής και της χρήσης της

Με το που ανοίγει ο χρήστης την εφαρμογή βλέπει στα αριστερά του τα διαθέσιμα φίλτρα, πάνω δεξιά την μπάρα πλοήγησης με την προβολή χάρτη επιλεγμένη και από κάτω τον χάρτη κενό αφού δεν έχει γίνει ακόμα αναζήτηση.



Εικόνα 21. Home Page - Map View

Ο χρήστης τώρα μπορεί να επιλέξει τιμές για τα φίλτρα και κάνοντας κλικ στο search τα αποτελέσματα θα εμφανιστούν στον χάρτη. Όπως φαίνεται στο παρακάτω στιγμιότυπο επιλέξαμε για παράδειγμα τον πρώτο μήνα του 2019 για περίοδο αναζήτησης. Από την στιγμή που δεν επιλέξαμε disaster type και location, θα έχουμε αποτέλεσμα για όλα. Σε περίπτωση που θέλαμε να επιλέξουμε disaster type, έχουμε την επιλογή να επιλέξουμε 1 ή 2 είδη καταστροφών. Όσον αφορά το Admin Level, από εκεί επιλέγουμε τα επίπεδα διοικητικών περιοχών 1 έως 6, με το 1 να είναι το μεγαλύτερο (Περιφέρειες) και το 6 να είναι τοπικές κοινότητες.



Εικόνα 22. Map View After Search

Έχουν εμφανιστεί πλέον τα γεγονότα της αναζήτησης στον χάρτη ο χρήστης μπορεί τώρα να μετακινηθεί στον χάρτη, να κάνει ζουμ και κάνοντας hover πάνω από ένα γεγονός να δει κάποια από τα στοιχεία του. Μπορεί επίσης να μεταβεί στην προβολή πίνακα από το navigation bar και να δει τα γεγονότα σε πίνακα μαζί με όλες τις πληροφορίες τους, αλλά και να τα εξαγει κάνοντας κλικ στο export.

Disaster Events Library - Table

Filters

Disaster Type 1: All Disaster Type 2: All

Start Date: 01/01/2019 End Date: 01/02/2019

Admin Level: Select Level Location: Select Location

Distance Range: 10000 meters

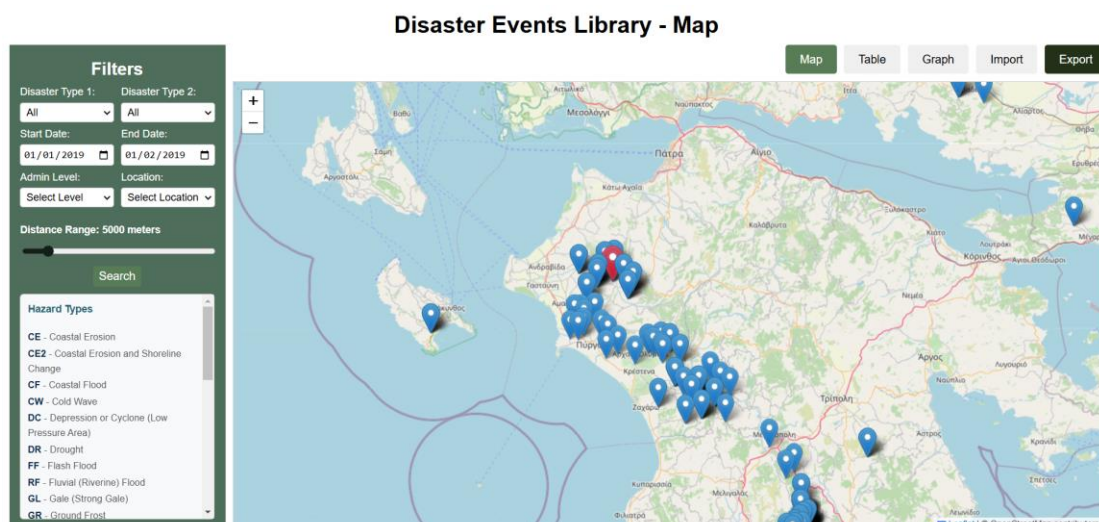
Hazard Types

- CE - Coastal Erosion
- CE2 - Coastal Erosion and Shoreline Change
- CF - Coastal Flood
- CW - Cold Wave
- DC - Depression or Cyclone (Low Pressure Area)
- DR - Drought
- FF - Flash Flood
- RF - Fluvial (Riverine) Flood
- GL - Gale (Strong Gale)
- GR - Ground Frost

ID	Location	Spatial Ref Source	Disaster Type	Event Date	Event End Date	Alert Start	Alert End	Publish Date	Index N	Index From
317	Νέον Σούλιον,το	Νέο Σούλι	Βροχόπτωση	25/01/2019	26/01/2019	25/01/2019	25/04/2019	01/02/2019	1	2
318	Σκοπός,ο	Νέος Σκοπός	Βροχόπτωση	25/01/2019	26/01/2019	25/01/2019	25/04/2019	01/02/2019	2	2
319	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Πλημμύρα	26/01/2019	26/01/2019	26/01/2019	26/04/2019	01/02/2019	1	9
320	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Κατολίσθηση	26/01/2019	26/01/2019	26/01/2019	26/04/2019	01/02/2019	2	9
321	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Τοπική Κοινότητα Βουρβούρων	Βροχόπτωση	26/01/2019	26/01/2019	26/01/2019	26/04/2019	01/02/2019	3	9
322	Πέτρου,ο	Τοπικές Κοινότητες Καστρίου και Ανατολική Πέτρου	Πλημμύρα	26/01/2019	26/01/2019	26/01/2019	26/04/2019	01/02/2019	4	9

Εικόνα 23. Table View

Αν ο χρήστης επιθυμεί να μελετήσει κάποιο συγκεκριμένο σημείο μπορεί να το επιλέξει είτε κάνοντας κλικ πάνω στο γεγονός στην προβολή χάρτη, είτε κάνοντας κλικ στο id του στον πίνακα.



Εικόνα 24. Map View With Selected Point

Όταν επιλέξουμε γεγονός πάνω στον χάρτη τότε το εικονίδιο του γίνεται κόκκινο και λίγο μεγαλύτερο. Αν μεταβούμε στην προβολή πίνακα θα δούμε το επιλεγμένο γεγονός στην κορυφή και όσα βρίσκονται εντός της ακτίνας που επιλέγουμε από κάτω με δύο νέα πεδία σε κάθε γραμμή που αναγραφουν την απόσταση από το επιλεγμένο σημείο και την διαφορά σε μέρες. Ο πίνακας μπορεί να ταξινομηθεί για οποιοδήποτε από τα πεδία.

Disaster Events Library - Table

Filters

Disaster Type 1: All Disaster Type 2: All

Start Date: 01/01/2019 End Date: 01/02/2019

Admin Level: Select Level Location: Select Location

Distance Range: 5000 meters

[Search](#)

Hazard Types

- CE - Coastal Erosion
- CE2 - Coastal Erosion and Shoreline Change
- CF - Coastal Flood
- CW - Cold Wave
- DC - Depression or Cyclone (Low Pressure Area)
- DR - Drought
- FF - Flash Flood
- RF - Fluvial (Riverine) Flood
- GL - Gale (Strong Gale)
- GR - Ground Frost

ID	Location	Spatial Ref Source	Disaster Type	Event Date	Event End Date	Alert Start	Alert End	Publish Date	Index N	Index From	AD
693	Τοπική Κοινότητα Εφύρας	Εφύρας	Πλημμύρα	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	8	80	01/ ΤΔ
692	Τοπική Κοινότητα Εφύρας	Εφύρας	Κατολίσθηση	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	7	80	01/ ΤΔ
690	Τοπική Κοινότητα Εφύρας	Εφύρας	Βροχόπτωση	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	5	80	01/ ΤΔ
691	Τοπική Κοινότητα Εφύρας	Εφύρας	Χαλαζόπτωση	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	6	80	01/ ΤΔ
689	Τοπική Κοινότητα Σιμόπουλου	Σιμόπουλου	Πλημμύρα	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	4	80	01/ ΤΔ
688	Τοπική Κοινότητα Σιμόπουλου	Σιμόπουλου	Κατολίσθηση	27/01/2019	29/01/2019	27/01/2019	29/07/2019	01/02/2019	3	80	01/ ΤΔ

Εικόνα 25. Table View With Selected Point (1)

Disaster Events Library - Table

Filters

Disaster Type 1: All Disaster Type 2: All

Start Date: 01/01/2019 End Date: 01/02/2019

Admin Level: Select Level Location: Select Location

Distance Range: 5000 meters

[Search](#)

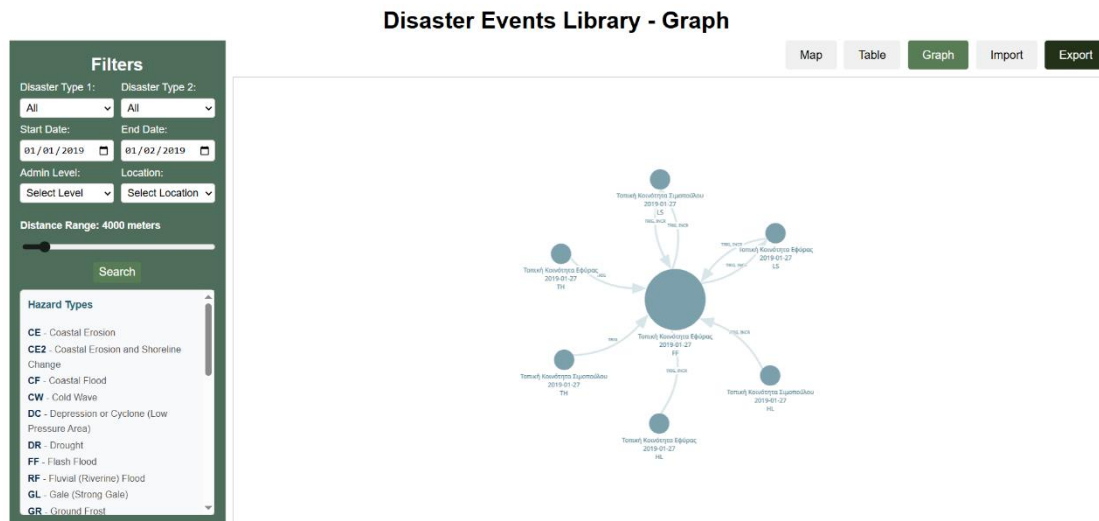
Hazard Types

- CE - Coastal Erosion
- CE2 - Coastal Erosion and Shoreline Change
- CF - Coastal Flood
- CW - Cold Wave
- DC - Depression or Cyclone (Low Pressure Area)
- DR - Drought
- FF - Flash Flood
- RF - Fluvial (Riverine) Flood
- GL - Gale (Strong Gale)
- GR - Ground Frost

Publisher	Source Link	Source Notes	Notes	Discovery Date	Discovery Method	Confidence	Discovery Tool	Discovery Log	Discovery Notes	Distance (meters)	Days Difference
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	-	-
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	0	0
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	0	0
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	0	0
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	3675.88	0
ΓΕΙΟ ΑΣΙΑΣ ΤΟΥ +100042756	Link	N/A	725-κ-Κήρυξη σε κατάσταση Επείγουσας Ανάγκης Πολιτικ...	18/12/2024	Artificial Intelligence	0.5	GPT-4o	{'system': {'role': 'system', 'content': 'You are ...	N/A	3675.88	0

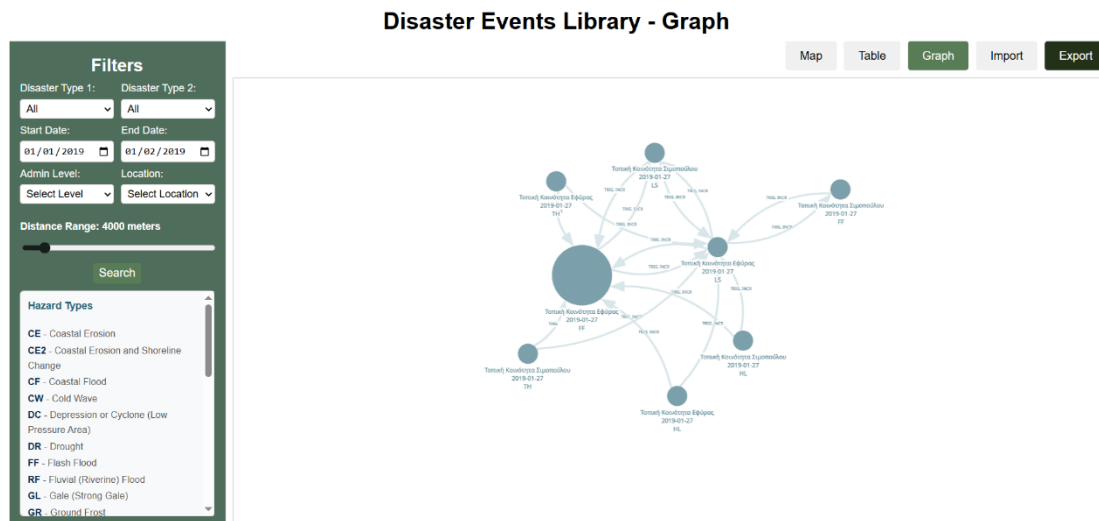
Εικόνα 26. Table View With Selected Point (2)

Στην συνέχεια ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στην προβολή γράφου και να οπτικοποιήσει τις σχέσεις του επιλεγμένου γεγονότος με τα υπόλοιπα που βρίσκονται εντός της ακτίνας αναζήτησης



Εικόνα 27. Graph View

Στον κάθε κόμβο αναγράφεται η τοποθεσία, η ημερομηνία και το είδος της καταστροφής. Πάνω στις ακμές αναγράφεται η σχέση που διέπει της καταστροφές και η κατεύθυνση τους ορίζει από ποια καταστροφή φτάσαμε στην άλλη. Στον γράφο οι καταστροφές και οι σχέσεις αναγράφονται σε συντομογραφίες και ο χρήστης μπορεί να δει τις πλήρεις μορφές στο υπόμνημα κάτω από τα φίλτρα αναζήτησης. Τέλος δίνεται η δυνατότητα επέκτασης ενός κόμβου, δηλαδή εμφάνιση όλων των δικών του σχέσεων κάνοντα κλικ πάνω σε ένα κόμβο, και με δεύτερο κλικ ο κόμβος επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση



Εικόνα 28. Graph View With Expanded Node

Εισαγωγή νέων δεδομένων:

Αν ο χρήστης επιθυμεί να εισάγει νέα γεγονότα εντός της εφαρμογής μεταβαίνει από το navigation bar στο Import View όπου παρέχονται οδηγίες για την μορφοποίηση του προς

εισαγωγή αρχείου. Ακολούθως επιλέγει το αρχείο που θέλει να ανεβάσει από το Choose File και στην συνέχεια κάνει κλικ στο Upload File. Η εφαρμογή επιστρέφει μήνυμα επιτυχίας ή αποτυχίας και τον λόγο που απέτυχε η εισαγωγή.

Disaster Events Library - Import

MapTableGraphImportExport

Filters

Disaster Type 1:AllDisaster Type 2:All

Start Date:01/01/2019End Date:01/02/2019

Admin Level:Select LevelLocation:Select Location

Distance Range: 5000 meters

Search

Hazard Types

CE - Coastal Erosion

CE2 - Coastal Erosion and Shoreline Change

CF - Coastal Flood

CW - Cold Wave

DC - Depression or Cyclone (Low Pressure Area)

DR - Drought

FF - Flash Flood

RF - Fluvial (Riverine) Flood

GL - Gale (Strong Gale)

GR - Ground Frost

Import Disaster Events

Please upload a CSV or XLSX file containing disaster event data. The file should include the following fields:

spatialref_fk (required)

spatialref_source (required)

disastertype_fk (required)

disastertype_source (required)

eventdate (required, format: YYYY-MM-DD)

eventenddate (optional, format: YYYY-MM-DD)

alertstartdate (optional, format: YYYY-MM-DD)

alertenddate (optional, format: YYYY-MM-DD)

publishdate (required, format: YYYY-MM-DD)

index_n (required)

index_from (required)

ada (required)

infosource (required)

infosourcetype (required)

infosourcepublisher (required)

infosourcecelink (required)

infosourcenotes (optional)

notes (optional)

discoverydate (required, format: YYYY-MM-DD)

discoverymethod (required)

confidence (required)

discoverytool (optional)

discoverylog (optional)

discoverynotes (optional)

Make sure that the foreign key fields (spatialref_fk and disastertype_fk) correspond to existing IDs in the database.

Choose File

Upload File

Εικόνα 29. Import View

4. Συμπεράσματα - Επόμενα Βήματα

4.1. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η δυνατότητα αξιοποίησης των ανακοινώσεων από δημόσιους φορείς, όσον αφορά φαινόμενα φυσικών καταστροφών. Αρχικά επικεντρωθήκαμε στην εξαγωγή δεδομένων από τις ανακοινώσεις μέσω χρήσης τεχνητής νοημοσύνης και συγκεκριμένα Large language Models. Η συγκεκριμένη τεχνολογία τα τελευταία χρόνια αποτελεί το επίκεντρο της μελέτης της τεχνητής νοημοσύνης και αναπτύσσεται με εκθετικό ρυθμό. Κατά το διάστημα εκπόνησης της εργασίας δημοσιεύονταν νέα ισχυρότερα μοντέλα συνεχώς και οδήγησαν σε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στην δική μας περίπτωση. Ακολούθως μετά από έρευνα ορίστηκε μια διαδικασία κανονικοποίησης των δεδομένων με σκοπό να γίνει ανάλυση τους υπό γνωστούς παράγοντες και το επίπεδο επιτυχίας πάλι ήταν πολύ ενθαρρυντικό. Η συγκεκριμένη διαδικασία και μορφοποίηση των δεδομένων μπορεί να αποτελέσει κατευθυντήριο στην δημιουργία ομοιόμορφων δεδομένων από διαφορετικούς φορείς που θέλουν να συνεισφέρουν. Τέλος αναπτύχθηκε η εφαρμογή σε συνδυασμό με την βάση για την φύλαξη των δεδομένων. Από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της εφαρμογής η συνεισφορά που μπορούν να έχουν τα συγκεκριμένα δεδομένα ήταν φανερή. Μέσω της εφαρμογής ο ερευνητής μπορεί εύκολα να εντοπίσει γεγονότα βάση ημερομηνίας ή περιοχής και στην συνέχεια μέσω του γράφου να μελετήσει την συσχέτιση τους με άλλα συναφή γεγονότα εντός της ακτίνας χρόνου και χώρου που επιθυμεί. Η μελέτη αυτή μπορεί ευκολά να συνεισφέρει στην πρόληψη καταστροφών που προκαλούν τα διάφορα φυσικά φαινόμενα. Επίσης το γεγονός ότι υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων μπορεί να εμπλουτίσει σημαντικά την βάση δεδομένων και με την δυνατότητα εξαγωγής ο ερευνητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα και εκτός της συγκεκριμένης εφαρμογής για οποιαδήποτε ανάλυση μπορεί να φανταστεί.

4.2. Επόμενα Βήματα

Πιθανές επεκτάσεις που μπορούν να ακολουθήσουν την παρούσα εργασία εντοπίζονται και στην διαδικασία εξαγωγής – κανονικοποίησης των δεδομένων αλλά και στην εφαρμογή. Στην περίπτωση των δεδομένων θα μπορούσε να γίνει εκπαίδευση ενός μοντέλου LLM σε ανακοινώσεις που αφορούν γεγονότα φυσικών καταστροφών που συνέβησαν στην Ελλάδα, το οποίο θα εξυπηρετούσε την συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης και πολύ πιθανόν τα αποτελέσματα του να ήταν ακόμη καλύτερα. Επίσης η δημιουργία ενός αυτόματου συστήματος που θα δημιουργεί και θα καταχωρεί δεδομένα για νέες ανακοινώσεις από τις αντίστοιχες σελίδες των φορέων, Στην περίπτωση της εφαρμογής το User Experience θα μπορούσε να αναβαθμιστεί λειτουργικά με περισσότερες λειτουργίες αλλά και εμφανισιακά για να είναι πιο προσιτό και εύχρηστο σε ερευνητές. Χρήσιμες λειτουργίες θα ήταν η αυτόματη δημιουργία αναφορών από την εφαρμογή για ένα επιλεγμένο γεγονός, η δημιουργία μιας προβολής

στατιστικών και η δημιουργία ενός εργαλείου που μπορεί να επεξεργάζεται μια ανακοίνωση που θα εισάγει ο χρήστης και να δημιουργεί αυτόματα νέες εγγραφές. Θα μπορούσε επίσης με το ενδιαφέρον εμπλεκόμενων με το θέμα δημόσιων φορέων, να δημιουργηθεί ένα πιο επίσημο dataset για δημιουργία επικυρωμένων αναλύσεων και ερευνών. Ακόμη τα παραγόμενα δεδομένα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην δημιουργία μοντέλων προβλέψεων φυσικών καταστροφών με σκοπό ενσωμάτωσης της λειτουργίας στην παρούσα εφαρμογή, ή στην δημιουργία μιας νέας ειδικής για τον σκοπό αυτό εφαρμογής.

5. Βιβλιογραφία

- [1] <https://www.usgs.gov/global-fiducials-library-data-access-portal/processes>
- [2] Bokwa, A. (2013). Natural Hazard. In: Bobrowsky, P.T. (eds) Encyclopedia of Natural Hazards. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_248
- [3] CRED and UNDRR (2020). The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019), Available at: <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
- [4] CRED (2024). 2023 Disasters in Numbers - A Significant Year of Disaster Impact. Available at: <https://www.un-spider.org/news-and-events/news/cred-publication-2023-disasters-numbers-significant-year-disaster-impact>
- [5] CRED (2021). 2020: The non-COVID year in disasters. Available at: <https://www.undrr.org/publication/2020-non-covid-year-disasters>
- [6] CRED (2022). 2021 Disasters in numbers – Extreme events defining our lives. Available at: <https://www.un-spider.org/news-and-events/news/cred-publication-2021-disasters-numbers>
- [7] CRED (2023). 2022 Disasters in Numbers – Climate in action. Available at: https://www.preventionweb.net/publication/2022-disasters-numbers?utm_source=PreventionWeb&utm_campaign=8d268f2c6f-PreventionWeb+daily&utm_medium=email&utm_term=0_b73053c1c6-8d268f2c6f-485859101
- [8] United Nations Environment Programme (2022). Spreading like Wildfire –The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. A UNEP Rapid Response Assessment. Nairobi. Available at: https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw9Km3BhDjARIsAGUb4nyOd2VDagW1BQAmytLAMOCDB-Fn_VZvSYz9MJocjTXtLCZazFsKyhMaAv6EEALw_wcBv
- [9] Liu, B.; Siu, Y.L.; Mitchell, G. Hazard interaction analysis for multi-hazard risk assessment: a systematic classification based on hazard-forming environment, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2016, 16 (2), 629–642, doi:10.5194/nhess-16-629-2016
- [10] Gill, J.C.; Malamud, B.D. Reviewing and visualizing the interactions of natural hazards, Rev. Geophys. 2014, 52, 680–722, <https://doi.org/10.1002/2013RG000445>
- [11] Murray, V., Abrahams, J., Abdallah, C., Ahmed, K., Angeles, L., Benouar, D., Brenes Torres, A., Chang Hun, C., Cox, S., Douris, J., Fagan, L., Fra Paleo, U., Han, Q., Handmer, J., Hodson, S., Khim, W., Mayner, L., Moody, N., Moraes, O.L.L., Nagy, M., Norris, J., Peduzzi, P., Perwaiz, A., Peters, K., Radisch, J., Reichstein, M., Schneider, J., Smith, A., Souch, C., Stevance, A-S., Triyanti, A., Weir, M., Wright, N., 2021. “Hazard Information Profiles: Supplement to UNDRR-ISC Hazard Definition & Classification Review Technical Report”, United Nations Office for Disaster Risk Reduction: Geneva, Switzerland; International Science

Council: Paris, France, pp. 1-827. Διαθέσιμο στο: <https://www.undrr.org/publication/hazard-information-profiles-hips>

[12] Κατευθυντήριες οδηγίες για την Κήρυξη Περιοχών σε Κατάσταση Έκτακτης Ανάγκης Πολιτικής Προστασίας (άρθρο 25 Ν. 4662/2020 ΦΕΚ Α' τ. 27). https://civilprotection.gov.gr/sites/default/files/2023-01/egyklios_kirixeis_ektaktis_anagis_2022_0.pdf

[13] Rajabifard, A., Feeney, M.-E.F., Williamson, I.P., 2002. "Future directions for SDI development", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 4, Issue 1, pp. 11-22.

[14] V. Vescoukis, P.Galanis, I. Iosifescu, L. Hurni and M. Raubal, "Geo-information infrastructures for inter-disciplinary risk analysis research", Proceedings of the Safety and Reliability of Complex Engineered Systems: ESREL 2015

[15] QGIS: <https://qgis.org/>

[16] OpenAI: <https://openai.com/>

[17] LLMs: <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/large-language-models/>

[18] pgAdmin: <https://www.pgadmin.org/>

[19] Pandas: <https://pandas.pydata.org/>

[20] Requests: <https://docs.python-requests.org/>

[21] itertools (built-in Python library): <https://docs.python.org/3/library/itertools.html>

[22] PyPDF2: <https://pypdf2.readthedocs.io/>

[23] io (built-in Python library): <https://docs.python.org/3/library/io.html>

[24] re (built-in Python library): <https://docs.python.org/3/library/re.html>

[25] unicodedata (built-in Python library): <https://docs.python.org/3/library/unicodedata.html>

[26] fuzzywuzzy: <https://pypi.org/project/fuzzywuzzy/>

[27] openpyxl: <https://openpyxl.readthedocs.io/>

[28] PostgreSQL: <https://www.postgresql.org/>

[29] PostGIS: <https://postgis.net/>

[30] Node.js: <https://nodejs.org/>

[31] Express.js: <https://expressjs.com/>

[32] pg (node-postgres): <https://node-postgres.com/>

[33] React: <https://react.dev/>

[34] Leaflet.js: <https://leafletjs.com/>

- [35] reagraph: <https://reagraph.dev/> (<https://www.npmjs.com/package/reagraph>)
- [36] CSS: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>
- [37] Axios: <https://axios-http.com/>
- [38] XLSX (SheetJS): <https://sheetjs.com/>
- [39] File-Saver: <https://www.npmjs.com/package/file-saver>
- [40] Visual Paradigm: <https://www.visual-paradigm.com/>
- [41] GitHub: <https://github.com/>