



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων
Αποφάσεων**

**Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας στον Τομέα της Δημόσιας
Ασφάλειας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Ιωάννη Α. Μπέκου

Επιβλέπων: **Δημήτριος Ασκούνης**
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων
Αποφάσεων**

Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας στον Τομέα της Δημόσιας Ασφάλειας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Ιωάννη Α. Μπέκου

Επιβλέπων: **Δημήτριος Ασκούνης**
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 11^η Μαρτίου 2020.

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Χρυσόστομος Δούκας
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2020

.....

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΕΚΟΣ

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

Copyright © Ιωάννης Μπέκος, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος - All rights reserved

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. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την σχέση και την επίδραση του επιστημονικού πεδίου της ανάλυσης δεδομένων στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας. Είναι δυο πεδία άρρηκτα συνδεδεμένα καθώς μέσω του συνδυασμού των δυο, μπορούν να προκύψουν σημαντικά στοιχεία και πληροφορίες τα οποία μπορούν οδηγήσουν στην βελτίωση της διαχείρισης συμβάντων στον παραπάνω τομέα. Μέσα από την παρουσίαση περιπτώσεων φυσικών καταστροφών στον ελλαδικό χώρο συγκεκριμένα αλλά και ύστερα από την συγκριτική ανάλυση αυτών εξετάζουμε την σημασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων αλλά και το κατά πόσο είναι αναγκαία η επένδυση σε νέες και βελτιωμένες τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων ώστε να επιτευχθεί βελτίωση στην πρόληψη, διαχείριση αλλά και αντιμετώπιση περιστατικών δημόσιας ασφάλειας.

Λέξεις κλειδιά:

Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας, Συστήματα Οπτικοποίησης Δεδομένων, Δημόσια Ασφάλεια

Abstract

This diploma deals with the relationship and influence of the scientific field of data analysis in the field of public security. The two fields are inextricably linked because through the combination of the two, important knowledge and information can emerge that can lead to improved incident management in the domain of reference. Through the presentation of cases of natural disasters in Greece and after comparative analysis we examine the importance of data collection and analysis as well as the need to invest in new and improved data analysis technologies in order to achieve improvement in prevention, and/or management of public safety incidents.

Keywords: Big Data, Data Visualization Systems, Public security

Ευχαριστίες

Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες προς τον καθηγητή κ.Ασκούνη Δημήτριο και τους επίβλεποντες διδακτορικούς, Παναγιώτη Κοκκινάκο και Ευμορφία Μπιλίρη για τη δυνατότητα που μου παρείχαν να εργαστώ ερευνητικά στον τομέα των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλη την πορεία διεκπεραίωσης της εργασίας.

Θέλω, επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αγάπη, την υπομονή και την αμερόληπτη υποστήριξη τους στην εκπόνηση της εργασίας αλλά και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να προσθέσω ένα ευχαριστώ στους φίλους μου και τους συμφοιτητές μου για την συνεργασία και την αλληλοϋποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια της φοίτησής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή	13
1.1 Αντικείμενο – Σκοπός Εργασίας.....	13
1.2 Φάσεις υλοποίησης	13
1.3 Δομή Τόμου	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ανάλυση του Προβλήματος	16
2.1 Καθορισμός του Προβλήματος.....	16
2.2 Ορισμός των Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας (Big Data)	16
2.3 Ορισμός της Δημόσιας Ασφάλειας	19
2.3.1 Μεγάλα δεδομένα για τη δημόσια ασφάλεια	19
2.3.2 Οι οργανισμοί δημόσιας ασφάλειας χρησιμοποιούν δεδομένα μεγάλης κλίμακας.....	20
2.3.3 Ανάλυση δεδομένων.....	28
2.4 Υπάρχουσες Τεχνολογικές Λύσεις.....	29
2.4.1 Hadoop.....	29
2.4.1.1 Αρχιτεκτονική.....	31
2.4.1.2 Ένα σύμπλεγμα Hadoop πολλαπλών κόμβων	31
2.4.1.3 Σύστημα Αρχείων	32
2.4.2 Apache Spark.....	34
2.4.2.1 Αρχιτεκτονική Apache Spark	35
2.4.2.2 Spark core	36
2.4.2.3 Spark sql.....	36
2.4.3 Εργαλεία εκκαθάρισης δεδομένων	37
2.4.4 Εργαλεία απεικόνισης δεδομένων	38
2.4.5 Γλώσσες Προγραμματισμού	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Μελέτες Περιπτώσεων	41
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1	41
ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΟ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟ ΟΡΟΣ ΣΤΙΣ 23 ΙΟΥΛΙΟΥ 2018.....	41
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 2	45
ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΟΝΗΣΗ 6,3 ΡΙΧΤΕΡ ΣΤΗΝ ΛΕΣΒΟ ΣΤΙΣ 12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017	45

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 3	53
ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΟΝΗΣΗ 6,6 ΡΙΧΤΕΡ ΣΤΗΝ ΚΩ ΣΤΙΣ 21 ΙΟΥΛΙΟΥ 2017.....	53
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 4	60
ΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ ΤΗΣ 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2017 ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΜΑΝΔΡΑΣ - ΕΙΔΥΛΛΙΑΣ.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Σύγκριση Περιπτώσεων.....	66
4.1 Εισαγωγή.....	66
4.2 Ο ορισμός μεγάλων δεδομένων στις περιπτώσεις χρήσης μας.....	66
4.3 Χρήση Λογισμικού	68
4.4 Εργαλεία και πλατφόρμες Business Intelligence και Analytics.....	69
4.4.1 Προηγμένη Ανάλυση.....	69
4.4.2 Ανάλυση περιεχομένου	70
4.4.3 Χωροταξικά στοιχεία και ανάλυση τοποθεσίας	70
4.4.4 Ενσωμάτωση αναλυτικών δεδομένων και ακεραιότητα	71
4.4.5 Διαχείριση Αναλυτικών Δεδομένων	72
4.5 Μέθοδοι Καταγραφής Δεδομένων των Περιπτώσεων	72
4.6 Το πρόβλημα.....	80
4.7 Βασικοί Παράγοντες Επιτυχίας.....	81
4.7.1 Πολιτική υποστήριξη.....	81
4.7.2 Εκπαίδευση.....	81
4.8 Συμπεράσματα στη Διαχείριση Αναλυτικών Δεδομένων	81
4.9 Συμπερασματικά	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Συμπεράσματα και Μελλοντικές Τάσεις	84
5.1 Μελλοντικές τάσεις.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Επίλογος	89
6.1 Επίλογος.....	89
Βιβλιογραφία	92

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Καμμένη έκταση στην ανατολική Αττική στις 23/7/2018	42
Εικόνα 2. Χρονολόγιο της κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων κατά τη διάρκεια της καταστροφής. Ισχυροί δυτικοί άνεμοι φτάνουν στην περιοχή Νέου Βουτζά–Ραφήνας-Ματιού από την Πεντέλη μεταξύ 16:30 και 20:10.....	43
Εικόνα 3. Χρονολόγιο της κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων κατά τη διάρκεια της καταστροφής. Ισχυροί δυτικοί άνεμοι φτάνουν στην περιοχή Νέου Βουτζά–Ραφήνας-Ματιού από την Πεντέλη μεταξύ 20:30 και 23:30.....	44
Εικόνα 4. Εντάσεις ανέμων	44
Εικόνα 5. Γραφική παρουσίαση των λύσεων των μηχανισμών γένεσης του σεισμού της 12ης Ιουνίου 2017 στη ΝΑ Λέσβο.	46
Εικόνα 6. Ζώνη Διάρρηξης.....	47
Εικόνα 7. Χωρική κατανομή των σεισμών κατά το πρώτο 48ωρο της μετασεισμικής περιόδου από το Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ (Τέζα και Σκορδύλης, 2017).	48
Εικόνα 8. Χάρτης αισθητότητας με παράμετρο την εδαφική επιτάχυνση του σεισμού της Λέσβου της 12ης Ιουνίου 2017.	52
Εικόνα 9. Λεπτομερής χάρτης shakemap για την περιοχή της Λέσβου.	52
Εικόνα 10. Ποσοστιαία κατανομή βλαβών ανά οικισμό	53
Εικόνα 11. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή USGS).	54
Εικόνα 12. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή EMSC-CSEM).	54
Εικόνα 13. Γραφική παρουσίαση των λύσεων των μηχανισμών γένεσης του σεισμού της 21ης Ιουλίου 2017 στο θαλάσσιο χώρο ανατολικά της Κω.	55
Εικόνα 14. Κατανομή των επικέντρων των ισχυρότερων μετασεισμών και των μηχανισμών γένεσης των μετασεισμών μεγέθους $M \geq 4.4$	57
Εικόνα 15. Θέσεις των τεσσάρων θέσεων επιταχυνσιογράφων του εθνικού δικτύου AFAD της Τουρκίας, οι οποίες είναι πλησιέστερα στο επίκεντρο.	58
Εικόνα 16. Χωρική απεικόνιση υψηλής ανάλυσης της συνολικής βροχόπτωσης.	62
Εικόνα 17. Η λεκάνη απορροής με τα κύρια ρέματα (Κοντοές et al., 2018).	63
Εικόνα 18. Ζώνη Πλημμύρας στη Μάνδρα και στη Βιομηχανική περιοχή.	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο – Σκοπός Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί η σημασία και η δυνητική συνεισφορά του επιστημονικού πεδίου της ανάλυσης δεδομένων μεγάλης κλίμακας στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας. Ήδη στις μέρες μας μέσω της συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων έχουμε την δυνατότητα της πρόγνωσης και, σε κάποιες περιπτώσεις, της πρόληψης φαινομένων και περιστατικών επικίνδυνων για την δημόσια ασφάλεια. Μέσα από μια εκτενή παρουσίαση τεσσάρων περιστατικών που έλαβαν χώρα στον ελλαδικό χώρο, αναδεικνύονται οι μηχανισμοί συλλογής δεδομένων που φαίνεται να σχετίζονται με τον τομέα της δημόσιας ασφάλειας. Τέλος, σκοπός είναι η αναγνώριση και ανάλυση μελλοντικών τάσεων και τεχνολογιών που ενδέχεται να αποτελέσουν χρήσιμα εργαλεία για τις ανάγκες των αρμόδιων υπηρεσιών στην αντιμετώπιση των ζητημάτων δημόσιας ασφάλειας.

1.2 Φάσεις υλοποίησης

Στα αρχικά στάδια υλοποίησης της παρούσας εργασίας δόθηκε βάση στο πώς θα καταστεί σαφής και ουσιαστικός ο σκοπός της ίδιας της εργασίας. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική ανάλυση – ερευνήθηκε πληθώρα ιστοσελίδων και επιστημονικών δημοσιεύσεων ώστε να συγκεκριμενοποιηθούν οι ορισμοί τόσο της δημόσιας ασφάλειας όσο και των δεδομένων μεγάλης κλίμακας (big data) καθώς ο δεύτερος όρος παραπλανά και δημιουργεί σύγχυση ως προς το περιεχόμενό του. Επιδιώχθηκε η αντικειμενική συσχέτιση αυτών των δύο πεδίων ώστε να αποδειχθεί η αξία της από κοινού μελέτης και ανάλυσης τους. Αυτός ο στόχος επιτεύχθηκε μέσα από αναφορές περιπτώσεων στα οποία χρησιμοποιήθηκε ανάλυση δεδομένων ώστε να τονιστεί η σημασία τους μέσα από τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμβάλλουν στην πρόληψη, διαχείριση και αντιμετώπιση συμβάντων δημόσιας ασφάλειας. Επόμενος άξονας υλοποίησης της εργασίας υπήρξε η αναζήτηση κατάλληλων τεχνολογικών λύσεων μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η αποτελεσματική επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων. Κλείνοντας με την παρουσίαση των δυο αυτών πεδίων αλλά και με την συσχέτιση τους, δόθηκε μεγάλη έμφαση στην έρευνα

για την παρουσίαση τεσσάρων αναλυτικών μελετών περίπτωσης δυσάρεστων γεγονότων που άπτονται στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας στον ελλαδικό χώρο, όλα σχετιζόμενα με φυσικές καταστροφές. Αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά τους, τα μεγέθη καταστροφής που προξένησαν, εξεταζόμενα μέσα από μια επιστημονική ματιά. Πραγματοποιήθηκε συγκριτική ανάλυση των περιστατικών με βάση διάφορα περιστατικά τους ώστε να έρθουν στο φως κοινές παράμετροι ή/και διαφορές μεταξύ τους, αλλά και με σκοπό να βρεθούν παράγοντες που στάθηκαν σημαντικοί στην επιτυχημένη, ή όχι, αντιμετώπιση αυτών. Μέσα από την παραπάνω ανάλυση και με την βοήθεια της αναζήτησης στο διαδίκτυο εξήχθησαν αρχικά διάφορα συμπεράσματα για τα συγκεκριμένα περιστατικά που παρουσιάσαμε και έπειτα προτάθηκαν νέοι τρόποι ή πιο εξελιγμένοι των χρησιμοποιηθέντων με σκοπό την βελτίωση της αντιμετώπισης παρόμοιων φαινομένων στο μέλλον.

1.3 Δομή Τόμου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζουμε το σκοπό, την συλλογιστική πορεία αλλά και την δομή της παρούσας διπλωματικής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εισερχόμαστε στα βαθύτερα στάδια των δυο πεδίων τα οποία πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική. Πιο συγκεκριμένα, αφού καθορίζουμε ποιο είναι το πρόβλημα, αναδεικνύοντας την σημασία της εργασίας, παρουσιάζουμε αναλυτικά τα πεδία της δημόσιας ασφάλειας και της ανάλυσης δεδομένων. Αρχικά λοιπόν, ορίζουμε την έννοια «δεδομένα μεγάλης κλίμακας» (big data) και παρουσιάζουμε την θέση που διακατέχουν στον σύγχρονο κόσμο και τους λόγους χρησιμοποίησής τους. Έπειτα, δίνουμε ορισμό για τον τομέα στον οποίο θα εξετάσουμε την χρησιμότητα των παραπάνω, την δημόσια ασφάλεια. Στην συνέχεια, κάνουμε έναν συσχετισμό αυτών των δυο πεδίων μέσα από μια αναφορά περιστατικών τα οποία τόνισαν την ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη στον τομέα της ανάλυσης δεδομένων και παρουσιάζουμε με ποιον τρόπο μπορούν να φανούν χρήσιμα στα συγκεκριμένης φύσης περιστατικά. Τέλος, γίνεται μια παρουσίαση της επιστήμης της ανάλυσης δεδομένων αλλά και ανάλυση σε βάθος δύο υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων διαχείρισης, συγκεκριμένα στο κομμάτι του προγραμματισμού, στο Apache Hadoop και Apache Spark. Γίνεται αποσύνθεση αυτών σε κομμάτια από τα οποία αποτελούνται αλλά και στην αρχιτεκτονική τους.

Στο τρίτο και πιο σημαντικό κεφάλαιο της διπλωματικής γίνεται αναλυτική παρουσίαση και μελέτη τεσσάρων γεγονότων που έλαβαν χώρα στον ελλαδικό χώρο και ανήκουν στα είδη των φυσικών καταστροφών. Μέσα από την καταγραφή τους γίνεται και παρουσίαση επιστημονικών στοιχείων που έχουν να κάνουν με την φύση των περιστατικών έτσι ώστε ο αναγνώστης να έχει πλήρη εικόνα των συγκεκριμένων συμβάντων αλλά και μέσω εικόνων και σχημάτων να καταλάβει σε βάθος το μέγεθος των καταστροφών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε συγκριτική ανάλυση ώστε να παρατηρήσουμε ομοιότητες ή/και διαφορές μεταξύ των περιστατικών που παρουσιάστηκαν στο τρίτο κεφάλαιο. Θα γίνει ανάλυση σε διάφορους τομείς των παραπάνω, με σκοπό να βρεθούν διάφορα στοιχεία που μπορούν να οδηγήσουν σε διάφορα συμπεράσματα. Επίσης, θα εξεταστούν παράγοντες επιτυχίας και αποτυχίας στην κάθε περίπτωση. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο θα εξαχθούν συμπεράσματα για τις παραπάνω αναλύσεις, θα προταθούν νέες τεχνολογικές λύσεις και συζητηθούν οι προοπτικές αυτών ελέγχοντας το κατά πόσο μπορούν να φανούν χρήσιμες και εφαρμόσιμες στον τομέα ενδιαφέροντος μας, εκείνου της δημόσιας ασφάλειας. Τέλος παρατίθεται όλη η χρησιμοποιηθείσα βιβλιογραφία και οι πηγες τις οποίες συμβουλευτήκαμε για το αποτέλεσμα αυτής της διπλωματικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ανάλυση του Προβλήματος

2.1 Καθορισμός του Προβλήματος

Παλαιότερα, διάφορες υπηρεσίες δημόσιας ασφάλειας είχαν εξαιρετικά περιορισμένο αριθμό πληροφοριών-δεδομένων στην διάθεση τους και σε συνδυασμό με την έλλειψη τεχνογνωσίας διαχείρισης αυτών αντιμετώπιζαν μεγάλο πρόβλημα στην ετοιμότητα τους πάνω σε πληθώρα περιστατικών δημόσιας ασφάλειας αλλά και στην διαχείριση και την αντιμετώπιση τους. Αυτό το γεγονός είχε ως αποτέλεσμα αυτές οι υπηρεσίες αντιμετώπισης περιστατικών δημόσιας ασφάλειας να βρίσκονται μπροστά σε ένα μεγάλο αδιέξοδο ως προς την διαχείριση και την αντιμετώπιση σοβαρών συμβάντων τα οποία άνηκαν στον τομέα αρμοδιότητας τους καθώς δεν είχαν την δυνατότητα να μελετήσουν και να αναλύσουν διάφορα στοιχεία που προέκυπταν από τα περιστατικά τα οποία καλούνταν να αντιμετωπίσουν. Έτσι, δεν παρατηρούνταν καμία βελτίωση ως προς την πρόληψη δυσάρεστων γεγονότων αλλά και στην αποτελεσματικότητα τους. Η πρόοδος της τεχνολογίας αλλά και η δημιουργία νέων πεδίων σε αυτήν όπως η ανάλυση δεδομένων στάθηκαν αρωγοί στις συγκεκριμένες υπηρεσίες προσφέροντας πολύτιμη βοήθεια στην πρόληψη, διαχείριση αλλά και αντιμετώπιση περιστατικών δημόσιας ασφάλειας.

Η παρούσα διπλωματική διερευνά την ανάγκη για χρήση και αξιοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας, καθώς μέσα από την παρουσίαση και την συγκριτική ανάλυση περιπτώσεων στις οποίες έχουν αξιοποιηθεί διαθέσιμα δεδομένα εξετάζεται σε ποιο ποσοστό είναι δυνατή η βελτίωση στους τομείς που αναφέραμε νωρίτερα. Μέσω των συμπερασμάτων γίνεται πιο διακριτή η πορεία και το πλάνο που πρέπει να τηρηθεί ώστε οι υπηρεσίες δημόσιας ασφάλειας να γίνουν αποτελεσματικότερες.

2.2 Ορισμός των Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας (Big Data)

Ο όρος δεδομένα μεγάλης κλίμακας, ή όπως είναι πιο γνωστά στο ευρύ κοινό Big Data, αναφέρεται σε δεδομένα μεγαλύτερα από τα παραδοσιακά δεδομένα αλλά όχι με την κυριολεκτική έννοια του όρου. Τα παραπάνω είναι μεγάλης ποσότητας δεδομένα κατανεμημένα σε ένα δίκτυο υπολογιστών άλλα δεν χαρακτηρίζονται μόνο από το μέγεθος τους. Τα συγκεκριμένου τύπου δεδομένα μπορεί να αποτελούν διάφορων τύπου αρχεία. Μπορεί να είναι δομημένα, ημίδομημενα ή και αδόμητα. Πολύ

συχνά παρατηρούμε να χαρακτηρίζονται από το γράμμα V. Αυτό προκύπτει από τα 3V's των μεγάλων δεδομένων τα οποία χαρακτηρίζονται από :

- Ποικιλία (Variety), δηλαδή μπορεί να είναι αριθμοί, ολόκληρα κείμενα, εικόνες, ηχητικού τύπου δεδομένα, δεδομένα κινητής τηλεφωνίας κλπ.
- Ταχύτητα (Velocity). Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να αντληθούν και υπολογιστούν από τις εκάστοτε πηγές σε πραγματικό χρόνο.
- Μέγεθος (Volume). Τα παραπάνω δεδομένα μετριοούνται στην τάξη των tera-, peta-, exa- , bytes.

Μελέτες από την IBM και τη Cisco κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το 90% των στοιχείων στον κόσμο σήμερα έχουν αποκτηθεί τους τελευταίους 18 μήνες και ότι θα διπλασιάζουμε αυτό το τεράστιο όγκο κάθε 18 μήνες για το προσεχές μέλλον. Αυτές οι ίδιες μελέτες υπολογίζουν ότι παράγουμε 2,5 quintillion bytes δεδομένων κάθε μέρα[26].

Μια σημαντική πηγή της αυξανόμενης αποθήκευσης δεδομένων είναι το ίδιο το Διαδίκτυο, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών μέσων ενημέρωσης, των ηλεκτρονικών αγορών και της απίστευτης ποσότητας λεπτομερειών σε ιστορίες, από ταινίες μέχρι βιβλία και εφημερίδες.

Καθώς αυξανόταν η χρήση του Διαδικτύου, οι εταιρείες που αναπτύσσονταν ταχύτατα και υποστήριζαν τις αναζητήσεις σε όλα τα αποθετήρια δεδομένων στο Διαδίκτυο, συνειδητοποίησαν ότι υπήρξε τεράστιος όγκος δεδομένων που συλλέχθηκαν για τους ανθρώπους . Έτσι γεννήθηκε η ανάγκη να δημιουργήσουν έναν τρόπο να αναλύσουν και να ταξινομήσουν όλα αυτά τα δεδομένα, ώστε να βρίσκονται σε θέση να εισαγάγουν ένα νέο μοντέλο όπου θα ήταν δυνατή η εξατομικευμένη αλληλεπίδραση εφ ' όσον υπήρχαν αρκετά δεδομένα για να δημιουργηθούν ξεχωριστές προτιμήσεις[26].

Αυτή η εμπορική κίνηση οδήγησε στη δημιουργία αυτού του συνόλου που τώρα ονομάζεται μεγάλα δεδομένα . Βασίζεται στη χρήση μιας νέας προσέγγισης για την ανάλυση χρησιμοποιώντας εξαιρετικά εξελιγμένα μοντέλα και ένα νέο καταναμημένο σύστημα αρχείων, που ονομάζεται Hadoop, που έχουν σχεδιαστεί για την επεξεργασία και τον υπολογισμό σε εκατοντάδες ή χιλιάδες μεμονωμένους υπολογιστές. Το Hadoop καλύπτει εκατοντάδες gigabytes δεδομένων. Η χρήση του πλαισίου Hadoop συνδέεται με τη χρήση μιας νέας γενιάς εργαλείων ανάλυσης που λειτουργούν στο πλαίσιο αυτό. Το αποτέλεσμα όλων αυτών των εργαλείων είναι να επιτραπεί η διεξαγωγή λεπτομερούς αναλυτικής εργασίας στις αποθήκες δεδομένων πολύ πιο γρήγορα από τα

αναλυτικά εργαλεία που περιορίστηκαν στην εξαγωγή δεδομένων από σχεσιακές βάσεις δεδομένων.

Το Παγκόσμιο Ινστιτούτο McKinsey (MGI), ένας πολύ σεβαστός ηγέτης σε διεθνείς κύκλους, ολοκλήρωσε μια έκθεση περιγράφοντας τα μεγάλα δεδομένα ως "τα επόμενα σύνορα για την καινοτομία, τον ανταγωνισμό και την παραγωγικότητα", υποθέτοντας ότι όλοι οι οικονομικοί τομείς θα έχουν επιπτώσεις από τη χρήση μεγάλων δεδομένων. Συγκεκριμένα, η MGI εξέφρασε την πεποίθηση ότι ο κρατικός τομέας θα έχει ξεχωριστό και σημαντικό αντίκτυπο[28].

Έχουμε ακόμα πολλά να υπολογίσουμε για αυτό το νέο τρόπο σκέψης και εργασίας και ορισμένοι εμπειρογνώμονες πρότειναν ότι οι μεγάλες εταιρείες πληροφορικής κινούνται με γρήγορους ρυθμούς για να δηλώσουν ότι τώρα είναι εταιρίες δεδομένων. Σχεδόν κάθε μεγάλη εταιρεία πληροφορικής είτε προσφέρει ήδη συνδέσεις με το Hadoop είτε κάποιο είδος μηχανής ανάλυσης παράλληλης επεξεργασίας.

Πρόσφατα, η Εθνική Ένωση Αρχηγών Πληροφοριών του Κράτους (NASCIO) δημοσίευσε μια έκθεση που παροτρύνει την προσοχή για τα μεγάλα δεδομένα μέχρι να επιλυθούν ορισμένα από τα βασικά ζητήματα, όπως: δημιουργία ενός σαφούς και κοινού ορισμού για τα μεγάλα δεδομένα, αναπτύσσοντας μια σαφή επιχειρηματική υπόθεση και δημιουργώντας ένα πλαίσιο για τη διαχείριση μεγάλων δεδομένων[26].

Οι κυβερνητικές υπηρεσίες, αναγνώρισαν την τεράστια δυνατότητα δεδομένων για τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα της κυβέρνησης. Ο Rutrell Yasin γράφει στο Government Computer News για την "μεγάλη επιτροπή δεδομένων 22 εμπειρογνομόνων και ακαδημαϊκών που θα καθοδηγήσουν την κυβέρνηση και τις επιχειρήσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι μεγάλες ποσότητες δεδομένων που συλλέγονται σήμερα μπορούν να οδηγήσουν την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα των ΗΠΑ"[28].

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας αφορούν στη χρήση σύγχρονων αναλυτικών στοιχείων για την εύρεση προτύπων, την αύξηση της γνώσης, την πρόβλεψη, την ενημέρωση των στελεχών και την διαχείριση καταστάσεων, ώστε να προκύψουν καλύτερα και πιο χρήσιμα αποτελέσματα. Αυτό ακριβώς προσπαθούν να κάνουν πολλοί προοδευτικοί στοχαστές στη δημόσια ασφάλεια και τη δικαιοσύνη - αναζητώντας νέες πρακτικές και εργαλεία, όπως τη χρήση δεδομένων και αναλυτικών στοιχείων πρόβλεψης, για να ενημερώσουμε τη λήψη αποφάσεων. Υπάρχουν δύο βασικά σημεία αυτής της εκτίμησης και αξιολόγησης: (1) να προσδιοριστούν τα

δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη της εγκληματικότητας και της τρομοκρατίας και τον τρόπο με τον οποίο οι διάφορες πηγές δεδομένων μπορούν να θεωρηθούν ως μία για την αντιμετώπιση όλων αυτών και (2) την πλήρη αξιοποίηση αυτής της νέας προσέγγισης για τη βελτίωση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας[28].

Υπάρχει πολλή μελέτη, σκέψη και πειραματισμός που απαιτούνται για να καταστούν τα μεγάλα δεδομένα αρωγοί των αποστολών που εμπλέκονται στη δημόσια ασφάλεια και τη δικαιοσύνη.

2.3 Ορισμός της Δημόσιας Ασφάλειας

Η δημόσια ασφάλεια είναι η λειτουργία των κυβερνήσεων που διασφαλίζει την προστασία των πολιτών, των ατόμων στην επικράτειά τους, των οργανώσεων και των θεσμών τους από απειλές για την ευημερία τους και την ευημερία των κοινοτήτων τους. Για την αντιμετώπιση των αυξανόμενων προκλήσεων στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας, υπεύθυνα δημόσια θεσμικά όργανα και οργανισμοί μπορούν να αξιοποιήσουν τις δικές τους πληροφορίες για να αντιμετωπίσουν εκ των προτέρων πιθανές απειλές. Βελτιστοποιούν τις εσωτερικές τους δομές, χρησιμοποιούν συνέργειες και προσεκτικά σταθμίζουν το κόστος και τα οφέλη των μέτρων τους.

2.3.1 Μεγάλα δεδομένα για τη δημόσια ασφάλεια

Οι πρόσφατες τραγωδίες στο Παρίσι, και στις Βρυξέλλες, ώθησαν τις κυβερνητικές υπηρεσίες παγκοσμίως να αναλύσουν τα συστήματα δημόσιας ασφάλειας για να προβλέψουν καλύτερα και να ανταποκριθούν σε συντονισμένες εγκληματικές πράξεις.

Τον Ιούνιο του 2013 ένα άρθρο στην Lianhe Zaobao, την πιο διαδεδομένη εφημερίδα κινέζικης γλώσσας στη Σιγκαπούρη, εξηγεί ότι έχει έρθει η στιγμή οι δημόσιοι υπάλληλοι να διατηρήσουν την ασφάλεια και την κοινωνική τάξη αξιοποιώντας τη δύναμη των αναλυτών Big Data. Οι πλατφόρμες Big Data, όπως το πρόγραμμα επιτήρησης PRISM που χρησιμοποιείται από τον Οργανισμό Εθνικής Ασφάλειας των ΗΠΑ (NSA), παρέχουν τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με πολλαπλά τμήματα γρήγορα και με ακρίβεια σε απάντηση σε τέτοιες κρίσεις[29].

Για τις αρχές εθνικής ασφάλειας σε ολόκληρο τον κόσμο, η επίλυση των ακόλουθων προκλήσεων είναι σημαντική. Στόχοι τους είναι οι παρακάτω ενέργειες :

- Αποτροπή επιθέσεων παρακολουθώντας την επικοινωνία και τις συμπεριφορές των ύποπτων ατόμων.
- Πρόσβαση στα σχέδια των υπόπτων με τη συλλογή και την ανάλυση προτύπων συμπεριφοράς.
- Ανταλλαγή σχετικών και έγκυρων πληροφοριών μεταξύ όλων των τμημάτων.
- Παρακολούθηση και διαταράχη ανώνυμων και κρυπτογραφημένων επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των εγκληματικών οργανώσεων και των τρόπων λειτουργίας.

Οι τεχνολογίες Big Data ανοίγουν πολλές δυνατότητες για την επίλυση αυτών των δύσκολων προβλημάτων. Με την ανάλυση δεδομένων από πολλαπλές πηγές, οι αρχές ασφάλειας είναι σε θέση να βρουν συσχετισμούς μεταξύ φαινομενικά άσχετων περιστατικών. Μεγάλος στόχος παραμένει να προβλέψουμε και να αποτρέψουμε την εμφάνιση όλων αυτών των μεγάλων καταστροφών[29].

Σε μια συνέντευξη του 2015, ο Ronen Horowitz,[29] πρώην επικεφαλής της Διεύθυνσης Πληροφορικής του Ισραηλινού Οργανισμού Ασφαλείας (ISA), δήλωσε ότι ο ISA χρησιμοποίησε ευρέως τα αναλυτικά στοιχεία Big Data για να εντοπίσει τους εξτρεμιστές ηγέτες και να προληφθεί η προστασία των εθνικών τους συμφερόντων.

2.3.2 Οι οργανισμοί δημόσιας ασφάλειας χρησιμοποιούν δεδομένα μεγάλης κλίμακας.

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας είναι μία από τις πιο χρήσιμες τεχνολογικές εξελίξεις στη σύγχρονη εποχή της δημόσιας ασφάλειας. Και παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον για διάφορους λόγους.

Πρώτον, η ιδέα των δεδομένων είναι απλή, έστω και αν είναι φαντάζει επαναστατική: Ειδικότερα, μια οντότητα λαμβάνει εξαιρετικά μεγάλα σύνολα δεδομένων που μπορούν να αναλυθούν για να αποκαλύψουν τάσεις, συσχετισμούς και

πρότυπα, ειδικά στους τομείς των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων και τη συμπεριφορά αυτών.

Αυτό επιτρέπει στους οργανισμούς δημόσιας ασφάλειας να συλλέγουν περισσότερες πληροφορίες από ποτέ, τους επιτρέπουν να αποτρέψουν ένα έγκλημα ή άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης πριν αυτές συμβούν. Έχουν πια λοιπόν, στην διάθεση τους ένα νέο πολύ χρήσιμο εργαλείο το οποίο η συλλογή μεγάλων δεδομένων, τεχνολογία που δεν ήταν διαθέσιμη, τουλάχιστον οικονομικά, μέχρι την τελευταία δεκαετία [30].

Παρακάτω αναφέρονται μερικοί από τους τρόπους με τους οποίους η χρήση και η αξιοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας μπορεί να βοηθήσει τους τομείς της επιβολής του νόμου και της δημόσιας ασφάλειας[30].

Παρακολούθηση κοινωνικών μέσων

Έχουν υπάρξει πολλές αλλαγές στον τρόπο που επικοινωνούμε σαν κοινωνία, αλλά η κοινότητα των μυστικών υπηρεσιών πάντα χρησιμοποιούσε κάποια μορφή επικοινωνιακής ανάλυσης για να προσδιορίσει την ταυτότητα ενός εγκληματία σε ένα δίκτυο εγκληματιών.

Για την αποτελεσματική χρήση αυτής της τεχνολογίας συχνά απαιτούνταν πολλοί άνθρωποι να καταγράφουν την επικοινωνία και τις κινήσεις ύποπτων ή εγκληματικών ατόμων.

Τώρα πια, η ψηφιακή εποχή επιτρέπει την ευκολότερη παρακολούθηση πληροφοριών που μπορούν να συλλεχθούν σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Από τις αναρτήσεις του Facebook σε μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και πέρα από αυτά, ένα εγκληματικό δίκτυο μπορεί να καταγραφεί μέσω ψηφιακών εργαλείων ανάλυσης.

Σχέδιο συνδέσεων μεταξύ περιπτώσεων

Σε διάφορες περιπτώσεις, περιστατικά που δεν φαινόταν να έχουν σχέση μεταξύ τους μπορούσαν να συνδεθούν μόνο μέσω των δεξιοτήτων των ερευνητών που εργάζονταν για πολλές ώρες.

Όμως πια με λογισμικό που περιλαμβάνει προγράμματα αναλυτικής ομιλίας και εξειδικευμένη τεχνολογία διαχείρισης περιπτώσεων και ανάλυσης, διαφορετικά τμήματα λειτουργούν σαν μια οντότητα. Αυτό επιτρέπει σε εκείνους που μελετούν τα δεδομένα να κάνουν συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών εγκλημάτων και των ατόμων που μπορεί να τα έχουν διαπράξει.

Με την πρόσβαση σε αυτόν τον πλούτο πληροφοριών, οι δημόσιες υπηρεσίες ασφαλείας και επιβολής του νόμου μπορούν να δοκιμάσουν υποθέσεις και να επαληθεύσουν τις πληροφορίες τους πιο γρήγορα από ποτέ.

Δημιουργία προτύπων πρόγνωσης εγκλήματος

Ίσως η πιο συναρπαστική πτυχή του μεγάλου συστήματος δεδομένων είναι ο τρόπος με τον οποίο επιτρέπει στους φορείς δημόσιας ασφάλειας και επιβολής του νόμου να συνδυάζουν διαφορετικές πηγές δεδομένων για να δημιουργήσουν ένα ενιαίο μοντέλο το οποίο θα μπορούσε να τους βοηθήσει να προβλέψουν πιθανή εγκληματική συμπεριφορά ή καταστροφή[30].

Έχοντας πρόσβαση σε αυτά τα τεράστια ποσά δεδομένων, οι εργαζόμενοι στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας θα μπορούσαν πλέον να προβλέψουν την άνοδο του εγκλήματος και τους τομείς στους οποίους θα μπορούσε να συμβεί.

Κυβερνοασφάλεια

Η χρήση δεδομένων βοηθά τη δημόσια ασφάλεια και τις υπηρεσίες επιβολής του νόμου να παρακολουθούν όλες τις πληροφορίες στον κυβερνοχώρο και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται. Οι ευαίσθητες πληροφορίες δεν μπορούν να πέσουν σε λάθος χέρια και αυτή η νέα τεχνολογία δημόσιας ασφάλειας παρέχει στις υπηρεσίες επιβολής του νόμου την ικανότητα να συμβαδίζουν με τους χάκερ και άλλους εγκληματίες. Επιπλέον, η χρήση προγραμμάτων ανάλυσης δεδομένων για την τακτική

σάρωση για κακόβουλο λογισμικό, ransomware, τρύπες στον κώδικα και άλλες απειλές στον κυβερνοχώρο μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις πιθανότητες ότι οι επιθέσεις από τους χάκερ θα προληφθούν ή θα αποτραπούν νωρίς.

Τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας μπορούν να επιτύχουν πολλούς στόχους για τις υπηρεσίες δημόσιας ασφάλειας που ήταν πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθούν πριν από μερικά χρόνια.

Ειδικότερα στον τομέα των φυσικών καταστροφών :

Τα βασικά εργαλεία με τα οποία γίνεται προσπάθεια αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών είναι τα ακόλουθα: εικόνες δορυφόρων, μέσω των παγκόσμιων υπηρεσιών χαρτογράφησης, τα υπερυψωμένα και επιφανειακά μοντέλα, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα δεδομένα των κρίσιμων υποδομών και τα δεδομένα δικτύων μεταφορών. Παρακάτω παρουσιάζουμε και αναλύουμε καθένα από τα εργαλεία αυτά ξεχωριστά, κυρίως ως προς το αν διατίθενται ή όχι σαν ανοιχτά δεδομένα και αν όχι τους λόγους που εμποδίζουν την ελεύθερη διάθεσή τους καθώς και κάποιους εναλλακτικούς τρόπους απόκτησής τους.

Ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών είναι οι **δορυφορικές εικόνες**. Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα έχει δαπανήσει τεράστια ποσά για να σχεδιάσει και να θέτει δορυφόρους σε τροχιά γύρω από την γη, καθώς το κόστος που χρειάζεται για την κατασκευή, την λειτουργία και την συντήρηση τους είναι πολύ μεγάλο.

Η συνεισφορά τους στην αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών είναι διαφορετική ανά περίπτωση. Στη περίπτωση των σεισμών συνεισφέρουν στην χαρτογράφηση των αστικών περιοχών που γειτνιάζουν με ενεργά ρήγματα ή την πυκνότητα της δόμησης. Συγκεκριμένα περιορίζονται στη φάση της λήψης μέτρων ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων όπως επίσης και στη φάση απόκρισης των εμπλεκόμενων φορέων. Όσον αφορά στις πλημμύρες χρησιμοποιούνται στην εκτίμηση της επικινδυνότητας που παρουσιάζει μια περιοχή, στην παρακολούθηση ενός πλημμυρικού φαινομένου και στην καταγραφή και αποτίμηση των ζημιών.

Μια άλλη εναλλακτική λύση παροχής γεωχωρικών δεδομένων, είναι μέσω των **παγκόσμιων υπηρεσιών χαρτογράφησης**, όπως για παράδειγμα το Google Maps. Η λύση αυτή προσφέρει μια διαφορετική αντίληψη του χώρου που σε συνδυασμό με την

επίγνωση της τρωτότητας του φυσικού μας περιβάλλοντος από τις φυσικές καταστροφές και άλλες παραμέτρους όπως είναι η κλιματική αλλαγή μας ωθεί να βρούμε καινούργιους τρόπους να υπερασπιστούμε το περιβάλλον. Η υπηρεσία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για να παρακολουθούμε του ρυθμούς αλλαγής στο περιβάλλον ώστε να λάβουμε τα αναγκαία μέτρα.

Περίπτωση εναλλακτικών δεδομένων, πέρα των γεωχωρικών, τα οποία μπορούν να φανούν χρήσιμα στη διαχείριση των φυσικών καταστροφών είναι τα **επιφανειακά και υπερυψωμένα μοντέλα**. Διατίθενται σε ικανοποιητική ανάλυση για να μπορέσουν να αξιοποιηθούν και να αναλυθούν για τους σκοπούς της διαχείρισης των φυσικών καταστροφών απλά μερικές φορές χρειάζονται κάποια προ επεξεργασία προτού αναλυθούν. Τα δεδομένα που περιέχονται στα επιφανειακά μοντέλα είναι συνήθως δεδομένα ξηράς, όπως στην περίπτωση του CORINE (European Environmental Agency, 2006). Φυσικά δεν φτάνουν τα επίπεδα υψηλής ανάλυσης που παρουσιάζουν οι δορυφορικές εικόνες αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετά αποτελεσματικά.

Άλλο παράδειγμα γεωχωρικών δεδομένων είναι τα **μετεωρολογικά δεδομένα** τα οποία είναι απαραίτητα για την πρόβλεψη και τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών όπως είναι οι πλημμύρες, οι τυφώνες, τα τσουνάμι, κ.ά. που επηρεάζονται από τον καιρό. Ορισμένες ιστοσελίδες ωστόσο παρέχουν κάποια σύνολα από ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα, όπως χαρακτηρίζονται, για μεμονωμένες περιοχές του κόσμου. Επίσης κάποιες υπηρεσίες παρέχουν δωρεάν μετεωρολογικά δεδομένα πραγματικού χρόνου μαζί με εργαλεία πρόγνωσης του καιρού. Μία τέτοια υπηρεσία είναι ο Ανοικτός Χάρτης Καιρού (Open Weather Map, 2013). Το API που προσφέρεται από την υπηρεσία αυτή επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους χρήστες να αποκτήσουν τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες για μια πόλη ή έναν μετεωρολογικό σταθμό που επιθυμούν. Επίσης παρέχει πρόσβαση σε ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα και μετρήσεις για έναν μετεωρολογικό σταθμό ή για μια λίστα πόλεων, ή ακόμα και για μετεωρολογικούς σταθμούς που ανήκουν σε γεωγραφικά ορθογώνια τα οποία καθορίζονται από γεωγραφικές συντεταγμένες. Το αρνητικό της υπηρεσίας αυτής είναι ότι δεν συμφωνεί με το κομμάτι που αφορά στην αναδιανομή των ανοικτών δεδομένων. Ο κύριος λόγος που στέκεται εμπόδιο στο ολοκληρωτικό άνοιγμα των μετεωρολογικών δεδομένων είναι η χρήση τους και σε άλλους τομείς με ιδιαίτερη στρατηγική σημασία (όπως για παράδειγμα στην εύρεση της βέλτιστης θέσης για την τοποθέτηση ενεργειακών φυτών με σκοπό την παραγωγή βιοντίζελ και βιοαιθανόλης

μέσω της εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αιολικής ή ηλιακής), καθώς τέτοιες αποφάσεις συνοδεύονται πάντα από οικονομικά συμφέροντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλαυτα κάποιες πρωτοβουλίες που έχουν σαν στόχο το άνοιγμα των μετεωρολογικών δεδομένων με αξιόλογο ενδιαφέρον εξακολουθούν να αναπτύσσονται, όπως για παράδειγμα από το Ανοικτό Ίδρυμα Meteo (Open Meteo Foundation, 2013).

Τα **δεδομένα των δικτύων μεταφορών** είναι μια ακόμα κατηγορία δεδομένων τα οποία είναι ιδιαίτερα κρίσιμα για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών. Τα δεδομένα αυτά δυστυχώς δεν παρέχονται ως ανοιχτά δεδομένα και η χρήση τους συνοδεύεται από σημαντικούς περιορισμούς. Συνήθως προσφέρονται από κάποιες ιδιωτικές εταιρείες με χρέωση, η οποία μερικές φορές καθιστά την απόκτησή τους σχεδόν απαγορευτική. Ευτυχώς και στην περίπτωση των δεδομένων αυτών υπάρχουν κάποιες εναλλακτικές λύσεις για την απόκτηση τους. Παραδείγματα υπηρεσιών που προσφέρουν δεδομένα οδικού δικτύου είναι το Open Street Map (OpenStreetMap.org., 2013) και το Waze (Waze). Το Open Street Map παρέχει αρκετά σύνολα δεδομένων σε διάφορες μορφές όπως δεδομένα οδικών δικτύων, δεδομένα μέσω μαζικές μεταφοράς (MMM) και διάφορα άλλα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα για τις ανάγκες της διαχείρισης των φυσικών καταστροφών, ειδικά σε περιπτώσεις οργάνωσης εκκενώσεων των πόλεων σε περίπτωση καταστροφής. Μία ακόμα πληροφορία για το Open Street Map είναι ότι η χρηματοδότησή του βασίζεται αποκλειστικά σε πηγές crowdsourcing. Το Waze παρέχει κυρίως δεδομένα οδικού δικτύου και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς τα δεδομένα που προσφέρει είναι δεδομένα πραγματικού χρόνου. Αξίζει να σημειωθεί ότι και αυτή η εταιρεία βασίζεται σε χρηματοδότηση μέσω crowdsourcing όπως επίσης και ότι πρόσφατα εξαγοράστηκε από την Google (πιθανώς για χρήση των δεδομένων και της τεχνογνωσίας για τις υπηρεσίες των Google Maps).

Τέλος, δεδομένα που αξίζει να σημειωθούν και που μπορούν να συντελέσουν στον τομέα της διαχείρισης των φυσικών κινδύνων είναι τα **δεδομένα κρίσιμων υποδομών**. Πρόσβαση σε δεδομένα κρίσιμων υποδομών, ακόμα και αν δεν είναι στην μορφή των ανοιχτών δεδομένων και υπό αρκετούς όρους διοικητικής φύσεως, έχουν οι αρχές οι οποίες είναι αρμόδιες για την διαχείριση των φυσικών κινδύνων.

Τρόποι με τους οποίους μπορούν να αξιολογηθούν τα παραπάνω δεδομένα :

Όπως έχει γίνει ήδη εμφανές η ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορεί να συντελέσει στην καλύτερη κατανόηση, στην πρόγνωση, στην πρόληψη, καθώς και στην αντιμετώπιση των κινδύνων και των φυσικών καταστροφών που πρόκειται να συμβούν στο μέλλον. Στις μέρες μας γίνονται όλο και περισσότερα τεχνολογικά επιτεύγματα προς αυτήν την κατεύθυνση.

Πιο αναλυτικά, η δράση «Παγκόσμια Διευκόλυνση για τη Μείωση των Καταστροφών και την Αποκατάσταση» (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery - GDFRR) έχει ως στόχο την καλύτερη κατανόηση και την διαχείριση των φυσικών καταστροφών καθώς και την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση τους και σκοπεύει να το επιτύχει αυτό μέσω της συνεργασίας με κυβερνητικούς, κοινοτικούς και άλλους σχετικούς φορείς.

Πολλοί ερευνητές που εργάζονται στα εργαστήρια της GDFRR που έχουν εξειδίκευση πάνω στο θέμα της διαχείρισης κινδύνων και φυσικών καταστροφών, υποστηρίζουν ότι το λογισμικό ανοιχτού κώδικα όπως και τα ανοιχτά δεδομένα αποτελούν την μοναδική λύση ώστε να αποκτηθεί η κατάλληλη γνώση για να μπορέσουν διαχειριστούν αποτελεσματικά οι κυβερνήσεις και η κοινωνία τις φυσικές καταστροφές. Το κλειδί της επιτυχίας βρίσκεται στις κατάλληλες γνωριμίες και μέσω του ανοίγματος των δεδομένων μπορούν να προκύψουν ευκαιρίες για συνεργασίες τις οποίες δεν έχουμε καν φανταστεί.

Η δράση «Παγκόσμια Διευκόλυνση για τη Μείωση των Καταστροφών και την Αποκατάσταση» έχει μεγάλο ενδιαφέρον και δυνατότητες καθώς φέρνει σε επαφή από τη μία άτομα του τομέα της πληροφορικής, όπως προγραμματιστές λογισμικού και εφαρμογών, και από την άλλη φορείς από την κοινότητα της διαχείρισης του κινδύνου των καταστροφών. Στόχος της επαφής αυτής είναι να βρεθούν λύσεις για κοινά θέματα σε επίπεδο κοινωνίας ή ακόμα και σε κυβερνητικό.

Οι διαφορές που παρουσιάζουν οι ομάδες αυτές είναι ότι τα άτομα της πρώτης ομάδας διαθέτουν την απαραίτητη τεχνογνωσία για να αναπτύξουν και να εργαστούν με εφαρμογές σχετικές με τα ανοιχτά δεδομένα ενώ τα μέλη της δεύτερης κατηγορίας έχουν τα μέσα και τους πόρους ώστε να αποκτήσουν και να αξιοποιήσουν ιδιόκτητες εφαρμογές και εργαλεία σχετικά με την μείωση του κινδύνου των φυσικών καταστροφών, τα οποία συνήθως είναι ιδιαίτερα ακριβά. Λύσεις που βασίζονται στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα σε συνδυασμό με το άνοιγμα των δεδομένων μπορούν να

συνεισφέρουν δραματικά στην απαλοιφή της διάκρισης αυτής που παρατηρείται ως προς την απόκτηση των απαραίτητων πληροφοριών λόγω του απαγορευτικού τους κόστους. Μηδενίζοντας το κόστος απόκτησης των δεδομένων και των εργαλείων για την ανάλυση τους ο καθένας θα μπορούσε να συμμετέχει στην διαχείριση των φυσικών καταστροφών με όσα μέσα διαθέτει ανεξαρτήτως της οικονομικής του κατάστασης. Επίσης, η γνώση που διαθέτουν οι τοπικοί φορείς και ιδιαίτερα τα δεδομένα που περιέχουν πληροφορίες σχετικές με τις υποδομές και τα ακίνητα μιας χώρας, είναι απαραίτητη για τους σκοπούς της διαχείρισης των φυσικών καταστροφών. Αυτή η γνώση είναι δύσκολο να αποκτηθεί και να διατεθεί ελεύθερα στο κοινό κυρίως λόγω των ενδοιασμών των κυβερνήσεων ως προς το άνοιγμα των δεδομένων για λόγους ασφάλειας, προστασίας της ιδιωτικότητας των πολιτών και γενικότερα θεμάτων που σχετίζονται με την προστασία των προσωπικών δεδομένων του καθενός. Κάποιες φορές οι ανησυχίες αυτές προέρχονται απλά και μόνο από τη σκέψη ότι δίνοντας πρόσβαση σε τέτοια «ευαίσθητα» δεδομένα ουσιαστικά εκτίθενται οι ίδιες οι κυβερνήσεις.

Η συμβολή του εργαστήριου της GFDRR στα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι διπλή. Από τη μία πλευρά βοηθά τις κυβερνήσεις να παρέχουν εκπαίδευση για την ανάπτυξη των γεωχωρικών δεδομένων και μεταδιδόμενων για αυτά και από την άλλη πλευρά διαθέτει στις κυβερνήσεις τα δεδομένα που χρειάζονται. Μέσω του ανοίγματος των δεδομένων δίνεται η δυνατότητα στις κυβερνήσεις αλλά και στην κοινότητα να βελτιώνουν και να ενημερώνουν τα δεδομένα αυτά διαρκώς.

Βέβαια η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών απαιτεί αρκετό χρόνο, γνώση και κατάλληλη παιδεία μέχρι να φτάσουμε σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο. Το πλεονέκτημα του να ξεκινήσεις το άνοιγμα των δεδομένων ικανοποιώντας αρχικά τους σκοπούς της διαχείρισης των φυσικών καταστροφών είναι ότι οι κυβερνήσεις και οι αρμόδιοι φορείς είναι θετικά προδιατεθειμένοι καθώς ενδιαφέρονται για το κοινό καλό και επιθυμούν τη μείωση των κινδύνων και την αύξηση της ασφάλειας των πολιτών. Για να γίνει η αρχή και να αρχίσει το ουσιαστικό άνοιγμα των δεδομένων, θα πρέπει οι κυβερνήσεις να αρχίσουν να μοιράζονται τα δεδομένα τους με τις υπηρεσίες που ασχολούνται με την διαχείριση των κινδύνων των φυσικών καταστροφών. Οι κυβερνήσεις σε μεταγενέστερο στάδιο θα μπορούσαν να παρέχουν έστω ένα υποσύνολο των δεδομένων τους, ως ανοιχτά δεδομένα στο ευρύτερο κοινό.

Όπως παρατηρούμε τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας έχουν την δυνατότητα να συντελέσουν με αποτελεσματικότητα στην διαχείριση των φυσικών καταστροφών

καθώς έχουν την δυνατότητα να εξαλείψουν κάποια από τα εμπόδια που υπάρχουν και να οδηγήσουν στην απόκτηση της απαιτούμενης γνώσης για τις φυσικές καταστροφές, ευνοώντας τις συνεργασίες με τους κατάλληλους φορείς, δίνοντας τη δυνατότητα στο ευρύ κοινό να συντελέσει με την τεχνογνωσία του στην ανάπτυξη κατάλληλων εργαλείων, μηδενίζοντας το κόστος των εργαλείων αυτών και επιτρέποντας τη συμμετοχή οποιουδήποτε στην κατανόηση των φυσικών καταστροφών.

2.3.3 Ανάλυση δεδομένων

Οι βάσεις δεδομένων και η αποθήκευση τους έχουν παραδοσιακά χρησιμοποιηθεί για την παροχή μιας αναφοράς σχετικά με το τι συνέβη ή τι συμβαίνει. Αντίθετα, όταν τα μεγάλα δεδομένα καταγραφούν επαρκώς, για έναν τομέα και τους συμμετέχοντες του, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη συλλογή δεδομένων για να προβλέψουμε τι θα συμβεί. [31]

Οι προγνωστικές αναλύσεις είναι εφαρμόσιμες σε πολλούς τομείς όπου η διάγνωση και η υποστήριξη λήψης αποφάσεων είναι κρίσιμες, συμπεριλαμβανομένης της επιστήμης, του λιανικού εμπορίου, των κοινωνικών μέσων, της ασφάλειας του κυβερνοχώρου, της υγείας και της δημόσιας ασφάλειας.

Ο Colleen McCue[31], ένας από τους πρωτοπόρους στον τομέα των προγνωστικών, είναι ψυχολόγος και μελετά το βίαιο έγκλημα και άλλες συμπεριφορές για σχεδόν είκοσι χρόνια. Εργάζεται στην επιστήμη των δεδομένων, ιδιαίτερα όσον αφορά τη δημιουργικότητα, την καινοτομία και τις νέες διεπιστημονικές λύσεις. Στο βιβλίο του [31] αναλύει τη λειτουργική κοινότητα δημόσιας ασφάλειας και πως θα μπορούσε να επωφεληθεί από προηγμένες αναλύσεις. Έφερε επανάσταση στην ανάλυση εγκλημάτων και πληροφοριών και στο ρόλο που θα μπορούσαν να διαδραματίσουν τα επιχειρησιακά αναλυτικά στοιχεία ασφάλειας στην αλλαγή της δημόσιας ασφάλειας και των αποτελεσμάτων σε αυτή. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι το βιβλίο του χρησιμοποιείται, διεθνώς, ως το βασικό κείμενο για την εκπαίδευση για την εγκληματικότητα και την ανάλυση των πληροφοριών. Βρίσκεται στο στάδιο της σύνταξης της δεύτερης έκδοσης και είναι σημαντική η πρόοδος στον τομέα αυτό, από το πώς αναπτύχθηκαν οι συγκεκριμένες δυνατότητες, οι πηγές και τα αναλυτικά tradecraft από την πρώτη έκδοση. Ειδικότερα, οι γεωχωρικές δυνατότητες έχουν γίνει ταυτόχρονα πιο ισχυρές, πιο προσιτές και πιο εύχρηστες.

Από την άλλη πλευρά, αυτή η υπερχρήση έχει επίσης δημιουργήσει μια πραγματική πλημμύρα άσχετων δεδομένων. Ένας από τους στόχους του στη συγγραφή του εγχειριδίου ήταν αρχικά η δημιουργία ενημερωμένων καταναλωτών, ιδιαίτερα στους ρόλους των στελεχών διαχείρισης και διοίκησης.

2.4 Υπάρχουσες Τεχνολογικές Λύσεις

2.4.1 Hadoop

Το Apache Hadoop είναι μια συλλογή βοηθητικών προγραμμάτων λογισμικού ανοιχτού κώδικα που διευκολύνουν τη χρήση ενός δικτύου πολλών υπολογιστών για την επίλυση προβλημάτων που αφορούν τεράστια ποσά δεδομένων και υπολογισμών. Παρέχει ένα πλαίσιο λογισμικού για κατανεμημένη αποθήκευση και επεξεργασία μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιώντας το μοντέλο προγραμματισμού MapReduce [4] [5].

Ικανότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας τεράστιων ποσοτήτων οποιουδήποτε είδους δεδομένων. Με τον όγκο των δεδομένων και τα είδη τους να αυξάνονται διαρκώς, ιδίως από τα κοινωνικά μέσα και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), αυτό αποτελεί βασικό παράγοντα.

Υπολογιστική ισχύ. Το κατανεμημένο υπολογιστικό μοντέλο της Hadoop επεξεργάζεται γρήγορα τα μεγάλα δεδομένα. Όσο περισσότεροι υπολογιστικοί κόμβοι χρησιμοποιούνται, τόσο περισσότερη δύναμη επεξεργασίας επιτυγχάνεται.

Ανοχή σε σφάλματα. Η επεξεργασία δεδομένων και εφαρμογών προστατεύεται από την αποτυχία υλικού. Εάν ένας κόμβος δυσλειτουργεί, οι εργασίες ανακατευθύνονται αυτόματα σε άλλους κόμβους για να εξασφαλιστεί ότι ο κατανεμημένος υπολογιστής δεν αποτυγχάνει. Πολλαπλά αντίγραφα όλων των δεδομένων αποθηκεύονται αυτόματα.

Ευκαμψία. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων, δεν χρειάζεται να επεξεργαστούν τα δεδομένα προτού τα αποθηκευθούν. Δίνει την δυνατότητα να αποθηκευθούν όσα δεδομένα επιθυμεί κάποιος και να επιλεγεί πως θα

χρησιμοποιηθούν αργότερα. Αυτό περιλαμβάνει μη δομημένα δεδομένα όπως κείμενο, εικόνες και βίντεο.

Χαμηλό κόστος. Το πλαίσιο ανοιχτού κώδικα είναι δωρεάν και χρησιμοποιεί υλικό βασικών προϊόντων για την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων.

Ευελιξία. Μπορεί να αναπτυχθεί εύκολα το σύστημά το οποίο δύναται να χειριστεί περισσότερα δεδομένα απλά προσθέτοντας κόμβους απαιτώντας μικρή διαχείριση.[33]

Όλες οι μονάδες του Hadoop έχουν σχεδιαστεί με μια θεμελιώδη υπόθεση ότι οι αποτυχίες υλικού είναι κοινά φαινόμενα και πρέπει να αντιμετωπίζονται αυτόματα από το πλαίσιο [2].

Ο πυρήνας του Apache Hadoop αποτελείται από ένα τμήμα αποθήκευσης, γνωστό ως Hadoop Distributed File System (HDFS), και ένα τμήμα επεξεργασίας που είναι ένα μοντέλο προγραμματισμού MapReduce. Το Hadoop χωρίζει τα αρχεία σε μεγάλα μπλοκ και τα διανέμει σε κόμβους σε ένα σύμπλεγμα. Στη συνέχεια μεταφέρει τον κώδικα σε κόμβους για να επεξεργαστεί τα δεδομένα παράλληλα. Αυτή η προσέγγιση εκμεταλλεύεται την τοποθεσία των δεδομένων, [6] όπου οι κόμβοι χειρίζονται τα δεδομένα στα οποία έχουν πρόσβαση. Αυτό επιτρέπει την επεξεργασία του συνόλου δεδομένων γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα από ότι σε μια συμβατικότερη αρχιτεκτονική υπερυπολογιστών που βασίζεται σε ένα παράλληλο σύστημα αρχείων όπου οι υπολογισμοί και τα δεδομένα διανέμονται μέσω δικτύων υψηλής ταχύτητας.

Το βασικό πλαίσιο Apache Hadoop αποτελείται από τις ακόλουθες ενότητες:

Hadoop Common - περιέχει βιβλιοθήκες και βοηθητικά προγράμματα που απαιτούνται από άλλες ενότητες Hadoop.

Hadoop Distributed File System (HDFS) - ένα κατακευματισμένο σύστημα αρχείων που αποθηκεύει δεδομένα σε μηχανές βασικών προϊόντων, παρέχοντας πολύ υψηλό συνολικό εύρος ζώνης σε όλο το σύμπλεγμα.

Hadoop YARN - που εισήχθη το 2012 είναι μια πλατφόρμα υπεύθυνη για τη διαχείριση των πόρων πληροφορικής σε ομάδες και τη χρήση τους για τον προγραμματισμό των εφαρμογών των χρηστών [9] [10].

Hadoop MapReduce - εφαρμογή του μοντέλου προγραμματισμού MapReduce για επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας.

Τα αρχεία MapReduce και HDFS του Apache Hadoop εμπνεύστηκαν από έγγραφα της Google στο MapReduce και το Σύστημα αρχείων Google. [13]

Το ίδιο το πλαίσιο του Hadoop είναι γραμμένο κυρίως στη γλώσσα προγραμματισμού Java, με κάποια μέρη κώδικα σε βοηθητικά εργαλεία C. Αν και ο κώδικας Java MapReduce είναι κοινός, οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το "Hadoop Streaming" για την εφαρμογή του MapReduce στα τμήματα του προγράμματος του χρήστη. [14]

2.4.1.1 Αρχιτεκτονική

Το Hadoop αποτελείται από το πακέτο Hadoop Common, το οποίο παρέχει abstractions για το σύστημα αρχείων και το λειτουργικό σύστημα, έναν μηχανισμό MapReduce (είτε MapReduce / MR1 είτε YARN / MR2) [6] και το Hadoop Distributed File System (HDFS). Το πακέτο Hadoop Common περιέχει τα αρχεία και τα σενάρια Java ARchive (JAR) που απαιτούνται για την εκκίνηση του Hadoop.

Για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό της εργασίας, κάθε σύστημα αρχείων συμβατό με Hadoop πρέπει να παρέχει ευαισθητοποίηση σχετικά με την τοποθεσία - το όνομα του όπου είναι ο κόμβος των εργαζομένων. Οι εφαρμογές Hadoop μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες για να εκτελέσουν κώδικα στον κόμβο όπου βρίσκονται τα δεδομένα και, ελλείψει αυτού, στο ίδιο το rack / switch για να μειώσουν την κυκλοφορία. Το HDFS χρησιμοποιεί αυτή τη μέθοδο κατά την αναπαραγωγή δεδομένων για πλεονασμό δεδομένων σε πολλαπλά racks. Αυτή η προσέγγιση μειώνει την επίδραση της διακοπής ρεύματος αν προκύψει κάποιο από αυτά τα ελαττώματα υλικού και έτσι τα δεδομένα θα παραμείνουν διαθέσιμα. [6,7]

2.4.1.2 Ένα σύμπλεγμα Hadoop πολλαπλών κόμβων

Ένα μικρό σύμπλεγμα Hadoop περιλαμβάνει ένα μόνο κύριο κόμβο και πολλαπλούς εργαζομένων. Ο κύριος κόμβος αποτελείται από ένα εργαλείο

παρακολούθησης εργασιών, εντολή παρακολούθησης εργασιών, NameNode και δεδομένα. Ένας κόμβος υποτελούς ή εργαζόμενου λειτουργεί τόσο ως DataNode όσο και ως TaskTracker, αν και είναι δυνατόν να υπάρχουν μόνο κόμβοι εργαζομένων μόνο για δεδομένα και υπολογιστές. Αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο σε μη τυπικές εφαρμογές. [6,8]

Το Hadoop απαιτεί Java Runtime Environment (JRE) 1.6 ή νεότερη έκδοση. Τα τυπικά σενάρια εκκίνησης και τερματισμού λειτουργίας απαιτούν την εγκατάσταση του Secure Shell (SSH) μεταξύ των κόμβων του συμπλέγματος. [6,9]

Σε ένα μεγαλύτερο σύμπλεγμα, οι κόμβοι HDFS διαχειρίζονται μέσω ενός αποκλειστικού διακομιστή NameNode για να φιλοξενήσουν το ευρετήριο του συστήματος αρχείων και ένα δευτερεύον NameNode που μπορεί να δημιουργήσει στιγμιότυπα των δομών μνήμης του namenode, εμποδίζοντας έτσι την καταστροφή του συστήματος αρχείων και την απώλεια δεδομένων. Ομοίως, ένας αυτόνομος διακομιστής JobTracker μπορεί να διαχειριστεί τον προγραμματισμό των εργασιών σε όλους τους κόμβους.

2.4.1.3 Σύστημα Αρχείων

Το HDFS είναι ένα καταναμημένο, κλιμακωτό και φορητό σύστημα αρχείων γραμμένο σε Java για το πλαίσιο Hadoop. Κάθε datanode εξυπηρετεί μπλοκ δεδομένων μέσω του δικτύου χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο μπλοκ ειδικά για το HDFS. Το σύστημα αρχείων χρησιμοποιεί υποδοχές TCP / IP για επικοινωνία. Οι πελάτες χρησιμοποιούν κλήσεις τηλεχειρισμού (RPC) για να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Το HDFS αποθηκεύει μεγάλα αρχεία (συνήθως από την περιοχή των gigabytes έως τα terabytes) σε πολλές μηχανές. Αυτό επιτυγχάνει την αξιοπιστία με την αναπαραγωγή των δεδομένων σε πολλούς κεντρικούς υπολογιστές και, ως εκ τούτου, θεωρητικά δεν απαιτεί πλεονάζουσα διάταξη αποθήκευσης ανεξάρτητων δίσκων (RAID) στους κεντρικούς υπολογιστές (αλλά για να αυξηθεί η απόδοση εισόδου-εξόδου, ορισμένες διαμορφώσεις RAID εξακολουθούν να είναι χρήσιμες). Με την προεπιλεγμένη τιμή αναπαραγωγής, 3, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε τρεις κόμβους: δύο στο ίδιο rack και ένα σε διαφορετικό rack. Οι κόμβοι δεδομένων μπορούν να επικοινωνούν ο ένας με τον άλλον για να εξισορροπήσουν τα δεδομένα, να

μετακινήσουν αντίγραφα και να διατηρήσουν υψηλή την αναπαραγωγή των δεδομένων. Το HDFS δεν είναι πλήρως συμβατό με POSIX, επειδή οι απαιτήσεις για ένα σύστημα αρχείων POSIX διαφέρουν από τους στόχους μιας εφαρμογής Hadoop. Η αντιστάθμιση της μη ύπαρξης ενός πλήρως συμβατού με POSIX συστήματος αρχείων είναι η αυξημένη απόδοση για τη διακίνηση δεδομένων και την υποστήριξη για λειτουργίες εκτός POSIX.

Το HDFS πρόσθεσε τις δυνατότητες υψηλής διαθεσιμότητας, όπως ανακοινώθηκε για την έκδοση 2.0 τον Μάιο του 2012, [7] αφήνοντας τον κεντρικό εξυπηρετητή μεταδεδομένων (το NameNode) να αποτύχει χειροκίνητα σε ένα αντίγραφο ασφαλείας.

Το σύστημα αρχείων HDFS περιλαμβάνει ένα επονομαζόμενο δευτερεύον όνομα, έναν παραπλανητικό όρο που κάποιοι μπορεί να ερμηνεύσουν λανθασμένα ως εφεδρικό όνομα όταν το κύριο όνομα καταργείται. Στην πραγματικότητα, το δευτερεύον μενού συνδέεται τακτικά με το κύριο όνομα και δημιουργεί στιγμιότυπα των πληροφοριών καταλόγου του πρωτεύοντος καταλόγου, τα οποία το σύστημα αποθηκεύει έπειτα σε τοπικούς ή απομακρυσμένους καταλόγους.

Αυτές οι εικόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επανεκκίνηση ενός αποτυχημένου πρωτογενούς ονόματος χωρίς να απαιτείται η επανάληψη του συνόλου των ενεργειών του συστήματος αρχείων και στη συνέχεια, η επεξεργασία του αρχείου καταγραφής ώστε να δημιουργηθεί μια ενημερωμένη δομή καταλόγου. Επειδή το όνομα είναι το μοναδικό σημείο αποθήκευσης και διαχείρισης των μεταδεδομένων, μπορεί να γίνει εμπόδιο για την υποστήριξη τεράστιου αριθμού αρχείων, ειδικά μεγάλου αριθμού μικρών αρχείων.

Η HDFS Federation, με μια νέα προσθήκη, στοχεύει να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα σε κάποιο βαθμό επιτρέποντας πολλαπλές περιοχές ονομάτων που εξυπηρετούνται από ξεχωριστά ονόματα. Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένα ζητήματα στα αρχεία HDFS, όπως μικρά προβλήματα αρχείων, προβλήματα κλιμάκωσης, Single Point of Failure (SPoF) και σημεία συμφόρησης σε τεράστιες απαιτήσεις μεταδεδομένων. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης του HDFS είναι η ευαισθητοποίηση των δεδομένων.

2.4.2 Apache Spark

Το Apache Spark είναι ένα ανοικτού κώδικα καταναμημένο πλαίσιο γενικής χρήσης για cluster-computing. Αρχικά αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, στο AMPLab του Berkeley, ο κωδικός βάσης Spark δόθηκε στη συνέχεια στο Apache Software Foundation, το οποίο την έχει διατηρήσει από τότε. Το Spark παρέχει μια διεπαφή για τον προγραμματισμό ολόκληρων συμπλεγμάτων με τον παραλληλισμό των δεδομένων και την ανοχή σφάλματος Spark.

Το Apache Spark έχει ως αρχιτεκτονικό υπόβαθρο το καταναμημένο σύνολο δεδομένων (RDD), ένα πολυδιάστατο σύνολο στοιχείων που διανέμονται σε ένα σύμπλεγμα μηχανών, το οποίο διατηρείται με τρόπο ανεκτικό σε σφάλματα. [2] Στο Spark 1.x, το RDD ήταν η κύρια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API), αλλά από τη χρήση του Spark 2.x του API Dataset βελτιώνεται [3], παρόλο που το API RDD δεν είναι απαξιωμένο [4] [5]. Η τεχνολογία RDD εξακολουθεί να αποτελεί τη βάση του API Dataset. [6] [7]

Το Spark και το RDD αναπτύχθηκαν το 2012 με περιορισμούς στο μοντέλο Computing MapReduce, το οποίο κατευθύνει μια συγκεκριμένη δομή γραμμικής ροής δεδομένων στα καταναμημένα προγράμματα: Τα προγράμματα MapReduce διαβάζουν δεδομένα εισόδου από το δίσκο, χαρτογράφουν μια συνάρτηση σε όλα τα δεδομένα και μειώνουν τα αποτελέσματα των αποθηκευμένων αποτελεσμάτων στο δίσκο. Το RDD του Spark λειτουργεί ως ομάδα εργασίας για καταναμημένα προγράμματα που προσφέρουν μια (εσκεμμένα) περιορισμένη μορφή καταναμημένης κοινής μνήμης. [8]

Το Spark διευκολύνει την εφαρμογή αμφοτέρων των επαναληπτικών αλγορίθμων, που επισκέπτονται το σύνολο δεδομένων τους σε κάθε βρόχο, και την ανάλυση αλληλεπιδραστικών / διερευνητικών δεδομένων, δηλαδή την επαναλαμβανόμενη αναζήτηση δεδομένων σε μορφή βάσης δεδομένων. Η καθυστέρηση τέτοιων εφαρμογών μπορεί να μειωθεί κατά πολλές τάξεις μεγέθους σε σύγκριση με την εφαρμογή MapReduce (όπως συνηθίζεται στις στοίβες Apache Hadoop). [2] [9] Μετά τη κατηγορία επαναληπτικών αλγορίθμων είναι οι αλγόριθμοι κατάρτισης για τα συστήματα μηχανικής μάθησης, που αποτέλεσαν την αρχική ώθηση για την ανάπτυξη του Apache Spark. [10]

Το Apache Spark απαιτεί διαχειριστή συμπλέγματος και καταναμημένο σύστημα αποθήκευσης. Για τη διαχείριση συμπλέγματος, το Spark υποστηρίζει

αυτόνομο (εγγενές σύμπλεγμα Spark), Hadoop YARN ή Apache Mesos. [11] Για διανεμημένη αποθήκευση, το Spark μπορεί να διασυνδέεται με μια μεγάλη ποικιλία, συμπεριλαμβανομένου του Hadoop Distributed File System (HDFS), [12] MapR File System (MapR-FS), Cassandra, OpenStack Swift, Amazon S3, Kudu ή μπορεί να εφαρμοστεί μια προσαρμοσμένη λύση. Το Spark υποστηρίζει επίσης μια ψευδο-κατανεμημένη τοπική λειτουργία, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται μόνο για σκοπούς ανάπτυξης ή δοκιμής, όπου δεν απαιτείται κατανεμημένη αποθήκευση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί το τοπικό σύστημα αρχείων. Σε ένα τέτοιο σενάριο, το Spark τρέχει σε ένα μόνο μηχάνημα με έναν εκτελεστή ανά πυρήνα CPU.

2.4.2.1 Αρχιτεκτονική Apache Spark

Υπάρχουν διάφορα στοιχεία που πρέπει να τονιστούν για την αρχιτεκτονική του Spark.

Κάθε εφαρμογή λαμβάνει τις δικές της διαδικασίες εκτέλεσης, οι οποίες παραμένουν ενεργές καθόλη τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής και εκτελούν εργασίες σε πολλαπλά θέματα. Έτσι αποκτάται το πλεονέκτημα της απομόνωσης της μιας εφαρμογής από την άλλη, τόσο στην πλευρά προγραμματισμού (κάθε πρόγραμμα προγραμματίζει τις δικές του εργασίες) όσο και στην πλευρά του εκτελεστή (οι εργασίες από διαφορετικές εφαρμογές εκτελούνται σε διαφορετικές JVMs). Ωστόσο, σημαίνει επίσης ότι τα δεδομένα δεν μπορούν να μοιράζονται σε διαφορετικές εφαρμογές Spark (περιπτώσεις του Spark Context) χωρίς να το αποθηκεύουν σε ένα εξωτερικό σύστημα αποθήκευσης. Το Spark δεν γνωρίζει τον βασικό διαχειριστή συμπλέγματος. Εφόσον μπορεί να αποκτήσει διαδικασίες εκτέλεσης και αυτές επικοινωνούν μεταξύ τους, είναι σχετικά εύκολο να το εκτελεστεί ακόμη και με διαχειριστή συμπλέγματος που υποστηρίζει και άλλες εφαρμογές (π.χ. Mesos / YARN). Το πρόγραμμα οδήγησης πρέπει να δέχεται εισερχόμενες συνδέσεις από τους εκτελεστές του καθ' όλη τη διάρκεια του (π.χ. το `spark.driver.port` στην ενότητα `Config`). Ως εκ τούτου, το πρόγραμμα οδήγησης πρέπει να είναι διευθυνσιοδοτούμενο από τους κόμβους των εργαζομένων. Τέλος, επειδή ο `driver` προγραμματίζει εργασίες στο σύμπλεγμα, θα πρέπει να εκτελείται μέσα στο ίδιο δίκτυο, κατά προτίμηση, με στους κόμβους των εργαζομένων.[32]

2.4.2.2 Spark core

Το Spark Core είναι το θεμέλιο του συνολικού έργου. Παρέχει διεπαφή κατανομής καθηκόντων, προγραμματισμό και βασικές λειτουργίες I / O, εκτεθειμένη μέσω διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (για Java, Python, Scala και R) επικεντρωμένη στην άντληση RDD (το Java API είναι διαθέσιμο για άλλες γλώσσες JVM, αλλά είναι επίσης χρησιμοποιήσιμο για ορισμένες άλλες μη-JVM γλώσσες, όπως η Julia, [15] που μπορούν να συνδεθούν με το JVM). Αυτές οι λειτουργίες, όπως οι συνδέσεις, λαμβάνουν RDD ως είσοδο και παράγουν νέα RDDs. Τα RDDs είναι αμετάβλητα και οι λειτουργίες τους είναι αργές. Η αντοχή σφάλματος επιτυγχάνεται παρακολουθώντας την "καταγωγή" κάθε RDD (την ακολουθία των λειτουργιών που την παρήγαγε) έτσι ώστε να μπορεί να ανακατασκευαστεί σε περίπτωση απώλειας δεδομένων. Τα RDD μπορούν να περιέχουν οποιοδήποτε είδος αντικειμένων Python, Java ή Scala.

Εκτός από το λειτουργικό στυλ προγραμματισμού που προσανατολίζεται στο RDD, το Spark παρέχει δύο περιορισμένες μορφές κοινών μεταβλητών: οι μεταδιδόμενες μεταβλητές αναφέρονται μόνο σε δεδομένα ανάγνωσης που πρέπει να είναι διαθέσιμα σε όλους τους κόμβους.

Ένα τυπικό παράδειγμα του RDD-κεντρικού λειτουργικού προγραμματισμού είναι το πρόγραμμα που υπολογίζει τις συχνότητες όλων των λέξεων που εμφανίζονται σε ένα σύνολο αρχείων κειμένου και εκτυπώνει τις συνηθέστερες. Κάθε flatMap και reduceByKey παίρνει μια ανώνυμη λειτουργία που εκτελεί μια απλή λειτουργία σε ένα μόνο στοιχείο δεδομένων (ή ένα ζεύγος αντικειμένων) και εφαρμόζει το επιχείρημά της για να μετατρέψει ένα RDD σε ένα νέο RDD.

2.4.2.3 Spark sql

Το Spark SQL είναι ένα στοιχείο που εισήγαγε μια αφαίρεση δεδομένων που ονομάζεται DataFrames, η οποία παρέχει υποστήριξη για δομημένα και ημιδομημένα δεδομένα. Το Spark SQL παρέχει μια συγκεκριμένη γλώσσα (DSL) για το χειρισμό των DataFrames σε Scala, Java ή Python. Παρέχει επίσης υποστήριξη γλώσσας SQL, με διεπαφές γραμμής εντολών και διακομιστή ODBC / JDBC. Παρόλο που το DataFrames δεν διαθέτει τον έλεγχο τύπου που παρέχουν τα RDD, από την Spark 2.0, το DataSet υποστηρίζεται πλήρως από το Spark SQL.

2.4.3 Εργαλεία εκκαθάρισης δεδομένων

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι χρήσιμο να πραγματοποιείται εκκαθάριση και μετατροπή των μη-δομημένων δεδομένων σε δομημένη μορφή, ιδιαίτερα όταν αυτά προέρχονται από πηγές του διαδικτύου και διαθέτουν μεγάλη μορφολογική ποικιλία.

OpenRefine

Το OpenRefine είναι ένα εργαλείο ελεύθερου κώδικα το οποίο χρησιμοποιείται για την εκκαθάριση μεγάλης ποσότητας δεδομένων. Παρέχει διάφορες επιλογές εκκαθάρισης (Reconciliation Services) και μία προγραμματιστική διεπαφή (Application Programming Interface) για να μετατρέψει τα δεδομένα εισόδου σε πιο χρήσιμη και ευκολότερα αξιοποιήσιμη μορφή.

Data Cleaner

Το Data Cleaner χρησιμοποιείται για την εκκαθάριση των δεδομένων. Στηρίζεται στην παραδοχή ότι η διαχείριση των δεδομένων απαιτεί πολύ χρόνο και επίπονη διαδικασία.[51] Η λειτουργία του βασίζεται στα παρακάτω ακολουθιακά βήματα:

- Εισαγωγή δεδομένων
- Συγχώνευση συνόλων δεδομένων
- Επανακατασκευή ελλιπών δεδομένων
- Προτυποποίηση
- Κανονικοποίηση
- Απαλοιφή διπλότυπων
- Επιβεβαίωση και Επέκταση
- Εξαγωγή δεδομένων

2.4.4 Εργαλεία απεικόνισης δεδομένων

Η ποικιλία των δεδομένων μεγάλης κλίμακας σε συνδυασμό με τον τεράστιο όγκο τους, καθώς και όλες οι ιδιομορφίες που συνήθως τα χαρακτηρίζουν, καταδεικνύουν την ανάγκη αποτελεσματικής απεικόνισής τους. Για το λόγο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντική η συνεισφορά των προγραμμάτων που παρέχουν αυτή τη δυνατότητα και κατατάσσονται στην κατηγορία Οπτικής Αναλυτικής (Visual Analytics). Μέσω αυτών τα δεδομένα γίνονται κατανοητά από τον ενδιαφερόμενο, δίχως να απαιτείται πάντα, τεχνική γνώση.

Ακολουθούν οι σημαντικότερες εφαρμογές που προσφέρονται στις μέρες μας:

Tableau

Το Tableau είναι ένα εργαλείο απεικόνισης δεδομένων με κύριο στόχο την εύκολη δημιουργία διαγραμμάτων, χωρίς να απαιτείται η γνώση προγραμματισμού. Η μεγαλύτερη καινοτομία έγκειται στη δυνατότητα αξιοποίησης δεδομένων που βρίσκονται στο διαδίκτυο, χωρίς να είναι απαραίτητη η λήψη τους, μέσω μίας διεπαφής που παρέχει η ίδια η εφαρμογή. Γενικά, θεωρείται η πιο ευέλικτη και πλούσια σε δυνατότητες εφαρμογή για την απεικόνιση στατιστικών στοιχείων και δεδομένα μεγάλης κλίμακας. Υπάρχουν πέντε εκδόσεις της εφαρμογής με διαφορετικές λειτουργίες και δυνατότητες υποστήριξης. Για τους αρχάριους προτείνεται η έκδοση Tableau Public, η οποία παρέχεται δωρεάν και ευνοεί την εξοικείωση με την εφαρμογή.

CartoDB

Δίχως να προσφέρει τις ίδιες δυνατότητες γραφημάτων, με το Tableau, το CartoDB είναι μία εφαρμογή η οποία δημιουργεί χάρτες και χρησιμοποιείται κυρίως για αναπαράσταση πληροφορίας με γνώμονα την τοπικότητα των φαινομένων. Ενδείκνυται για μελέτη δεδομένων μεγάλης κλίμακας, καθώς διαχειρίζεται πολλών ειδών δεδομένα και τύπους αρχείων, παρέχει τη δυνατότητα ενιαίων αποτελεσμάτων και διαθέτει πρότυπα σύνολα δεδομένων με τα οποία είναι εύκολο να εξοικειωθεί κανείς.

Chartio

Το Chartio μπορεί να συνδιάσει τις πηγές δεδομένων και την εκτέλεση ερωτημάτων (queries) στο πρόγραμμα περιήγησης. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της εφαρμογής αυτής είναι η ταχύτητα με την οποία λειτουργεί, καθώς σε πολύ μικρό χρόνο μπορεί να εισάγει δεδομένα από διαφορετικές πηγές και να τα αξιοποιήσει χωρίς να απαιτούνται γνώσεις SQL ή άλλων πολύπλοκων γλώσσων προγραμματισμού. Χρησιμοποιείται συνήθως για την εξαγωγή απλούστερων διαγραμμάτων.

Plot.ly

Το τελευταίο σχεδιαστικό εργαλείο είναι το Plot.ly, το οποίο είναι επίσης εύκολο στη χρήση, δίχως να απαιτεί τεχνικές γνώσεις, και μέσω αυτού γίνεται να δημιουργηθούν δυσδιάστατα, αλλά και τρισδιάστατα γραφήματα, μία δυνατότητα που δεν υλοποιείται εύκολα στις προηγούμενες εφαρμογές.

2.4.5 Γλώσσες Προγραμματισμού

Για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας, υπάρχει ανάγκη επιλογής των κατάλληλων γλωσσών προγραμματισμού. Οι κυριότερες γλώσσες που χρησιμοποιούνται στα Big Data Analytics είναι οι Python, R και Scala, ενώ σε κάποιες εφαρμογές παρατηρείται χρήση των Java, RegEx και XPath.

Python

Η Python είναι μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού η οποία δημιουργήθηκε το 1990. [48] Στόχος της είναι η αναγνωσιμότητα του κώδικά της και η ευκολία στην χρήση της. Το συντακτικό της επιτρέπει στους προγραμματιστές να εκφράσουν έννοιες σε λίγες γραμμές κώδικα. Διακρίνεται λόγω του γεγονότος ότι έχει πολλές βιβλιοθήκες που διευκολύνουν αρκετές εργασίες και την ταχύτητα εκμάθησης της.

R

Η R είναι γλώσσα προγραμματισμού και ταυτόχρονα περιβάλλον που παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να κάνει υπολογιστική στατιστική και γραφήματα. [47] Παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία προκειμένου να υλοποιηθεί μια στατιστική ανάλυση, όπως τα παρακάτω:

- δημιουργία τυχαίων δειγμάτων
- διακριτές και συνεχείς μεταβλητές (Poisson, Gamma, Exponential)
- έλεγχοι υποθέσεων
- στατιστικά τεστ (Kolmogorov-Smirnoff)
- δημιουργία γραφημάτων (ιστόγραμμα, qq plot, pie chart, bar chart)

Scala

Η Scala, πρόκειται για μια γλώσσα προγραμματισμού πολλαπλών παραδειγμάτων που σχεδιάστηκε για να ενσωματώσει χαρακτηριστικά του αντικειμενοστρεφούς και του συναρτησιακού προγραμματισμού. [49] Το όνομα της προέρχεται από την αγγλική φράση "scalable language", που δηλώνει ότι έχει σχεδιαστεί για να μπορεί να μεγαλώνει παράλληλα με τις ανάγκες των χρηστών της.

Java

Η Java είναι μια αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού που σχεδιάστηκε από την εταιρεία Sun Microsystems. Βασικό της πλεονέκτημα έναντι των περισσότερων άλλων γλωσσών είναι η ανεξαρτησία του λειτουργικού συστήματος και της πλατφόρμας.[50]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Μελέτες Περιπτώσεων

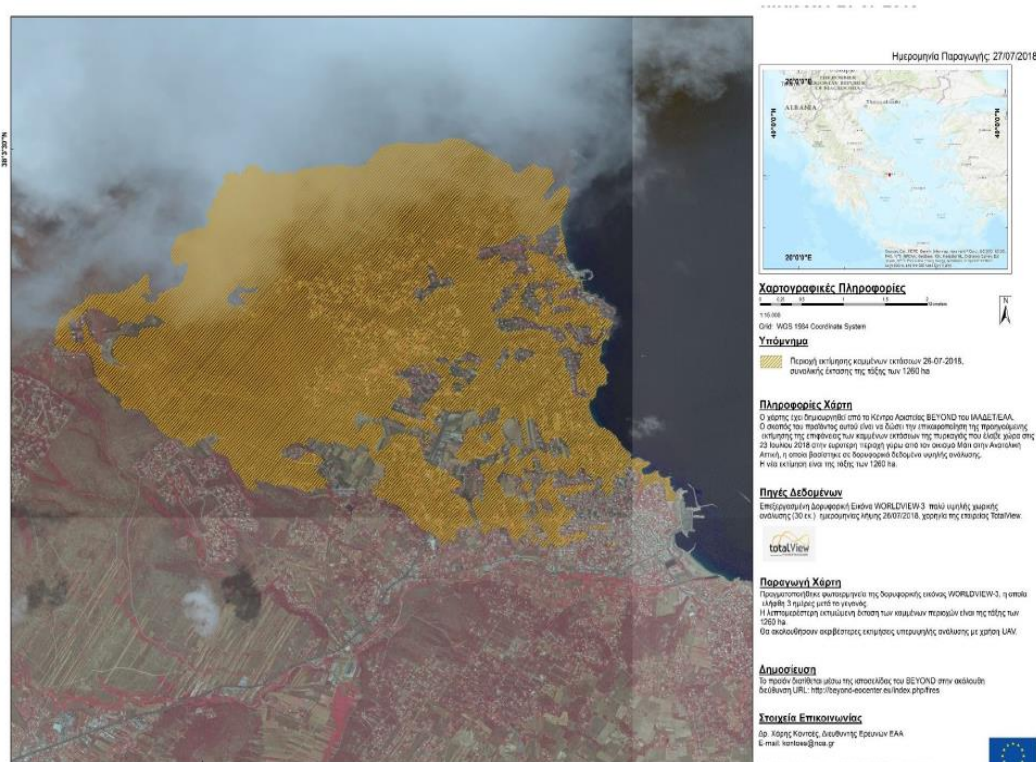
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1

ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΟ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟ ΟΡΟΣ ΣΤΙΣ 23 ΙΟΥΛΙΟΥ 2018

Στις 23 Ιουλίου 2018 εκδηλώθηκε μεγάλης έκτασης πυρκαγιά στην Αττική. Συγκεκριμένα εκδηλώθηκε σε δασική έκταση στην ευρύτερη περιοχή της Καλλιτεχνούπολης, 20 χιλιόμετρα Βόρειο-Δυτικά από το κέντρο της Αθήνας και περίπου 5 χιλιόμετρα δυτικά των Ανατολικών Ακτών της Αττικής, στο Πεντελικό όρος. Η πυρκαγιά αυτή ήταν χαρακτηριστική παράδειγμα πυρκαγιάς σε ζώνη μίξης δασών – οικισμών (wildland urban interface –WUI). Σε αυτό το είδος πυρκαγιάς καταγράφεται η υψηλότερη πιθανότητα ανθρώπινων απωλειών στον ελληνικό χώρο και παγκοσμίως (Lekkas et al. 2018). Η πυρκαγιά εξαπλώθηκε με ταχύτητα προς τα χαμηλότερα στρώματα (downslope spread), ανατολικά, λόγω των δυτικών θυελλωδών ανέμων, ταχύτητας 90 km/h περίπου (και ριπές των 120), που έπνεαν στην περιοχή. Μεταδόθηκε μέσω καυτρών, απέκτησε ένταση και επεκτάθηκε στις περιοχές Καλλιτεχνούπολη, Ν.Βουτζά , Ραφήνας μέχρι και τις ακτές της περιοχής (Lekkas et al. 2018). Η πυρκαγιά ξεκίνησε ως πυρκαγιά επιφάνειας και μετατράπηκε στη συνέχεια σε ενεργή πυρκαγιά κόμης. Λόγω τω δύσκολων συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή καθώς και της δομής και της μορφολογίας της περιοχής δεκάδες άνθρωποι εγκλωβίστηκαν με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους. Επίσης, υπήρξε ένας μεγάλος αριθμός τραυματιών και αγνοουμένων (Lekkas et al. 2018).

Ο ποιότητα των υλικών κατασκευής των κτιρίων συνετέλεσε στο βαθμό τρωτότητας τω κατασκευών απέναντι στις πυρκαγιές (ευαίσθητα σημεία στη στέγη, στα κουφώματα) και ήταν βασική αιτία για την καταστροφή τους. Ο πολεοδομικός σχεδιασμός του οικισμού (πολυάριθμα αδιέξοδα, δρόμοι μικρού πλάτους) συνέβαλε στην κυκλοφοριακή συμφόρηση και στην μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού χωρίς δυνατότητα διαφυγής. Επίσης στον εγκλωβισμό του πληθυσμού συντέλεσε και η μορφολογία της ακτογραμμής (κρημνώδεις ακτές), οι προσβάσιμες παραλίες ήταν ελάχιστες, η περιορισμένη ορατότητα και η αποπνικτική ατμόσφαιρα (Lekkas et al. 2018).

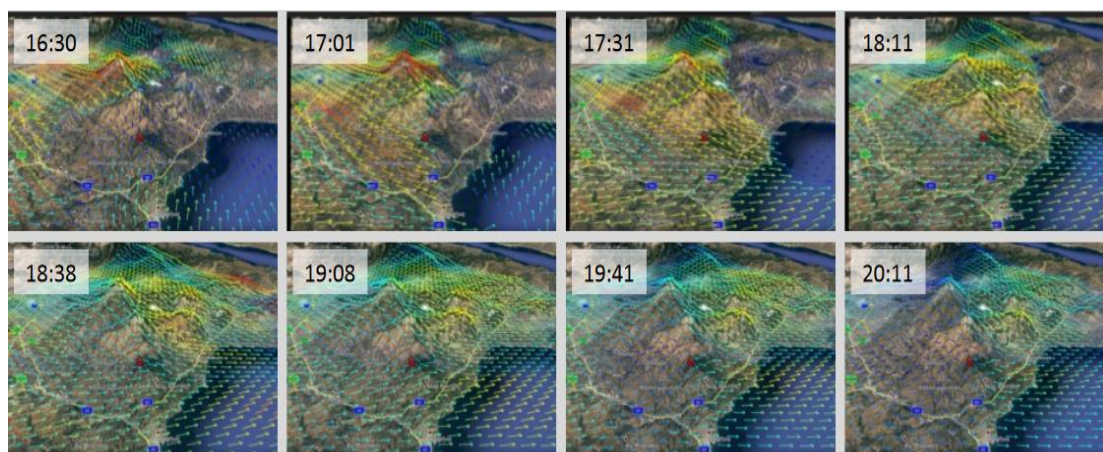
Το Κέντρο Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών BEYOND του Ινστιτούτου Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης (ΙΑΑΔΕΤ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) δημοσίευσε επικαιροποιημένο χάρτη με λεπτομερή εκτίμηση των καμμένων εκτάσεων στην ευρύτερη περιοχή γύρω από τον οικισμό Μάτι (Ανατολική Αττική) με χρήση δορυφορικής τηλεπισκόπησης, με εκτιμώμενη έκταση της τάξης των 1260 ha. Η



Εικόνα 1. Καμμένη έκταση στην ανατολική Αττική στις 23/7/2018

Πυροσβεστική υπηρεσία ενημερώθηκε για την εστία της πυρκαγιάς στις 16.57 και ανταποκρίθηκε με 60 πυροσβέστες με 24 οχήματα, 15 εθελοντικά πυροσβεστικά οχήματα, 2 ομάδες πεζοπόρο τμήμα ενώ από αέρος επιχειρήσαν 3 Α/Φ Canadair και 1 Ε/Π. Έγινε οργανωμένη απομάκρυνση ατόμων από το Λύρειο Ίδρυμα, καθώς και όλων των κατασκηνώσεων της ευρύτερης περιοχής. Η καθοδηγούμενη από τον θυελλώδη άνεμο πυρκαγιά, που ξεκίνησε ως πυρκαγιά επιφανείας και μετατράπηκε στη συνέχεια σε ενεργή πυρκαγιά κόμης, πέρασε μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα την λεωφόρο Μαραθώνος μεταδόθηκε προς τα ανατολικά και, σε χρονικό διάστημα που εκτιμάται περίπου στα 30 με 40 λεπτά ανάλογα τη θέση, προσέγγισε το παραλιακό μέτωπο και την κατοικημένη περιοχή Μάτι. Ο χρόνος αντίδρασης των κατοίκων και των επισκεπτών της περιοχής ήταν, από πρακτική άποψη, ελάχιστος. Οι δύσκολες συνθήκες που επικρατούσαν αλλά και η δομή και μορφολογία της περιοχής είχαν ως αποτέλεσμα

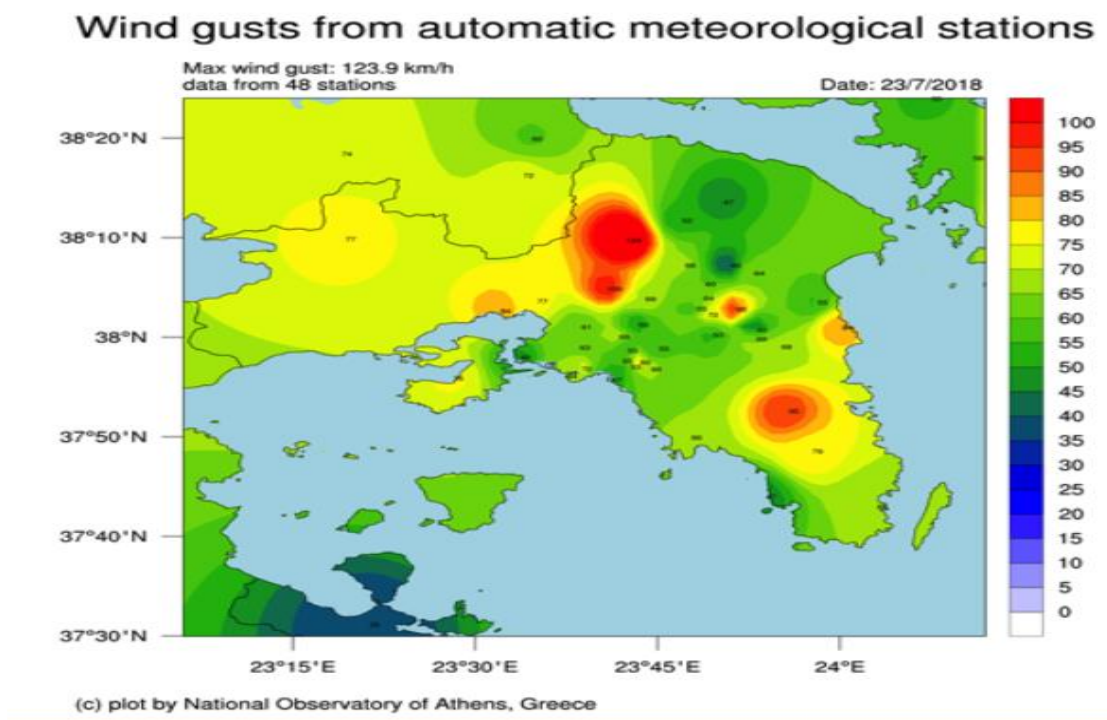
δεκάδες από αυτούς να εγκλωβιστούν. Κατά τη διάρκεια των ημερών που ακολούθησαν την πυρκαγιά καταγράφηκαν στην περιοχή τουλάχιστον 91 απώλειες (μέχρι την 31/7/2018 στις 11.00πμ, ενώ κατά τον ίδιο χρόνο ανακοινώθηκε ένας κατάλογος 25 αγνοουμένων), καθώς και δεκάδες τραυματίες οι οποίοι μεταφέρθηκαν στα νοσοκομεία της Αττικής. Η συνοπτική κατάσταση της Δευτέρας 23/07 είχε ως αποτέλεσμα την επικράτηση θυελλωδών δυτικών-βορειοδυτικών ανέμων στην Ανατολική Στερεά και Αττική. Όπως διακρίνεται και στον χάρτη που ακολουθεί (ριπές ανέμου από το σύνολο των σταθμών μας στην Αττική) οι ριπές έφτασαν στα 100-120 km/h σε αρκετές περιοχές της Αττικής, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος της Περιφέρειας οι ριπές ξεπέρασαν τα 60 km/h. Σημειώνεται ότι οι δυτικοί άνεμοι ως καταβάτες στις ανατολικές περιοχές της Αττικής έχουν ως αποτέλεσμα την σημαντική άνοδο της θερμοκρασίας (μεγαλύτερες των 37°C) και χαμηλά επίπεδα υγρασίας, δημιουργώντας ιδανικές συνθήκες γρήγορης εξάπλωσης πυρκαγιών. Είναι αξιοσημείωτο ότι στους μετεωρολογικούς σταθμούς του ΕΑΑ σε Ισθμό, Αγίους Θεοδώρους, Καπαρέλλι Βοιωτίας, Πάρνηθα, Πεντέλη, Ανω Λιόσια, Νέο Κόσμο, οι ριπές ανέμου που καταγράφηκαν την Δευτέρα 23/07 ήταν οι μεγαλύτερες που έχουν καταγραφεί καλοκαιρινούς μήνες κατά την τελευταία οκταετία, που έχουν τοποθετηθεί και λειτουργούν οι συγκεκριμένοι σταθμοί, σε πολλούς δε από αυτούς και ανεξάρτητα διεύθυνσης ανέμου.



Εικόνα 2. Χρονολόγιο της κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων κατά τη διάρκεια της καταστροφής. Ισχυροί δυτικοί άνεμοι φτάνουν στην περιοχή Νέου Βουτζά-Ραφήνας-Ματιού από την Πεντέλη μεταξύ 16:30 και 20:10.



Εικόνα 3. Χρονολόγιο της κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων κατά τη διάρκεια της καταστροφής. Ισχυροί δυτικοί άνεμοι φτάνουν στην περιοχή Νέου Βουτζά–Ραφήνας–Ματιού από την Πεντέλη μεταξύ 20:30 και 23:30.



Εικόνα 4. Εντάσεις ανέμων

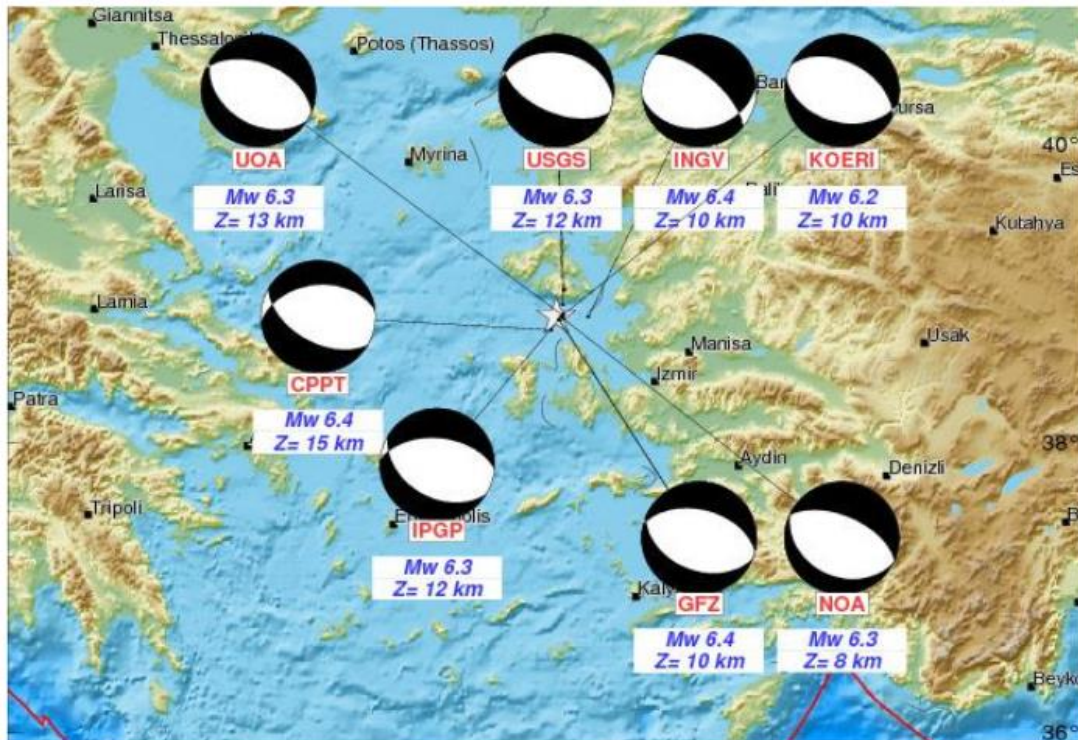
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 2

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΟΝΗΣΗ 6,3 ΡΙΧΤΕΡ ΣΤΗΝ ΛΕΣΒΟ ΣΤΙΣ 12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017

Σεισμική δόνηση μεγέθους 6,3 Ρίχτερ σημειώθηκε στις 12 Ιουνίου 2017 στην περιοχή του ΒΑ Αιγαίου. Σύμφωνα με Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών πρόκειται για επιφανειακό σεισμό με εστιακό βάθος τα 10 χιλιόμετρα και επίκεντρο την θαλάσσια περιοχή κοντά στις ανατολικές – νοτιοανατολικές ακτές του νησιού.

Ο σεισμός προκλήθηκε από ένα κανονικό ρήγμα μήκους 13.05 km και διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός σε περιοχές της Ελλάδας, της Βουλγαρίας, της Κύπρου και της Τουρκίας (ΙΤΣΑΚ (Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών), 2017). Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του επικέντρου όπως δίνονται από της ιστοσελίδα του Σεισμολογικού Σταθμού του ΑΠΘ [45] είναι 38.8490Β 26.3060Α.

Σημαντικές πληροφορίες για τη διαδικασία γένεσης ενός σεισμού μπορούν να προέλθουν από τον υπολογισμό του μηχανισμού γένεσης. Οι λύσεις του μηχανισμού γένεσης του σεισμού της 12ης Ιουνίου δείχνουν ότι ο σεισμός σχετίζεται με ένα κανονικό ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Στο παρακάτω σχήμα δίνονται οι μηχανισμοί [43] όπως καθορίστηκαν από διάφορα διεθνή και ελληνικά σεισμολογικά δίκτυα(Εικ. 5).



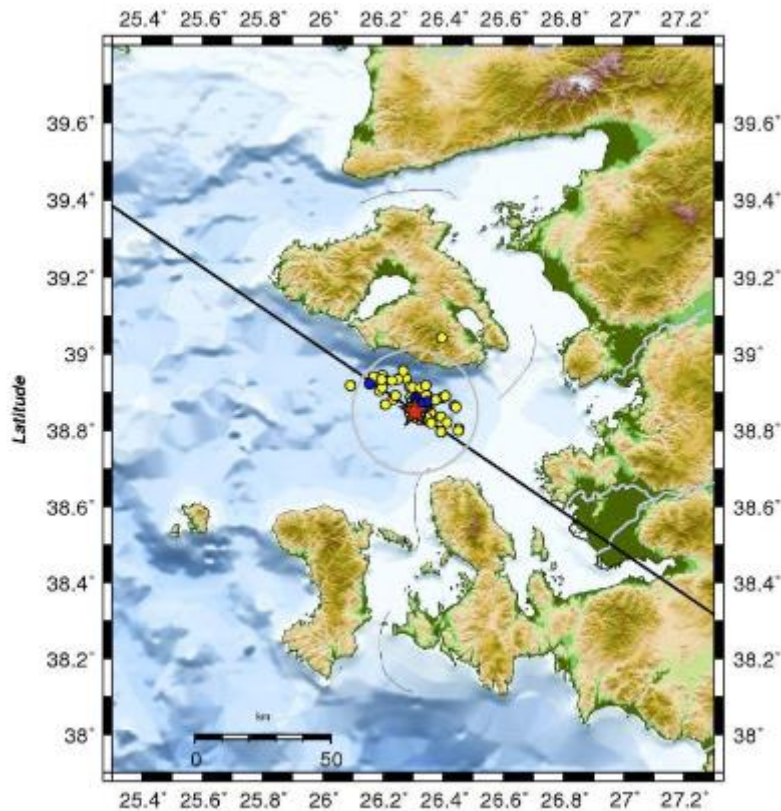
Εικόνα 5. Γραφική παρουσίαση των λύσεων των μηχανισμών γένεσης του σεισμού της 12ης Ιουνίου 2017 στη ΝΑ Λέσβο.

Οι παράμετροι του μηχανισμού γένεσης ο οποίος καθορίστηκε από το Εργαστήριο Γεωφυσικής του ΑΠΘ είναι:

ΕΠΙΠΕΔΟ ΡΗΓΜΑΤΟΣ 1			ΕΠΙΠΕΔΟ ΡΗΓΜΑΤΟΣ 2		
ζ	δ	λ	ζ	δ	λ
292	50	-91	114	40	-88

- δ : η κλίση του επίπεδου ρήγματος
- ζ : η διεύθυνση του επίπεδου ρήγματος
- λ : γωνία ολίσθησης

Οι λύσεις του μηχανισμού γένεσης είναι σε συμφωνία με τον καθορισμό των ρηγμάτων στη Λέσβο (Zouros et al., 2014). Στο χάρτη της Εικ. 6 φαίνεται μία ζώνη



Εικόνα 7.Χωρική κατανομή των σεισμών κατά το πρώτο 48ωρο της μετασεισμικής περιόδου από το Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ (Τέζα και Σκορδύλης, 2017).

Η κατανομή των επικέντρων συμφωνεί με τα χαρακτηριστικά του ρήγματος Πολίχνιτου -Πλωμαρίου (Chatzipetros et al.,2013),το οποίο είναι ένα ρήγμα μήκους 13.5 km διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Τα δύο τμήματα του σχηματίζουν ένα σχεδόν συνεχές ίχνος ρήγματος το οποίο βυθίζεται ΝΔ και σχετίζεται από ακτογραμμές διεύθυνσης Α-Δ Η ιστορία της Λέσβου περιλαμβάνει πληροφορίες από ιστορικούς σεισμούς οι οποίοι είχαν προκαλέσει σημαντικές ζημιές. Ο σημαντικότερος με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις ήταν ο σεισμός του Μαρτίου 1867 με μέγεθος Μ7.0 (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).

Η Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ του ΟΑΣΠ (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού & Προστασίας) έχει ολοκληρώσει την εγκατάσταση στον Ελληνικό χώρο ενός πυκνού δικτύου επιταχυνσιογράφων συνεχούς λειτουργίας. Οι επιταχυνσιογράφοι είναι τύπου CMG-5TDE της Guralp Systems Ltd, οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με επιταχυνσιόμετρα ευρέως φάσματος, καταγραφείς ανάλυσης 24 bits, σύστημα απόλυτου χρόνου (GPS) και μεταβιβάζουν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στις εγκαταστάσεις του ΙΤΣΑΚ στη Θεσσαλονίκη. Στη πλειόσειστη περιοχή

του σεισμού της 12ης Ιουνίου δεν υπήρχε εγκατεστημένος επιταχυνσιογράφος. Η πλησιέστερη θέση εγκατάστασης είναι στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου και συγκεκριμένα σε χώρο του Τμήματος Γεωγραφίας. Στο παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από την ανάλυση του επιταχυνσιογραφήματος από το σεισμό της 12ης Ιουνίου στη Μυτιλήνη (Τμήμα Γεωγραφίας) :

ΘΕΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec ²	ΤΑΧΥΤΗΤΑ cm/sec	ΜΕΤΑΘΕΣΗ cm
ΜΥΤ1: Πανεπιστήμιο Αιγαίου Ηπείρου				
NS-comp	35 km	23.5	6.90	1.57
EW-comp		68.9	8.23	1.69
Z-comp		42.9	4.34	0.89

Για την πληρέστερη ενημέρωση δίνονται παρακάτω οι τιμές από καταγραφές επιταχυνσιογράφων σε γειτονικές θέσεις στην απέναντι ακτή της Τουρκίας.

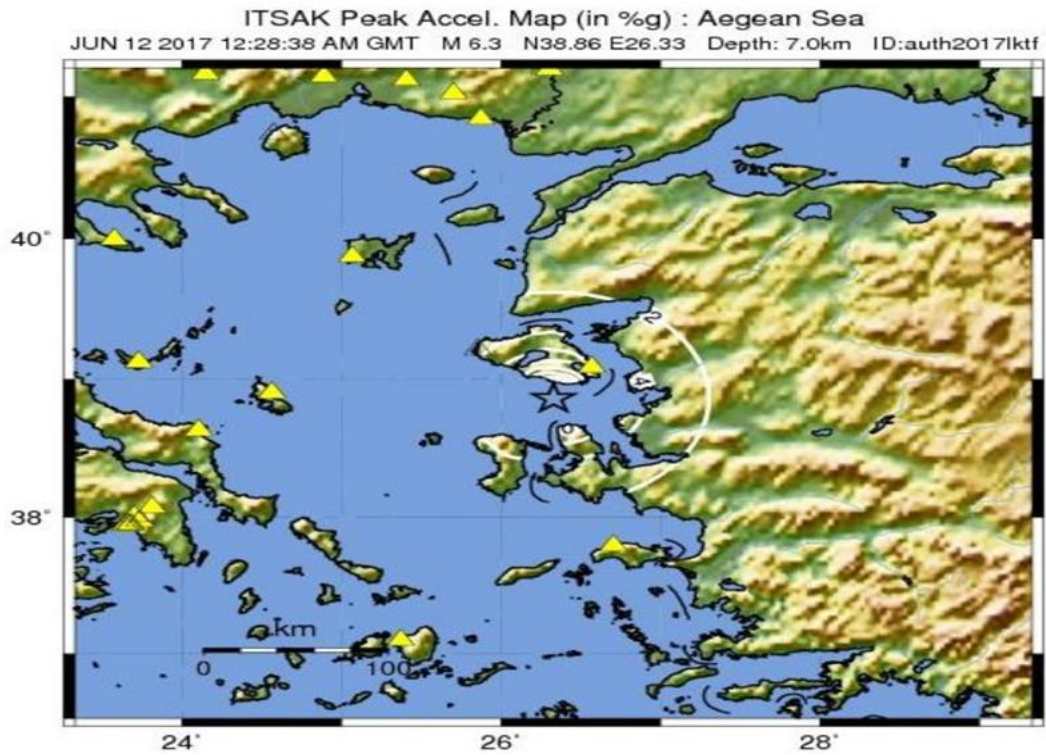
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	PGA-NS (cm/sec ²)	PGA-EW (cm/sec ²)	PGA_UD (cm/sec ²)
KARABURUN	29	50.09	42.11	35.54
FOCA	44	39.81	59.11	21.36
DIKILI	56	53.32	51.21	26.41

ALIAGA	57	13.36	11.31	7.46
AYVALIK	61	35.5	39	19.18
CESME	61	38.81	35.52	21.98

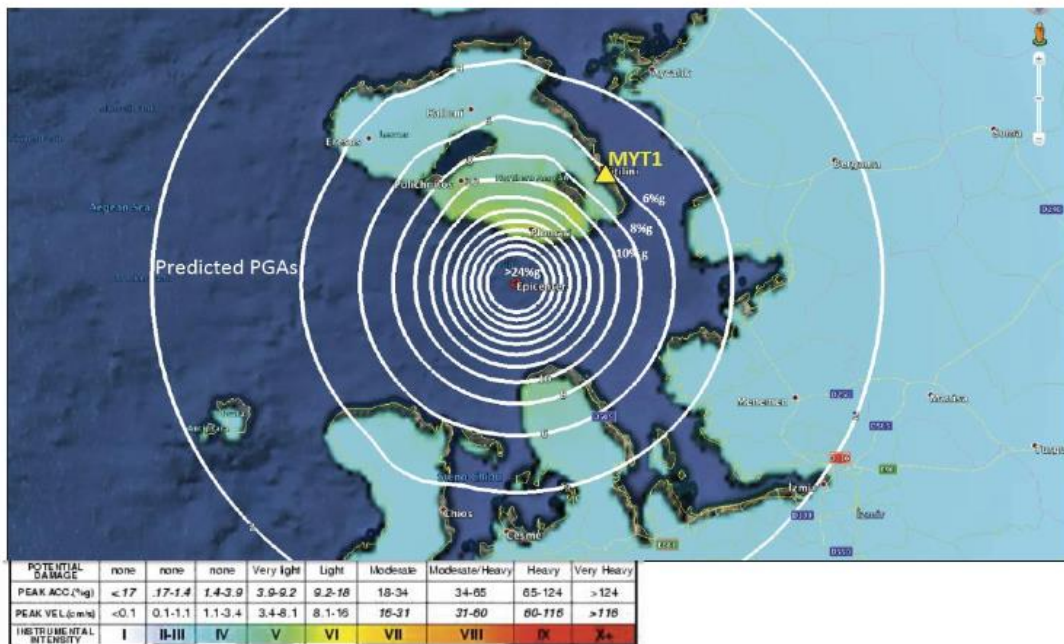
Η διαδικασία εκπόνησης των χαρτών αισθητότητας είναι εξ' ολοκλήρου αυτόματη και ενεργοποιείται με την λήψη προειδοποιητικού μηνύματος (alert message) από το Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ. Με τη λήψη του μηνύματος γίνεται αυτόματη επεξεργασία συνεχούς ροής δεδομένων και αποκοπή καταγραφών επιτάχυνσης του σεισμού από το δίκτυο της Μονάδας ΙΤΣΑΚ. Στη συνέχεια γίνεται με αυτόματη διαδικασία υπολογισμός των παραμέτρων της σεισμικής κίνησης (μέγιστη εδαφική επιτάχυνση, ταχύτητα και φασματικές τιμές) στις θέσεις των σταθμών. Τέλος εκπονούνται οι χάρτες αισθητότητας με χρήση τόσο των καταγεγραμμένων τιμών όσο και σχέσεων πρόβλεψης της σεισμικής κίνησης για τον Ελλαδικό χώρο (GMPEs). Η αυτόματη αυτή διαδικασία ολοκληρώνεται λίγα λεπτά (real-time) μετά την γένεση του σεισμού με τη δημοσίευση των χαρτών στο διαδίκτυο (Κωνσταντινίδου και συν. 2016). Στο σχήμα 5 δίνεται χάρτης χωρικής κατανομής των εδαφικών επιταχύνσεων για το σεισμό της Λέσβου της 12ης Ιουνίου 2017, με συνδυασμό των δεδομένων του δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ και θεωρητική εκτίμηση. Τα κίτρινα τρίγωνα απεικονίζουν τη θέση των εν λειτουργία επιταχυνσιογράφων. Προκειμένου να δοθεί μία καλύτερη εικόνα της χωρικής κατανομής της εδαφικής επιτάχυνσης στη πλειόσειστη περιοχή εκπονήθηκε ο χάρτης της εικόνας 9, ο οποίος αποτελεί μία μεγέθυνση του χάρτη της εικόνας 5 στη Λέσβο. Από το χάρτη φαίνεται ότι για τη περιοχή του νοτίου τμήματος της τ. επαρχίας Πλωμαρίου οι τιμές για την θεωρητικά υπολογισμένη επιτάχυνση είναι της τάξης του 16-20%g, υποθέτοντας σημειακή πηγή και ισότροπη ακτινοβολία.

Από τη μελέτη της μετασεισμικής ακολουθίας προέκυψε κατανομή των μετασεισμών σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, που συμφωνεί με τη διεύθυνση του σειсмоγόνου ρήγματος, το μήκος του οποίου υπολογίζεται σε 25-30 km. Ο σεισμός προκάλεσε 1 ανθρώπινη απώλεια και 15 τραυματίες. Η σεισμική φόρτιση που επιβάρυνε τα κτίρια των οικισμών καλύπτεται πλήρως από τους σεισμικούς συντελεστές του Κανονισμού του 1985, του 1992 και φυσικά του φάσματος σχεδιασμού του ΕΑΚ 2000-2003. Το νησί της Λέσβου ανήκει στην κατηγορία II του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού του 2003 που έχει τιμή ζώνης $ag=0.24g$ (επιτάχυνση της βαρύτητας). Ο Ευρωκώδικας 8 που σήμερα ισχύει και στην Ελλάδα περιλαμβάνει τις σεισμικές ζώνες του Ελληνικού Κανονισμού του 2003. Έτσι όλα τα κτίρια Ο.Σ από το 1959 και μετά δεν εμφάνισαν βλάβες στο νησί πλην του οικισμού της Βρίσας και λιγότερο του Πλωμαρίου. Βλάβες σημειώθηκαν σε πολλούς οικισμούς του νοτιοανατολικού

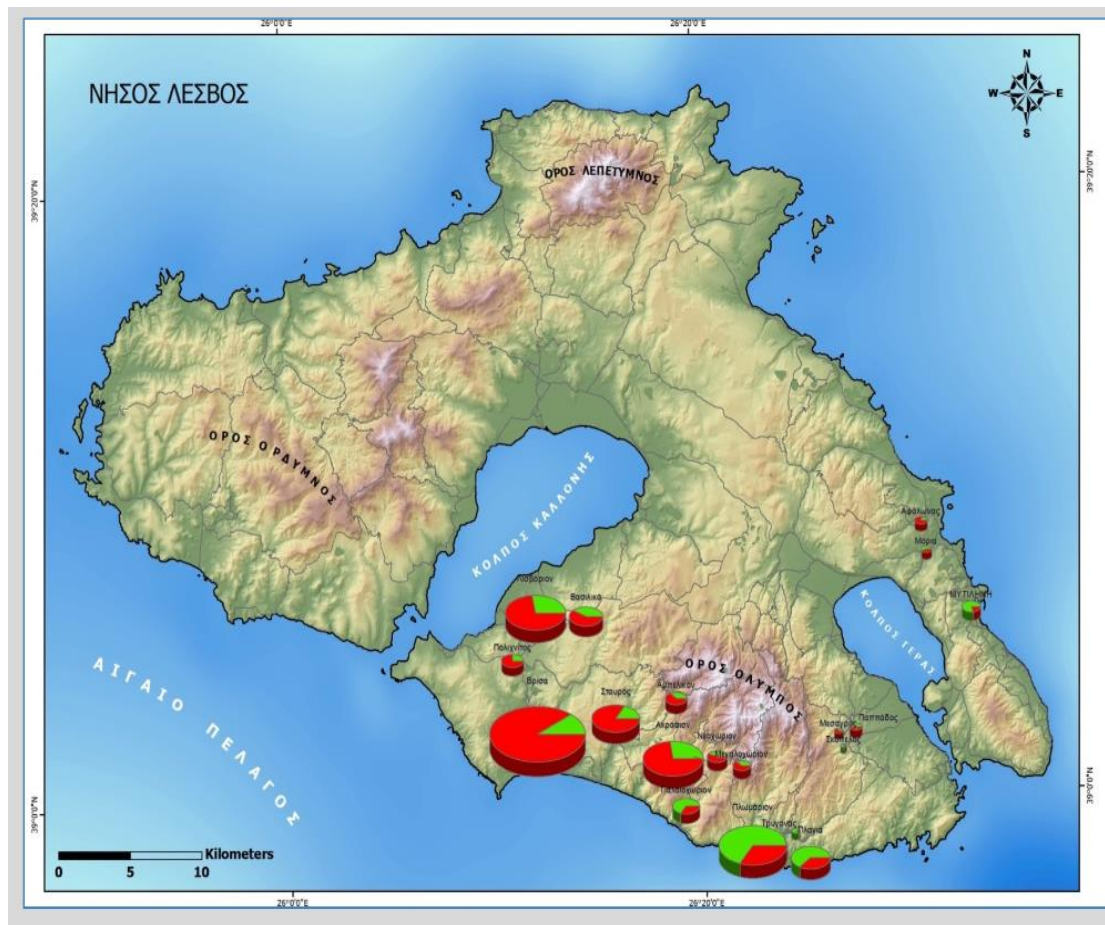
τιμήματος της νήσου, όπου το κτιριακό απόθεμα περιλαμβάνει κυρίως παλιές κατασκευές με φέρουσα τοιχοποιία από λιθοδομή με μεγάλη τρωτότητα, σύγχρονες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα με τοιχοποιίες πλήρωσης και μνημειακές κατασκευές. Από την άμεση καταγραφή των βλαβών με σύγχρονες και καινοτόμες μεθόδους κατά τις πρώτες ώρες μετά τον κύριο σεισμό στην πληγείσα περιοχή, διαπιστώθηκαν εκτεταμένες σοβαρές βλάβες στο δυτικό τμήμα του οικισμού Βρίσα, όπου το σύνολο σχεδόν των κατοικιών, που η κατασκευή τους τοποθετείται ως επί το πλείστον στα τέλη του 19ου αιώνα και στις αρχές του 20ου, έχουν υποστεί μερική ή ολική κατάρρευση. Στους οικισμούς Πλωμάρι, Πολιχνίτος, Λισβόρι, Σταυρός, Ακράσι, Παλαιοχώρι, Μεγαλοχώρι, Πλαγιά και Άγιος Ισίδωρος σημειώθηκαν περιορισμένες βλάβες κυρίως σε παλιές κατοικίες. Σοβαρές βλάβες υπέστησαν και μεταβυζαντινά μνημεία σε πολλούς οικισμούς της πληγείσας περιοχής καθώς και ιστορικά κτίρια στη Μυτιλήνη, που βρίσκεται σε απόσταση 35 km βορειοανατολικά του epicέντρου. Επιπλέον, σημειώθηκαν συνοδά γεωδυναμικά φαινόμενα, όπως αστοχίες γεωλογικών σχηματισμών σε πρηνή και ειδικότερα κατολισθήσεις και καταπτώσεις προκαλώντας βλάβες σε τμήματα του οδικού δικτύου και καταστροφές τοιχίων, εδαφικές ρωγμές κατά μήκος του οδικού δικτύου και σεισμικά κύματα βαρύτητας (tsunamis), που έγιναν αντιληπτά στο λιμένα Πλωμαρίου. Όσον αφορά στη διαχείριση της έκτακτης ανάγκης, από την πρώτη στιγμή μετά την εκδήλωση του φαινομένου κινητοποιήθηκαν όλοι οι αρμόδιοι φορείς σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο προκειμένου να διαπιστωθεί η έκταση της πληγείσας περιοχής και η σοβαρότητα των βλαβών και να παρασχεθεί άμεση βοήθεια στους πληγέντες κατοίκους. Εντός 2 ωρών μετά την εκδήλωση του κινητοποιήθηκαν το Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη, η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, το Πυροσβεστικό Σώμα και η Ελληνική Αστυνομία, ενώ κλιμάκιο της Ειδικής Μονάδας Αντιμετώπισης Καταστροφών αναπτύχθηκε στην πληγείσα περιοχή διεξάγοντας αποτελεσματικά υπηρεσίες έρευνας-διάσωσης και απεγκλωβισμού θυμάτων. Πραγματοποιήθηκε συντονισμός των δράσεων αυτών, άμεση παροχή οδηγιών προστασίας στους κατοίκους κατά τη μετασεισμική περίοδο και σύγκλιση του Συντονιστικού Τοπικού Οργάνου (ΣΤΟ) Πολιτικής Προστασίας. Άμεσες κρίσιμες αποφάσεις ελήφθησαν κατά την πραγματοποίηση του ΣΤΟ για την προστασία των πολιτών, την άρση επικινδυνοτήτων και το συντονισμό όλων των σχετικών δράσεων για την αποτελεσματικότερη διαχείριση της έκτακτης ανάγκης και της μείωσης των επιπτώσεων .



Εικόνα 8.Χάρτης αισθητότητας με παράμετρο την εδαφική επιτάχυνση του σεισμού της Λέσβου της 12ης Ιουνίου2017.



Εικόνα 9. Λεπτομερής χάρτης shakemap για την περιοχή της Λέσβου.

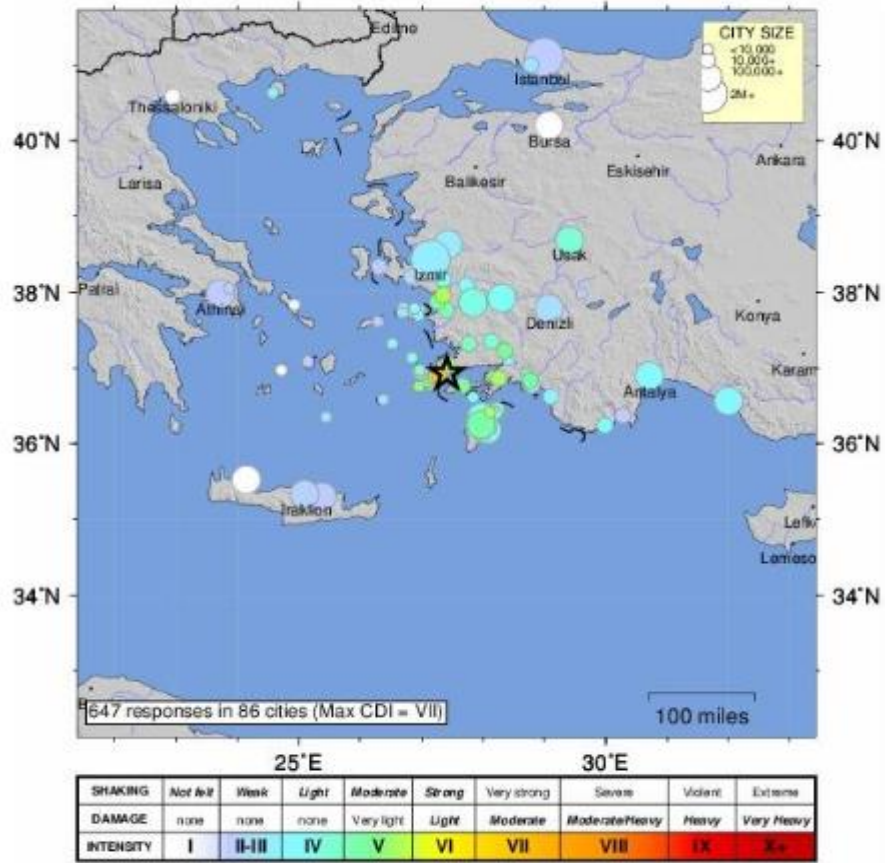


Εικόνα 10. Ποσοστιαία κατανομή βλαβών ανά οικισμό

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 3

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΟΝΗΣΗ 6,6 ΡΙΧΤΕΡ ΣΤΗΝ ΚΩ ΣΤΙΣ 21 ΙΟΥΛΙΟΥ 2017

Την 21η Ιουλίου 2017 και ώρα Ελλάδας 01:31 (20.07.2017 22:31 GMT) σημειώθηκε στην περιοχή του ΑΝΑ Αιγαίου μία ισχυρή σεισμική δόνηση μεγέθους $M_w = 6.6$. Σύμφωνα με την ανακοίνωση του Εθνικού Σεισμογραφικού Δικτύου πρόκειται για επιφανειακό ($h \sim 10$ km) σεισμό με το επίκεντρο του να εντοπίζεται στο θαλάσσιο χώρο ανατολικά της πόλης της Κω. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του epicέντρου όπως δίνονται από την ιστοσελίδα του Ευρωμεσογειακού Σεισμολογικού Κέντρου είναι 36.91900B 27.44300A.



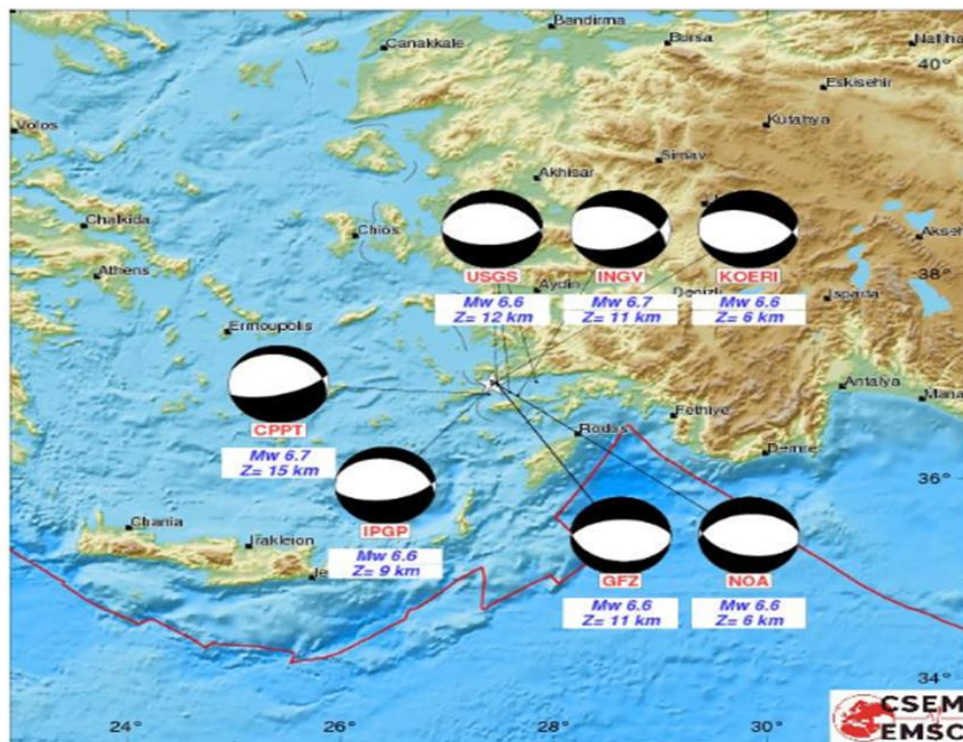
Εικόνα 11. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή USGS).



Εικόνα 12. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή EMSC-CSEM).

Η χωρική κατανομή των αποτελεσμάτων της σεισμικής κίνησης (ποιοτική εκτίμηση) παρουσιάζεται στους χάρτες των εικόνων (11 και 12). Οι χάρτες αυτοί βασίστηκαν στην απόκριση των κατοίκων της ευρύτερης εστιακής περιοχής. Το άστρο στον χάρτη αυτό παριστάνει τη θέση του επικέντρου. Το χρώμα και το μέγεθος των κύκλων αντιστοιχούν στην τιμή της μακροσεισμικής έντασης σύμφωνα με το υπόμνημα. Ο σεισμός έγινε ιδιαίτερα αισθητός και είχε περιορισμένες βλάβες στις πόλεις Κω και Bodrum. Η υψηλότερη Μακροσεισμική Ένταση εκτιμήθηκε για την περιοχή της πόλης της Κω (I= VI-VII) ενώ για την περιοχή του Bodrum η τιμή ήταν I= VI). Ο σεισμός έγινε αισθητός στο Κεντρικό Αιγαίο, τη Κρήτη και μέχρι τις ακτές του Βορείου Αιγαίου τη Κύπρο και περιοχές του Çanakkale.

Σημαντικές πληροφορίες για τη διαδικασία γένεσης ενός σεισμού μπορούν να προέλθουν από τον καθορισμό του μηχανισμού γένεσης. Οι λύσεις του μηχανισμού γένεσης του σεισμού της 21ης Ιουλίου δείχνουν ότι ο σεισμός σχετίζεται με ένα κανονικό ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ. Στο παρακάτω σχήμα δίνονται οι μηχανισμοί όπως καθορίστηκαν από διάφορα διεθνή και ελληνικά σεισμολογικά κέντρα (Εικ. 13) και οι οποίοι επιβεβαιώνουν τη γένεση του σεισμού λόγω κανονικής διάρρηξης.

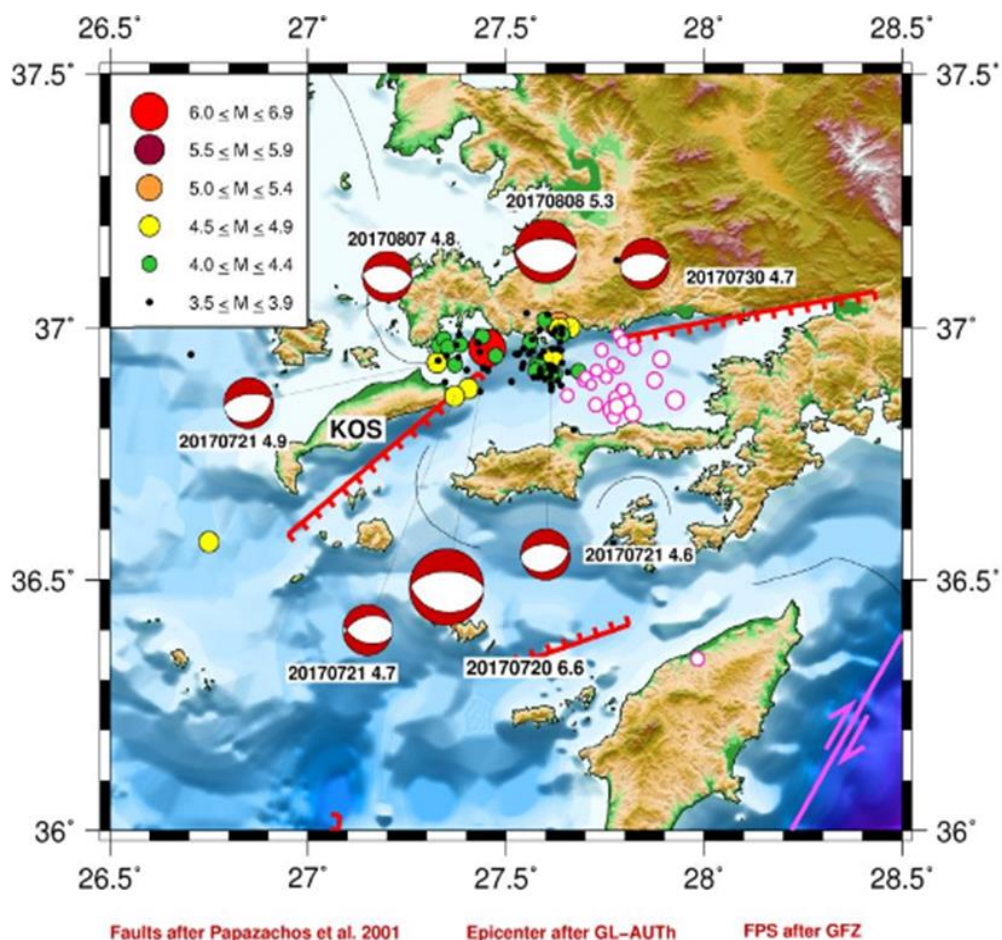


Εικόνα 13. Γραφική παρουσίαση των λύσεων των μηχανισμών γένεσης του σεισμού της 21ης Ιουλίου 2017 στο θαλάσσιο χώρο ανατολικά της Κω.

Οι παράμετροι του μηχανισμού γένεσης ο οποίος καθορίστηκε από το Σεισμολογικό κέντρο του Potsdam (το οποίο δίνει τις λύσεις μηχανισμών γένεσης ισχυρών σεισμών σε σταθερή βάση) είναι:

ΕΠΙΠΕΔΟ ΡΗΓΜΑΤΟΣ I			ΕΠΙΠΕΔΟ ΡΗΓΜΑΤΟΣ II		
ζ	δ	λ	ζ	δ	λ
98	35	-82	270	56	-94

Οι παράμετροι του επιπέδου Ρήγματος I είναι σε καλή συμφωνία με τις παραμέτρους του Ρήγματος Marmaris (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003). Το ίδιο ρήγμα παρουσίασε δράση με σεισμούς ενδιαμέσου μεγέθους ($5.0 \leq M \leq 5.9$) στο ανατολικότερο άκρο του κατά τη χρονική περίοδο 2004-2005. Υπάρχουν επίσης τρεις γνωστοί σεισμοί με μεγέθη $M \geq 6.0$, οι οποίοι σχετίζονται με το ρήγμα αυτό (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003). Ο πρώτος μεγέθους $M=6.8$ έγινε στις 01.12.1869 και είχε μέγιστη ένταση $IMM=IX$. Οι δύο άλλοι έγιναν το 1941 (23.05.1941, $M=6.0$, $IMM = VIII$ και 13.12.1941, $M=6.2$, $IMM = VIII$). Οι βλάβες από τους σεισμούς αυτούς εντοπίζονται σε τουρκικές οικιστικές περιοχές στα παράλια ενώ δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές ζημιές σε ελληνικές πόλεις. Ο χάρτης της εικόνας 14 δίνει τη χωρική κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών (έγχρωμοι κύκλοι όπως στο υπόμνημα) για τις πρώτες ημέρες της σεισμικής ακολουθίας. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και οι μηχανισμοί γένεσης των ισχυρότερων μετασεισμών. Οι άσπροι κύκλοι στο ανατολικό όριο του ρήγματος παριστάνουν τα επίκεντρα των σεισμών της ακολουθίας του 2004-2005.



Εικόνα 14. Κατανομή των επικέντρων των ισχυρότερων μετασεισμών και των μηχανισμών γένεσης των μετασεισμών μεγέθους $M \geq 4.4$.

Για την ερμηνεία των βλαβών και των επιπτώσεων των σεισμών στο δομημένο περιβάλλον είναι αναγκαίο να υπάρχουν ενόργανες καταγραφές επιταχύνσεων. Με βάση αυτή τη παρατήρηση η Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ του ΟΑΣΠ έχει εγκαταστήσει, παρακολουθεί και πυκνώνει όταν χρειάζεται το δίκτυο επιταχυνσιογράφων στην Ελλάδα. Η προσπάθεια αυτή είναι συνεχής, ξεκίνησε με την ίδρυση του ΙΤΣΑΚ το 1983 και συνεχίζεται. Στη Κω υπήρχε εγκατεστημένος μόνο ένας επιταχυνσιογράφος (KOS1), ανάλυσης 18bits (τύπου ETNA της Kinematics), ο οποίος λειτουργεί με προεπιλεγμένο επίπεδο διέγερσης. Ο επιταχυνσιογράφος παρουσίασε πρόβλημα λειτουργίας λίγες ημέρες πριν τη γένεση του σεισμού και συνεπώς δεν υπήρχε καταγραφή στη Κω από τον κύριο σεισμό. Πληροφορίες μπορούν να αντληθούν με θεωρητικούς υπολογισμούς ή από συνδυασμό θεωρητικών υπολογισμών και τεκμηρίωση με τη χρήση ενόργανων δεδομένων από γειτονικούς σταθμούς οι πλησιέστεροι από τους οποίους είναι στην απέναντι ακτή της

Τουρκίας. Οι θέσεις των επιταχυνσιογράφων οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στο χάρτη της εικόνας 15.



Εικόνα 15. Θέσεις των τεσσάρων θέσεων επιταχυνσιογράφων του εθνικού δικτύου AFAD της Τουρκίας, οι οποίες είναι πλησιέστερα στο επίκεντρο.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι επιταχύνσεις του σεισμού της 21ης Ιουλίου για τους τέσσερις σταθμούς οι οποίοι φαίνονται στο χάρτη της εικόνας 15 μαζί με τις επικεντρικές τους αποστάσεις.

Θέση	Απόσταση (km)	Μέγιστη επιτάχυνση (cm/sec ²)		
		NS	EW	UD
BODRUM	13	156	101	85
DATCA	31	78	58	32
GULLUK	38	38	40	33
OREN	48	79	87	45

Η επικεντρική απόσταση της πόλης της Κω είναι 16 km περίπου. Δεδομένης της κατάστασης με την εγκατάσταση ενός μόνου επιταχυνσιογράφου στο νησί της Κω, αμέσως μετά το σεισμό κλιμάκιο επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού της μονάδας ΙΤΣΑΚ του ΟΑΣΠ αποτελούμενο από τους ερευνητές Χρ. Παπαϊωάννου, Δρ. Σεισμολόγο, Θωμά Σαλονικιό Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και τον τεχνικό Ν. Αδάμ,

μετέβη στη Κω με σκοπό τη διερεύνηση του προβλήματος δυσλειτουργίας, τη συλλογή δεδομένων και την εγκατάσταση ενός πρόσθετου επιταχυνσιογράφου υψηλών προδιαγραφών. Συγκεκριμένα το όργανο είναι συνεχούς λειτουργίας τύπου CMG-5TDE της Guralp Systems Ltd, εξοπλισμένο με επιταχυνσιόμετρα ευρέως φάσματος, καταγραφέα ανάλυσης 24 bits και σύστημα απόλυτου χρόνου (GPS) και μεταβιβάζει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στις εγκαταστάσεις της μονάδας ΙΤΣΑΚ στη Θεσσαλονίκη. Η εγκατάσταση αυτή είναι για περιορισμένο χρονικό διάστημα δηλαδή για τη διάρκεια της μετασεισμικής περιόδου. Το όργανο εγκαταστάθηκε στο κτήριο του Δημαρχείου (KOS2) λόγω της ύπαρξης υποδομής για τη μεταφορά δεδομένων μέσω του εθνικού δικτύου ΣΥΖΕΥΞΙΣ (www.syzefxis.gov.gr) και της εγγύτητας του χώρου στις θέσεις μερικών καταρρεύσεων (ευρύτερη περιοχή Πλατείας Δημοκρατίας) και ζημιών στις υποδομές του λιμένα της Κω. Μετά από την ολοκλήρωση των διαδικασιών επικοινωνίας με το ΣΥΖΕΥΞΙΣ ο επιταχυνσιογράφος κατέστη επιχειρησιακός από τις μεσημεριανές ώρες της 25ης Ιουλίου μεταβιβάζοντας συνεχώς δεδομένα στις εγκαταστάσεις της Μονάδας έρευνας ΙΤΣΑΚ.

Επειδή δεν υπάρχουν άμεσα διαθέσιμες γεωτεχνικές πληροφορίες για τις δύο θέσεις έγινε μια προκαταρκτική εκτίμηση κυρίως σε ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η εκτίμηση είναι ότι το έδαφος στη πόλη της Κω μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στη κατηγορία Β κατά EC8. Με βάση αυτή τη παραδοχή, και χρήση των παραμέτρων εστίας του σεισμού μπορούμε να κάνουμε θεωρητική εκτίμηση της στάθμης της εδαφικής επιτάχυνσης στη πόλη της Κω από το σεισμό της 21ης Ιουλίου. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκαν οι εμπειρικές σχέσεις πρόβλεψης της μέγιστης οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης οι οποίες προτάθηκαν από τους Skarlatoudis et al. (2003), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δεδομένα από ελληνικών σεισμών, Akkar and Bommer (2010) και Ambraseys et al (2005) οι οποίοι χρησιμοποίησαν δεδομένα από την Ευρώπη και από τη Μέση Ανατολή. Όλες οι σχέσεις χρησιμοποιούν το μέγεθος ροπής ως μέτρο της ισχύος του σεισμού και ως μέτρο της απόστασης την επικεντρική απόσταση (Skarlatoudis et al. 2003) ή την απόσταση r_{jb} . Θεωρώντας ότι δεν εισάγονται μεγάλα σφάλματα εφαρμόστηκαν οι παρακάτω σχέσεις για απόσταση 14km, μέγεθος $M_w 6.6$, κανονική διάρρηξη και εδαφικές συνθήκες κατηγορίας “Σκληρού Εδάφους” (Stiff Soil). Η γενική μορφή των ανωτέρω σχέσεων είναι:

$$\log PGA = a_1 + a_2 M_W + (a_3 + a_4 M_W) * \log \sqrt{d^2 + a_5^2} + a_6 S_s + a_8 F_N \quad \text{Ambraseys et al 2005}$$

$$\log PGA = b_1 + b_2 M_W + b_3 M_W^2 + (b_4 + b_5 M_W) * \log \sqrt{R_{jb}^2 + b_6^2} + b_7 S_s + b_9 F_N \quad \text{Akkar & Bommer 2010}$$

$$\log PGA = c_0 + c_1 M_W + c_2 * \log(R + c_4) + c_3 F + c_5 S \quad \text{Skarlatoudis et al. 2003}$$

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των ανωτέρω σχέσεων δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΣΧΕΣΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΛΑΦΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ
Skarlatoudis et al. 2003	192 cm/sec ²
Ambraseys et al 2005	200 cm/sec ²
Akkar & Bommer 2010	160 cm/sec ²

Από τα ανωτέρω αποτελέσματα φαίνεται ότι η μέση εκτιμώμενη οριζόντια επιτάχυνση για τη πόλη της Κω είναι της τάξης του 18% g. Η Κωσ ανήκει στη κατηγορία II του ΕΑΚ 2003 με τιμή $\alpha_g=0.24g$ (επιτάχυνση της βαρύτητας). Αυτό σημαίνει η σεισμική φόρτιση των κτιρίων της Κω για τον σεισμό αυτό καλύπτονταν πλήρως από τους σεισμικούς συντελεστές του Κανονισμού του 1985, του 1992 και φυσικά του φάσματος σχεδιασμού του ΕΑΚ 2000-2003.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 4

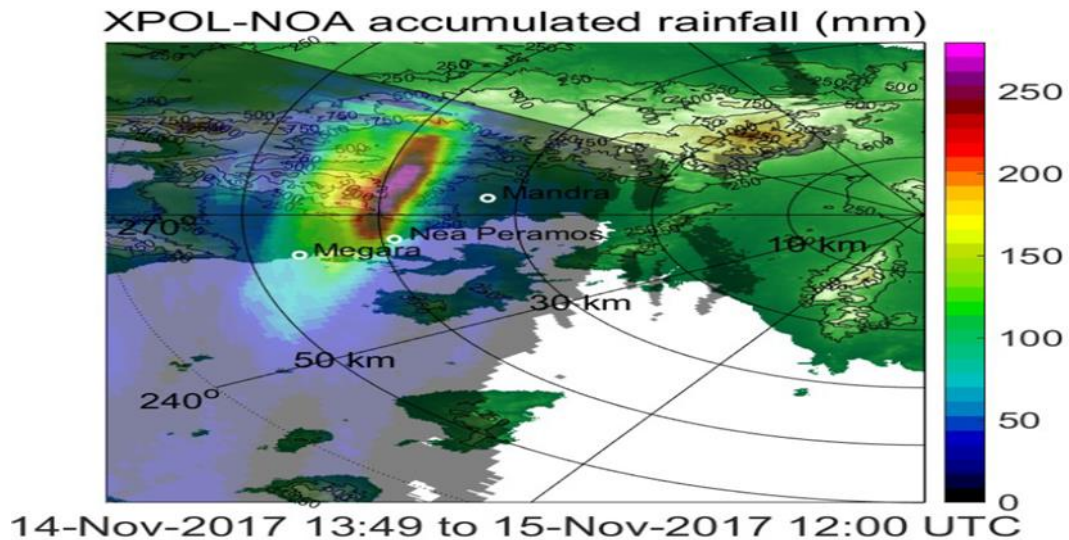
ΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ ΤΗΣ 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2017 ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΜΑΝΔΡΑΣ - ΕΙΔΥΛΛΙΑΣ.

Στις 15 Νοεμβρίου 2017 μετά από έντονη βροχόπτωση στη Δυτική Αττική σημειώθηκε αιφνίδια πλημμύρα η οποία έπληξε κυρίως τις περιοχές του Δήμου

Μάνδρας – Ειδυλλίας. Πολλές υποδομές καταστράφηκαν ολοσχερώς ή μερικώς και 25 άτομα έχασαν τη ζωή τους από τα πλημμυρικά φαινόμενα (Κοντοές, et al.,2018). Το κινητό μετεωρολογικό ραντάρ XPOL του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου κατέγραψε το συμβάν με χωρική ανάλυση 150m και χρονική ανάλυση 2 min. Η ζώνη βροχόπτωσης στην πλαγιά του όρους Πατέρας, πάνω από τη Νέα Πέραμο και τη Μάνδρα, ήταν μήκους περίπου 18km και πλάτους 4 km (Εικόνα 39) με προσανατολισμό από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά. Το συνολικό ύψος βροχής ξεπέρασε τα 200 mm σε χρονικό διάστημα 6 ωρών με μεγαλύτερη ένταση κυρίως στις 5 έως 8 π.μ. τοπική ώρα, στις 15 Νοεμβρίου που αποτελεί μια πάρα πολύ ισχυρή και σχετικά σύντομη βροχόπτωση. Τα τοπικά μέγιστα της στιγμιαίας βροχόπτωσης στο όρος Πατέρας έφτασαν μέχρι τα 120-140 mm/ώρα. Σύμφωνα με δεδομένα των τελευταίων 114 ετών από τον μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών που βρίσκεται στο Θησείο, μέσο ύψος συνολικής βροχής στην Ελευσίνα είναι 61mm για τον μήνα Νοέμβριο (Καλόγηρος et al. 2017).

Οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες που έχουν καταγραφεί στην περιοχή της Μάνδρας - Ειδυλλίας αφορούν τις πλημμύρες στις 24-10-2014 και 27-2-2015.

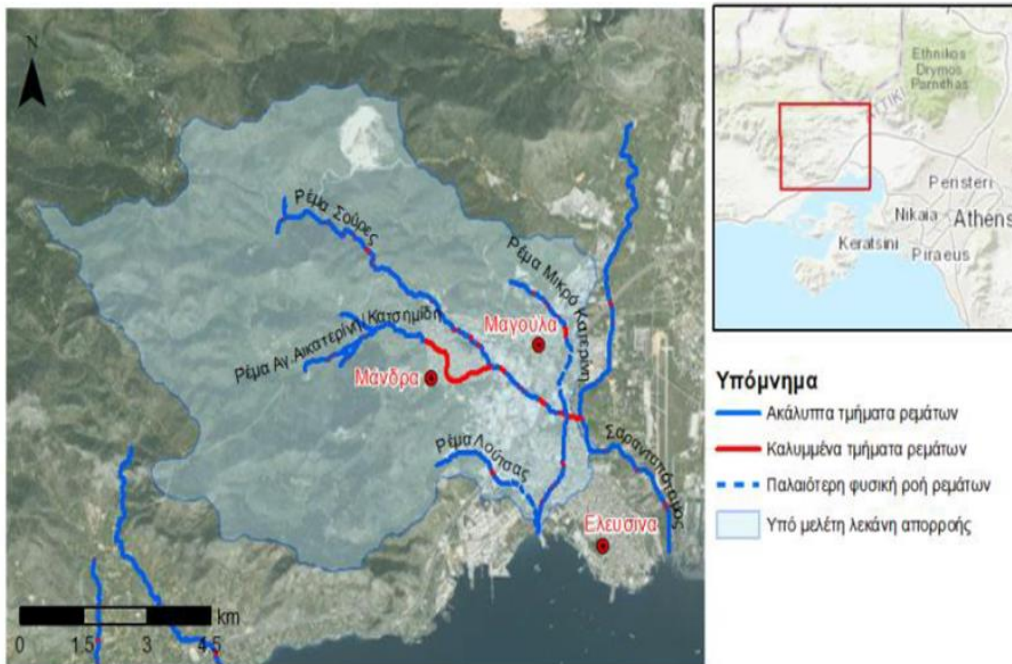
Για το συμβάν της 24ης-10-2014 αναφέρεται ύψος βροχής 67mm (με βάση τα στοιχεία του υδρομετεωρολογικού δικτύου METEONET (EMΠ)). Η διαφορά αυτή των πλημμυρικών φαινομένων σε σχέση με το φαινόμενο της 15ης/11/2017 ήταν αυτά ήταν περιορισμένης κλίμακας και προκλήθηκαν αποκλειστικά από το ρέμα Αγ. Αικατερίνης ενώ το εξεταζόμενο φαινόμενο προκλήθηκε από την ταυτόχρονη άφιξη υψηλών παροχών τόσο από το ρέμα Αγ. Αικατερίνης τόσο και από το ρέμα Σούρες (Κοροβέσης et al., 2018).



Εικόνα 16.Χωρική απεικόνιση υψηλής ανάλυσης της συνολικής βροχόπτωσης.

Οι αλληπαλλήλες καταιγίδες στην περιοχή οφείλονται σε έντονη αστάθεια στην ανώτερη ατμόσφαιρα οι οποίες προκάλεσαν βροχές και καταιγίδες σε μεγάλο μέρος της χώρας. Η περιοχή της Μάνδρας επηρεάστηκε από καταιγίδες τις πρώτες πρωινές ώρες της Τετάρτης 15 Νοεμβρίου. Η μελέτη των μετεωρολογικών και των δορυφορικών δεδομένων έδειξε μια ανατροφοδότηση καταιγίδων σε πολύ περιορισμένη περιοχή γύρω από το όρος Πατέρας στις πρώτες πρωινές ώρες της 15ης και μέχρι το μεσημέρι της ίδιας ημέρας. Η εντοπισμένη αυτή βροχόπτωση η οποία εκδηλώθηκε στα ορεινά τμήματα της περιοχής προκάλεσε ξαφνική πλημμύρα (flash flood) στις υδρολογικές λεκάνες της περιοχής και συγκεκριμένα των ρεμάτων που απορρέουν στην πεδιάδα της Νέας Περάμου και την πεδινή περιοχή της Μάνδρας και της ΒΠΠΕ Μάνδρας (Λέκκας et al., 2017).

Στην εικόνα 17 παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής, η οποία συνιστά την περιοχή ενδιαφέροντος, με τα κύρια ρέματα, που είναι το ρέμα Αγ. Αικατερίνης /Κατσημίδα, το ρέμα Σούρες, το ρέμα Κατερίνη και το ρέμα Λούτσας.



Εικόνα 17. Η λεκάνη απορροής με τα κύρια ρέματα (Κοντοές et al., 2018).

Μια παράμετρος που επηρεάζει τις διεργασίες βροχής-απορροής είναι η κλίση. Η λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται στο μεγαλύτερο μέρος της από ήπιες κλίσεις, με μέση κλίση της τάξης του 15% (Κοντοές et al., 2018). Το νερό εισήλθε στην πόλη όταν ενώθηκαν τα δύο βασικά ρέματα, το �έμα της Αγ. Αικατερίνης και το �έμα Σούρας. Το πρώτο έχει μπαζωθεί και είναι ο πιο κεντρικός δρόμος της Μάνδρας και το δεύτερο κόβεται απότομα από το αμαξοστάσιο του Δήμου αλλά και άλλες εγκαταστάσεις (Λέκκας et al., 2017).



Εικόνα 18. Ζώνη Πλημμύρας στη Μάνδρα και στη Βιομηχανική περιοχή.

Η πολλή έντονη και στιγμιαία βροχόπτωση σε χρονικό διάστημα των 2,5 ωρών προκάλεσε το μέγεθος της καταστροφής. Ένας τεράστιος όγκος νερού (200 τόνοι) μετακινήθηκαν κατάντη με ταχύτητα αρχικά περίπου 80 km την ώρα και στη συνέχεια αναπτύχθηκε στα 120 km/ώρα. Το πλημμυρικό νερό μαζεύτηκε στην κοίτη του ρέματος, απέκτησε όγκο και ταχύτητα και διοχετεύτηκε στον περιαστικό ιστό της Μάνδρας όπου υπήρχε η Βιομηχανική περιοχή με χιλιάδες παρεμβάσεις. Η ροή του νερού έφτασε στην Αττική οδό σε 10 λεπτά και καθώς κατευθύνθηκε κατάντη παρέσυρε μεγαλύτερα αντικείμενα, κατασκευές ακόμη και τεράστια οχήματα.

Από την καταστροφική πλημμύρα της 15ης Νοεμβρίου 2017, 25 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους ενώ δεκάδες τραυματίστηκαν. Σύμφωνα με τα συγκεντρωθέντα στοιχεία από την Περιφέρεια Αττικής, 1700 στρέμματα καλλιέργειας κηπευτικών καταστράφηκαν και περίπου 2.700 ελαιόδεντρα. Αναφορικά με το ζωικό κεφάλαιο, έχουν αναφερθεί απώλειες 500 αιγοπροβάτων, καθώς επίσης 200 περίπου μελισσοσμηνών με πλαισιοκυψέλες. Επίσης 436 αυτοκίνητα καταστράφηκαν στις περιοχές που επλήγησαν από τα πλημμυρικά φαινόμενα. Όσον αφορά τις κτιριακές υποδομές, 1600 κατοικίες χρειάζονται επισκευή ενώ 10 κατοικίες χρειάζονται

ανακατασκευή. Επίσης επισκευή χρειάζονται 150 αποθήκες, 2 ιεροί ναοί και 5 Δημόσια κτίρια.

Μετά από τα πλημμυρικά φαινόμενα της 15η Νοεμβρίου και τις εργασίες αποκατάστασης προέκυψαν μεγάλες ποσότητες φερτών και άλλων υλικών. Η Περιφέρεια Αττικής αιτήθηκε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος την έγκριση για την κατ' εξαίρεση μεταφορά και διάθεση αδρανών υλικών στο ανενεργό λατομείο TITAN A.E. η οποία και δόθηκε. Η ποσότητα των φερτών υλικών εκτιμάται περίπου σε 220.000 τόνους και αποτελούνται κυρίως από υδαρείς λάσπες, χώματα ,πέτρες αλλά και μπάζα τα οποία προέρχονται από κατεδαφίσεις δομικών κατασκευών, ογκώδη υλικά οικιακού εξοπλισμού όπως στρώματα έπιπλα.

Για τη μεταφορά και απόθεση των φερτών υλικών και άλλων αδρανών υλικών, από πληγείσες περιοχές της Δυτικής Αττικής, στο λατομείο της TITAN A.E., δεν απαιτήθηκε η τήρηση της διαδικασίας της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, ενώ ζητήθηκε παράλληλα να εφαρμόζονται, όσο είναι δυνατόν, δράσεις διαλογής και ανάκτησης υλικών και άλλων ρευμάτων αποβλήτων. Η εξαίρεση αυτή αφορά τα απόβλητα που δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια των έκτακτων πλημμυρικών φαινομένων και θα έπρεπε εντός τριών μηνών να τηρηθούν όλες οι νόμιμες εργασίες διαχείρισής τους σύμφωνα με την κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία και ειδικότερα με το άρθρο 24 του Ν.4042/2012 (Κοροβέσης et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Σύγκριση Περιπτώσεων

4.1 Εισαγωγή

Η αγορά λογισμικού για επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας αντιπροσωπεύει μια συλλογή εργαλείων που συμβάλλουν στα στάδια ανάλυσης τους από την συλλογή τους μέχρι και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων τους. Στην ίδια κατεύθυνση κινούνται και οι 4 περιπτώσεις που αναφέραμε καθώς βασίζονται στην ανάλυση δεδομένων και συλλογή από διάφορους κατά περίπτωση φορείς και οπτικοποίηση σε κατάλληλα γεωγραφικά συστήματα.

4.2 Ο ορισμός μεγάλων δεδομένων στις περιπτώσεις χρήσης μας.

Δεδομένα μεγάλης κλίμακας θεωρούνται με μια πιο γενική ματιά μια νέα γενιά λογισμικού και αρχιτεκτονικών σχεδιασμένων για να επιτρέπουν αναλύσεις από πολύ μεγάλη ποικιλία δεδομένων επιτρέποντας την υψηλή ταχύτητα συγκέντρωσης και ανάλυσης. Τα σενάρια που εξετάστηκαν αφορούν σενάρια ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, καθώς η εισροή είναι μεγάλη και από πολλές πηγές.

Στις παραπάνω περιπτώσεις χρήσης διακρίνουμε 3 χαρακτηριστικά των δεδομένων τα οποία τα εντάσσουν στην κατηγορία των μεγάλων δεδομένων σύμφωνα και με τον ορισμό τους αυτά είναι:

- 1) Όγκος**
- 2) Ποικιλία**
- 3) Ταχύτητα εισροής δεδομένων**

Σε κάθε περίπτωση , το σύστημα που χρησιμοποιούν στις μελέτες τους οι ερευνητές και οι εμπειρογνώμονες παρέχει μια οπτική αναπαράσταση των κριτηρίων για τον προσδιορισμό της επιλογής του αν μια περίπτωση και η σχετική της τεχνολογία και υπηρεσίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην κατηγορία των μεγάλων δεδομένων.

Τα κριτήρια και τα τρία βήματα για την αξιολόγηση των περιπτώσεων χρήσης είναι τα εξής:

Βήμα 1 :

Αξιολόγηση και για τα τέσσερα σενάρια:

Χρησιμοποιήθηκαν Εφαρμογές όπου τα δεδομένα που συλλέγονται είναι πάνω από 100TB ;

Ανάπτυξη τεχνολογίας ανταλλαγής μηνυμάτων υψηλής ταχύτητας για ενσωμάτωση δεδομένων ροής σε πραγματικό χρόνο. Το σενάριο αυτό αντιπροσωπεύει

Δεδομένα σε κίνηση για την πρόγνωση και πρόληψη σε περιπτώσεις πυρκαγιών και πλημμυρών.

Τα σύνολα δεδομένων ενδέχεται να μην είναι πολύ μεγάλα σήμερα αλλά αυξάνονται πολύ γρήγορο ρυθμό σε ποσοστό +60% ετησίως από το συμβάν και μετά , κυρίως όπου ενεργοποιήθηκε ο μηχανισμός αντιμετώπισης .

Βήμα 2 :

Αξιολόγηση εάν για κάθε ένα από τα σενάρια του Βήματος 1 αναπτύσσεται τεχνολογία με δυναμικά προσαρμόσιμη υποδομή:

Στην πρώτη περίπτωση της πυρκαγιάς έχουν τροποποιηθεί τα κριτήρια και ο ορισμός της υποδομής δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Τα δεδομένα να μεν είναι χρήσιμα για μελλοντική χρήση αλλά δεν υπήρχε πραγματική ροή δεδομένων και μοντέλα πρόβλεψης.

Σε αντίθεση με τις άλλες τρεις περιπτώσεις όπου δεδομένα έχουμε πριν , κατά τη διάρκεια και μετά τα γεγονότα που επιτρέπει την ανάλυση και δημιουργία προγνωστικών μοντέλων αξιοποιώντας δεδομένα μεγάλη κλίμακας πολλών ετών από διάφορους φορείς.

Βήμα 3 :

Αξιολόγηση σε δύο περιπτώσεις:

Εφαρμογές που περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερους τύπους δεδομένων ή πηγές δεδομένων.

Εφαρμογές που περιλαμβάνουν πηγές δεδομένων υψηλής ταχύτητας, όπως παρακολούθηση ροής των δεδομένων που παράγονται από μηχανές.

Εδώ έχουμε το φαινόμενο που είδαμε και στο προηγούμενο βήμα δηλαδή στην περίπτωση της πυρκαγιάς οι πηγές είναι περιορισμένες, δηλαδή αυτή της πυροσβεστικής, κατά το συμβάν και των μετεωρολογικών συνθηκών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν νωρίτερα αλλά δεν έγινε καθώς η περίπτωση αποτελεί ύστερη ανάλυση και όχι πρόγνωση η παροχή πληροφοριών σε μοντέλο πρόβλεψης.

Στις άλλες περιπτώσεις έχουμε ροή δεδομένων από πολλές πηγές και δεδομένα υψηλής ταχύτητας καθώς έχουμε καταγραφή την ώρα του γεγονότος και παροχή προβλέψεων καθώς χρησιμοποιούνται πολλά δεδομένα πολλών ετών σε σχετικά υπόβαθρα και παροχή οπτικοποιημένων αποτελεσμάτων.

4.3 Χρήση Λογισμικού

Η αγορά λογισμικού BDA (Big Data Appliance) περιλαμβάνει τρεις κύριους τομείς:

- Αναλυτικές εφαρμογές και εφαρμογές διαχείρισης απόδοσης.
- Εργαλεία και πλατφόρμες επιχειρηματικής ευφυΐας και ανάλυσης.
- Πλατφόρμες διαχείρισης και πλατφόρμες ενοποίησης δεδομένων.

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν και στις δικές μας περιπτώσεις ανήκουν σε αυτές τις κατηγορίες ασχέτως αν παράγουν προβλέψεις.

Αυτά τα τρία τμήματα της αγοράς λογισμικού BDA χωρίζονται περαιτέρω σε άλλες υποκατηγορίες. Μερικά από αυτά τα τμήματα της αγοράς αντιπροσωπεύουν τις αναλυτικές εφαρμογές για συγκεκριμένες επιχειρηματικές λειτουργίες που είδαμε και στις περιπτώσεις χρήσης. Κάθε ένα από τα τρία βασικά τμήματα της αγοράς λογισμικού BDA και τα υποτμήματά τους που διαπιστώθηκαν στις περιπτώσεις χρήσης μας καθορίζονται παρακάτω.

4.4 Εργαλεία και πλατφόρμες Business Intelligence και Analytics

Τα εργαλεία περιλαμβάνουν ad hoc ερωτήματα και πολυδιάστατα εργαλεία ανάλυσης όπως πίνακες ελέγχου, οπτικοποίηση δεδομένων και εργαλεία αναφοράς.

Διάφορα ερωτήματα, αναφορές και τα εργαλεία ανάλυσης έχουν σχεδιαστεί είτε για χρήστες πληροφορικής είτε για επιχειρήσεις. Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει εφαρμογή σε εργαλεία ανάπτυξης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή αναφορών, αλλά δεν έχουν σχεδιαστεί ειδικά για αυτό σκοπό. Τα πολυδιάστατα εργαλεία ανάλυσης περιλαμβάνουν τόσο το λογισμικό πελάτη όσο και το διακομιστή που παρέχουν ένα περιβάλλον διαχείρισης δεδομένων που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση επιχειρηματικών προβλημάτων και την ανάλυση επιχειρηματικών δεδομένων.

Σε αυτή την κατηγορία θα μπορούσαμε να εντάξουμε τα γεωγραφικά συστήματα των παραπάνω περιπτώσεων καθώς αποτελούν εργαλεία που εκτελούν ερωτήματα , αναλύουν δεδομένα , παράγουν αναφορές και διαγράμματα και πραγματοποιούν στατιστικές και άλλες αναλύσεις και όπως παρατηρούμε από τις εικόνες των περιπτώσεων οπτικοποίησανε στοιχεία και δεδομένα με σκοπό την ανάλυση και δημιουργίας αναφορών.

4.4.1 Προηγμένη Ανάλυση

Τα προηγμένα και προγνωστικά εργαλεία ανάλυσης περιλαμβάνουν την εξόρυξη δεδομένων και το στατιστικό λογισμικό. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούν ένα φάσμα τεχνικών για τη δημιουργία, τη δοκιμή και την εκτέλεση στατιστικών μοντέλων. Ορισμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι μηχανική μάθηση, παλινδρόμηση, νευρωνικά δίκτυα, εισαγωγή κανόνων και ομαδοποίηση.

Τα εργαλεία και οι τεχνικές ανάλυσης χρησιμοποιούνται για να ανακαλύψουν τις σχέσεις στα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις που είναι περίπλοκη για εξαγωγή πληροφοριών χρησιμοποιώντας ερωτήματα, αναφορές και λογισμικό ανάλυσης.

Τα συστήματα ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν όπως φαίνονται ,διότι δεν έχουμε δυνατότητα εμπειριστατωμένης άποψης, καθώς δεν έχουμε κάνει χρήση ούτε γνωρίζουμε επακριβώς τι περιλαμβάνουν , έχουν τα δικά τους εργαλεία και χρησιμοποιούν αλγόριθμους για μοντέλα προγνώσεων που έχουν δημιουργηθεί από την εταιρεία παραγωγής.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα βασίζονται στο ευρωπαϊκό μοντέλο όπως

προκύπτει που μπορούν δώσουν τα δεδομένα όπως στην περίπτωση των βροχοπτώσεων ενώ και στην περίπτωση των σεισμών υπάρχουν αντίστοιχα μοντέλα πρόγνωσης και καταγραφής οπότε σίγουρα μπορούμε να μιλάμε για συστήματα ικανά για παραγωγή μεγάλης κλίμακας δεδομένων.

4.4.2 Ανάλυση περιεχομένου

Τα συστήματα ανάλυσης των παραπάνω περιπτώσεων όπως φαίνεται δεν αποτελούν και συστήματα ανάλυσης περιεχομένου και δεν παρέχουν εργαλεία για την αναγνώριση, κατανόηση και εξαγωγή της αξίας από το κείμενο ή χρησιμοποιώντας παρόμοιες τεχνολογίες για τη δημιουργία ανθρώπινου αναγνώσιμου κειμένου.

Αυτός ο τομέας των μεγάλων δεδομένων περιλαμβάνει επίσης γλωσσικούς αναλυτές και της αυτοματοποιημένης μετάφρασης γλωσσών, καθώς και της ομαδοποίησης και κατηγοριοποίησης κειμένων

Τέλος, η συγκεκριμένη υποπεριοχή περιλαμβάνει λογισμικό για αναγνώριση και την εξαγωγή πληροφοριών από εικόνες και βίντεο, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης προτύπων, αντικειμένων, χρωμάτων και άλλων χαρακτηριστικά όπως άτομα, πρόσωπα, αυτοκίνητα και τοπία. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές και ομαδοποίηση, κατηγοριοποίηση και εφαρμογές αναζήτησης μεγάλων δεδομένων

Σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις δεν δύναται ούτε έχει γίνει προσπάθεια ανάλυσης σε αυτό το επίπεδο σύμφωνα με τις αρχικές μελέτες αυτών.

4.4.3 Χωροταξικά στοιχεία και ανάλυση τοποθεσίας

Όλες οι μελέτες που παρουσιάστηκαν στο 3^ο κεφάλαιο εντάσσονται αυτόματα και χωρίς αμφιβολία στις χωρικές πληροφορίες και αναλύσεις τοποθεσίας που αποτελούν τμήμα της ευρύτερης διαχείρισης των χωρικών πληροφοριών (SIM) (που ονομάζεται επίσης σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών GIS) και περιλαμβάνει τα αναλυτικά εργαλεία που σχετίζονται με το λογισμικό για την εισαγωγή / μετατροπή

δεδομένων (τοπογράφηση / COGO, τηλεανίχνευση, GPS και άλλα), χαρτογράφηση και επιχειρηματική ανάλυση.

Ο παραπάνω τρόπος ανάλυσης αποτελεί υποκατηγορία ανάλυσης δεδομένων μεγάλης κλίμακας και χρησιμοποιείται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε όλες τις περιπτώσεις μας χρησιμοποιούνται τα παραπάνω γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών που αναλύουν και οπτικοποιούν το αποτέλεσμα.

4.4.4 Ενσωμάτωση αναλυτικών δεδομένων και ακεραιότητα

Ας εξετάσουμε κατά πόσο γίνεται ενσωμάτωση δεδομένων και κατά πόσο εξασφαλίζεται η ακεραιότητα.

Στις παραπάνω αναλύσεις δεδομένων τα συστήματα έχουν την δυνατότητα την υποστήριξη των περιπτώσεων χρήσης του BDA.

Το λογισμικό ενεργοποιεί την πρόσβαση, την ανάμειξη, την κίνηση και την ακεραιότητα των δεδομένων μεταξύ πολλών πηγών δεδομένων. Όμως σε καμία από αυτές τις περιπτώσεις δεν βλέπουμε να έχει εφαρμοστεί κάτι τέτοιο και φαίνεται η έλλειψη δεδομένων καθώς σε κάποιες περιπτώσεις τίθεται και θέμα ακεραιότητας ειδικά κατά τη μετάπτωση δεδομένων.

Ο σκοπός του είναι η ενσωμάτωση δεδομένων, να εξασφαλιστεί η συνοχή των πληροφοριών σε περίπτωση λογικής αλληλοεπικάλυψης των δεδομένων με την χρήση δύο ή περισσότερων διακριτών συστημάτων. Χρησιμοποιείται λογισμικό για την ενοποίηση των δεδομένων την καταγραφή, την προετοιμασία και την επεξεργασία δεδομένων για αναλύσεις. Δυστυχώς δεν γνωρίζουμε το τρόπο υλοποίησης στις παραπάνω περιπτώσεις αλλά βλέπουμε μόνο αποτέλεσμα.

Οι δομές και ο μετασχηματισμός του περιεχομένου μπορούν να εμφανιστούν σε σύγχρονα περιβάλλοντα πληροφορικής που συμπεριλαμβάνουν σχεσιακές και μη βάσεις δεδομένων.

Έχοντας υπόψη την δομή των ελληνικών φορέων σίγουρα μιλάμε για σχεσιακές βάσεις καθώς δεν υπάρχουν δομές κατάλληλες και τεχνογνωσία για μεγάλης κλίμακας δεδομένα.

4.4.5 Διαχείριση Αναλυτικών Δεδομένων

Το λογισμικό διαχείρισης αναλυτικών δεδομένων περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) και δυναμικά περιβάλλοντα διαχείρισης δεδομένων που χρησιμοποιούνται για να δημιουργούν και να διατηρούν δεδομένα και παραγόμενες αναλύσεις. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις γίνεται παραγωγή δεδομένων, διατήρηση και στη συνέχεια χρήση αυτών για αναλύσεις.

4.5 Μέθοδοι Καταγραφής Δεδομένων των Περιπτώσεων

Τηλεπισκόπηση

Σε όλες τις περιπτώσεις του προηγούμενου κεφαλαίου χρησιμοποιείται η μέθοδος της τηλεπισκόπησης για συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

Μια από τις βασικές προκλήσεις της επιστημονικής κοινότητας είναι η αποτελεσματική αντίδραση στη παγκόσμια αλλαγή (global change) η οποία προκαλεί αυξανόμενες περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές πιέσεις. Η αναγκαιότητα της τηλεπισκόπησης τόσο στην πρόγνωση του καιρού, όσο και στην πρόληψη και αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών έχει αποδειχθεί στην πράξη. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει επίσης φανερό του ψηλό δυναμικό της δορυφορικής τηλεπισκόπησης στην Επιστήμη του Συστήματος Γη (Earth System Science). Η συμπεριφορά του Πλανητικού Συστήματος είναι δυνατό να γίνει κατανοητή μόνο μέσω συνδυασμένης μελέτης των δυναμικών διεργασιών της ατμόσφαιρας, της στερεάς γης, της υδρόσφαιρας, της κρυόσφαιρας, της βιόσφαιρας και της ανθρωπόσφαιρας. Τα δορυφορικά δεδομένα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη, την παραμετροποίηση και τον έλεγχο της αξιοπιστίας μοντέλων προσομοίωσης των προαναφερθέντων δυναμικών διεργασιών. Η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει συνεπώς το δυναμικό να υποστηρίξει τόσο πολύπλοκα μοντέλα προσομοίωσης όσο και περιβαλλοντικές και γεωτεχνικές μελέτες, οι οποίες εξαρτώνται από τη δυνατότητα παρακολούθησης κατανομών περιβαλλοντικών παραμέτρων μέσω καταγραφών σε κατάλληλες χωρικές και χρονικές κλίμακες και ανάλυσης των αντίστοιχων δεδομένων, ανάλογα με την οπτική γωνία του εμπλεκόμενου επιστημονικού κλάδου. Τέλος, η ανάγκη για παγκόσμια πολιτική σταθερότητα και η ανάγκη συνεχούς επικαιροποίησης και ελέγχου

εφαρμογής του υπάρχοντος νομοθετικού πλαισίου έχουν δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για ανάπτυξη υψηλής διακριτικής ικανότητας, διπλής χρήσης (στρατιωτικών και επιστημονικών) δορυφορικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά, εκτός από τους πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας οπτικούς ανιχνευτές, θα φέρουν και υψηλής διακριτικής ικανότητας ραντάρ συνθετικής κεραίας. Η πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας καταγραφή σε όλες τις περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και το μεγάλο εύρος των εφαρμογών που μπορεί να υποστηρίξει, αναμένεται να ενισχύσουν σημαντικά το ρόλο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης στους προαναφερθέντες τομείς. Συνεπώς, η αυξανόμενη ανάγκη εξειδικευμένων αναλυτών των δορυφορικών δεδομένων για την εξαγωγή επιστημονικής πληροφορίας είναι δεδομένη.

Το χαρακτηριστικό των δορυφόρων στο οποίο θα δοθεί έμφαση είναι η διακριτική ικανότητα. Θα παρουσιαστούν αναλυτικά:

- Η χωρική διακριτική ικανότητα, η οποία καθορίζει και το μέγεθος του εικονοστοιχείου της δορυφορικής απεικόνισης .
- Η φασματική διακριτική ικανότητα, η οποία σχετίζεται με τον αριθμό των φασματικών καναλιών του δορυφορικού δέκτη .
- Η ραδιομετρική διακριτική ικανότητα, η οποία σχετίζεται με την ευαισθησία του δέκτη να ανιχνεύει διαφορές στην ισχύ του σήματος.
- Η χρονική διακριτική ικανότητα, η οποία σχετίζεται με τη συχνότητα καταγραφής της ίδιας περιοχής.

Το ύψος της τροχιάς που τίθενται οι δορυφόροι κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 800 και 1500 km. Υπάρχουν όμως και δορυφόροι που η τροχιά τους βρίσκεται σε πολύ μεγάλο ύψος, περίπου 36.000 km. Οι δορυφόροι της πρώτης κατηγορίας ονομάζονται δορυφόροι χαμηλής τροχιάς ενώ της δεύτερης κατηγορίας καλούνται υψηλής τροχιάς ή γεωστάσιμοι.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι ένα εργαλείο για λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται αφενός από μια βάση δεδομένων που περιέχει για μια έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και αφετέρου από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική

συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση ενός ΣΓΠ είναι ένα ενιαίο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία με χωρική αναφορά.

Η συνέργεια τηλεπισκόπησης – ΓΣΠ μπορεί να έχει μια από τις παρακάτω μορφές:

- Η τηλεπισκόπηση μπορεί να έχει το ρόλο εργαλείου για τη δημιουργία των δεδομένων που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία του ΓΣΠ. Είναι το πιο ευρέως γνωστό πεδίο συνεργίας μεταξύ τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ. Η τηλεπισκόπηση μπορεί να παρέχει σε ένα ΓΣΠ: Υπόβαθρα (π.χ. ψηφιακά μοντέλα εδάφους), ορθοκανονικές απεικόνισες (π.χ. πολυφασματικές), προϊόντα (π.χ. κάλυψη γης – χρήση γης), προϊόντα συνδυασμού (π.χ. ανίχνευση αλλαγών), κλπ.

- Τα ΓΣΠ μπορούν να έχουν το ρόλο παροχέα συμπληρωματικών δεδομένων, πληροφορίας και τεχνικών μέσω των οποίων υπάρχει η δυνατότητα να βελτιωθεί η ακρίβεια των προϊόντων της τηλεπισκόπησης. Για παράδειγμα, τα υβριδικά μοντέλα ταξινόμησης συνδυάζουν τη χωρική και τη φασματική πληροφορία που παρέχει η τηλεπισκόπηση με χωρικά δεδομένα άλλων πηγών τα οποία οργανώνονται και παρέχονται από το ΓΣΠ για την βελτίωση της ακρίβειας των τελικών προϊόντων.

- Τηλεπισκόπηση και ΓΣΠ μπορούν να έχουν παραλλήλους ρόλους και να δρουν συμπληρωματικά στα πλαίσια ενός ευρύτερου συστήματος προσομοίωσης και ανάλυσης. Η περίπτωση αυτή αφορά κυρίως έργα ερευνητικού χαρακτήρα, στα οποία είναι απαραίτητη η συνδυασμένη δράση τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ στα πλαίσια ολοκληρωμένων συστημάτων.

Εφαρμογές της δορυφορικής τηλεπισκόπησης:

- στη μελέτη της ατμόσφαιρας και του κλίματος,
- στη μετεωρολογία,
- στην υδρολογία,

- στη μελέτη της βλάστησης και του κύκλου του CO₂,
- στην αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών,
- στη μελέτη της κάλυψης γης και των χρήσεων γης,
- στην τοπογραφία και στη χαρτογράφηση,
- στη γεωλογία και τη γεωμορφολογία,
- στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον,
- στο αστικό περιβάλλον (ενεργειακό ισοζύγιο, αστική θερμική νησίδα κλπ).

Αρκετές από τις προηγούμενες εφαρμογές αποτελούν φαινόμενα μεγάλης κλίμακας για τη μελέτη των οποίων η χρήση δορυφορικών συστημάτων αποτελεί πρόσφορη μέθοδο καθώς έχουν δυνατότητες που δεν διαθέτει καμία άλλη τεχνολογία, ιδίως σε ότι αφορά στην κάλυψη ολόκληρου του πλανήτη, στη χρήση διάφορων περιοχών του φάσματος και στη συχνή μέτρηση παραμέτρων σε περιοχές που συχνά είναι απρόσιτες για άλλα μέσα. Παράλληλα η δορυφορική τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται για τη μελέτη φαινομένων περιορισμένης χωρικής κλίμακας, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τις αλλαγές στο αστικό περιβάλλον.[52]

Σεισμογραφία

Οι περιπτώσεις της Λέσβου και της Κω ανήκουν σε κατηγορία των φυσικών καταστροφών που αφορά τους σεισμούς. Παρακάτω παρουσιάζονται τα κύρια όργανα με τα οποία μπορούμε να συλλέξουμε δεδομένα, πάντα με την βοήθεια των υπολογιστών.

Σεισμοσκόπια είναι όργανα που απλώς σημειώνουν την γένεση των σεισμών ή αναγράφουν αυτούς πάνω σε ακίνητη αιθαλωμένη πλάκα δίνοντας έτσι πληροφορίες για την ένταση της σεισμικής κίνησης.

Σεισμογράφοι είναι όργανα με τα οποία επιτυγχάνεται αυτόματη αλλά όχι πιστή αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Η αναγραφή αυτή, που λέγεται σεισμογράφημα, γίνεται με γραφίδα πάνω σε αιθαλωμένη ταινία ή με φωτεινή κηλίδα

πάνω σε φωτογραφική ταινία. Ο σειсмоγράφος αποτελείται από το εκκρεμές, το σύστημα ενίσχυσης (ή μεγέθυνσης) και το σύστημα αναγραφής. Η μάζα του εκκρεμούς πρέπει να είναι σημαντική ώστε η δύναμη της αδράνειας να υπερνικήσει τις τριβές της γραφίδας και των αρθρώσεων των μοχλών. Ωστόσο επειδή οι σειсмоγράφοι δεν διέθεταν σύστημα απόσβεσης της κίνησης, το οποίο θα επανέφερε γρήγορα το εκκρεμές στη θέση ηρεμίας ώστε να ανταποκριθεί σε νέα δόνηση, οι καταγραφές τους ήταν αποτέλεσμα όχι μόνο της σεισμικής κίνησης αλλά και της αιώρησης του εκκρεμούς.

Για τον πλήρη καθορισμό της μετάθεσης σε ένα σταθμό πρέπει να υπάρχουν τρεις σειсмоγράφοι, ένας για την κατακόρυφη συνιστώσα και δυο για τις οριζόντιες συνιστώσες της εδαφικής κίνησης.

Σεισμόμετρα είναι όργανα που γράφουν με σημαντική ακρίβεια τις σεισμικές κινήσεις. Η βασική διαφορά μεταξύ σεισμομέτρου και σειсмоγράφου είναι ότι το σεισμόμετρο διαθέτει συσκευή με την οποία πετυχαίνεται απόσβεση της αιώρησης του εκκρεμούς και έτσι είναι δυνατή η πιστότερη αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Οι αναγραφές των σεισμομέτρων λέγονται σεισμογράμματα.

Η αναγραφή των σεισμικών κυμάτων στα σεισμόμετρα γίνεται με τρεις κυρίως τρόπους. Πρώτον, με μηχανική αναγραφή (σεισμόμετρα Mainka, Wiechert). Δεύτερον, με οπτική αναγραφή (σεισμόμετρα Milne - Show, Wood - Anderson). Τρίτον, με ηλεκτρομαγνητική αναγραφή (σεισμόμετρο κινούμενου πηνίου Galitzin και το σεισμόμετρο μεταβαλλόμενης μαγνητικής αντίστασης Benioff).

Οι **επιταχυνσιογράφοι** αποτελούν ειδική κατηγορία σεισμομέτρων. Τα σεισμογράμματα των οργάνων αυτών δίνουν τη σεισμική επιτάχυνση σε συνάρτηση με τον χρόνο. Χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά από την Τεχνική Σεισμολογία. Τοποθετούνται συνήθως μέσα στα κτίρια για την μέτρηση της επιτάχυνσης κατά την γένεση των σεισμών. Δεν βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία, όπως συμβαίνει με τα άλλα σεισμόμετρα, αλλά μπαίνουν σε λειτουργία με κατάλληλη διέγερση στην αρχή του σεισμού και γράφουν την προκαλούμενη επιτάχυνση από το σεισμό. Ένας από τους πιο διαδεδομένους τύπους επιταχυνσιογράφων ήταν ο αναλογικός

επιταχυνσιογράφος SMA-1 , στον οποίο η καταγραφή της δόνησης γίνεται σε φωτογραφικό φιλμ.

Ο επιταχυνσιογράφος αυτός σιγά-σιγά αντικαθίσταται από ψηφιακούς σύγχρονους επιταχυνσιογράφους.[44]

Η έρευνα που διεξάγεται στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεματικών περιοχών της Σεισμολογίας, της Φυσικής του Εσωτερικού της Γης και της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής. Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στη διεύρυνση των επιστημονικών γνώσεων, στην υποστήριξη εφαρμογών οικονομικού, κοινωνικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, και στην υποστήριξη και βελτίωση της 24ωρης παρακολούθησης της σεισμικής δράσης και των φαινομένων τσουνάμι στον Ελλαδικό χώρο.

Μελέτες σεισμικότητας, κυρίως του Ελλαδικού χώρου και των γύρω περιοχών, εστιάζουν στις προσεισμικές και μετασεισμικές ακολουθίες, στη μικροσεισμική δράση και τις σμηνοσειρές, στα πρότυπα σεισμικότητας, στην επαγόμενη σεισμικότητα και τη διέγερση σεισμών, στην ιστορική σεισμικότητα και στον καθορισμό του δυναμικού ενεργών ρηγμάτων και την αλληλεπίδραση τους. Η έρευνα στον τομέα αυτό βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή σε περιόδους σεισμικών εξάρσεων οπότε προκύπτει η μεγάλης κοινωνικής σημασίας ανάγκη για αξιολόγηση της σεισμικής δράσης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και η διατύπωση εισηγήσεων προς την πολιτεία και συστάσεων προς το ευρύ κοινό.

Σύστημα μέτρησης Υδρομετεωρολογικών μεταβλητών στο λεκανοπεδίο Αττικής (METEONET)

Όπως αναφέραμε στην περίπτωση της πλημμύρας στην Μάνδρα με την βοήθεια του συστήματος METEONET ήρθαν στο φως διάφορα και ποικιλόμορφα φύσεως δεδομένα.

Το δίκτυο METEONET αναπτύχθηκε και λειτουργεί από το Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ. Πρόκειται για ένα δίκτυο δέκα υδρομετεωρολογικών σταθμών, το οποίο καλύπτει την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου της Αττικής. Οι μετρήσεις υδρομετεωρολογικών παραμέτρων επαναλαμβάνονται τακτικά και αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων, ενώ στη συνέχεια

επεξεργάζονται κατάλληλα και τα επιμέρους αποτελέσματα διατίθενται στο διαδίκτυο. Το σύστημα αποσκοπεί στην παρακολούθηση και καταγραφή των υδρομετεωρολογικών και των βιοκλιματικών συνθηκών της περιοχής και στην επιστημονική εκμετάλλευση των δεδομένων τόσο για την εξυπηρέτηση της ακαδημαϊκής έρευνας και της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όσο και για την εκπόνηση μελετών.[42]

Το METEONET είναι ένα δίκτυο δέκα αυτόματων τηλεμετρικών υδρομετεωρολογικών σταθμών, εγκατεστημένο ώστε να καλύπτει την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής. Το δίκτυο λειτουργεί από το 2005 και σε κάθε σταθμό είναι εγκατεστημένοι αισθητήρες μέτρησης των σημαντικότερων υδρομετεωρολογικών παραμέτρων (βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, υγρασίας, συνιστωσών του ανέμου κλπ). Η εγκατάσταση των σταθμών έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Διεθνούς Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO, 1983). Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται κάθε 10 λεπτά, αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων και είναι προσβάσιμες από το διαδίκτυο, στο δικτυακό τόπο <http://meteonet.chi.civil.ntua.gr>. Η πάγια ενημέρωση του δικτύου πραγματοποιείται κατά κανόνα τρεις φορές στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, με εξαίρεση τις μέρες που παρατηρούνται σημαντικά επεισόδια βροχόπτωσης, οπότε και η ενημέρωση πραγματοποιείται συχνότερα. Πάνω στη βάση δεδομένων έχουν αναπτυχθεί συστήματα: (1) επιφανειακής ολοκλήρωσης των μεταβλητών, (2) στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων, (3) υπολογισμού βιοκλιματικών δεικτών και (4) διαχείρισης των ιστορικών πρωτογενών και παράγωγων δεδομένων. Οι επεξεργασίες αυτές είναι διαθέσιμες από το διαδίκτυο με τη μορφή αρχείων, διαγραμμάτων και χαρτών. Ο κύριος στόχος του συστήματος είναι η μέτρηση των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών και η εκτίμηση των βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή της Αττικής. Το δίκτυο συμβάλει: (α) στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στους επιστημονικούς τομείς των υδατικών πόρων και του περιβάλλοντος, με τη χρήση των δεδομένων και την επίσκεψη στους σταθμούς από φοιτητές, (β) στην εκμετάλλευση των δεδομένων από επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων και την εισαγωγή τους σε μοντέλα (μετεωρολογικά, πλημμυρών κλπ), (γ) στην παρακολούθηση των υδρολογικών και κλιματικών χαρακτηριστικών της Αττικής, με τη σταδιακή κατάρτιση αξιόπιστων χρονοσειρών όλων των απαιτούμενων μεταβλητών και (δ) στην παρουσία των βιοκλιματικών δεικτών στο ευρύ κοινό .

Σε κάθε σταθμό είναι εγκατεστημένοι αισθητήρες μέτρησης: (1) βροχόπτωσης (πρωτεύων και δευτερεύων βροχογράφος), (2) θερμοκρασίας, (3) σχετικής υγρασίας, (4) ταχύτητας – διεύθυνσης - ριπής ανέμου, (5) ηλιακής ακτινοβολίας, (6) καθαρής ακτινοβολίας και (7) διάρκειας ηλιοφάνειας.

Στις θέσεις που είναι εγκατεστημένοι οι δέκα σταθμοί, παρέχεται η δυνατότητα προβολής των αντίστοιχων σημειακών τιμών. Οι τιμές αυτές μπορούν να αφορούν είτε στην πλέον πρόσφατη ενημέρωση (τρέχουσες μετρήσεις), είτε σε ιστορικά δεδομένα (οποιαδήποτε ημερομηνία από την έναρξη λειτουργίας έκαστου σταθμού).

Οι σημειακές τιμές ολοκληρώνονται τόσο χρονικά όσο και χωρικά, για την παραγωγή επιφανειακών διαγραμμάτων. Συγκεκριμένα, οι δεκάλεπτες μετρήσεις αθροίζονται κατάλληλα, έτσι ώστε να προκύψουν οι αντίστοιχες εκτιμήσεις σε ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια βάση. Παράλληλα, εφαρμόζονται επιλεγμένες μέθοδοι παρεμβολής, προκειμένου να εκτιμηθεί η γεωγραφική κατανομή των παραμέτρων στην περιοχή της Αττικής. Έτσι, προκύπτουν χάρτες σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) για κάθε παράμετρο, όπου με τη βοήθεια κατάλληλης χρωματικής κλίμακας γίνεται απεικόνιση των τιμών τους σε κάθε θέση. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει οποιαδήποτε χρονική περίοδο και οποιοδήποτε χρονικό βήμα (δεκάλεπτο, ωριαίο, ημερήσιο, μηνιαίο ή ετήσιο) επιθυμεί για κάθε παράμετρο (βροχόπτωση, θερμοκρασία κλπ).

Στο πλαίσιο λειτουργιών του δικτύου METEONET εντάσσεται και η στατιστική επεξεργασία των μέσων επιφανειακών τιμών της βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας (ελάχιστη, μέση και μέγιστη) και της σχετικής υγρασίας. Έτσι, προκύπτουν στατιστικά διαγράμματα των μεταβλητών αυτών ανά ημέρα, μήνα και έτος (ημερολογιακό και υδρολογικό).

Στο μέλλον σχεδιάζεται η πρόσθεση αισθητήρων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων, καθώς και η περαιτέρω επιστημονική του εκμετάλλευση με την επέκταση των εφαρμογών του σε νέα πεδία συναφών επιστημονικών τομέων.

4.6 Το πρόβλημα

Συνεχής ανάλυση

Για την συνεχή ανάλυση χρησιμοποιείται λογισμικό για την υποστήριξη και λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο και σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται για λογισμικό που αποτελείται από δύο βασικούς τομείς: την ενσωμάτωση της ροής και την ανάλυση της ροής των δεδομένων.

Το αποτέλεσμά του είναι η επεξεργασία συνεχούς ροής δεδομένων. Ο στόχος είναι να βελτιώσει την επικαιρότητα και την ποιότητα της απόφασης κατά παραγγελία ή των πληροφοριών και των στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων κατά παραγγελία.

Αυτό είναι και το μεγάλο πρόβλημα των περιπτώσεων που αναλύσαμε ειδικά στις περιπτώσεις πλημμυρών και πυρκαγιών όπου δεν υπάρχει συνεχή ροή δεδομένων και δεν γίνεται ανάλυση για τη σωστή λήψη αποφάσεων με αποτέλεσμα να έχουμε ανάλυση μετά το γεγονός και όχι κατά την διάρκεια του γεγονότος. Καλύτερη είναι η κατάσταση στις περιπτώσεις σεισμών όπου έχουμε καταγραφή σε πραγματικό χρόνο αλλά δεν δύναται το αποτέλεσμα μιας ανάλυσης να αποτελεί δεδομένο εισόδου σε μία άλλη ώστε να έχουμε πρόβλεψη και άμεση λήψη απόφασης.

Αυτό βέβαια υπάγεται στα μεγάλης κλίμακας δεδομένα καθώς απαιτούνται πολλά δεδομένα ώστε το μοντέλο να αναλύει σωστά και να παρχει υποστηριξη λήψης αποφάσεων. Προς το παρόν αρκούμαστε στην καταγραφή, αποθήκευση και οπτικοποίηση δεδομένων για παροχή μεταγενέστερων αναλύσεων.

4.7 Βασικοί Παράγοντες Επιτυχίας

4.7.1 Πολιτική υποστήριξη.

Η επίτευξη πολιτικής δέσμευσης είναι ένα κλειδί και παράγοντας επιτυχίας για στρατηγικές για την οικονομική υποστήριξη και ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων. Όλα τα παραπάνω κέντρα , για παράδειγμα, θα μπορούσαν να εξελιχθούν σε κέντρα συλλογής και επεξεργασία δεδομένων και παροχή υποστήριξης λήψης απόφασης και να έχουν πιο ενεργό ρόλο αντί να προσφέρουν μόνο στατιστικά στοιχεία.

4.7.2 Εκπαίδευση

Χρειάζονται κέντρα πληροφοριών με κατάλληλο προσωπικό για να εκπαιδεύσει τους αρμόδιους και να τους προσανατολίσει ως προς την φύση του κέντρου και τον τρόπο λειτουργίας του. Αυτό συνεπάγεται με σαφείς πολιτικές που εφαρμόζονται τόσο για τη χρήση της τεχνολογίας όσο και για τη διατήρηση της πληροφορίας.

4.8 Συμπεράσματα στη Διαχείριση Αναλυτικών Δεδομένων

Το λογισμικό διαχείρισης αναλυτικών δεδομένων όλων των περιπτώσεων μας περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) και ένα ευρύ φάσμα μη σχετικών δεδομένων και δυναμικά περιβάλλοντα διαχείρισης δεδομένων που χρησιμοποιούνται για να διατηρούν δεδομένα.

Προμηθευτές λογισμικού στην αγορά αυτή είναι κολοσσοί όπως η Oracle (Oracle), IBM (DB2), Microsoft (SQL Διακομιστή), Teradata (Teradata), Amazon (Redshift), HP Enterprise (Vertica), Pivotal (Greenplum), SAP (BW / 4HANA και Sybase IQ) και Snowflake.

Η χρήση λογισμικού των παραπάνω εταιρειών στην ουσία δίνει την δυνατότητα επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας παροχή τεχνογνωσίας.

Τα δυναμικά συστήματα διαχείρισης δεδομένων έχουν ορισμένα κοινά με τα DBMS. Υποστηρίζουν την κοινή αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων που βελτιστοποιούνται σε ένα διαχειριζόμενο περιβάλλον για γρήγορη αποθήκευση και

ανάκτηση αυτών.

Η βασική διαφορά και αυτό που κάνει τα δυναμικά συστήματα διαχείρισης δεδομένων "δυναμικά" είναι ότι δεν υπάρχει σχήμα, αλλά εξαρτάται από τον κώδικα του προγράμματος για να καθορίσει το περιεχόμενό τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις, χρησιμοποιούν ενσωματωμένο tagging για να δηλώσουν τα ονόματα των πεδίων.

Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα ενδέχεται να μην είναι καλά καθορισμένα κατά το χρόνο όπου οι απαιτήσεις των δεδομένων μεταβάλλονται τόσο συχνά ώστε να επιβραδύνεται η διαδικασία ανάπτυξης τους.

Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι πυρκαγιές και οι πλημμύρες ενώ όσον αφορά τις περιπτώσεις σεισμών παρόλο που μπορεί το γεγονός να είναι σαφώς καθορισμένο, πρέπει να εξετάσουμε τις επιπτώσεις που ακολουθούν ένα τέτοιο συμβάν.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση που γίνει σεισμός και πέσει ένας στύλος της ΔΕΗ και παίρνει φωτιά ένα δάσος και άλλα τέτοια περιστατικά. Εδώ χρειάζεται η ανάλυση που προαναφέραμε και δεδομένα μεγάλης κλίμακας σε πραγματικό χρόνο και αναλύση υψηλού επιπέδου.

Επειδή δεν απαιτούν τη χρήση SQL, τα δυναμικά DBMSs μερικές φορές καλούνται συστήματα βάσεων δεδομένων NoSQL.

Τέτοιες κατηγορίες δυναμικών συστημάτων διαχείρισης δεδομένων είναι :

- Συστήματα βάσεων δεδομένων προσανατολισμένα σε έγγραφα όπως το Amazon (DynamoDB), Couchbase, IBM (Cloudant), MongoDB και MarkLogic (MarkLogic).
- Βασικά προσβάσιμα συστήματα βάσεων δεδομένων όπως το Amazon (SimpleDB), τον Basho (Riak), DataStax (Διανομή Apache Cassandra), Google (Bigtable, ένα συστατικό του Google App Engine) και Oracle (βάση δεδομένων Oracle NoSQL).
- Συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων γραφημάτων όπως το DataStax (Titan), Franz Inc. (AllegroGraph), Neo Τεχνολογία (Neo4j), (InfiniteGraph), OrientDB, YarcData (Urika) και IBM (Graph).
- Διαχειριστές συλλογής δεδομένων με δυνατότητα κλιμάκωσης όπως το Amazon (EMR), το Cloudera (Hadoop), Hortonworks (Hadoop), MapR (Hadoop), Microsoft (HDInsight) και Pivotal (HD).

4.9 Συμπερασματικά

Κάθε μία από τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία έχει σχέση με την δημόσια ασφάλεια χρησιμοποιώντας τεχνολογίες και με μέσα με ελαφρώς διαφορετικές δυνατότητες. Στην πραγματικότητα στα σενάρια αυτά δύναται να ενσωματωθούν αναλύσεις δεδομένων μεγάλης κλίμακας σε πραγματικό χρόνο.

Για παράδειγμα, εάν ένας φορέας από τους παραπάνω αναζητά μια λύση που δίνει προτεραιότητα στη γεωγραφία, η Esri θα μπορούσε να είναι η προτιμώμενη επιλογή. Αν ένας φορέας αναζητά λύσεις που οδηγούνται περισσότερο από γνωστικές τεχνολογίες, τότε η IBM, η SAS και η Unisys ίσως είναι η καλύτερη λύση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Συμπεράσματα και Μελλοντικές Τάσεις

Η λήψη ορθών και βέλτιστων αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, είναι μία από τις πιο σημαντικές ενέργειες της διοίκησης ενός φορέα.

Πρόκειται για ένα πολύ δύσκολο έργο, ιδιαίτερα απαιτητικό αν αναλογιστούμε τις συνθήκες, στις οποίες καλείται να δραστηριοποιηθεί φορέας για την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

Αρωγός σε αυτή την μελέτη είναι η χρήση δεδομένων μεγάλης κλίμακας, η οποία παρέχει πλήθος εργαλείων και τεχνικών, με σκοπό την ανάλυση τους και την εξαγωγή χρήσιμων και οπτικοποιημένων συμπερασμάτων.

Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου, έχουν οδηγήσει στην εμφάνιση μεγάλου όγκου δεδομένων, τα οποία ναι μεν έχουν μειονεκτήματα και ελλείψεις αλλά, έχουν αυξήσει τις δυνατότητες των πληροφοριακών συστημάτων με εξαγωγή αξιοποιήσιμης πληροφορίας.

Ένα μεγάλο μέρος των δεδομένων αποτελείται από ανοιχτά δεδομένα προς όλο τον κόσμο, ερευνητές και μη, τα οποία λόγω της διαλειτουργικότητάς τους με άλλες υπηρεσίες και άλλες μορφές δεδομένων σε συνδυασμό με την απουσία γνώσης χειρισμού δυσχεραίνουν τη επαναχρησιμοποίηση τους παρόλο που αυξάνουν κατά πολύ την αξία τους.

Στην Ελλάδα τα “ανοιχτά δεδομένα” έχουν τη δική τους ολοένα αυξανόμενη δυναμική, πάσχουν όμως από ιδιομορφίες και περιορισμούς που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Προκειμένου να αναλυθεί αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων, αναπτύχθηκαν συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές και μεθόδους ανάλυσης δεδομένων.

Στην παρούσα εργασία, αναφέρθηκαν συνοπτικά κάποιες περιπτώσεις ανάλυσης δεδομένων με τα συστήματα τους αλλά παρουσιάστηκε όπως είδαμε η μέθοδος της οπτικής ανάλυσης δεδομένων και έγινε παρουσίαση κάποιων γεγονότων.

Από την σύγκριση προέκυψε ότι όλα διαθέτουν πολλές δυνατότητες επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων από πολλές πηγές, ενώ το καθένα έχει τις δικές του τεχνολογίες και η τελική επιλογή χρήσης είναι συναφής με τις ιδιαιτερότητες της χρήσης για την οποία προορίζονται.

Κατά τη μελέτη των περιπτώσεων ανάλυσης ανοιχτών δεδομένων, φάνηκε η αξία των συστημάτων οπτικοποίησης, εφόσον δημιουργήθηκαν χάρτες απεικόνισης, που επέτρεψαν την αποτελεσματική επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων

Οι μεγάλες δυνατότητες για ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας που διαθέτουν λογισμικά παρόμοιου επιπέδου έχουν αναφερθεί στην παρούσα εργασία αλλά φυσικά δεν ήταν δυνατό να τα χρησιμοποιήσουμε για να μπορούμε να έχουμε σύγκριση.

Η παρούσα διπλωματική εργασία δίνει έμφαση στην πληθώρα δυνατοτήτων για την παροχή πιο στοχευμένης, ευρείας κλίμακας και οικονομικά αποδοτικής αντιμετώπισης περιστατικών δημόσιας ασφάλειας, μέσω της αξιοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων και των Big Data Analytics. Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι ο τομέας παρουσιάζει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και προκλήσεις που απαιτούν περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να επιτευχθεί η πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρονται:

- **Πρόσβαση, ποιότητα και διαθεσιμότητα:** Υπάρχει τεράστιος όγκος δεδομένων που διανέμονται σε πολλά αποθετήρια (silos) και νέα δεδομένα που παράγονται καθημερινά από δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές ή από ανθρώπους. Σε αυτό το πλαίσιο, χρειάζεται να εξευρεθούν καταλληλότεροι και αποτελεσματικότεροι τρόποι για τη μόχλευση αυτών των δεδομένων, πάντοτε σε συμφωνία με τις αρχές προστασίας των ιδιωτικών δεδομένων και των δεοντολογικών αρχών, για την πρόσβαση, τη διασφάλιση της ποιότητας και την κατανόηση των σκοπών της χρήσης των δεδομένων.

- **Περαιτέρω ανάπτυξη τεχνολογικών εργαλείων:** Είναι γεγονός ότι τα τελευταία έτη έχουν δημιουργηθεί πολλά εργαλεία και εμπορικές πλατφόρμες εκμετάλλευσης τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας. Παρ' όλα αυτά, απαιτούνται νέες τεχνολογίες με την δυνατότητα να χειρίζονται, να αναλύουν και να αξιοποιούν πιο αποδοτικά το σύνολο των ετερογενών, μη δομημένων και σύνθετων δεδομένων που υπάρχουν ήδη. Βασικότερος στόχος είναι η βελτίωση της καμπύλης εκμάθησης και η μείωση των απαιτήσεων τεχνικών γνώσεων για τη χρήση των τεχνολογικών εργαλείων. Επίσης, βελτιώσεις στον τρόπο διαχείρισης και ανάλυσης των δεδομένων δύνανται να αυξήσουν τις δυνατότητες και να προσφέρουν αποτελέσματα με ακόμα

μεγαλύτερη ταχύτητα και αξιοπιστία.

- **Αξιοποίηση της υπάρχουσας γνώσης:** Παράλληλα με τα διαθέσιμα δεδομένα, υπάρχει τεράστιο πλήθος γνώσης σε βιβλία, επιστημονικά περιοδικά και δημοσιεύσεις. Η εμπειρία των επαγγελματιών δημόσιας ασφάλειας είναι πολύτιμη. Για τους παραπάνω λόγους απαιτούνται προσεγγίσεις οι οποίες να λαμβάνουν υπόψη και να αξιοποιούν την υπάρχουσα γνώση. Με τον τρόπο αυτό, θα επιτευχθεί καλύτερη κατανόηση των πληροφοριών, ενώ τα δεδομένα θα συμβάλλουν συνεχώς στην παραγωγή νέας γνώσης.

- **Σεβασμός στα προσωπικά δεδομένα:** Για την αξιοποίηση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στα πλαίσια προστασίας της ιδιωτικότητας, απαιτούνται περαιτέρω πρότυπα και αυστηρά καθορισμένες, προδιαγραφές. Χρειάζεται λοιπόν να υπάρξει σύγκλιση των μοντέλων που αποδέχονται οι φορείς, ώστε να υπάρχει μοναδική απάντηση όσον αφορά την τήρηση, ή μη, των απαραίτητων δεοντολογικών αρχών.

5.1 Μελλοντικές τάσεις

Η χρήση της πληροφορικής στο cloud (cloud computing) έχει συνεισφέρει πολύ ώστε τα λογισμικά ανάλυσης δεδομένων να γίνουν περισσότερο εύκολα στην χρήση τους και δημοφιλή. Οι φορείς δεν χρειάζεται να ξοδεύουν μεγάλα ποσά στην αγορά μεμονωμένων αδειών χρήσης λογισμικών αφού υπάρχουν πάροχοι διαδικτυακών υπηρεσιών που προσφέρουν στο cloud τέτοια εργαλεία

Επιπλέον με τη μεταφορά δεδομένων στο cloud, απελευθερώνονται πόροι οι οποίοι μπορούν πλέον να αξιοποιηθούν πολύ πιο αποδοτικά στην ανάλυση δεδομένων.

Η χρησιμότητα αυτών των λογισμικών που βασίζονται στις οπτικοποιήσεις, αναμένεται να αυξηθεί, καθώς όλο και περισσότεροι αναλυτές μεταφέρουν δεδομένα στο cloud. Κάτι τέτοιο θα έχει ως αποτέλεσμα να έχουν άμεση πρόσβαση σε δεδομένα, πιο γρήγορα γεγονός που θα οδηγήσει στην γρήγορη ανάπτυξη και συλλογή δεδομένων.

Ένας τομέας ο οποίος αναμένεται να γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια, είναι η επαυξημένη ανάλυση δεδομένων (augmented analytics). Αυτή θα περιέχει βελτιωμένες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, για

να κάνει πιο εύκολη την διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων, επιτρέποντας σε όλους τους χρήστες να διεξάγουν πολλές και πολύπλοκες αναλύσεις με τη χρήση εντολών σε φυσική γλώσσα.

Ήδη πολλές από τις εταιρείες των περιπτώσεων χρήσεων μας, θα αρχίσουν να χρησιμοποιούν φυσική γλώσσα για τη διεξαγωγή ανάλυσης δεδομένων, υποβοηθούμενων από την ίδια την εφαρμογή.

Τα λογισμικά οπτικοποίησης των δεδομένων, θα δύναται να χρησιμοποιηθούν ακόμα και από χρήστες χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής, διευκολύνοντας έτσι την ανάλυση των δεδομένων και την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Ολοένα και περισσότεροι φορείς αναμένεται να χρησιμοποιούν λογισμικά οπτικοποίησης και να βασίζονται σε αυτά για τις αποφάσεις τους. Η συλλογή και ανάλυση δεδομένων είναι μια περίπλοκη διαδικασία, την οποία αυτά τα λογισμικά έχουν απλοποιήσει σε μεγάλο βαθμό. Για να εξακολουθήσουν να παρέχουν σωστές πληροφορίες και να βοηθούν στην λήψη αποφάσεων θα πρέπει να συνεχίσουν να βελτιώνονται στην ευκολίας χρήσης, την ευελιξία, την ταχύτητα και των δυνατοτήτων επεξεργασίας με τη χρήση λιγότερων πόρων καθώς τα δεδομένα τείνουν να αυξάνουν συνεχώς.

Πιο ειδικά οι τάσεις στον τομέα της τηλεπισκόπησης εντοπίζονται στους παρακάτω τομείς :

- Επιχειρησιακή καταγραφή τόσο με πολυφασματικούς, και υπερφασματικούς δέκτες όσο και με εικονοληπτικά ραντάρ.
- Αύξηση της χωρικής, της φασματικής και της ραδιομετρικής διακριτικής ικανότητας των δορυφορικών ανιχνευτών.
- Δημιουργία σμηνών (constellations) μικρών δορυφόρων για αύξηση της επαναληψιμότητας κάλυψης.
- Δημιουργία εξειδικευμένων για συγκεκριμένες εφαρμογές (π.χ. φυσικές καταστροφές) δορυφορικών συστημάτων.
- Δημιουργία δορυφορικών συστημάτων διπλής χρήσης.

Όσον αφορά τον τομέα των σεισμών και την πρόβλεψή τους, ο καθορισμός της σεισμικής επικινδυνότητας περιλαμβάνει έρευνα που στοχεύει στη βελτίωση των αλγορίθμων υπολογισμού τόσο των αναμενόμενων σεισμικών επιταχύνσεων, ταχυτήτων και μετατοπίσεων, όσο και των αναγκαίων στατιστικών παραμέτρων και στην εναρμόνιση των διαφορετικών μεθοδολογιών που αναπτύσσονται. Εδώ υπάγονται οι μικροζωνικές μελέτες και οι προδιαγραφές τους. Οι αναμενόμενοι ισχυροί κραδασμοί, η σεισμική επικινδυνότητα και οι μικροζωνικές αποτελούν έναν ευρύ τομέα της εφαρμοσμένης σεισμολογίας με κοινωνική και οικονομική σπουδαιότητα γιατί άλλοτε άμεσα και άλλοτε έμμεσα οδηγούν στη βελτίωση των κανονισμών που διέπουν τη δόμηση αντισεισμικών κατασκευών.

Η πρόγνωση των σεισμών αποτελεί πάντα επίκαιρο πεδίο έρευνας παρά το ότι διεθνώς προς το παρόν δεν υπάρχουν μέθοδοι γενικής αποδοχής και εφαρμογής. Στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο διεξάγεται έρευνα που βασίζεται στην αναγνώριση προτύπων σεισμικότητας, π.χ. για τη χωροχρονική μεταβολή της σεισμικής δράσης, και στη στατιστική των σεισμών με την ανάπτυξη κατάλληλων αλγορίθμων. Επίσης, αναπτύσσονται και γεωφυσικές, κυρίως μαγνητοτελλουρικές, μέθοδοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Επίλογος

6.1 Επίλογος

Είναι πέραν πάσης αμφιβολίας ο τεράστιος αντίκτυπος που μπορεί να επιφέρει η χρήση και η αξιοποίηση της τεχνολογίας των δεδομένων μεγάλης κλίμακας στην δημόσια ασφάλεια, τόσο σε επίπεδο βελτίωσης της ποιότητας της ζωής, όσο και στη διαχείριση των επικίνδυνων περιστατικών, εξοικονομώντας χρόνο, πόρους και παρέχοντας άρτια αποτελέσματα. Παράλληλα, η έγκαιρη πρόβλεψη δυσμενών συνθηκών, η αποτελεσματικότερη διαχείριση και πρόληψη περιστατικών δημόσιας ασφάλειας, η εύρεση νέων μεθόδων ανάλυσης, καθώς και η διεύρυνση των γνώσεων πάνω στον τομέα είναι μερικοί από τους παράγοντες που επιβεβαιώνουν ότι η χρήση των δεδομένων μεγάλης κλίμακας για τη βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας έχει εξαιρετικές προοπτικές και θα απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα και τους αρμόδιους φορείς στο πολύ άμεσο μέλλον. Το πλήθος των προβλημάτων που επιλύονται μέσω της χρήσης τους είναι τεράστιο, ενώ προς το παρόν δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια εναλλακτική τεχνολογία με συγκρίσιμες προοπτικές. Για αυτό το λόγο, κυριαρχεί η εκτίμηση πως η αξιοποίηση των δεδομένων σε μεγάλη κλίμακα δεν θα απασχολεί στο μέλλον μόνο τους «μεγάλους» φορείς και οργανισμούς, αλλά θα πρέπει κάθε φορέας του τομέα να αξιοποιεί τα διαθέσιμα τεχνολογικά εργαλεία με στόχο τη βέλτιστη παροχή υπηρεσιών δημόσιας ασφάλειας. Αναπόφευκτη είναι η δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και η ζήτηση ατόμων με τεχνικές γνώσεις, καθώς είναι σημαντικά τα χρηματικά ποσά που δαπανώνται άσκοπα, κυρίως λόγω της αναποτελεσματικής διαχείρισης που οφείλεται σε λανθασμένους χειρισμούς. Κυρίως όμως ο ανθρώπινος παράγοντας, δηλαδή η ριζική αναβάθμιση των υπηρεσιών δημόσιας ασφάλειας που εγκαινιάζει μία νέα εποχή, είναι ο σημαντικότερος λόγος που καταργεί κάθε αμφιβολία για την διάδοση των Big Data Analytics στο άμεσο μέλλον.

Το μέγεθος της συνεισφοράς είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων και είναι αδύνατο να εκτιμηθεί με ακρίβεια. Αυτό οφείλεται στο χρόνο που χρειάζεται ώστε κάποια καινοτομία να γνωρίσει ευρεία αποδοχή. Πέραν λοιπόν της ενημέρωσης των επιστημόνων στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας, επιβάλλεται η ανάληψη πολιτικής πρωτοβουλίας σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, η δημιουργία πιο ισχυρού κινήτρου για τους οργανισμούς και επαγγελματίες του κλάδου για την αξιοποίηση της τεχνολογίας

αυτής, καθώς και η εκπαίδευση ανθρώπινου δυναμικού με τις κατάλληλες τεχνικές και οργανωτικές δεξιότητες ώστε να δομηθεί το εγχείρημα εξ' αρχής σε σταθερές βάσεις. Το μόνο σίγουρο είναι πως το μέλλον εξαρτάται αποκλειστικά από τον ανθρώπινο παράγοντα και πέραν των εξελίξεων που έχουν ήδη σηματοδοτηθεί, τα δεδομένα μεγάλης κλίμακας αναμένεται να αποτελέσουν εφιαλτήριο νέων ριζικών αλλαγών και καινοτομιών στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας.

Βιβλιογραφία

- [1] "Hadoop Releases". apache.org. Apache Software Foundation.
- [2] "Welcome to Apache Hadoop!". hadoop.apache.org.
- [3] Judge, Peter (2012-10-22). "Doug Cutting: Big Data Is No Bubble". silicon.co.uk.
- [4] Woodie, Alex (2014-05-12). "Why Hadoop on IBM Power". datanami.com. Datanami.
- [5] Hemsoth, Nicole (2014-10-15). "Cray Launches Hadoop into HPC Airspace". hpcwire.com.
- [6] "What is the Hadoop Distributed File System (HDFS)?". ibm.com. IBM.
- [7] Malak, Michael (2014-09-19). "Data Locality: HPC vs. Hadoop vs. Spark". datascienceassn.org. Data Science Association.
- [8] "Characterization and Optimization of Memory-Resident MapReduce on HPC Systems" (pdf). IEEE. October 2014.
- [9] "Resource (Apache Hadoop Main 2.5.1 API)". apache.org. Apache Software Foundation. 2014-09-12.
- [10] "Applications". hortonworks.com. Hortonworks.
- [11] "Continuity Raises \$10 Million Series A Round to Ignite Big Data Application Development Within the Hadoop Ecosystem". finance.yahoo.com. Marketwired. 2012-11-14.
- [12] "Hadoop-related projects at". Hadoop.apache.org.
- [13] Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data. John Wiley & Sons. 2014-12-19. p. 300. ISBN 9781118876220.
- [14] "[nlpatumd] Adventures with Hadoop and Perl". Mail-archive.com. 2010-05-02.
- [15] "Spark Release 2.0.0". MLlib in R: SparkR now offers MLlib APIs [...] Python: PySpark now offers many more MLlib algorithms" [16] Zaharia, Matei; Chowdhury, Mosharaf; Franklin, Michael J.; Shenker, Scott; Stoica, Ion. Spark: Cluster Computing with Working Sets (PDF). USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud).
- [17] "Spark 2.2.0 Quick Start". apache.org.
- [18] "Spark 2.2.0 deprecation list". apache.org.
- [19] Damji, Jules (2016-07-14). "A Tale of Three Apache Spark APIs: RDDs, DataFrames, and Datasets: When to use them and why". databricks.com.
- [20] Chambers, Bill (2017-08-10). "12". Spark: The Definitive Guide. O'Reilly Media.

- [21] "What is Apache Spark? Spark Tutorial Guide for Beginner". janbasktraining.com.
- [22] Zaharia, Matei; Chowdhury, Mosharaf; Das, Tathagata; Dave, Ankur; Ma, Justin; McCauley, Murphy; J., Michael; Shenker, Scott; Stoica, Ion (2010). Resilient Distributed Datasets: A Fault-Tolerant Abstraction for In-Memory Cluster Computing (PDF). USENIX Symp. Networked Systems Design and Implementation.
- [23] Xin, Reynold; Rosen, Josh; Zaharia, Matei; Franklin, Michael; Shenker, Scott; Stoica, Ion (June 2013). "Shark: SQL and Rich Analytics at Scale" (PDF).
- [24] Harris, Derrick (28 June 2014). "4 reasons why Spark could jolt Hadoop into hyperdrive". Gigaom.
- [25] "Cluster Mode Overview - Spark 1.2.0 Documentation - Cluster Manager Types". apache.org. Apache Foundation. 2014-12-18..
- [26] Figure showing Spark in relation to other open-source Software projects including Hadoop
- [27] MapR ecosystem support matrix
- [28] The-Promise-of-Big-Data-in-Public-Safety-and-Justice
<https://www.govtech.com/public-safety/The-Promise-of-Big-Data-in-Public-Safety-and-Justice.html>
- [29] https://e.huawei.com/us/publications/global/ict_insights/201608271037/analyst-corner/201608271433
- [30] Public safety and agencies using big data <https://www.kovacorp.com/4-ways-public-safety-agencies-using-big-data/>
- [31] <https://mapr.com/blog/public-safety-analytics-interview-predictive-analytics-pioneer-colleen-mccue/>
- [32] <https://spark.apache.org/docs/latest/cluster-overview.html>
- [33] https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/hadoop.html#hadoophistory
- [34] https://edcm.edu.gr/images/docs/2018/Newsletter_Attica_Fires_2018_v11.pdf
- [35] <https://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/handle/123456789/484>
- [36] https://edcm.edu.gr/images/RR_banners/ReportLesvos_20170627.pdf
- [37] http://www.itsak.gr/uploads/news/earthquake_reports/EQ_Lesvos_20170612_M6.3.pdf
- [38] <https://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/handle/123456789/4840>
- [39] https://www.itsak.gr/uploads/news/earthquake_reports/EQ_COS_20170721_M6.6.pdf

- [40] <https://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/handle/123456789/4840>
- [41] <https://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/handle/123456789/4840>
- [42] https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/876/1/documents/paper_meteonet.pdf
- [43] http://www.geo.auth.gr/654/PDF/Unit1_1.pdf
- [44] <http://www.gein.noa.gr/HTML/WEB-EDU/instruments.htm>
- [45] http://geophysics.geo.auth.gr/the_seisnet/ATLAS/web/20170612_122838/
- [46] <http://geophysics.geo.auth.gr/ss/AKOLOYTHIES/13/info.html>
- [47] <https://www.r-project.org/about.html>
- [48] «The RedMonk Programming Language Rankings: January 2013 – tecosystems».
- [49] Martin Odersky et al., An Overview of the Scala Programming Language, 2nd Edition
- [50] Deitel, Paul. Deitel, Harvey (2015). Java Προγραμματισμός (Ελληνική Μετάφραση) (10η έκδοση). Αθήνα: Μ. Γκιούρδας, σελ. 19. ISBN 978-960-512-681-0.
- [51] <https://datacleaner.org/>
- [52] http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote_Sensing_Courses.pdf