ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ «ΑΝΑΛΥΣΗΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»

Εκτίμηση βιομηχανικού κινδύνου και επιπτώσεων σε ζώνες μίξης δάσους - κατοικημένης περιοχής (WUI) σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς

Διπλωματική Εργασία

ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΑΡΝΑΡΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής

ΚΡΟΚΙΔΑ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

ΑΘΗΝΑ 2020

Πίνακας περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ..... - 5 -

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... - 5 -

ABSTRACT ..... - 5 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ..... - 5 -

1.1 Διατύπωση του προβλήματος ..... - 5 -

1.2 Σκοπός ..... - 6 -

1.3 Στόχοι ..... - 6 -

1.4 Πρωτοτυπία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο ..... - 6 -

1.5 Πλάνο εργασίας-μεθοδολογία υλοποίησης ..... - 6 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ..... - 6 -

2.1 Φυσικές Καταστροφές ..... - 7 -

2.1.1 Ορισμοί και Έννοιες ..... - 7 -

2.1.2 Κατηγορίες Φυσικών Καταστροφών ..... - 11 -

2.1.3 Επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στον πληθυσμό ..... - 12 -

2.1.4 Επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον, τις κρίσιμες υποδομές και την οικονομία ..... - 16 -

2.1.5 Διεθνής Βάση Δεδομένων Καταστροφών (EM-DAT) ..... - 22 -

2.1.6 Μεγάλες Δασικές Πυρκαγιές ..... - 24 -

2.2 Τεχνολογικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές ..... - 25 -

2.2.1 Τεχνολογικά ή Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (ΒΑΜΕ) ..... - 25 -

2.2.2 Επιπτώσεις τεχνολογικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης στον εκτιθέμενο πληθυσμό, το περιβάλλον και τις υποδομές- Ζώνες Επιπτώσεων ..... - 26 -

2.2.3 Φυσικο-τεχνολογικές Καταστροφές (NATECH) ..... - 33 -

2.2.4 Βάσεις δεδομένων καταγραφής ΒΑΜΕ και NATECH σε παγκόσμιο επίπεδο ..... - 34 -

2.2.5 Τεχνολογικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης που έχουν σημειωθεί τη τελευταία δεκαετία ..... - 35 -

2.3 Πυρκαγιές σε ζώνες μίξης δάσους – κατοικημένης (WUI) ή βιομηχανικής περιοχής - 38 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ..... - 43 -

3.1 Ο κύκλος διαχείρισης μιας καταστροφής..... - 44 -

3.2 Σχεδιασμός Αντιμετώπισης Φυσικών Καταστροφών σε Εθνικό Επίπεδο ..... - 45 -

3.2.1 Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για αντιμετώπιση Κινδύνων από Δασικές Πυρκαγιές ..... - 47 -

3.2.2 Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για αντιμετώπιση Κινδύνων από Σεισμούς ..... - 51 -

Σχεδιασμός αντιμετώπισης Τεχνολογικών Καταστροφών ..... - 53 -

3.4.1 Η Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ ΙΙΙ της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Διαχείριση της Βιομηχανικής Επικινδυνότητας..... - 54 -

3.4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση κινδύνων από Τεχνολογικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης ..... - 54 -

3.4.3 Κατάρτιση Ειδικών Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ) ..... - 55 -

Σχεδιασμός Χρήσεων Γης ..... - 57 -

3.5 Διεθνείς δράσεις για την Αντιμετώπιση των Καταστροφών ..... - 59 -

3.5.1 Το Πλαίσιο Δράσης SENDAI 2015-2030 του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για τη μείωση του Κινδύνου Καταστροφών ..... - 60 -

3.5.2 Το δίκτυο εξειδικευμένων κέντρων για την αντιμετώπιση των καταστροφών του συμβουλίου της Ευρώπης (EUR-OPA Major Hazards Agreement) ..... - 63 -

3.4.3 Παγκόσμια Ημέρα για τη Μείωση των Καταστροφών ..... - 64 -

3.4.4 Ευρωπαϊκό Φόρουμ για τη Μείωση των Καταστροφών ..... - 65 -

3.5 Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems) για την αντιμετώπιση φυσικών ή τεχνολογικών καταστροφών ..... - 66 -

3.5.1 Απευθείας παρακολούθηση φυσικών ή χημικών κινδύνων με χρήση αισθητήρων και εκτίμηση επικινδυνότητας..... - 68 -

3.5.2 Εφαρμογή δικτύου αισθητήρων στη Βιομηχανία για την Ασφάλεια και την Υγεία των εργαζομένων – Διαδίκτυο Πραγμάτων (IoT)..... - 72 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΒΑΜΕ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΝΤΑΓΜΕΝΗ ΣΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΣΕΒΕΖΟ ΛΟΓΩ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΥΠΟΥ WUI ..... - 76 -

4.1 Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις Πετρελαιοειδών σε ζώνες μίξης δασών-οικισμών (WUI) .- 76 -

4.2 Γενικά χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων πετρελαιοειδών..... - 77 -

4.2.1 Ταξινόμηση πετρελαιοειδών με βάση το σημείο ανάφλεξής τους..... - 79 -

4.2.2 Τοξικότητα αναθυμιάσεων πετρελαίου ..... - 80 -

4.3 Ανάπτυξη Σεναρίων ΒΑΜΕ λόγω εξάπλωσης δασικής πυρκαγιάς σε εγκαταστάσεις πετρελαιοειδών ..... - 81 -

4.3.1 Εκτίμηση κινδύνου με χρήση του λογισμικού ALOHA..... - 87 -

4.3.2 Προσδιορισμός ζωνών καταστροφής ..... - 88 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ..... - 113 -

5.1 Συμπεράσματα για την εκτίμηση βιομηχανικού κινδύνου σε περίπτωση πυρκαγιάς τύπου WUI στην περιοχή της Δυτικής Αττικής ..... - 113 -

5.2 Προτάσεις για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των πιθανών επιπτώσεων με στόχο την επικαιροποίηση των υφιστάμενων ΣΑΤΑΜΕ ..... - 113 -

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... - 114 -

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... - 114 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Διατύπωση του προβλήματος

Οι φυσικές καταστροφές ανέκαθεν αποτελούσαν φαινόμενα τα οποία αποτελούσαν απειλή για το ανθρώπινο είδος και το φυσικό περιβάλλον καθώς η αδυναμία πρόβλεψής τους, καθιστούσε τις κοινωνίες ευάλωτες στην εμφάνισή τους προξενώντας τραυματισμούς, θανάτους, οικονομικές ζημίες και περιβαλλοντικές καταστροφές. Τα τελευταία χρόνια, η συχνότητα εμφάνισης τέτοιων φαινομένων έχει αυξηθεί ραγδαία, γεγονός που οφείλεται και στην όξυνση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας ο άνθρωπος κατάφερε να κατανοήσει τη φύση των φαινομένων αυτών και να λάβει μέτρα ώστε να προετοιμαστεί όσο το δυνατόν καλύτερα απέναντι σε αυτά. Παράλληλα όμως, η εξέλιξη αυτή της τεχνολογίας οδήγησε και στη δημιουργία βιομηχανικών εγκαταστάσεων οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις είτε λόγω του εξοπλισμού τους είτε λόγω των πρώτων υλών/προιόντων που υφίστανται επεξεργασία/αποθηκεύονται μέσα σε αυτές, καθίστανται ευάλωτες σε ενδεχόμενο φυσικής καταστροφής και ιδιαίτερα σε ενδεχόμενο εκδήλωσης πυρκαγιάς.

Λόγω του κινδύνου αυτού, εδώ και δεκαετίες έχουν δημιουργηθεί συγκεκριμένοι χώροι όπου μπορούν να λειτουργήσουν τέτοιες βιομηχανικές μονάδες εκτός κατοικημένων περιοχών. Αυτοί οι χώροι όμως, οι λεγόμενες και βιομηχανικές ζώνες ή βιομηχανικά πάρκα, σε πολλές περιπτώσεις συμβαίνει να βρίσκονται πολύ κοντά σε δασικές εκτάσεις και σε αυτό το σημείο εγείρονται ερωτήματα όπως το κατά πόσο είναι ευάλωτες οι εγκαταστάσεις αυτές σε ενδεχόμενο εκδήλωσης δασικής

πυρκαγιάς και εάν ναι, τι ακριβώς συνεπάγεται αυτό για τον παρακείμενο πληθυσμό και αλλά και το περιβάλλον.

1.2 Σκοπός

Με βάση το πρόβλημα που διατυπώθηκε στη προηγούμενη παράγραφο, σκοπός της εργασίας είναι η εκτίμηση βιομηχανικού κινδύνου και των επιπτώσεων μιας δασικής πυρκαγιάς σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένης περιοχής.

1.3 Στόχοι

Στόχοι της εργασίας, είναι η ερμηνεία των φαινομένων φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών και η ανάλυση των επιπτώσεών τους στο πληθυσμό, το φυσικό περιβάλλον, τις κρίσιμες υποδομές και την οικονομία. Επιπλέον, είναι η ανάλυση του σχεδιασμού που υπάρχει σε εθνικό και διεθνές επίπεδο αλλά και των διεθνών πρωτοβουλιών για την αντιμετώπιση των καταστροφών. Τέλος, στόχος της εργασίας είναι και η ανάπτυξη ενός σεναρίου βιομηχανικού ατυχήματος και ο υπολογισμός των ζωνών επικινδυνότητας γύρω από την εγκατάσταση, καθώς και η ανάλυση των συμπερασμάτων που προκύπτουν.

1.4 Πρωτοτυπία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο

1.5 Πλάνο εργασίας-μεθοδολογία υλοποίησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αρχικά ορισμένα στοιχεία που αφορούν τις φυσικές καταστροφές, ξεκινώντας με την ερμηνεία κάποιων βασικών όρων και το διαχωρισμό τους σε κάποιες βασικές κατηγορίες. Επιπλέον, αναλύονται οι επιπτώσεις που έχουν οι φυσικές καταστροφές στην υγεία του πληθυσμού, στο περιβάλλον, στις λεγόμενες «κρίσιμες» υποδομές αλλά και εν γένει στην οικονομία. Ακόμη, δίνονται ορισμένα στοιχεία που αφορούν τις διεθνείς βάσεις καταγραφής δεδομένων των φυσικών καταστροφών και πιο συγκεκριμένα της EM-DAT, ενώ παρουσιάζεται και το φαινόμενο της δασικής πυρκαγιάς.

Σε αντιστοιχία, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τεχνολογικές ή αλλιώς «ανθρωπογενείς» καταστροφές, μια ιδιαίτερη υποκατηγορία τους, οι φυσικο-τεχνολογικές καταστροφές καθώς και οι επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και τις υποδομές. Ακολούθως, παρατίθενται μερικές από τις μεγαλύτερες βάσεις καταγραφής δεδομένων τέτοιων ατυχημάτων και μερικά παραδείγματα. Τέλος, ειδική αναφορά γίνεται για τις περιπτώσεις εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς και για τα χαρακτηριστικά του φαινομένου όταν εμφανίζεται σε ζώνη μίξης δάσους-κατοικιών ή βιομηχανικής περιοχής.

2.1 Φυσικές Καταστροφές

Οι φυσικές καταστροφές ανάλογα με το είδος και την ένταση με την οποία εμφανίζονται προκαλούν τις αντίστοιχες επιπτώσεις στον εκτιθέμενο πληθυσμό, το φυσικό περιβάλλον, ορισμένες υποδομές που είναι ζωτικής σημασίας για τις κοινωνίες και τη λειτουργία τους αλλά και γενικότερα στην οικονομία. Σε μια προσπάθεια καλύτερης κατανόησης των φαινομένων και πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους έχει δημιουργηθεί μια διεθνής βάση καταγραφής των δεδομένων των καταστροφών αυτών, η EM-DAT.

2.1.1 Ορισμοί και Έννοιες

Στην υποενότητα αυτή δίνονται κάποιοι βασικοί ορισμοί και έννοιες σχετικά με τις φυσικές και τις τεχνολογικές καταστροφές που είναι απαραίτητοι για την κατανόηση των επιπτώσεών τους, οι οποίες και θα αναλυθούν στη συνέχεια του κεφαλαίου.

- <u>Κίνδυνος (Hazard)</u>

Είναι μια διαδικασία, ένα φαινόμενο ή μια ανθρώπινη δραστηριότητα η οποία μπορεί να προκαλέσει θάνατο, τραυματισμό ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, υλικές ζημιές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις ή και υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.

- Τρωτότητα (Vulnerability)

Με τον όρο τρωτότητα περιγράφονται οι συνθήκες που, επηρεαζόμενες από φυσικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς ή και περιβαλλοντικούς παράγοντες ή διεργασίες, αυξάνουν την ευαισθησία ενός ατόμου, ενός πληθυσμού, υλικών αγαθών ή και συστημάτων στις επιπτώσεις ενός κινδύνου.

- Έκθεση (Exposure)

Με τον όρο έκθεση περιγράφεται η κατάσταση όπου άνθρωποι, υποδομές, παραγωγικές εγκαταστάσεις και γενικότερα οποιαδήποτε υλικά και απτά αγαθά βρίσκονται σε περιοχές επιρρεπείς σε κίνδυνο.

- Ανθεκτικότητα (Capacity)

Με τον όρο ανθεκτικότητα εννοείται ο συνδυασμός όλων των δυνατοτήτων και πόρων που είναι διαθέσιμοι σε έναν οργανισμό ή μια κοινωνία ώστε να διαχειριστεί και να μειώσει την επικινδυνότητα μιας καταστροφής και να ενισχύσει την αντοχή έναντι της. Ο όρος μπορεί να συμπεριλαμβάνει τις υποδομές, τους θεσμούς, την ανθρώπινη γνώση και συλλογικά χαρακτηριστικά όπως οι ανθρώπινες σχέσεις.

- Επικινδυνότητα (Risk)

Με τον όρο επικινδυνότητα περιγράφεται η πιθανότητα θανάτου, τραυματισμού ή υλικής ζημιάς που μπορεί να συμβούν σε ένα σύστημα, μια κοινωνία ή μια κοινότητα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και η οποία θα έχει άμεση συσχέτιση με τις έννοιες του κινδύνου, της έκθεσης, της τρωτότητας και της ανθεκτικότητας.

Η συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω όρων αποτυπώνεται στην παρακάτω εξίσωση:

*Επικινδυνότητα = (Κίνδυνος * Τρωτότητα)/Ανθεκτικότητα*

- Προσαρμοστικότητα ή Ικανότητα Ανάκαμψης (Resilience)

Είναι η ικανότητα ενός συστήματος, μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας η οποία είναι εκτεθειμένη σε κινδύνους να αντιστέκεται, να απορροφά, να προσαρμόζεται, να μετασχηματίζεται και να ανακάμπτει από τις επιπτώσεις ενός κινδύνου σε εύλογο

χρονικό διάστημα και αποτελεσματικά, συμπεριλαμβανομένης και της διατήρησης και αποκατάστασης των ζωτικής σημασίας δομών και λειτουργιών.

- Αντιμετώπιση (Response)

Με τον όρο περιγράφονται οι δράσεις που λαμβάνονται άμεσα πριν, κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά μια καταστροφή με σκοπό να σωθούν ανθρώπινες ζωές, να μειωθούν οι επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού, να διασφαλιστεί η δημόσια ασφάλεια και να εκπληρωθούν οι βασικές ανάγκες για την επιβίωση του πληθυσμού που επηρεάστηκε από τη καταστροφή. Ο όρος μπορεί συχνά να συμπεριλαμβάνει και τις προληπτικές δράσεις από τις διάφορες αρμόδιες αρχές και τις εθελοντικές ομάδες.

[https://www.unisdr.org/we/inform/terminology?source=post_page----------]

- Φυσική Καταστροφή (Natural Disaster)

Ο όρος «φυσική καταστροφή» μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

- «Τα στοιχεία εκείνα του περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν»
- «Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή»
- «Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες»

Η φυσική καταστροφή μπορεί να αποτελεί μια ταχύτατη, στιγμιαία ή μεγάλη σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα. Πολλοί καθορίζουν το φαινόμενο πιο λεπτομερώς «σαν ένα γεγονός στο χώρο και στο χρόνο που απειλεί την κοινωνία ή κάποιο τμήμα της με σοβαρές ακούσιες επιπτώσεις που είναι αποτέλεσμα της ανεπάρκειας των προφυλάξεων οι οποίες μέχρι τότε θεωρούνταν επαρκείς».

- Τεχνολογικές ή Ανθρωπογενείς Καταστροφές

Με τον όρο τεχνολογική καταστροφή μπορεί να περιγραφεί ένα γεγονός που έχει προκληθεί από τη δυσλειτουργία ή/και από πιθανό ανθρώπινο σφάλμα στο χειρισμό

μιας τεχνολογικής/βιομηχανικής εγκατάστασης. Περιλαμβάνει ατυχήματα, επικίνδυνες διαδικασίες, αστοχίες στις υποδομές ή συγκεκριμένες ανθρώπινες δραστηριότητες που μπορεί να προκαλέσουν θάνατο, τραυματισμό, απώλεια περιουσίας, κοινωνική και οικονομική αναταραχή και καταστροφές στο φυσικό περιβάλλον. Οι καταστροφές αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται και ανθρωπογενείς καθώς σε κάθε περίπτωση το αίτιο αποδίδεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα.

https://edis.ifas.ufl.edu/fy1230 https://www.wcdrr.org/uploads/34-UNEP-Technological-Accidents-Prepcom-2.pdf

- Μεγάλης Κλίμακας ή Μαζικές Φυσικές Καταστροφές

Μια φυσική (ή και τεχνολογική) καταστροφή θεωρείται μεγάλης κλίμακας ή μαζική όταν για την αντιμετώπιση αυτής και των επιπτώσεών της απαιτείται η παρέμβαση της εθνικής κυβέρνησης ή ακόμα και βοήθεια από άλλα κράτη.

Η εκτίμηση των ζημιών που προκαλούνται από κάποια καταστροφή ποικίλλει καθώς οι μικρές καταστροφές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες υλικές ζημιές στις πολύ ανεπτυγμένες χώρες ενώ μεγάλες καταστροφές σε φτωχές χώρες μπορεί να προκαλέσουν μικρές ζημιές εφόσον εκεί δεν υπάρχουν πολύτιμα αντικείμενα ή ακριβές κατασκευές. Συνήθως στις φτωχές χώρες οι μεγάλης κλίμακας καταστροφές προκαλούν πολλά δυστυχήματα ενώ στις ανεπτυγμένες χώρες προκαλούν τεράστιες υλικές ζημιές. Οι επιπτώσεις σε τέτοια φαινόμενα είναι πολύ μεγάλες και σε κοινωνίες που βρίσκονται στο στάδιο της βιομηχανοποίησης και που δεν έχουν αναπτύξει ακόμα ολοκληρωμένα σχέδια αντιμετώπισης και αποκατάστασης των καταστροφών. Οι φυσικές ή τεχνολογικές καταστροφές όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό και από τα παραπάνω επηρεάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη σύγχρονη κοινωνία. Πολλοί άνθρωποι σε επαγγελματικό, διοικητικό και πολιτικό επίπεδο χρειάζεται να αντιμετωπίσουν τα αποτελέσματα μιας καταστροφής. Επιπλέον, όσο πιο πολύπλοκη τεχνολογικά γίνεται μια κοινωνία τόσο πληθαίνουν οι κίνδυνοι και τόσο πιο πολύ οξύνονται τα αποτελέσματα των καταστροφικών γεγονότων.

[ευθύμιος λέκκας- φυσικές κ τεχνολογικές καταστροφές σελ 23-25]

2.1.2 Κατηγορίες Φυσικών Καταστροφών

Σύμφωνα με τη γενική κατηγοριοποίηση των φυσικών καταστροφών από τη Διεθνή Βάση Δεδομένων EM-DAT, αυτές διακρίνονται σε γεωφυσικές (σεισμοί, κατολισθήσεις, τσουνάμι και ηφαιστειακή δραστηριότητα), σε υδρολογικές (πλημμύρες και χιονοστιβάδες), σε κλιματολογικές (ακραίες θερμοκρασίες, ξηρασία και πυρκαγιές), σε μετεωρολογικές (κυκλώνες και καταιγίδες) είτε σε βιολογικές (επιδημίες και μεταδιδόμενα νοσήματα μέσω ζώων)

Αν επιχειρηθεί μια εκτενέστερη καταγραφή και κατηγοριοποίηση στα είδη φυσικών καταστροφών, τότε προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση Φυσικών Καταστροφών

Γεωλογικές Καταστροφές	**Μετεωρολογι-κές Καταστροφές**	**Υδρολογικές Καταστροφές**	**Κλιματολογι-κές Καταστροφές**	**Βιολογικές Καταστροφές**	**Εξωγήινες Καταστροφές**
Σεισμοί	Ακραίες θερμοκρασίες	Πλημμύρες	Ξηρασίες	Μόλυνση από Έντομα	Πρόσκρουση Μετεωρίτη
Μετακίνηση μάζας ξηράς	Ομίχλη	Κατολισθήσεις	Πυρκαγιές	Επιδημίες	Μεταβολές «Διαστημικού Καιρού»
Ηφαιστιακή Δραστηριότητα	Καταιγίδες	Τσουνάμι	«Έκρηξη» Παγετώδους Λίμνης	Ατυχήματα που προκλήθηκαν από Ζώα	

[https://www.emdat.be/classification]

Σύμφωνα με την τελευταία οδηγία προς το κοινό της ελληνικής αρμόδιας αρχής για την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών, τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, οι φυσικές καταστροφές διακρίνονται στις εξής περιπτώσεις:

1. Σεισμοί
2. Κατολισθήσεις

3. Δασικές Πυρκαγιές
4. Πλημμύρες
5. Έντονα καιρικά φαινόμενα
6. Ηφαίστεια
7. Τσουνάμι
8. Θυελλώδεις άνεμοι
9. Καταιγίδες
10. Παγετός
11. Καύσωνας
12. Χιονοπτώσεις

[https://www.civilprotection.gr/sites/default/gscp_uploads/mini_edition_july_2019.pdf]

2.1.3 Επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στον πληθυσμό

Η ξαφνική εμφάνιση μιας φυσικής καταστροφής μπορεί να αποτελέσει τεράστια απειλή για τον πληθυσμό που βρίσκεται στον παρακείμενο χώρο του συμβάντος. Σε πολλές από αυτές τις περιπτώσεις όπου το μέγεθος της καταστροφής είναι αρκετά μεγάλο, το ίδιο το τοπικό σύστημα Υγείας αδυνατεί να καλύψει τις ανάγκες που εμφανίζονται. Είναι σαφές πως μια φυσική καταστροφή μπορεί να αποτελέσει μεγάλη απειλή για ένα πληθυσμό. Διάφοροι τραυματισμοί (που ποικίλλουν ανάλογα με το είδος της καταστροφής), σοβαροί και μη, μπορεί να προκληθούν σε άτομα τα οποία δεν αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα υγείας και που έχουν τη δυνατότητα να εξυπηρετήσουν χωρίς τη βοήθεια τρίτου κάποιες βασικές τους ανάγκες. Ακόμη περισσότερο ευάλωτα είναι τα άτομα τα οποία αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα υγείας και τα οποία χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα. Στα άτομα αυτά, μια φυσική καταστροφή μπορεί να λειτουργήσει περαιτέρω επιβαρυντικά είτε γιατί δεν μπορούν να φροντίσουν μόνα τον εαυτό τους, είτε γιατί τα προβλήματα υγείας που αντιμετωπίζουν επιδεινώνονται.

Γενικά, οι φυσικές καταστροφές είναι εκ φύσης πολυσύνθετα φαινόμενα που επηρεάζονται από μια πληθώρα παραγόντων, κατά τη διάρκεια των οποίων τμήματα

του πληθυσμού εκτίθενται σε μια σειρά από κινδύνους. Κάθε συμβάν φυσικής καταστροφής είναι επομένως μοναδικό καθώς θέτει νέες προκλήσεις τόσο στον πληθυσμό που είναι εκτεθειμένος όσο και στο προσωπικό διάσωσης. Από την άλλη όμως, ορισμένα συμβάντα τείνουν ανάλογα με τη φύση τους να ακολουθούν συγκεκριμένα μοτίβα, προκαλώντας συγκεκριμένου τύπου κινδύνους στους πληθυσμούς και αναδεικνύοντας την ανάγκη να υπάρχει ένας κεντρικός σχεδιασμός αντιμετώπισης από τα συνεργεία διάσωσης και το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό που θα κληθεί να παράσχει βοήθεια.

Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά οι επιπτώσεις των συνηθέστερων φυσικών καταστροφών στον πληθυσμό.

Κλιματολογικές καταστροφές- Κύματα καύσωνα και παρατεταμένη ξηρασία

Τα κύματα καύσωνα σαν περίπτωση φυσικής καταστροφής, μπορούν να προκαλέσουν μεγάλο αριθμό θυμάτων, καθώς η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες προκαλεί άμεσα συμπτώματα ηλίασης στον πληθυσμό, όπως θερμοπληξία, ηλίαση, αναπνευστικά ή καρδιολογικά προβλήματα κλπ. Οι ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού όπως ηλικιωμένοι και παιδιά είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι απέναντι στον καύσωνα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι και υγιείς ενήλικες δεν κινδυνεύουν σε περίπτωση που δεν λάβουν μέτρα προστασίας.

Όσον αφορά τις περιπτώσεις παρατεταμένης ξηρασίας, ο πληθυσμός δεν επηρεάζεται με άμεσο τρόπο όπως συμβαίνει με άλλα φαινόμενα όπως οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες κλπ. Σε περιοχές όμως που έχουν πληγεί σε μεγάλο βαθμό από ξηρασία, επηρεάζεται η διατροφή του πληθυσμού με αποτέλεσμα η θνησιμότητα να αυξάνεται ραγδαία εξαιτίας της μη πρόσληψης πρωτεΐνης ή θερμίδων. Η παρατεταμένη κακή διατροφή πέρα από το ότι μπορεί να προκαλέσει διάφορες ασθένειες ή και θανάτους σε κάθε περίπτωση μειώνει και τη λειτουργικότητα του ανθρώπινου οργανισμού και όλα αυτά πάντα σε μεγάλη κλίμακα και όχι μιλώντας για μεμονωμένα περιστατικά. Δευτερευόντως, η μαζική μετακίνηση πληθυσμών μπορεί να οδηγήσει σε υπερσυγκέντρωσή τους σε μικρούς συγκριτικά χώρους όπου με ενδεχόμενες κακές συνθήκες υγιεινής πολύ εύκολα μπορεί να εμφανιστούν μεταδοτικές ασθένειες, ιδίως σε περιπτώσεις μη ανεπτυγμένων ή υπό ανάπτυξη χωρών.

Πυρκαγιές

Σε περιπτώσεις δασικής πυρκαγιάς, τον κυριότερο κίνδυνο για τον πληθυσμό μαζί με τα εγκαύματα από τη θερμική ακτινοβολία αποτελεί η υποβάθμιση της ποιότητας του εισπνεόμενου αέρα λόγω του καπνού που παράγεται και ο οποίος περιέχει τοξικές για τον άνθρωπο ουσίες όπως για παράδειγμα το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) το οποίο αποτελεί προϊόν αντίδρασης ατελούς καύσης. Πολλοί θάνατοι έχουν σημειωθεί όταν άτομα έπειτα από εισπνοή καπνού και με μειωμένη ορατότητα, έχασαν τις αισθήσεις τους και δεν κατάφεραν να ξεφύγουν. Ακόμη, το γεγονός ότι συνήθης συνθήκη εκδήλωσης του φαινομένου αποτελεί η παρουσία ισχυρών ανέμων σε πολλές περιπτώσεις έχει οδηγήσει στο να παγιδευτούν στις φλόγες τόσο πολίτες όσο και μέλη των δυνάμεων πυρόσβεσης με συνέπεια να υποστούν εγκαύματα ή και να χάσουν τη ζωή τους.

Πλημμύρες

Η μεγαλύτερη αιτία θνησιμότητας σε περιπτώσεις πλημμυρών δεν είναι άλλη από τους πνιγμούς, καθώς είναι πολύ δύσκολο για το πληθυσμό να εκτιμήσουν σωστά τα ορμητικά ρεύματα. Στις περιπτώσεις ειδικότερα που η θερμοκρασίες είναι αρκετά χαμηλές, σημειώνονται αρκετοί θάνατοι από υποθερμία ενώ πολλοί τραυματισμοί οφείλονται στα διάφορα αντικείμενα ή συντρίμμια που μεταφέρονται από τα νερά που κινούνται με εξαιρετικά μεγάλη ταχύτητα.

Σεισμοί

Στην περίπτωση σεισμικών φαινομένων, ανάλογα πάντα και με τα ειδικά χαρακτηριστικά τους όπως η ένταση και το επίκεντρο, υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα θανάτων από πτώσεις διαφόρων αντικειμένων ή ακόμα και ολόκληρων κτιρίων. Επιπλέον αρκετά πιθανοί να προκύψουν είναι και διάφοροι μικροτραυματισμοί η φύση των οποίων μπορεί να ποικίλλει αναλόγως από τα ειδικά χαρακτηριστικά της σεισμικής δραστηριότητας καθώς και από την ώρα εκδήλωσης του φαινομένου. Επιπλέον, θύματα τα οποία έχουν παγιδευτεί σε συντρίμμια για ώρες

ή και μέρες διατρέχουν διάφορους κινδύνους όπως επιμόλυνση πληγών, γάγγραινα ή και καρδιακά νοσήματα, εισπνοή καπνού κ.α.

[https://www.eird.org/isdr-biblio/PDF/Natural%20disasters%20and%20the%20impacts.pdf]

Πέραν όμως από τις άμεσες επιπτώσεις που έχουν οι φυσικές καταστροφές για τον εκτιθέμενο πληθυσμό με την έννοια της απειλής της σωματικής τους ακεραιότητας, σημαντικές είναι και οι ψυχικές διαταραχές που προκαλούνται από τέτοια φαινόμενα.

Στις αρχικές αντιδράσεις έχει παρατηρηθεί πως περιλαμβάνονται συμπτώματα όπως η σύγχυση και ο αποπροσανατολισμός, η δυσπιστία, η αδράνεια και η δυσκολία στη λήψη αποφάσεων. Πολλές φορές έχει επίσης παρατηρηθεί οι άνθρωποι να εμφανίζονται απρόθυμοι να εγκαταλείψουν τις ιδιοκτησίες τους. Η εμφάνιση αυτών των συμπτωμάτων δυνητικά μπορούν να οδηγήσουν σε λανθασμένη κρίση και να θέσουν σε ακόμα μεγαλύτερους κινδύνους την υγεία των πληγέντων.

Στο επόμενο στάδιο, αλλαγές στην όρεξη και τη πέψη, πονοκέφαλοι και αυπνίες είναι συμπτώματα όπου καθιστούν εμφανές το πώς το άγχος επιδρά στην υγεία των πληγέντων. Σε ακραίες περιπτώσεις, οι άνθρωποι αυτοί μπορεί να οδηγηθούν και σε κατάθλιψη. Οι ψυχικές διαταραχές οι οποίες προκαλούνται σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε εθισμό από ουσίες (αλκοόλ, ναρκωτικά κλπ.) καθώς και στην εμφάνιση διαταραχών όπως το μετατραυματικό στρες (διαταραχή γνωστή και ως PTSD/Post Traumatic Stress Disorder).

[https://www.spnj.gr/articlefiles/volume5_issue3/pn_sep_53_268-281.pdf]

Όλες οι επιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω και αφορούν τον εκτιθέμενο πληθυσμό δεν λαμβάνουν υπόψη μια πολύ σημαντική παράμετρο. Ότι ενώ ένα κομμάτι του πληθυσμού όπως οι υγιείς ενήλικες μπορούν υπό προϋποθέσεις να προστατευθούν από μια φυσική καταστροφή, ταυτόχρονα ένα άλλο πολύ μεγάλο κομμάτι, οι ευαίσθητες ομάδες βρίσκονται σε πολύ δυσμενέστερη κατάσταση. Στην κατηγορία των ευαίσθητων ομάδων ανήκουν οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά, έγκυες

γυναίκες και άτομα που αντιμετωπίζουν διάφορα σοβαρά προβλήματα υγείας. Πολίτες με περιορισμένη δυνατότητα να κινηθούν, με χαμηλή αντίληψη, με χρόνιες ασθένειες και κοινωνικούς ή οικονομικούς περιορισμούς έχουν μειωμένη δυνατότητα να προετοιμαστούν, να αντιμετωπίσουν και να προσαρμοστούν όταν εκδηλώνεται μια φυσική καταστροφή.

[https://www.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0022/55327/supporting-people-with-vulnerabilities-framework.pdf]

Είναι επομένως μείζονος σημασίας για τις ομάδες αυτές να είναι όσο δυνατόν καλύτερα προετοιμασμένες για το πώς να αντιδράσουν όταν συμβεί μια φυσική καταστροφή ούτως ώστε να μπορούν να προστατευτούν. Συμπληρωματικά σε αυτό, είναι απαραίτητη και η ύπαρξη εξατομικευμένων σχεδίων έκτακτης ανάγκης. Τα σχέδια αυτά είναι βασισμένα στις δυσκολίες που αντιμετωπίζει η κάθε επιμέρους ομάδα σε σχέση με τον υγιή πληθυσμό και έχουν σχεδιαστεί με σκοπό τα άτομα αυτά παρά όλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν να μπορούν να ανταποκριθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ενδεικτικά, υπάρχουν τέτοια σχέδια για άτομα με κινητικά προβλήματα, με προβλήματα όρασης, με προβλήματα ακοής, με προβλήματα στην ομιλία και άτομα με νοητική υστέρηση.

[https://www.nfpa.org/-/media/Files/Public-Education/By-topic/Disabilities/EvacuationGuidePDF.ashx?la=en]

2.1.4 Επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στο περιβάλλον, τις κρίσιμες υποδομές και την οικονομία

Οι φυσικές καταστροφές πέρα από άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην υγεία του εκτιθέμενου πληθυσμού επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον, τις κρίσιμες υποδομές της περιοχής και εν γένει την οικονομία της.

Επιπτώσεις των Φυσικών Καταστροφών στο Περιβάλλον

Οι επιπτώσεις που έχουν οι φυσικές καταστροφές στο περιβάλλον και τα διάφορα οικοσυστήματα μπορεί να εμφανιστούν άμεσα αλλά μπορεί και μακροπρόθεσμα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- η καταστροφή φυσικών πόρων και υποδομών
- περιστατικά όπου είτε ανεξέλεγκτα είτε ακούσια, τοξικές και επικίνδυνες χημικές ουσίες διαρρέουν από βιομηχανικές εγκαταστάσεις και μολύνουν την ατμόσφαιρα και τους υδροφόρους ορίζοντες, απειλώντας με αυτό τον τρόπο την επιβίωση των οικοσυστημάτων
- έμμεσες επιπτώσεις από δράσεις αντιμετώπισης των καταστροφών που δεν λαμβάνουν υπόψη περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα η λανθασμένη διαχείριση υδάτινων όγκων που περιέχει τοξικές ουσίες σε περιπτώσεις πλημμύρας

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να σημειωθούν ορισμένες διεργασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα μετά την εκδήλωση μιας φυσικής καταστροφής. Η διασπορά και διάλυση στην ατμόσφαιρα επικίνδυνων ουσιών, χημικές αντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής, διεργασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης, η μικροβιακή αποδόμηση είναι μόνο μερικές από τις διεργασίες που αλλοιώνουν τη μορφή του περιβάλλοντος σε συνέχεια μιας φυσικής καταστροφής. Όλες αυτές οι διεργασίες οδηγούν στο σχηματισμό ενώσεων όπως αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs), πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), στην ανάπτυξη ιών, βακτηρίων και διάφορων άλλων παθογόνων μικροοργανισμών που είτε μολύνουν το περιβάλλον είτε αποτελούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία.

[Knap, A. H., & Rusyn, I. (2016). Environmental exposures due to natural disasters. Reviews on Environmental Health, 31(1). Page 90]

Επιπλέον, φαινόμενα όπως η αστικοποίηση και η αγροτική εκμετάλλευση εκτάσεων έχουν συντελέσει στην υπονόμευση των οικοσυστημάτων που εκθέτει ακόμα και τον άνθρωπο σε μεγαλύτερους κινδύνους. Παράλληλα, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής το οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανθρώπινη δραστηριότητα όχι μόνο προκαλεί φυσικές καταστροφές, αλλά καθιστά ακόμα πιο αδύναμο το φυσικό περιβάλλον να τις αντιμετωπίσει και να επανακάμψει από αυτές.

[http://gbpihedenvis.nic.in/PDFs/Disaster%20Data/Documents_Policy_Guidelines_Disaster/Ecosystem_Approach_to_Disaster_Reuduction_Risk.pdf pages 8-9]

Ειδική αναφορά θα πρέπει να γίνει στο πως σχετίζεται το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής με την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών. Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν την εκπομπή δισεκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) ετησίως, το οποίο συμβάλλει καθοριστικά στη καταστροφή της τρύπας του όζοντος και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Βέβαια, η ίδια η κλιματική αλλαγή όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι το ίδιο φαινόμενο που προκαλεί την εμφάνιση φυσικών καταστροφών, οπότε δεν αποτελεί απλά επίπτωση αλλά και παράγοντας που τροφοδοτεί κιόλας τις φυσικές καταστροφές.

[https://www.earth-syst-sci-data.net/9/697/2017/]

[http://www.publish.csiro.au/WF/WF08187]

Παρόλο όμως που οι φυσικές καταστροφές είναι εξ ορισμού απειλητικές και επιβλαβείς για το περιβάλλον, σε ορισμένες περιπτώσεις φαινόμενα όπως πλημμύρες μπορεί να επιφέρουν και κάποια οφέλη από περιβαλλοντική σκοπιά, με το να μετατρέπουν για παράδειγμα ορισμένα στοιχεία που θα μπορούσαν δυνητικά να μολύνουν το περιβάλλον σε βιομάζα. Με τον τρόπο αυτό, διατηρώντας τη βιοποικιλότητα συμβάλλουν στην ανάπτυξη της άγριας χλωρίδας και πανίδας.

[https://www.nap.edu/read/6425/chapter/8 pages 58,62]

Επιπτώσεις των Φυσικών Καταστροφών στις Κρίσιμες Υποδομές

Ορισμένες υποδομές διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ομαλή και εύρυθμη λειτουργία ενός κοινωνικού συνόλου. Το σύνολο αυτών των υποδομών ονομάζεται «κρίσιμες υποδομές» ωστόσο δεν υπάρχει κάποιος καθολικά αποδεκτός ορισμός για το ποιες ακριβώς υποδομές θεωρούνται «κρίσιμες». Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει τον εξής ορισμό: « Κρίσιμες υποδομές θεωρούνται τα περιουσιακά στοιχεία και τα συστήματα που βρίσκονται γεωγραφικά εντός των κρατών-μελών και τα οποία είναι απαραίτητα για τη διατήρηση σημαντικών κοινωνικών λειτουργιών, για την υγεία, την ασφάλεια και την οικονομική και κοινωνική ευημερία των πολιτών. Η καταστροφή ή διακοπή της λειτουργίας των υποδομών αυτών θα είχε σοβαρές επιπτώσεις σε ένα κράτος-μέλος καθώς θα αποτύγχανε να παρέχει τα παραπάνω.» Οι κρίσιμες υποδομές συνήθως διαχωρίζονται σε φυσικά και κοινωνικό-οικονομικά συστήματα υποδομών. Στη πρώτη κατηγορία

περιλαμβάνονται βασικές υπηρεσίες που αφορούν τη παροχή νερού και ηλεκτρικού ρεύματος, τη διαχείριση υγρών και όχι μόνο αποβλήτων, καθώς και υπηρεσίες μεταφορών, πληροφορίας και τηλεπικοινωνιών. Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται υποδομές όπως νοσοκομεία, σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες, υπηρεσίες αντιμετώπισης καταστροφών καθώς και υποδομές με σημαντικό εμπορικό ρόλο όπως π.χ. τράπεζες κλπ.

[https://nidm.gov.in/PDF/modules/cric%20infra.pdf]

Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί μια μέθοδος μελέτης και ανάλυσης των «αλυσιδωτών αντιδράσεων» που προκαλούνται στις κρίσιμες υποδομές (Cascade Effect Analysis) και το τι συμβαίνει σε περίπτωση αστοχίας/ καταστροφής τους λαμβάνοντας υπόψη και τον ανθρώπινο παράγοντα. Αναπτύσσεται στα εξής πέντε στάδια:

1. Δημιουργία βάσης δεδομένων των κρίσιμων υποδομών
2. Ταυτοποίηση της κάθε πηγής κινδύνου
3. Ταυτοποίηση των αλληλοεξαρτήσεων με φυσικούς, γεωγραφικούς και άλλους παράγοντες
4. Ταυτοποίηση κάθε πιθανού σεναρίου καταστροφής/ατυχήματος
5. Δημιουργία πλάνου αντιμετώπισης καταστροφής και μείωση του κινδύνου

[https://sci-hub.tw/10.1515/jhsem-2012-0077]

Επιπτώσεις των Φυσικών Καταστροφών στην Οικονομία

Η εκδήλωση ενός φαινομένου φυσικής καταστροφής πέρα από συνέπειες στην υγεία του πληθυσμού, στο φυσικό περιβάλλον και τις κρίσιμες υποδομές, συνεπακόλουθα έχει και επιπτώσεις στο τομέα της οικονομίας.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων που έχει μια φυσική καταστροφή στο τομέα της οικονομίας θα πρέπει να μελετηθεί ξεχωριστά σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο επίπεδο αντίστοιχα.

Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, οι τραυματισμοί και οι θάνατοι που προκαλούνται σε συνδυασμό με τη πιθανή καταστροφή υποδομών (π.χ. κατοικίες, βιομηχανίες ή άλλου είδους υποδομές), μεταφράζονται σε μείωση των διαθέσιμου εργατικού δυναμικού και συνεπακόλουθα στη μείωση του παραγόμενου προϊόντος (είτε μιλάμε για τον αγροτικό/κτηνοτροφικό τομέα είτε για τον βιομηχανικό). Το προϊόν το οποίο θα παραγόταν αν δε συνέβαινε η καταστροφή θα προστιθόταν στο ΑΕΠ της χώρας. Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως ανάλογα με το μέγεθος της καταστροφής και τις επιπτώσεις στον πληθυσμό και τις υποδομές υπολογίζεται αντίστοιχα και η ζημία στην οικονομία. Στον αντίποδα βέβαια, σε ορισμένες περιπτώσεις, ύστερα από ένα καταστροφικό γεγονός έχει παρατηρηθεί αύξηση στις επενδύσεις στο τομέα της τεχνολογίας, γεγονός που οφείλεται στην ανάγκη για επανάκαμψη του κοινωνικο-οικονομικού συστήματος κυρίως όταν βρίσκεται προς το μεσοπρόθεσμο χρονικά σημείο μετά τη καταστροφή.

Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, οι επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής στην οικονομία μπορεί να είναι είτε θετικές, είτε αρνητικές, είτε μπορεί να μην την επηρεάζουν. Οι απώλειες σε ανθρώπινους και φυσικούς πόρους, αλλά και στις υποδομές μπορούν να προκαλέσουν ύφεση και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο ενώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το γεγονός πως πιθανές ανατάραξεις στην ομαλή λειτουργία των υπηρεσιών υγείας και εκπαίδευσης μπορεί να επιδράσουν στη παραγωγή καταρτισμένου ανθρώπινου δυναμικού με ότι συνεπάγεται αυτό για την οικονομία. Από την άλλη, ειδικά σε μια περιοχή που έχει πληγεί από μια φυσική καταστροφή, ο κατασκευαστικός τομέας είναι λογικό να γνωρίσει άνθηση προσελκύοντας επενδύσεις οι οποίες αφήνουν θετικό αποτύπωμα στους μακροοικονομικούς δείκτες. Αυτό όμως δεν προκύπτει αμέσως μετά την εκδήλωση του καταστροφικού γεγονότος, αλλά αφού το κοινωνικο-οικονομικό σύστημα προλάβει να αντιμετωπίσει και να ανταπεξέλθει επαρκώς στις άμεσες ανάγκες που δημιουργούνται από την καταστροφή.

[https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0973801018800087]

Είτε γίνεται αναφορά για απώλειες και καταστροφές σε περιουσίες ιδιωτών είτε γίνεται αναφορά σε φθορές και καταστροφές σε κρίσιμες υποδομές του Δημοσίου, μετά την εκδήλωση της καταστροφής λαμβάνονται μέτρα που είτε

αφορούν την στήριξη των πληγέντων είτε την επαναφορά της λειτουργίας του κοινωνικού συνόλου και των δομών του στα επίπεδα πριν συμβεί το καταστροφικό φαινόμενο. Σε κάθε περίπτωση, ύστερα από την εκδήλωση ενός τέτοιου φαινομένου, χρειάζεται να περάσουν 18-24 μήνες για να γίνει εκτίμηση των οικονομικών απωλειών που σχετίζονται με τη καταστροφή ούτως ώστε να ληφθεί υπόψη και η στρατηγική που ακολουθήθηκε στη κατανομή των πόρων για την αντιμετώπιση των συνεπειών της καταστροφής.

Το πόσο ευάλωτη είναι μια οικονομία απέναντι σε μια φυσική καταστροφή εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως:

- Τον τύπο φυσικού κινδύνου
- Το πώς είναι δομημένη η οικονομία
- Γεωγραφικούς παράγοντες
- Κατά κεφαλήν εισόδημα και στάδιο ανάπτυξης
- Επικρατούσες κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένης και της περιβαλλοντικής πολιτικής που ακολουθείται

Με βάση τα παραπάνω θα πρέπει να σημειωθεί ότι στα πλαίσια του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και των ακραίων φαινομένων που προκαλεί, πολλές οικονομίες κινδυνεύουν να βρεθούν εκτεθειμένες σε φυσικές καταστροφές από τις οποίες πιθανώς δεν κινδύνευαν στο παρελθόν. Μια τέτοια καταστροφή επομένως θα προκαλέσει πολλαπλάσια οικονομική ζημία καθώς δεν θα έχουν ληφθεί επαρκή μέτρα προστασίας.

[https://www.odi.org/publications/5011-economic-and-financial-impacts-natural-disasters-assessment-their-effects-and-options-mitigation] pg 1-20

Επιπλέον, θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη στην εκτίμηση των οικονομικών μεγεθών μιας καταστροφής και το πόσο αυτή επηρεάζει συνολικά την κάθε οικονομία. Για παράδειγμα, ενώ σε απόλυτους αριθμούς οι οικονομικές απώλειες λόγω καταστροφών το διάστημα 1994-2013 ανέρχονταν σε εκατοντάδες δις δολάρια για τις Η.Π.Α, την Ιαπωνία και την Κίνα, για το ίδιο διάστημα και λαμβάνοντας υπόψη

τις απώλειες ως ποσοστό του Α.Ε.Π. κάθε οικονομίας, τις μεγαλύτερες απώλειες παρουσιάζουν η Βόρεια Κορέα, η Μογγολία και η Αιτή.

[https://www.preventionweb.net/files/42895_cerdthehumancostofdisastersglobalpe.pdf] pg 41

2.1.5 Διεθνής Βάση Δεδομένων Καταστροφών (EM-DAT)

Το Κέντρο Έρευνας της Επιδημιολογίας των Καταστροφών (CRED) ιδρύθηκε το 1973 ως ένα μη κερδοσκοπικό ινστιτούτο με διεθνή εμβέλεια λειτουργώντας στα πλαίσια του Βελγικού Δικαίου. Βρίσκεται μέσα στη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Université Catholique de Louvain (UCL) στις Βρυξέλλες. Εξελίχθηκε σε Συνεργαζόμενο Κέντρο του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας το 1980 και ενίσχυσε περαιτέρω το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Προετοιμασίας και Αντιμετώπισης Έκτακτης Ανάγκης του Π.Ο.Υ. Έκτοτε το Κέντρο έχει αναπτύξει σε σημαντικό βαθμό το δίκτυό του σε παγκόσμια κλίμακα. Συνεργάζεται αφενός με το Τμήμα Ανθρωπιστικών Υποθέσεων του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (UN-DHA) και αφετέρου με το Ανθρωπιστικό Γραφείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ECHO). Πέραν των προαναφερθέντων, το CRED συνεργάζεται με το Διεθνές Κίνημα Ερυθρού Σταυρού και Ερυθράς Ημισελήνου, το Γραφείο Βοήθειας σε Υπερπόντιες Καταστροφές των ΗΠΑ (OFDA-USAID) όπως επίσης και με άλλες μη κυβερνητικές υπηρεσίες.

[https://www.emdat.be/history]

Το 1988, το CRED ξεκίνησε να λειτουργεί τη βάση δεδομένων EM-DAT (Emergency Events Database), η οποία δημιουργήθηκε με την αρχική υποστήριξη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και της βελγικής κυβέρνησης. Κύριος σκοπός της εν λόγω βάσης δεδομένων είναι να συμβάλλει και να υποβοηθήσει μέσα από τη λειτουργία της την ανθρωπιστική δράση σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο. Επιπλέον, η πρωτοβουλία αυτή στοχεύει στο να κάνει πιο αποτελεσματική τη λήψη αποφάσεων για τη προετοιμασία απέναντι στις φυσικές καταστροφές καθώς επίσης και να παρέχει μια αντικειμενική βάση εργασίας για εκτιμήσεις επικινδυνότητας και ιεράρχηση προτεραιοτήτων. Στη βάση δεδομένων EM-DAT βρίσκονται στοιχεία που δίνουν μεγάλο όγκο πληροφορίας για δεκάδες χιλιάδες γεγονότα που μπορούν να

χαρακτηριστούν ως φυσικές καταστροφές από το 1900 ως και σήμερα, καθώς και τις επιπτώσεις τους. Η βάση δεδομένων αυτή, βασίζεται σε διάφορες πηγές, μεταξύ των οποίων υπηρεσίες των Ηνωμένων Εθνών, μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, ασφαλιστικές εταιρίες και ερευνητικά ινστιτούτα.

[https://www.emdat.be/]

Παρακάτω δίνονται ενδεικτικά πίνακες που αφορούν τους θανάτους από φυσικές καταστροφές με δεδομένα τα οποία προκύπτουν από τη βάση δεδομένων της EM-DAT:

Πίνακας 2. Θάνατοι ανά τύπο Φυσικής Καταστροφής (2018 σε σχέση με Μέσο όρο 21ου αιώνα)

Γεγονός	2018	Average (2000-2017)
Ξηρασίες	0	1,361
Σεισμοί	4,321	46,173
Ακραίες Θερμοκρασίες	536	10,414
Πλημμύρες	2,859	5,424
Κατολισθήσεις	282	929
Μετακίνηση Εδάφους	17	20
Καταιγίδες	1,593	12,722
Ηφαιστειακή Δραστηριότητα	878	31
Πυρκαγιές	247	71
Σύνολο	**10,733**	**77,144**

(file:///C:/Users/user/Downloads/PressReleaseReview2018%20(1).pdf)

2.1.6 Μεγάλες Δασικές Πυρκαγιές

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα είδος φυσικών καταστροφών που εμφανίζεται με πολύ μεγάλη συχνότητα σε όλα τα σημεία του πλανήτη και που σχετίζεται στενά με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Ενδεικτικά, παρακάτω αναφέρονται ορισμένες περιπτώσεις από τις δεκάδες δασικές πυρκαγιές που εκδηλώνονται κάθε χρόνο και αφήνουν πίσω είτε μεγάλο αριθμό νεκρών είτε εκατοντάδες χιλιάδες εκτάρια καμμένων δασικών εκτάσεων:

- Καναδάς 2014: Πλήθος δασικών πυρκαγιών που ξέσπασαν σε βορειοδυτικές περιοχές του Καναδά άφησαν πίσω 3.500.000 εκτάρια καμμένης γης και οικονομικές απώλειες ύψους περίπου 50.000.000 δολαρίων. Εκτιμάται ότι πρόκειται από τις χειρότερες πυρκαγιές των τελευταίων 30 χρόνων παγκοσμίως.

- Πορτογαλία 2017: Πλήθος δασικών πυρκαγιών που ξέσπασαν στη χώρα τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο του 2017 είχαν ως αποτέλεσμα πάνω από 100 άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους και να καούν συνολικά πάνω από 100.000 εκτάρια γης.

- Καλιφόρνια 2018: Η πυρκαγιά που ξέσπασε στη πολιτεία της Καλιφόρνια των Η.Π.Α. το 2018 θεωρείται ως η πιο καταστροφική στην ιστορία της πολιτείας που κάθε χρόνο εκδηλώνονται μεγάλες δασικές πυρκαγιές. Ο απολογισμός ήταν 185.000 εκτάρια καμμένης γης και 230 κατεστραμμένα κτίρια

- Αθήνα 2018: Δασική πυρκαγιά που ξέσπασε στην Ανατολική Αττική είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 102 ανθρώπων καθιστώντας την τη πιο φονική δασική πυρκαγιά της τελευταίας δεκαετίας.

- Σιβηρία 2019: Δασική πυρκαγιά που ξέσπασε στη Σιβηρία είχε ως αποτέλεσμα να καούν πάνω από 3.000.000 εκτάρια δασικής έκτασης εξαιτίας της δυσκολίας που είχαν οι δυνάμεις πυρόσβεσης να προσεγγίσουν τη περιοχή.

[https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wildfires]

[https://112.international/ukraine-top-news/forests-and-wildfires-top-five-largest-woods-fires-of-the-last-decade-42344.html]

2.2 Τεχνολογικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές

Πέρα όμως από τις φυσικές καταστροφές, υπάρχουν και οι καταστροφές οι οποίες οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και οι οποίες ονομάζονται τεχνολογικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές. Οι καταστροφές αυτές συνίστανται στη πρόκληση Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης με τις αντίστοιχες επιπτώσεις στον εκτιθέμενο πληθυσμό ενώ, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου προκαλείται τεχνολογική καταστροφή εξαιτίας της εμφάνισης μια φυσικής καταστροφής (φυσικό-τεχνολογική καταστροφή). Για την αποτροπή εμφάνισης τέτοιων ατυχημάτων στο μέλλον έχουν δημιουργηθεί και για αυτές τις περιπτώσεις διεθνείς βάσεις καταγραφής δεδομένων.

2.2.1 Τεχνολογικά ή Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (ΒΑΜΕ)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η εκτεταμένη εφαρμογή της σε ορισμένους κλάδους όπως η χημική βιομηχανία, οδήγησε στη δημιουργία πρόσθετων κινδύνων από σοβαρά τεχνολογικά ατυχήματα, τα οποία είναι γνωστά με τον όρο Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (ΒΑΜΕ).

Σύμφωνα με το Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας στην Εργασία (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε), ως Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης ορίζεται «*ένα γεγονός όπως η διάχυση επικίνδυνων ουσιών, η πυρκαγιά ή η έκρηξη που έχει το χαρακτηριστικό της μεγάλης έκτασης σε συνδυασμό με την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη μιας βιομηχανικής δραστηριότητας, που να προκαλεί σοβαρό κίνδυνο άμεσο ή έμμεσο, για τον άνθρωπο, στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό μιας εγκατάστασης ή/και για το περιβάλλον, και στην οποία να χρησιμοποιούνται μια ή περισσότερες επικίνδυνες ουσίες όπως αυτές ορίζονται στην οδηγία ΣΕΒΕΖΟ ΙΙ της Ευρωπαϊκής Ένωσης*». Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), ορίζει ως σοβαρά τεχνολογικά ατυχήματα «*τα ατυχήματα που προκαλούν περισσότερους από 25 θανάτους ή περισσότερους από 125 τραυματίες ή προκύπτει ανάγκη για μετακίνηση περισσότερων από 10.000 ατόμων ή*

προκαλούνται ζημιές σε τρίτους μεγαλύτερες των 10 εκατ. $».
[«Η ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ, ΕΛΙΝΥΑΕ, ΑΘΗΝΑ 2018, σελ 11]

Τα Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης μπορεί να οφείλονται σε ξαφνική διαρροή χημικών ουσιών, οι οποίες στη περίπτωση που είναι πτητικές επιφέρουν φαινόμενα όπως εξάτμιση και διασπορά. Οι διαρροές αυτές μπορεί να οφείλονται σε δυσλειτουργίες όπως η αύξηση της πίεσης, της θερμοκρασίας ή αποκλίσεις από τις κανονικές συνθήκες και διαδικασίες μεταφοράς ή αποθήκευσης λόγω λαθών ή παραλείψεων ανθρωπογενούς προέλευσης. Ενδέχεται ακόμη να οφείλονται και σε φυσικά αίτια όπως σεισμοί, πλημμύρες ή υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Οι διαρροές διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτές των εύφλεκτων ουσιών που υπό προϋποθέσεις εκρήγνυνται προκαλώντας τις αντίστοιχες συνέπειες και σε αυτές των τοξικών ουσιών που αν και δεν εκρήγνυνται, προκαλούν μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές σε ακτίνα πολλών περισσότερων χιλιομέτρων.
[Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Ζιώμας Ι., Κροκίδα Μ., Αθήνα 2014, σελ. 104-105]

2.2.2 Επιπτώσεις τεχνολογικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης στον εκτιθέμενο πληθυσμό, το περιβάλλον και τις υποδομές- Ζώνες Επιπτώσεων

Οι επιπτώσεις των τεχνολογικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης στον εκτιθέμενο πληθυσμό, το περιβάλλον και τις κρίσιμες υποδομές δεν διαφοροποιούνται αισθητά από τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει ένα απρόβλεπτο συμβάν φυσικής καταστροφής μεγάλου μεγέθους, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως στη παρούσα εργασία. Ωστόσο, τα Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης ακριβώς επειδή συνίστανται στην αρχή ότι υπάρχει διαρροή χημικής ουσίας, παρουσιάζουν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά:

- Οι συνέπειες ενός ΒΑΜΕ για τους εργαζομένους μιας εγκατάστασης αλλά και τον πληθυσμό που κατοικεί στην παρακείμενη περιοχή, μπορεί να είναι από ενοχλήσεις στα μάτια και τραυματισμούς από βίαιη μετατόπιση του σώματος

(σε περίπτωση έκρηξης) μέχρι και σοβαρά προσωρινά ή μόνιμα αναπνευστικά προβλήματα, εγκαύματα αλλά και ακαριαίος θάνατος.

- Σε πολλές περιπτώσεις κρίνεται αναγκαία η απομάκρυνση των ανθρώπων σε ακτίνα ακόμα και αρκετών χιλιομέτρων από την εστία του ατυχήματος, γεγονός που εγκυμονεί με τη σειρά του κινδύνους υγειονομικής φύσης από τον πιθανό συνωστισμό μεγάλου πλήθους ανθρώπων σε μικρούς χώρους.
- Πολύ μεγάλη είναι η πιθανότητα δημιουργίας αλυσιδωτών ατυχημάτων, δηλαδή φαινομένου domino, σε περίπτωση που το ατύχημα για οποιοδήποτε λόγο δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα και αποτελεσματικά από τις δυνάμεις καταστολής. Σε τέτοια περίπτωση, οι συνέπειες του ατυχήματος αυξάνονται εκθετικά όσο η καταστροφή δεν περιορίζεται.
- Οι επιπτώσεις για το περιβάλλον είναι καταστροφικές, καθώς πέραν από την ατμόσφαιρα που δεδομένα μολύνεται, μολύνονται τα ύδατα και εν γένει οι υδροφόροι ορίζοντες, το έδαφος αλλά και το υπέδαφος.
- Οι καταστροφές κτιρίων και υποδομών εντός της εγκατάστασης είναι σχεδόν βέβαιες, ωστόσο υπάρχει αρκετά μεγάλη πιθανότητα αυτές να επεκταθούν και στις παρακείμενες κατοικημένες περιοχές επηρεάζοντας τις λεγόμενες κρίσιμες υποδομές (σχολεία, νοσοκομεία κλπ).

Ζώνες Επικινδυνότητας

Από τη δράση επικίνδυνων παραγόντων στο περιβάλλον ορίζονται οι ζώνες επικινδυνότητας (ή αλλιώς επίπεδα επιβάρυνσης) στα οποία παρατηρούνται συγκεκριμένες βλάβες στα άτομα τα οποία εκτίθενται. Στις περιπτώσεις των βιομηχανικών ατυχημάτων, επικίνδυνοι παράγοντες θεωρούνται:

- Η παρουσία τοξικών ουσιών στον αέρα
- Η θερμική ακτινοβολία
- Η υπερπίεση λόγω ωστικού κύματος μετά από έκρηξη

Παρουσία τοξικών ουσιών στον αέρα

Η έκθεση σε τοξικές ουσίες μπορεί να θέσει τον εκτιθέμενο πληθυσμό σε κίνδυνο, είτε μέσω της εισπνοής αυτών είτε μέσω της επαφής με το δέρμα. Για να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις από τη παρουσία τοξικών ουσιών στην ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται κάποιες οριακές τιμές οι οποίες εκφράζουν τη συγκέντρωση της τοξικής ουσίας στην οποία εκτίθεται ο πληθυσμός για χρόνο που αντιστοιχεί συνήθως σε 30 min και στην οποία αντιστοιχούν οι παρακάτω επιδράσεις:

I. *LOC (Level of Concern)*: Ορίζεται ως η συγκέντρωση στον αέρα μιας εξαιρετικά τοξικής ουσίας, πάνω από την οποία είναι πιθανό να υπάρξουν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία για το προαναφερθέν διάστημα έκθεσης. Το LOC προσδιορίζεται έμμεσα, συνήθως ως το 1/10 του ορίου IDLH.

II. *IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health)*: Ορίζεται ως η μέγιστη συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα στην οποία μπορεί να εκτεθεί ένα υγιές άτομο για 30 min και να διαφύγει χωρίς να υποστεί μη ανατάξιμες βλάβες για την υγεία του ή τραυματισμούς σε μάτια και πνεύμονες που εμποδίζουν τη διαφυγή του. Τα όρια IDLH αναφέρονται αποκλειστικά στις βλάβες που επέρχονται με την εισπνοή τοξικής ουσίας και αφορούν σε βλάβες σοβαρές και συγχρόνως μη ανατάξιμες.

III. *LC50 (Lethal Concentration 50)*: Ορίζεται ως η συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα στην οποία πεθαίνει το 50% των ανθρώπων, με εισπνοή της ουσίας αυτής για τον καθορισμένο χρόνο έκθεσης των 30 min.

IV. *LC1 (Lethal Concentration 1)*: Ορίζεται ως η συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα στην οποία είναι πιθανό να συμβεί θάνατος στο 1% του πληθυσμού, με εισπνοή της ουσίας για τον χρόνο των 30 min.

Η θερμική ακτινοβολία

Οι επιπτώσεις που έχει στον ανθρώπινο οργανισμό η έκθεση σε θερμική ακτινοβολία είναι άμεση συνάρτηση ενός μεγέθους που καλείται «λαμβανόμενη δόση θερμικής ακτινοβολίας» και το οποίο μπορεί να υπολογιστεί αν είναι γνωστή η ένταση της θερμικής ακτινοβολίας και ο χρόνος έκθεσης σε αυτήν. Η δόση θερμικής ακτινοβολίας εκφράζεται σε μονάδες TDU (Thermal Dose Unit/Μονάδα Δόσης

Θερμικής Ακτινοβολίας), όπου $1\,TDU = 1\,(KW/m^2)^{4/3}\,s$. Στην διαχείριση των βιομηχανικών ατυχημάτων καθίσταται αναγκαίο να προσδιοριστούν ειδικές νοητές «ζώνες» γύρω από το σημείο του ατυχήματος ανάλογα με τη δόση θερμικής ακτινοβολίας και συνεπώς τις επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, για την προστασία τόσο των δυνάμεων καταστολής του ατυχήματος όσο και για τη προστασία του υπόλοιπου πληθυσμού (π.χ. εργαζόμενοι στον παρακείμενο χώρο, κάτοικοι γύρω περιοχής κλπ.). Στην Ελλάδα βάσει των ανωτέρω έχουν υιοθετηθεί μέσω Τεχνικού Υπομνήματος του ΕΜΠ από τον Νοέμβριο του 1998 τρεις Ζώνες Προστασίας καθώς και η Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Ζώνη Domino) όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3. Τιμές δόσης και έντασης θερμικής ακτινοβολίας που αντιστοιχούν στις ζώνες προστασίας

Επιβάρυνση	**Δόση (TDU)**	**Ένταση Ακτινοβολίας (kW/m2)**
Πρόκληση εγκαυμάτων γ' βαθμού (με συνέπεια θάνατο) σε ποσοστό άνω του 50% των εκτεθειμένων	**1500**	**q = 241/t3/4**
Πρόκληση εγκαυμάτων γ' βαθμού (με συνέπεια θάνατο) σε ποσοστό 1% των	**450**	**q = 97.7/t3/4**

εκτεθειμένων		
Πρόκληση εγκαυμάτων α' βαθμού σε σημαντικό τμήμα του πληθυσμού	**170**	**q = 47.1/t3/4**

Η υπερπίεση λόγω ωστικού κύματος μετά από έκρηξη

Το ωστικό κύμα που προκαλείται ύστερα από έκρηξη μπορεί να έχει τις ακόλουθες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό:

I. *Άμεσες Επιδράσεις*: στις άμεσες επιδράσεις της έκρηξης συμπεριλαμβάνονται ο τραυματισμός των πνευμόνων και η διάρρηξη του ακουστικού τυμπάνου στο αυτί.

II. *Επιδράσεις λόγω Μετατόπισης*: λόγω του ωστικού κύματος ένα άτομο μπορεί να εκτιναχθεί σε σχετικά μεγάλη απόσταση και να τραυματιστεί σοβαρά κατά τη πτώση του ή από πρόσκρουση σε διάφορα αντικείμενα.

III. *Επιδράσεις από Θραύσματα*: κατά τη διάρκεια μιας έκρηξης, διάφορα αντικείμενα όπως κομμάτια μετάλλων, γυαλιού, σκυροδέματος, εκτινάσσονται σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις και μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή και να αποβούν θανατηφόρα. Για τη μελέτη των επιδράσεων από θραύσματα, τα διακρίνουμε σε δυο κατηγορίες, τα αιχμηρά θραύσματα (fragments) όπως τα θραύσματα γυαλιού και τα μη αιχμηρά θραύσματα (debris) όπως τα κομμάτια σκυροδέματος.

IV. *Επιδράσεις από Καταρρεύσεις*: ένα κτίριο είναι πιθανό να καταρρεύσει από έκρηξη αρκετά ασθενέστερη από εκείνη που απαιτείται για να υπάρξουν άμεσες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Ωστόσο, τα άτομα που βρίσκονται εντός ενός κτιρίου υπό κατάρρευση είναι πολύ πιθανό να

τραυματιστούν, ακόμα και θανάσιμα.

Σε κάθε περίπτωση, το ωστικό κύμα προκαλείται από την απότομη αύξηση της πίεσης και κινείται από το κέντρο της έκρηξης με μια δεδομένη ταχύτητα. Βάσει του Τεχνικού Υπομνήματος του ΕΜΠ (1998) οι οριακές τιμές των επιπτώσεων από υπερπίεση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4. Οριακές τιμές υπερπίεσης και επιπτώσεις

Είδος Επιβάρυνσης	Υπερπίεση (mbar)
Σοβαρές και μη επισκευάσιμες ζημιές στο φέροντα οργανισμό και τους τοίχου κτιρίων	350
Ζημιές στο φέροντα οργανισμό και σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς τοίχους	140
Ζημιές σε πόρτες και παράθυρα, ελαφριά ρήγματα σε τοίχους	50

Η διαχείριση των βιομηχανικών ατυχημάτων και των επιπτώσεων τους απαιτεί την οριοθέτηση ειδικών ζωνών -ανάλογα με την ένταση των επιπτώσεων- γύρω από τη θέση του ατυχήματος έτσι ώστε να οργανωθούν οι μονάδες αντιμετώπισής του και να οριοθετηθούν οι ασφαλείς χώροι για το πληθυσμό.

Στις Η.Π.Α. η συνήθης πρακτική είναι να καθορίζονται τρεις κυκλικές περιοχές με κέντρο τη θέση του ατυχήματος και τα εξής χαρακτηριστικά:

- Θερμή περιοχή (hot area) όπου είναι μια μικρή περιοχή γύρω από το χώρο του ατυχήματος και όπου κινούνται μόνο οι ομάδες αντιμετώπισης του ατυχήματος
- Απαγορευμένη περιοχή (restricted area) όπου είναι η περιοχή όπου εκδηλώνονται οι δράσεις προστασίας του πληθυσμού
- Ασφαλής περιοχή (safe area) όπου στη περιοχή αυτή δεν απαιτείται καμιά δράση προστασίας

Από την άλλη, η Ολλανδική Πυροσβεστική Ακαδημία ακολουθεί τη παρακάτω μεθοδολογία:

- Ζώνη πιθανών θανάτων (lethal zone) όπου στη ζώνη αυτή συμβαίνουν

θάνατοι και σοβαροί τραυματισμοί σε σημαντικό ποσοστό

- Ζώνη σοβαρών τραυματισμών (injurious zone) όπου για τα περισσότερα άτομα της ζώνης αναμένονται μη ανατάξιμες βλάβες στην υγεία τους καθώς και πιθανοί θάνατοι σε μικρό ποσοστό του πληθυσμού. Στη ζώνη αυτή επιχειρούν συστηματικά τα σωστικά συνεργεία
- Ζώνη μικρών τραυματισμών (unsafe zone) όπου δεν αναμένονται θάνατοι, αλλά μικρός σχετικά αριθμός ατόμων, ενώ η διάσωση μπορεί να γίνει ακόμα και με ίδια μέσα από τον πληθυσμό χωρίς ιδιαίτερη εμπλοκή από τα σωστικά συνεργεία
- Ασφαλής ζώνη (safe zone) όπου δεν απαιτούνται μέτρα προστασίας

Στην Ελλάδα, έχουν υιοθετηθεί βάσει των παραπάνω οι εξής ζώνες προστασίας:

- **Ζώνη Ι – Προστασία Δυνάμεων Καταστολής** (αντιστοιχεί στη ζώνη πιθανών θανάτων της ολλανδικής πυροσβεστικής ακαδημίας)
- **Ζώνη ΙΙ – Προστασία Πληθυσμού – Σοβαρές Επιπτώσεις** (αντιστοιχεί στη ζώνη σοβαρών τραυματισμών της ολλανδικής πυροσβεστικής ακαδημίας)
- **Ζώνη ΙΙΙ – Προστασία Πληθυσμού – Μέτριες Επιπτώσεις** (αντιστοιχεί στη ζώνη μικρών τραυματισμών της ολλανδικής πυροσβεστικής ακαδημίας)

Οι οριακές τιμές που αντιστοιχούν στις ανωτέρω ζώνες προστασίας συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5. Οριακές τιμές και Ζώνες Προστασίας

Ζώνες Προστασίας	**Τοξικές Ουσίες Συγκέντρωση (mg/m^3)**	**Θερμική Ακτινοβολία Δόση (TDU)**	**Ωστικό Κύμα Υπερπίεση (mbar)**
Ζώνη Ι – Προστασία Δυνάμεων Καταστολής	LC50	1500	350
Ζώνη ΙΙ – Προστασία	LC1	450	140

Πληθυσμού – Σοβαρές Επιπτώσεις			
Ζώνη ΙΙΙ – Προστασία Πληθυσμού – Μέτριες Επιπτώσεις	IDLH	170	50

[«Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Ζιώμας Ι. & Κροκίδα Μ., σελ. 128-134, Αθήνα 2014]

2.2.3 Φυσικο-τεχνολογικές Καταστροφές (NATECH)

Οι φυσικές καταστροφές, μεταξύ άλλων μπορούν να προκαλέσουν και σε δεύτερο επίπεδο καταστροφές, πυροδοτώντας και τεχνολογικά ατυχήματα με τους τρόπους που αναφέρθηκαν και προηγουμένως. Αυτές οι καταστροφές ονομάζονται φυσικο-τεχνολογικές καταστροφές ή αλλιώς στη διεθνή ορολογία NATECHs.

Οι φυσικο-τεχνολογικές καταστροφές παρουσιάζουν από την ίδια τη φύση τους ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία καθιστούν την αντιμετώπισή τους ιδιαίτερα δύσκολη:

- Παραπάνω από μια επικίνδυνη ουσία μπορεί να έχουν διαρρεύσει στην ατμόσφαιρα ταυτόχρονα, καθώς η φυσική καταστροφή μπορεί να έχει πλήξει τους χώρους αποθήκευσης των ουσιών αυτών
- Πολλά από τα μέσα αντιμετώπισης (όπως παροχή νερού και ηλεκτρικού ρεύματος ή οι τηλεπικοινωνίες και το αρμόδιο προσωπικό) ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμα ενώ υπάρχει περίπτωση και τα συστήματα ασφαλείας να μην μπορούν να λειτουργήσουν εξαιτίας πάντα της ύπαρξης του φαινομένου που προκάλεσε τη φυσική καταστροφή.
- Υπάρχει η ανάγκη να αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα και οι συνέπειες από τη φυσική καταστροφή αλλά και το ίδιο το συμβάν της φυσικο-τεχνολογικής

καταστροφής δημιουργώντας ενδεχομένως σύγχυση και επιπλέον εμπόδια για το ποιο πλάνο θα πρέπει να ακολουθηθεί τόσο από τους πολίτες όσο και τις αρμόδιες αρχές όσον αφορά την αντιμετώπιση της κατάστασης.

[https://www.researchgate.net/profile/Ana_Cruz5/publication/267956110_Natech_Disasters_A_Review_of_Practices_Lessons_Learned_and_Future_Research_Needs/links/56ea12cf08ae25ede830f7c8.pdf] pg. 1-3

[https://www.elsevier.com/books/natech-risk-assessment-and-management/unknown/978-0-12-803807-9]

2.2.4 Βάσεις δεδομένων καταγραφής BAME και NATECH σε παγκόσμιο επίπεδο

Χρήσιμα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν σε όλα τα στάδια διαχείρισης ενός κινδύνου ή ενός ατυχήματος, από την προετοιμασία και την αποτροπή ως την αντιμετώπιση και τη διαδικασία επανάκαμψης. Σχετικά με τα ατυχήματα αυτά υπάρχουν διαφόρων ειδών μελέτες που παρέχουν χρήσιμα συμπεράσματα. Υπάρχουν μελέτες οι οποίες παρουσιάζουν αναλύσεις από μεμονωμένα ατυχήματα και που παρέχουν άμεσα μαθήματα σχετικά με το συμβάν, ή αναλύσεις από μια ομάδα παρόμοιων ατυχημάτων από μια ευρύτερη δεξαμενή στοιχείων που παρέχουν συμπεράσματα που μπορεί να έχουν πιο ευρεία εφαρμογή στο μέλλον. Η δεύτερη μορφή μελέτης για παράδειγμα, μπορεί να παρέχει την ταυτοποίηση συχνών αιτίων που προκαλούν ατυχήματα και τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν συγκεκριμένες ουσίες ή βιομηχανίες που δεν είναι εύκολο να παρατηρηθούν μελετώντας τα ατυχήματα μεμονωμένα. Αυτός ο τύπος μελέτης επίσης, δίνει τη δυνατότητα εύρεσης τεχνικών και οργανωτικών παραμέτρων μείωσης κινδύνου που είτε χρήζουν περαιτέρω ανάπτυξης είτε απουσιάζουν.

Για την πιο αποτελεσματική κατανόηση του περιεχομένου των παραπάνω αναλύσεων έχουν θεσπιστεί συγκεκριμένοι κανόνες καταγραφής των συμβάντων. Επιπλέον, με γνώμονα τη καλύτερη προετοιμασία και αντιμετώπιση των ατυχημάτων αυτών, έχουν

δημιουργηθεί διάφορες βάσεις δεδομένων οι οποίες χρησιμοποιούνται για την μελέτη και ανάλυση των φυσικο-τεχνολογικών καταστροφών (NATECH). Αυτές οι βάσεις δεδομένων περιέχουν στοιχεία από βιβλιογραφία, κυβερνητικές αρχές ή και από πηγές εντός των εταιριών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων βάσεων αποτελούν:

- Η γαλλική βάση δεδομένων ARIA
- Το Σύστημα Αναφοράς Μεγάλων Ατυχημάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής MARS
- Η Βάση Δεδομένων Ατυχημάτων του Ινστιτούτου Χημικών Μηχανικών του Ηνωμένου Βασιλείου
- Η βάση δεδομένων NRC της Ακτοφυλακής των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής

Η ποιότητα της πληροφορίας που υπάρχει στις διάφορες βάσεις δεδομένων βιομηχανικών ατυχημάτων ωστόσο, δεν είναι ομοιόμορφη και παρουσιάζει διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας και ακρίβειας. Τα βασικά στοιχεία όμως που καταγράφονται για ένα ατύχημα σε κάθε βάση δεδομένων είναι η ακριβής γεωγραφική τοποθεσία που συνέβη το ατύχημα, ημερομηνία, ώρα, καιρικές συνθήκες, αλλά και το φυσικό φαινόμενο το οποίο προκάλεσε το ατύχημα και οι ακριβείς συνθήκες κάτω υπό τις οποίες συνέβη.

[http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803807-9.00003-6]

2.2.5 Τεχνολογικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης που έχουν σημειωθεί τη τελευταία δεκαετία

Τα τελευταία χρόνια, η εξέλιξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με τις συντονισμένες προσπάθειες όλων των εμπλεκόμενων φορέων για ενημέρωση, ευαισθητοποίηση, καλύτερη προετοιμασία και αποτελεσματικότερη ανταπόκριση, έχουν συντελέσει στο να μην προκύπτουν φυσικο-τεχνολογικά ατυχήματα τόσο καταστροφικά και με την ίδια συχνότητα που συνέβαινε στο παρελθόν. Την περασμένη δεκαετία ειδικότερα, ένα τέτοιο ατύχημα προκάλεσε ανυπολόγιστες ζημιές και τούτο διότι η φυσική καταστροφή που το προκάλεσε, ένας σεισμός, ήταν πολύ μεγάλης έντασης ακόμα και για μια χώρα όπως η Ιαπωνία, που έχει μάθει να προετοιμάζεται και να αντιμετωπίζει

πολύ συχνά σεισμικά φαινόμενα.

Συγκεκριμένα, στις 11 Μαρτίου 2011, ένας μεγάλος σεισμός έντασης 9,0 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ με επίκεντρο υποθαλάσσια περιοχή κοντά στην πόλη Tohoku της Ιαπωνίας, όχι μόνο επηρέασε μεγάλο αριθμό «επικίνδυνων» εγκαταστάσεων προκαλώντας τη διαρροή τοξικών ουσιών, αλλά προκάλεσε και την εκδήλωση τσουνάμι αναπάντεχου μεγέθους που οδήγησε σε ακόμα μεγαλύτερες καταστροφές εις βάρος βιομηχανικών εγκαταστάσεων με χημικές ουσίες. Επιτόπια έρευνα υπό την Ιαπωνική Πυροσβεστική Υπηρεσία κατέδειξε πως επλήγησαν πάνω από 1400 εγκαταστάσεις πετροχημικών και αποθήκευσης πετρελαίου, ωστόσο δεν δόθηκαν στη δημοσιότητα περαιτέρω αριθμητικά στοιχεία για τις επικίνδυνες ουσίες που διέφυγαν στην ατμόσφαιρα. Σε μια παράλληλη έρευνα, η Υπηρεσία Πυρηνικής και Βιομηχανικής Ασφάλειας της Ιαπωνίας συνέλλεξε πληροφορίες που κάνουν λόγο για διαρροές επικίνδυνων ουσιών σε 50 εγκαταστάσεις όπου υπήρχε φυσικό αέριο σε υψηλή πίεση και πάνω από 100 περιπτώσεις φθορών σε άλλες εγκαταστάσεις με επικίνδυνες ουσίες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, προκλήθηκαν διαφορετικά επιμέρους ατυχήματα την ίδια στιγμή στην ίδια εγκατάσταση, γεγονός που λειτούργησε πολλαπλασιαστικά στην ταυτόχρονη διαρροή στην ατμόσφαιρα επικίνδυνων ουσιών. Επιπλέον, το φαινόμενο του τσουνάμι επιδείνωσε σε μεγάλο βαθμό τις ήδη σοβαρές επιπτώσεις που είχε η σεισμική δραστηριότητα στη διαρροή τοξικών και εύφλεκτων ουσιών, με τα ορμητικά νερά να παρασέρνουν και να εξαπλώνουν τις ουσίες αυτές σε ακόμα μεγαλύτερη ακτίνα. Παρόλα αυτά, το πρόβλημα της διαρροής επικίνδυνων χημικών κρίθηκε αρχικά ήσσονος σημασίας καθώς η προσοχή των αρμόδιων αρχών εστιάστηκε στη παροχή βοήθειας στους πληγέντες από το τσουνάμι καθώς και στο ατύχημα στο πυρηνικό εργοστάσιο της πόλης Fukushima. Το συγκεκριμένο ατύχημα μάλιστα, το οποίο προκλήθηκε από τη σεισμική δόνηση των 9.0 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ και το τσουνάμι που ακολούθησε, θεωρήθηκε ως το μεγαλύτερο πυρηνικό ατύχημα μετά από αυτό στο Τσέρνομπιλ της Ουκρανίας το 1986.

[https://spectrum.ieee.org/tech-talk/energy/nuclear/fukushima-accident-upgraded-to-severity-level-7]

Από τα προαναφερθέντα επιμέρους ατυχήματα τα κυριότερα είναι τα εξής:

1. Το πρώτο από αυτά προκλήθηκε από τη σεισμική δραστηριότητα σε μια

εγκατάσταση από δεξαμενές αποθήκευσης LPG που αποτελούσαν τμήμα ενός διυλιστηρίου στην ανατολική ακτή του Τόκιο. Το εν λόγω ατύχημα είχε ως συνέπεια των τραυματισμό 6 ατόμων, ένας εκ των οποίων αρκετά σοβαρός. Τρεις τραυματισμοί σημειώθηκαν σε παραπλήσια εγκατάσταση από πυρκαγιά που προκλήθηκε από domino effect. Οι πυρκαγιές και οι εκρήξεις οδήγησαν στην απομάκρυνση πάνω από 1000 κατοίκων από την γύρω περιοχή. Κομμάτια από τον εξοπλισμό των δεξαμενών και μεταλλικά ελάσματα αργότερα βρέθηκαν σε απόσταση μεγαλύτερη των 6 χιλιομέτρων από την δεξαμενή, σε πυκνοκατοικημένη περιοχή. Η παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ατμοσφαιρικού αέρα δεν κατέδειξε μεγάλα επίπεδα από επικίνδυνες ουσίες, γεγονός που αποδίδεται στις εκτεταμένες πυρκαγιές στις δεξαμενές αποθήκευσης LPG. Γενικότερα, πολύ λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ατυχήματος παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις για μόλυνση της θάλασσας από άσφαλτο.

2. Το δεύτερο ατύχημα συνέβη σε διυλιστήριο στη περιοχή κοντά στο λιμάνι της πόλης Sendai. Η εγκατάσταση επλήγη τόσο από το σεισμό όσο και από το τσουνάμι εξαιτίας του οποίου έχασαν τη ζωή τους 4 άνθρωποι. Ύστερα από την ανάφλεξη μεγάλης ποσότητας θείου και το σχηματισμό τοξικού αερίου νέφους, οι αρχές προχώρησαν σε εκκένωση της περιοχής σε ακτίνα 2 χιλιομέτρων, γεγονός που καθυστέρησε και την επέμβαση των μέσων πυρόσβεσης. Ενδεικτικά, σε πάρκο πλησίον του διυλιστηρίου, τα δέντρα και το έδαφος καλύφθηκαν εξ ολοκλήρου από πετρέλαιο εξαιτίας του ατυχήματος. Ούτε σε αυτή τη περίπτωση είναι διαθέσιμες πολλές πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που είχε το ατύχημα.

[http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803807-9.00002-4]

Ένα ακόμα πολύ σοβαρό τεχνολογικό ατύχημα συνέβη στη περιοχή Tianjin της Κίνας το 2015. Πιο συγκεκριμένα, στις 12 Αυγούστου, στις εγκαταστάσεις μιας εταιρίας που δραστηριοποιούταν στον χώρο της διαχείρισης και μεταφοράς επικίνδυνων χημικών ουσιών, η υπερθέρμανση σε δεξαμενή αποθήκευσης ξηρής νιτροκυτταρίνης προκάλεσε αλυσιδωτές εκρήξεις, προκαλώντας 173 θανάτους, 8 αγνοουμένους και εκατοντάδες τραυματίες. Υλικές ζημιές υπέστησαν πάνω από 300 κτίρια και 12000 αυτοκίνητα,

ενώ παρατηρήθηκαν και επιπτώσεις σε περιβαλλοντικό επίπεδο.

Ένα πρόσφατο τεχνολογικό ατύχημα που συνέβη στον ελλαδικό χώρο, έλαβε χώρα τη 1η Μάη 2018, και αφορά μια πυρκαγιά που ξέσπασε σε εργοστάσιο παραγωγής μπαταριών στη Ξάνθη. Παρόλο που η πυρκαγιά, που πιστεύεται ότι προκλήθηκε από κάποιο βραχυκύκλωμα σε φορτιστή μπαταρίας, τέθηκε γρήγορα υπό έλεγχο, καταστράφηκαν πολλές μονάδες του εργοστασίου και ο καπνός σκέπασε την ευρύτερη περιοχή, δίχως όμως να σημειωθεί κάποιος τραυματισμός.

[https://www.unisdr.org/files/66718_f448karmaetalchallengesandlessonsle.pdf]

Τη τελευταία δεκαετία δεν έχουν παρατηρηθεί άλλα, ανάλογης έκτασης, συμβάντα ωστόσο ενδεικτικά παρακάτω θα αναφερθούν ορισμένα παραδείγματα καταστροφών οι οποίες ήταν μικρότερης έκτασης:

- Το 2013, κατολισθήσεις στον Ισημερινό προκάλεσαν ατύχημα σε αγωγούς πετρελαίου με συνέπεια τη μόλυνση του υπεδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα με αργό πετρέλαιο
- Το 2015, κεραυνός στις Η.Π.Α. προκάλεσε ατύχημα σε εγκατάσταση διαχείρισης υγρών αποβλήτων, όπου ενδεικτικά μια δεξαμενή νερού λόγω της έκρηξης εκτοξεύτηκε δεκάδες μέτρα μακριά από το σημείο
- Το 2017, πλημμύρα που οφειλόταν σε τροπική καταιγίδα στο Μεξικό, προκάλεσε ατύχημα σε διυλιστήριο, στο οποίο ξέσπασε πυρκαγιά και διαρροή πετρελαίου ύψους 3,5 εκατομμυρίων βαρελιών.
- Το 2017, πλημμύρα στην Ιταλία προκάλεσε ατύχημα σε διυλιστήριο όπου προκλήθηκε διαρροή πετρελαίου και μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα

[https://enatech.jrc.ec.europa.eu/]
[https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-24/mexico-s-short-3-5-million-barrels-of-gasoline-with-a-plant-down]
[https://www.dailymail.co.uk/news/article-3045226/Fracking-tanker-launched-air-struck-lightning-setting-array-explosions-oil-fires-wastewater-facility.html]
[http://floodlist.com/europe/italy-floods-livorno-september-2017]

2.3 Πυρκαγιές σε ζώνες μίξης δάσους – κατοικημένης (WUI) ή βιομηχανικής περιοχής

Εξ ορισμού, οι καταστροφικές πυρκαγιές σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένης περιοχής (Wildland-Urban Interface/WUI) έχουν να κάνουν με κατοικίες οι οποίες

καίγονται κατά την εκδήλωση δασικής πυρκαγιάς. Τέτοιες καταστροφικές πυρκαγιές σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένης περιοχής δεν συμβαίνουν όταν τα μέσα αντιπυρικής προστασίας μπορούν να προστατεύουν τις κατοικημένες περιοχές και οι πυρκαγιές περιορίζονται σε δασικές εκτάσεις.

Η περίπτωση των πυρκαγιών σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένης περιοχής μπορεί γενικά να περιγραφεί ως μια σειρά από απρόοπτα ενδεχόμενα. Η καταστροφική ακολουθία ξεκινά με την εκδήλωση μιας ή πολλαπλών δασικών πυρκαγιών κάτω υπό ευνοϊκές συνθήκες. Ο συνδυασμός της βλάστησης, των καιρικών συνθηκών και της τοπογραφίας της περιοχής προκαλεί την εκδήλωση μιας έντονης πυρκαγιάς που εξαπλώνεται ταχύτατα και υπερβαίνει τις προσπάθειες των δυνάμεων πυρόσβεσης. Σε περίπτωση που η δασική πυρκαγιά και οι φλόγες της επεκταθούν αρκετά κοντά σε κατοικημένη περιοχή, τότε δεκάδες ή και εκατοντάδες κατοικίες τίθενται ταυτόχρονα σε κίνδυνο. Παρόλο που τα μέτρα προστασίας για κάποιες κατοικίες μπορεί να αποδειχθούν αποτελεσματικά, η μεγάλη ένταση μιας δασικής πυρκαγιάς και η ανάπτυξη της περιοχής μπορεί να θέσουν πολλές άλλες κατοικίες στις φλόγες καθώς και να απειλήσουν και την ίδια την ασφάλεια των πυροσβεστών καθιστώντας τους μη ικανούς να προστατεύσουν όλες τις κατοικίες. Με τους ιδιοκτήτες των κατοικιών πιθανά να έχουν εκκενώσει τις ιδιοκτησίες τους και τους πυροσβέστες να μην είναι ικανοί να προστατεύσουν κάθε κατοικία, οι αρχικά εύκολες στην αντιμετώπισή τους εστίες μπορεί να καταλήξουν σε ολική καταστροφή των κατοικιών.

Έρευνες δείχνουν πως η ευφλεκτότητα μιας κατοικίας κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των υλικών στο εξωτερικό του και το πώς αυτά συμπεριφέρονται απέναντι σε φλεγόμενα αντικείμενα σε απόσταση μέχρι 30 μέτρα αλλά και στις φλόγες. Αυτή η περιοχή, η κατοικία και ο περιβάλλων της χώρος, ονομάζεται ζώνη ανάφλεξης κατοικίας. Οι κατοικίες αναφλέγονται και καίγονται όταν ικανοποιούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις: ύπαρξη καύσιμης ύλης (κατοικία), θερμότητας (εκλύεται από τα φλεγόμενα αντικείμενα) και οξυγόνου (ατμοσφαιρικός αέρας). Κατά τη διάρκεια πυρκαγιών σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένης περιοχής οι προϋποθέσεις για την καύση μπορούν να ικανοποιηθούν με δύο τρόπους: είτε από τις φλόγες (θέρμανση μέσω ακτινοβολίας και συναγωγής) είτε

από φλεγόμενα κλαδιά που έρχονται σε απευθείας επαφή με τη κατοικία.

Η αποτροπή πυρκαγιών σε ζώνες μίξης δάσους-κατοικημένων περιοχών απαιτεί το πρόβλημα να περιοριστεί και να αντιμετωπιστεί στο σημεία όπου είναι αρκετά πιθανό να υπάρξει ανάφλεξη και των κατοικιών. Επειδή αυτό ουσιαστικά αφορά τη ζώνη ανάφλεξης κατοικίας που αφορά συνήθως ιδιωτική ιδιοκτησία, η ευθύνη ουσιαστικά μετακυλίεται στους ιδιοκτήτες οι οποίοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες αρχές θα πρέπει να γνωρίζουν και να προβούν σε μέτρα που θα καθιστούν τις κατοικίες τους όσο λιγότερο εύφλεκτες όσο είναι αυτό δυνατό.
[https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_2008_cohen_j002.pdf]

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών υπήρξε μεγάλη και γρήγορη ανάπτυξη των οικιστικών περιοχών γύρω από μεγαλουπόλεις, μέσα ή κοντά σε δασικές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Οι πυρκαγιές δασών και υπαίθρου που συμβαίνουν στη ζώνη μείξης δασών-κατοικιών είναι ίσως η σοβαρότερη απειλή για τις σύγχρονες αστικές κοινωνίες με δεδομένο ότι μπορεί να είναι εξαιρετικά καταστροφικές σκοτώνοντας ανθρώπους και καταστρέφοντας περιουσίες και υποδομές, όπως συνέβη στην Καλιφόρνια το 2003 και το 2018, στην Ελλάδα το 2007 και το 2018, στην Αυστραλία το 2008, στη Ρωσία το 2010 και στην Πορτογαλία το 2017. Στη χώρα μας το 2007 και το 2018 έχασαν τη ζωή τους 178 άνθρωποι ως επί το πλείστον πολίτες και υπέστησαν ζημιές ή καταστράφηκαν ολοσχερώς πάνω από 6.000 σπίτια.

Το φαινόμενο άρχισε να εμφανίζεται παγκοσμίως από τη δεκαετία του 1960 σε μέρη όπως η Καλιφόρνια, αλλά από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αναδείχθηκε σταδιακά σαν ένα ξεχωριστό πρόβλημα μεγάλης σημασίας σε όλες σχεδόν τις πυρόπληκτες περιοχές του ανεπτυγμένου κόσμου. Στη χώρα μας το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο σε περιοχές της Αττικής όπου έχει δημιουργηθεί ένα μωσαϊκό χρήσεων γης με οικισμούς και μεμονωμένες κατοικίες μέσα σε δασικές εκτάσεις, δάση και καλλιέργειες.

Η αυξημένη επικινδυνότητα στις δομημένες δασικές περιοχές οφείλεται στην ύπαρξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων κοντά σε δασικά οικοσυστήματα (αναψυχή, εργασίες, κ.λπ.) που συνδυάζεται με ελλιπή υποδομή (δίκτυο δρόμων, πυροσβεστικοί κρουνοί

κ.λπ.) και έλλειψη γνώσης των ανθρώπων της πόλης σχετικά με τους κινδύνους αλλά και τον τρόπο αντίδρασης σε περίπτωση πυρκαγιάς. Με δεδομένα τα παραπάνω είναι προφανές ότι η ύπαρξη ζωνών μείξης δασών οικισμών πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά την εκπόνηση του αντιπυρικού σχεδιασμού για μία ευρύτερη περιοχή, ώστε να δίδεται εκεί ιδιαίτερη προσοχή τόσο κατά τη φάση της πρόληψης, με ειδικό σχεδιασμό και μέτρα για μείωση της επικινδυνότητας, όσο και σε περίπτωση πυρκαγιάς με ειδικά μέτρα για την προστασία των κατοικιών. Η απομάκρυνση της βλάστησης από τα στοιχεία της κατασκευής και η δημιουργία ζωνών ασφαλείας (ζώνες καθαρισμένες από τη βλάστηση) περιμετρικά κάθε κατοικίας είναι σημαντικό μέτρο για την προστασία των οικισμών και των μεμονωμένων κατοικιών από την απειλή των πυρκαγιών δασών και υπαίθρου. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν οδηγίες και κατευθύνσεις από τη Γενική Γραμματεία Πολιτική Προστασία για την κατάλληλη απόσταση από την καύσιμη ύλη που απαιτείται να υπάρχει ώστε μια κατοικία να θεωρείται ασφαλής από τις φλόγες των πυρκαγιών, οι ιδιαίτερες και ποικίλες συνθήκες της τοπογραφίας και της καύσιμης ύλης, καθιστούν δύσκολο τον καθορισμό γενικών οδηγιών για όλες τις περιπτώσεις. Έτσι, η όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής και υψηλής ακρίβειας ανάλυση της απειλής των οικισμών και των μεμονωμένων κατοικιών κρίνεται αναγκαία για την ορθολογικό αντιπυρικό σχεδιασμό των περιοχών αυτών, ο οποίος θα πρέπει να αποτελεί ευθύνη των τοπικών αρχών και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Η ιδιαίτερη δυσκολία που υπάρχει στην αντιμετώπιση πυρκαγιών στα περιαστικά δάση και σε περιοχές μίξης δασών κατοικιών, οφείλεται στη διαφορετικότητα τους. Συγκεκριμένα, διαφέρουν από τις συνηθισμένες πυρκαγιές ως προς:

- την ύπαρξη μεγάλου αριθμού κατοίκων και επομένως, τον κίνδυνο απώλειας ανθρώπινων ζωών, που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ιδιαίτερων συνθηκών δασοπυρόσβεσης,

- την ύπαρξη συγκεντρωμένων περιουσιακών στοιχείων (οικιών, επιχειρήσεων, αυτοκινήτων, υποδομών κ.λπ.), που έχουν μεγάλη και προφανή οικονομική αξία, αλλά και πολιτισμική κληρονομιά (αρχαιολογικοί χώροι, μοναστήρια κ.λπ..),

- την πιθανή ύπαρξη σημαντικών διαφορών στη σύνθεση και την κατανομή στο χώρο της καύσιμης ύλης,

- την πιθανή επίδραση επί των στοιχείων του περιβάλλοντος (καύσιμη ύλη, άνεμος) των κτιρίων και των άλλων στοιχείων οικιστικής ανάπτυξης της περιοχής,

- την ύπαρξη υποδομών όπως δρόμοι, σημεία υδροληψίας, δίκτυα ηλεκτρισμού, τηλεφώνου, κ.λπ.,

- τη σημαντική και ιδιαίτερη προβολή των πυρκαγιών στις περιοχές αυτές από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και αντίστοιχα το μεγάλο ενδιαφέρον που εκδηλώνουν γι' αυτές τόσο οι πολίτες όσο και οι πολιτικοί. Όλα αυτά τα στοιχεία συνθέτουν μία ιδιαίτερη πραγματικότητα, που είναι εξαιρετικά δύσκολη για τις δασοπυροσβεστικές δυνάμεις. Η πραγματικότητα αυτή απαιτεί ειδική γνώση και προετοιμασία από όλους τους συναρμόδιους φορείς για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών και την προστασία των πολιτών.

[https://government.gov.gr/wp-content/uploads/2019/02/independent_committee-compressed.pdf]

+++ [http://www.data.gov.gr/dataset/statistika-arxeioy-symbantwn-pyrosbestiko-swma]

Όσον αφορά τώρα τις περιπτώσεις όπου ξεσπούν πυρκαγιές σε ζώνες μίξης δάσους με κατοικημένη και βιομηχανική περιοχή όπως για παράδειγμα αυτή που ξέσπασε τον Ιούλιο του 2018 στη περιοχή της Δυτικής Αττικής, η επικινδυνότητα της πυρκαγιάς αυξάνεται κατακόρυφα καθώς υπάρχει ενδεχόμενο να προκύψει και τεχνολογικό ατύχημα όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στη παράγραφο 2.2.3. Σε περιοχές όπως αυτή, όπου απέχουν μόνο λίγα χιλιόμετρα από μεγάλα αστικά κέντρα και που φιλοξενούν μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων που περιέχουν τοξικά, εύφλεκτα και εκρηκτικά υλικά, μια πιθανή πυρκαγιά θα αποτελούσε απειλή για τους εργαζόμενους, τους πολίτες αλλά και το περιβάλλον. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρειάζεται να υπάρχει ανά πάσα στιγμή διαθέσιμη πληροφορία που θα αφορά την παρακείμενη κατοικημένη περιοχή και το πόσο μεγάλος είναι ο πληθυσμός έτσι ώστε να καταρτιστεί σχέδιο άμεσης αντιμετώπισης του φαινομένου όσο αυτό είναι εφικτό. Για αυτό το λόγο

άλλωστε, το 2014 και στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος EU EVITA (Project EVITA Wildfire Evacuation Trigger Buffers for Sensitive Areas), διεξήχθη άσκηση με αντικείμενο την οργανωμένη και ελεγχόμενη απομάκρυνση πληθυσμού ως μέτρο πρόληψης κατά την εξέλιξη ενός τέτοιου ατυχήματος. Στο εν λόγω ευρωπαϊκό πρόγραμμα μετείχαν ως εταίροι η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και ως επικεφαλής εταίρος και η Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

[https://wildfire.alberta.ca/prevention/industry/documents/IndustrialWildfireControlPlan-Aug2016.pdf]

[http://evita.eu-project-sites.com/]
[https://www.fireservice.gr/el/archive-news/-/asset_publisher/5SSh6dqtZAOP/content/28-11-2014-anakoinose-gia-ten-askese-pediou-eu-evita-2014-fse-pou-tha-pragmatopoiethei-stis-1-2-dekembriou-2014-sten-athena-?inheritRedirect=false]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Έχοντας ήδη γνώση των κινδύνων και των επιπτώσεων που προκαλούν οι διαφόρων ειδών καταστροφές, το επόμενο βήμα αποτελεί το πώς αυτές θα αντιμετωπιστούν. Ο σχεδιασμός της αντιμετώπισης των καταστροφών είναι πολυεπίπεδος.

Όσον αφορά τις φυσικές καταστροφές κυρίαρχο ρόλο στο σχεδιασμό αυτό διαδραματίζουν οι εθνικές αρχές και πιο συγκεκριμένα στη περίπτωση της χώρας μας η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας η οποία και εκπονεί σχέδια δράσης τα οποία εξειδικεύονται στις φυσικές καταστροφές που αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή για τη χώρα μας σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της. Όσον αφορά όμως τις τεχνολογικές καταστροφές υπάρχει πρωτοβουλία σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης με την Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ και τις επικαιροποιήσεις της χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχει και εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για την κατάρτιση Ειδικών Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ).

Ειδικό ρόλο στο σχεδιασμό για την αντιμετώπιση των τεχνολογικών καταστροφών έχει το κομμάτι του σχεδιασμού των χρήσεων γης, το κομμάτι γης δηλαδή που είναι κατάλληλο (ή μη) για την εγκατάσταση και τη λειτουργία μιας βιομηχανικής μονάδας. Επιπλέον, θα πρέπει στη προσπάθεια αυτή για την αντιμετώπιση των καταστροφών

να ληφθεί υπόψη και η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας, με την εφαρμογή των Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης και τη χρήση δικτύου αισθητήρων με τη βοήθεια και του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things).
Τέλος, σημαντικό ρόλο στο κομμάτι της ευαισθητοποίησης και της ενημέρωσης τόσο των αρμόδιων αρχών αλλά και των πολιτών, παίζουν οι διεθνείς πρωτοβουλίες και δράσεις στο κομμάτι της αντιμετώπισης των καταστροφών, όπως για παράδειγμα το Πλαίσιο Δράσης SENDAI 2015-2030 υπό την αιγίδα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών.

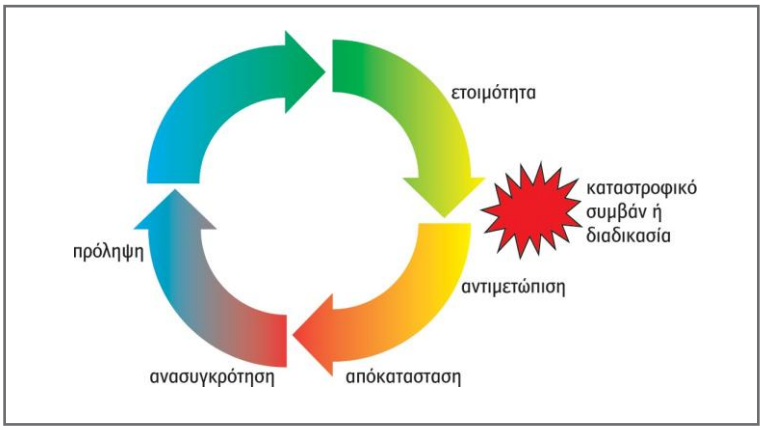
3.1 Ο κύκλος διαχείρισης μιας καταστροφής

Η διαχείριση των καταστροφών είναι η διαδικασία η οποία έχει διακριτές φάσεις και η οποία περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων πρόληψης, ετοιμότητας, αντιμετώπισης και αποκατάστασης. Η διαδικασία θεωρείται κυκλική, καθώς μετά από κάθε καταστροφικό συμβάν, αναθεωρείται ο σχεδιασμός και οι δράσεις αντιμετώπισης, αποκατάστασης και ανασυγκρότησης με απώτερο στόχο τη πρόληψη από μελλοντικά συμβάντα.

Στη φάση της πρόληψης, οι δράσεις αποσκοπούν στη μείωση της πιθανότητας να προκληθούν επιπτώσεις από ένα καταστροφικό συμβάν λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους που έχουν να κάνουν με την επικινδυνότητα, τα εκτιθέμενα σε κίνδυνο υλικά και άυλα στοιχεία καθώς και την ευπάθεια των εκτιθέμενων σε κίνδυνο στοιχείων. Τα μέτρα πρόληψης διακρίνονται σε κατασκευαστικά και μη κατασκευαστικά, είναι συνήθως μεσο-μακροπρόθεσμου χαρακτήρα και συνδέονται με τον συνολικό σχεδιασμό (είτε αναπτυξιακό είτε πολεοδομικό κλπ.) σε τοπικό επίπεδο.

Η φάση της αντιμετώπισης αφορά τη διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και τη παροχή βοήθειας προς το πληθυσμό. Οι δράσεις αυτές, έχοντας το χαρακτήρα του επείγοντος, είναι βραχυπρόθεσμου χαρακτήρα και στόχο έχουν να προστατευθούν ανθρώπινες ζωές, να αντιμετωπιστούν επαρκώς οι ανάγκες για την διαβίωσης του πληθυσμού και βασικό εργαλείο για το σχεδιασμό της φάσης αυτής αποτελεί το σχέδιο «Ξενοκράτης» που θα αναλυθεί εκτενώς σε επόμενη παράγραφο.

Η φάση της αποκατάστασης και της ανασυγκρότησης ουσιαστικά αφορά τις δράσεις που γίνονται με στόχο την επαναφορά στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στη πληγείσα περιοχή και ει δυνατόν την επαναφορά στα επίπεδα προ καταστροφής. Ειδικότερα, αφορά στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του πληθυσμού και την αποκατάσταση της λειτουργίας των δομών και των υπηρεσιών στις κοινότητες που έχουν πληγεί. Οι δράσεις ανασυγκρότησης ακόμα πιο συγκεκριμένα, αποσκοπούν στην εφαρμογή ενός σχεδιασμού που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη λήψη μέτρων που θα προστατέψουν το πληθυσμό από μελλοντική καταστροφή.



Εικόνα 1. Κύκλος Διαχείρισης Καταστροφών

[https://www.eetaa.gr/ekdoseis/pdf/137.pdf]

3.2 Σχεδιασμός Αντιμετώπισης Φυσικών Καταστροφών σε Εθνικό Επίπεδο

Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, ως ο αρμόδιος κρατικός φορέας, έχει καταρτίσει ένα Γενικό Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας ώστε να διαμορφωθεί ένα σύστημα αποτελεσματικής αντιμετώπισης καταστροφικών φαινομένων με απώτερο σκοπό τη προστασία της ζωής, της υγείας και της περιουσίας των πολιτών καθώς επίσης και τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Το Γενικό Σχέδιο με την κωδική ονομασία «Ξενοκράτης» συντάχθηκε από τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας με την Υ.Α 1299/2003 (ΦΕΚ 423 Β΄/10-4-2003) και αναθεωρήθηκε με συμπληρωματική Υ.Α. 3384/2006 (ΦΕΚ 776/28-6-06) με την οποία εγκρίθηκε το Ειδικό Σχέδιο «Διαχείριση Ανθρώπινων Απωλειών».

Στο σχέδιο «Ξενοκράτης» καθορίζονται τα είδη των καταστροφών και οι αντίστοιχοι

όροι πολιτικής προστασίας, καθορίζονται ρόλοι και δίνονται κατευθύνσεις σχεδίασης σε Υπουργεία, Περιφέρειες, Δήμους, Κοινότητες, ενώ επίσης τονίζεται ρητά πως όλα τα σχέδια παίρνουν έγκριση από τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Προσδιορίζονται επιπλέον οι εμπλεκόμενοι φορείς και υπηρεσίες καθώς και τα όργανα που διευθύνουν και συντονίζουν τις επιχειρησιακές δυνάμεις σε όλα τα επίπεδα. Ακόμη, παρέχονται ουσιώδη στοιχεία για την αξιολόγηση κινδύνων και την εκπόνηση ειδικών σχεδίων για κάθε κίνδυνο. Παρέχονται επίσης κατευθυντήριες γραμμές για τη χάραξη στρατηγικών και τακτικών, για την ορθή οργάνωση και εξοπλισμό των Υπηρεσιών και τη διαμόρφωση επιχειρησιακής φιλοσοφίας καθώς επίσης και για την έγκαιρη κινητοποίηση, διεύθυνση και συντονισμό του ανθρώπινου δυναμικού και μέσων. Τέλος, δίνονται οδηγίες για τη δημιουργία δυνατοτήτων διοικητικής μέριμνας όσον αφορά την αντιμετώπιση προβλημάτων τόσο των επιχειρησιακών δυνάμεων, όσο και των πληγέντων πολιτών.

Σε δεύτερο επίπεδο, προβλέπεται η δημιουργία συστήματος επικοινωνίας και ροής πληροφοριών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων υπηρεσιών και παραγόντων στη διαχείριση των κρίσεων.

Η κατάσταση κινητοποίησης πολιτικής προστασίας διακρίνεται σε:

- Κατάσταση ετοιμότητας πολιτικής προστασίας, λόγω τεκμηριωμένου κινδύνου, στην οποία περιλαμβάνεται η κλιμάκωση της ετοιμότητας του δυναμικού και των μέσων πολιτικής προστασίας, κατά την εξειδίκευση που γίνεται στο σχεδιασμό ετοιμότητας.
- Κατάσταση έκτακτης ανάγκης πολιτικής προστασίας στην οποία περιλαμβάνεται η κατάσταση που σχετίζεται με συγκεκριμένη καταστροφή, για την αντιμετώπιση της οποίας απαιτείται αφενός ειδικός συντονισμός από τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας του δυναμικού και των μέσων των υπηρεσιών και των φορέων που αναλαμβάνουν δράση σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και αφετέρου κινητοποίηση δυναμικού και μέσων επιπλέον του διατιθεμένου υπό κανονικές συνθήκες.

Στο δυναμικό και στα μέσα Πολιτικής Προστασίας περιλαμβάνονται τα ειδικευμένα

στελέχη σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, στα οποία ανατίθεται η επίβλεψη εκπόνησης και εφαρμογής των σχεδίων, προγραμμάτων και μέτρων πολιτικής προστασίας, καθώς και ο συντονισμός των αναγκαίων ενεργειών. Περιλαμβάνονται επίσης το σύνολο των κρατικών υπηρεσιών, οι υπηρεσίες των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης και των Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας, που είναι υπεύθυνες σε επιχειρησιακό επίπεδο για τις επί μέρους δράσεις πολιτικής προστασίας και κυρίως για την ετοιμότητα και την αντιμετώπιση των καταστροφών. Ενδεικτικά αξίζει να αναφερθούν το Πυροσβεστικό Σώμα, το Λιμενικό Σώμα, η Ελληνική Αστυνομία, το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας, οι Ένοπλες Δυνάμεις, ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού & Προστασίας, υπηρεσίες της Περιφέρειας, της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης και των πρωτοβάθμιων ΟΤΑ, ΔΕΗ, ΟΤΕ, ΕΥΔΑΠ, ΔΕΠΑ, ΕΜΥ). Τέλος, αναπόσπαστο κομμάτι του δυναμικού πολιτικής προστασίας αποτελούν και οι εθελοντικές οργανώσεις πολιτικής προστασίας, καθώς και οι ειδικευμένοι εθελοντές πολιτικής προστασίας σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, που εντάσσονται στο σχεδιασμό της ΓΓΠΠ και αναλαμβάνουν την υποστήριξη σχεδίων και δράσεων πρόληψης και αποκατάστασης, καθώς και δράσεις ετοιμότητας και αντιμετώπισης καταστροφών.

[https://www.civilprotection.gr/el/%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82]

3.2.1 Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για αντιμετώπιση Κινδύνων από Δασικές Πυρκαγιές

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φαινόμενο που εμφανίζεται με πολύ μεγάλη συχνότητα στην ελληνική επικράτεια και μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικά αίτια είτε σε ανθρώπινη δραστηριότητα. Το γεγονός ότι πολλές από τις πυρκαγιές αυτές στο παρελθόν έχουν προκαλέσει μεγάλο αριθμό θανάτων και τραυματισμών, τεράστιου οικονομικού κόστους καταστροφές σε υποδομές αλλά και ανυπολόγιστες

καταστροφές στο φυσικό περιβάλλον καθιστούν αναγκαίο τον καθορισμό ενός σχεδίου δράσης από τον αρμόδιο φορέα της κεντρικής διοίκησης, τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Το σχέδιο αυτό καθορίζει το πλαίσιο δράσεων που απαιτούνται τόσο σε επίπεδο πρόληψης όσο και σε επίπεδο αντιμετώπισης του φαινομένου καθώς και τον συντονισμό των όλων των φορέων, κρατικών και μη, που λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία.

Στο επίπεδο της πρόληψης, το σχέδιο αρχικά προβλέπει την εκτέλεση διαφόρων εργασιών αντιπυρικής προστασίας που αφορούν τη συντήρηση του δασικού οδικού δικτύου, την δημιουργία και τη συντήρηση δεξαμενών νερού και πυροφυλακίων, τη λήψη μέτρων προστασίας από γεωργικές και άλλες εργασίες και τη λήψη μέτρων που θα αποτρέπουν την εκδήλωση δασικής πυρκαγιάς εξαιτίας της ύπαρξης χώρων ανεξέλεγκτης εναπόθεσης αστικών απορριμμάτων. Επιπλέον, η μερική ή ολική αποψίλωση της βλάστησης γύρω από περιοχές και υποδομές ιδιαίτερης αξίας όπως αρχαιολογικοί χώροι, άλση αλλά και ζώνες μίξης δασών – κατοικιών μαζί με όλα παραπάνω συνιστούν ενέργειες προπαρασκευαστικού χαρακτήρα που αφενός μειώνουν την πιθανότητα εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς αλλά αφετέρου συμβάλλουν στη διευκόλυνση των δυνάμεων καταστολής σε περίπτωση εκδήλωσής της.

Πολύ σημαντικό ρόλο στο επίπεδο της πρόληψης διαδραματίζει και η έγκαιρη και σωστή ενημέρωση των πολιτών. Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας ενημερώνει σε πρώτο βαθμό για τη λήψη μέτρων πρόληψης και αυτοπροστασίας του κοινού από διάφορους κινδύνους που σχετίζονται με την εκδήλωση πυρκαγιάς. Σε δεύτερο βαθμό, κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου εκδίδει καθημερινά Χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς, με σκοπό τόσο την αφύπνιση των πολιτών για την αποτροπή πρόκλησης δασικής πυρκαγιάς από αμέλεια όσο και τον καλύτερο συντονισμό των εμπλεκόμενων φορέων ώστε αυτοί να βρίσκονται σε ετοιμότητα σε περίπτωση εκδήλωσης του φαινομένου. Προβλέπεται ακόμη και απαγόρευση της κυκλοφορίας οχημάτων και παραμονής εκδρομέων σε περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες να εκδηλωθεί δασική πυρκαγιά όταν ο κίνδυνος κρίνεται ιδιαίτερα υψηλός.

Τέλος, η σύγκληση συντονιστικών τοπικών οργάνων πριν την έναρξη της αντιπυρικής περιόδου με αντικείμενο τη λήψη των παραπάνω μέτρων πρόληψης, τη συμμετοχή εθελοντικών ομάδων και οργανώσεων σε δράσεις επιτήρησης δασικών εκτάσεων καθώς και το σχεδιασμό για την ετοιμότητα και την επιχειρησιακή δράση κάθε εμπλεκόμενου φορέα, κατέχει περίοπτη θέση στον κεντρικό σχεδιασμό.

Σε επίπεδο αντιμετώπισης ενός φαινομένου εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς, το Πυροσβεστικό Σώμα έχει την ευθύνη και τον επιχειρησιακό σχεδιασμό για την καταστολή αλλά και τις ενέργειες που απαιτούνται για τη προστασία και τη διάσωση ατόμων και υλικών αγαθών που απειλούνται. Ο επιχειρησιακός σχεδιασμός αυτός, περιλαμβάνει δράσεις και ενέργειες που εξασφαλίζουν τον έγκαιρο εντοπισμό, την αναγγελία και την επέμβαση ώστε να επιτυγχάνεται η έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση του φαινομένου και των κινδύνων που δημιουργούνται με την εμφάνισή του. Βάσει του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου, φορείς όπως οι Αποκεντρωμένες Διοικήσεις, οι Περιφέρειες, οι Δήμοι, οι Ένοπλες Δυνάμεις, η ΕΛΑΣ και το Λιμενικό Σώμα , Ιδιωτικοί Φορείς και εκπαιδευμένες Εθελοντικές Οργανώσεις οφείλουν να συνδράμουν σε ανθρώπινο δυναμικό και μέσα στις επιχειρήσεις κατάσβεσης μετά από αίτημα του επικεφαλής της επιχείρησης καταστολής. Στο ίδιο σχέδιο περιγράφονται αναλυτικά ο ρόλος και οι αρμοδιότητες των ανωτέρω φορέων, σε επίπεδο εφαρμογής αυξημένων προληπτικών μέτρων, σε επίπεδο ενημέρωσης του κοινού. Και σε επίπεδο ενεργειών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Για τη διευκόλυνση του σχεδιασμού, προσδιορίζονται και τα στάδια των επιχειρήσεων από την εκδήλωση του φαινομένου μιας δασικής πυρκαγιάς μέχρι τον πλήρη έλεγχό του:

- Αναγγελία
- Κινητοποίηση Δυνάμεων – Αρχική Εκτίμηση Κατάστασης
- Ανάπτυξη Δυνάμεων
- Μερικός Έλεγχος
- Έλεγχος – Φύλαξη
- Πλήρης Κατάσβεση
- Αποτίμηση

Με βάση τα παραπάνω στάδια καθορίζονται τόσο ο βαθμός εμπλοκής των διάφορων φορέων στον επιχειρησιακό σχεδιασμό όσο και οι κύριες δράσεις και ενέργειες που απαιτείται να λάβουν χώρα.

Προτεραιότητα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης καταλαμβάνουν οι επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης πολιτών που βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο εξαιτίας εξάπλωσης της πυρκαγιάς, οι οποίες δρομολογούνται άμεσα με την διαβίβαση των σχετικών πληροφοριών στην τοπική Πυροσβεστική Υπηρεσία. Σε περίπτωση όπου η εκδήλωση δασικής πυρκαγιάς προκαλεί επαγόμενες καταστροφές ο έλεγχος και η καταστολή τους λαμβάνει εξίσου σπουδαία προτεραιότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η εκδήλωση πυρκαγιάς σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις που μπορεί να έχει ως συνέπεια τη διαρροή τοξικών ουσιών στην ατμόσφαιρα αλλά και την περαιτέρω εξάπλωση του φαινομένου της πυρκαγιάς σε ανεξέλεγκτες διαστάσεις.

Οι ενέργειες που απαιτούνται για τη μέριμνα των πληγέντων πολιτών αποτελούν επίσης κομμάτι του σχεδίου της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, όπως οι αποφάσεις για τυχόν απομάκρυνσή τους, τα σημεία όπου θα συγκεντρωθούν, τη διαθέσιμη προνοιακή υποστήριξη στο τόπο προορισμού και διάφορες οδηγίες που αφορούν τη προφύλαξη της περιουσίας τους.

Τέλος προβλέπονται και ειδικές διαδικασίες χρηματοδότησης σε περιπτώσεις όπου κριθεί απαραίτητη η οικονομική ενίσχυση των πληγέντων, η αποκατάσταση των κατοικιών τους αλλά και άλλων κτιρίων, η παροχή επιχορηγήσεων σε βιομηχανικές μονάδες, εμπορικά καταστήματα, αγροτικές και κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις καθώς και φορείς μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα που έχουν πληγεί.

http://www.civilprotection.gr/sites/default/gscp_uploads/sxedio_draseon_dasikwn_pyrkagiwn_2018.pdf

3.2.2 Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για αντιμετώπιση Κινδύνων από Σεισμούς

Οι σεισμικές δονήσεις, μαζί με τις δασικές πυρκαγιές αποτελούν τους δυο πιο συχνούς τύπους φυσικών καταστροφών οι οποίες εκδηλώνονται στον ελλαδικό χώρο. Η Ελλάδα, αποτελεί μια από τις πιο σεισμογενείς περιοχές παγκοσμίως με εκατοντάδες καταγεγραμμένες σεισμικές δονήσεις μικρότερης ή μεγαλύτερης έντασης να λαμβάνουν χώρα ετησίως. Στις περισσότερες περιπτώσεις όπου σημειώνονται σεισμικές δονήσεις χαμηλής έντασης, οι επιπτώσεις είναι από ανύπαρκτες έως μικρής έκτασης φθορές και υλικές ζημιές σε κτίρια όμως σε αρκετές περιπτώσεις όπου είτε η ένταση του φαινομένου είναι σχετικά υψηλή είτε το επίκεντρο είναι στη ξηρά και όχι σε θαλάσσια περιοχή, οι επιπτώσεις είναι πολύ πιο σοβαρές και με χαρακτηριστικά παραδείγματα τους σεισμούς του 1981 στον Κορινθιακό κόλπο και του 1999 στην Αττική μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και στην απώλεια δεκάδων ανθρώπινων ζωών.

Σε αντίθεση όμως με τη περίπτωση των δασικών πυρκαγιών όπου με τα μέσα πρόληψης το φαινόμενο μπορεί είτε να αποτραπεί είτε να διευκολυνθεί σε μεγάλο βαθμό αντιμετώπισή του από τις δυνάμεις πυρόσβεσης, όσον αφορά τους σεισμούς πέρα από τον καλύτερο σχεδιασμό των κτιρίων ώστε να είναι πιο ανθεκτικά, η αντιμετώπιση των κινδύνων που προκαλούνται από το φαινόμενο εστιάζεται χρονικά στο κομμάτι μετά την εκδήλωσή του.

Και στις περιπτώσεις σεισμικών φαινομένων, βάσει του νόμου 3013/2002 και με τις όποιες τροποποιήσεις και ενημερώσεις έχει υποστεί, στο πλαίσιο εφαρμογής του Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας «Ξενοκράτης», η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας είναι ο αρμόδιος πολιτειακός φορέας για το σχεδιασμό δράσεων, τον προσδιορισμό του ρόλου και των αρμοδιοτήτων κάθε εμπλεκόμενου φορέα αλλά και το συντονισμό τους για άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση των κινδύνων που προκαλούνται από το φαινόμενο. Στόχος αποτελεί αφενός η καλύτερη δυνατή προετοιμασία του μηχανισμού πολιτικής προστασίας της χώρας και αφετέρου η άμεση κινητοποίηση και απόκρισή του σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Σε αυτά τα πλαίσια οι δράσεις προσανατολίζονται στην έκδοση κανονισμών για την εξασφάλιση δομημάτων ανθεκτικών έναντι των σεισμών, τον προληπτικό έλεγχο κτιρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης, την ανάπτυξη δικτύου παρακολούθησης σεισμικής

δραστηριότητας αλλά συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για την εκδήλωση τσουνάμι, την συνεχή επαγρύπνηση για την ετοιμότητα της πολιτικής προστασίας και κυριότερα όλων, την ενημέρωση του πληθυσμού σε θέματα σεισμικής προστασίας.

Ειδικότερα, η ενημέρωση και η προετοιμασία των πολιτών για την αντιμετώπιση σεισμικών φαινομένων κινείται σε τρεις κύριους άξονες:

1. Στο πλαίσιο ενημέρωσης και εκπαίδευσης των μαθητών, οι σχολικές μονάδες εκπαίδευσης Α΄ και Β΄ βαθμού υποχρεούνται τουλάχιστον μια φορά σε κάθε σχολικό έτος να εκτελούν άσκηση εκκένωσης των κτιρίων και ενημέρωσης των μαθητών ώστε να ελαχιστοποιήσουν στο βαθμό που αυτό καθίσταται εφικτό τις πιθανότητες τραυματισμού κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Στο εγχείρημα αυτό εμπλέκεται ενεργά και το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων σε επίπεδο παροχής οδηγιών για την υλοποίηση των παραπάνω.
2. Στους χώρους εργασίας, οι εργοδότες, ανάλογα πάντα και με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε εκμετάλλευσης, οφείλουν να έχουν καταρτίσει λεπτομερές σχέδιο διαφυγής και διάσωσης για τους εργαζομένους, το οποίο και απαιτείται να τίθεται σε δοκιμαστική εφαρμογή ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Το σχέδιο θα πρέπει να είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμο και εις γνώση των εργαζομένων, ενώ αρμόδια αρχή για τον έλεγχο των ανωτέρω αλλά και κάθε ζητήματος εν γένει που αφορά την Υγεία και την Ασφάλεια στους χώρους εργασίας είναι το Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Κοινωνικής Αλληλεγγύης.
3. Την ενημέρωση των πολιτών για τη προστασία τους από πιθανή εκδήλωση τσουνάμι το οποίο σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλείται σε παράκτιες περιοχές ύστερα από την εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας υψηλής έντασης. Στις δράσεις ενημέρωσης συμμετέχουν ενεργά τόσο οι Δ/νσεις Πολιτικής Προστασίας των αποκεντρωμένων Διοικήσεων και Περιφερειών όσο και εθελοντικές οργανώσεις.

Στον επιχειρησιακό σχεδιασμό της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση των κινδύνων από σεισμική δραστηριότητα, πέραν από τις Αποκεντρωμένες Διοικήσεις σε επίπεδο Δήμων και Περιφερειών καθώς και μιας σειράς Υπουργείων, εμπλέκονται και φορείς όπως το Πυροσβεστικό Σώμα, η Ελληνική

Αστυνομία, το Λιμενικό Σώμα, ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), η Γενική Δ/νση Αποκατάστασης Επιπτώσεων Φυσικών Καταστροφών της Γενικής Γραμματείας Υποδομών, η Γενική Δ/νση Συγκοινωνιακών Υποδομών, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, η ΕΥΔΑΠ, το ΕΚΑΒ αλλά φορείς όπως το Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών καθώς και το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Η φιλοσοφία η οποία διέπει εν γένει τον σχεδιασμό είναι αφενός η επιστημονική μελέτη του φαινομένου, ο έλεγχος και η πρόβλεψη των κτιριακών υποδομών για ενδεχόμενο σεισμού αλλά και η άμεση παροχή βοήθειας στις πληγείσες περιοχές και τους πληθυσμούς που επηρεάζονται άμεσα ή έμμεσα από το φαινόμενο.

Τέλος, ανάλογα με τη περίπτωση προβλέπεται και οικονομική ενίσχυση και μια σειρά από μέτρα ανακούφισης των πληγέντων από σεισμικά φαινόμενα από πλευράς της Πολιτείας.

https://www.civilprotection.gr/sites/default/gscp_uploads/sxedio_drasewn_politikis_prostasias_seismoi_2018.pdf

Σχεδιασμός αντιμετώπισης Τεχνολογικών Καταστροφών

Όπως αναλύθηκε μέχρι τώρα στη παρούσα εργασία, μια τεχνολογική καταστροφή μπορεί να έχει ανυπολόγιστες συνέπειες για την υγεία του πληθυσμού μιας περιοχής, για τις υποδομές της, την οικονομία της αλλά και τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό, εδώ και αρκετά χρόνια υπάρχει μια προσπάθεια χάραξης πολιτικών σε κεντρικό επίπεδο που στόχο έχουν τη μείωση της πιθανότητας να συμβούν τέτοιες καταστροφές στο μέλλον. Πρωταρχικό ρόλο στη προσπάθεια αυτή διαδραματίζει η Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ από πλευράς Ευρωπαϊκής Ένωσης και στα πλαίσια αυτά κινείται και το Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση του κινδύνου από τεχνολογικές καταστροφές. Τέλος, ειδική αναφορά γίνεται και στο Σχέδιο Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ) το οποίο ξεκινώντας από τη γενική του μορφή στη συνέχεια εξειδικεύεται και εφαρμόζεται κατάλληλα ανά βιομηχανική εγκατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθεμιάς από αυτές.

3.4.1 Η Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ ΙΙΙ της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Διαχείριση της Βιομηχανικής Επικινδυνότητας

Στην Ευρώπη, ένα καταστροφικό ατύχημα στην ιταλική κωμόπολη Σεβέζο το 1976, οδήγησε στη θέσπιση κοινοτικής νομοθεσίας που θα απέτρεπε και θα ήλεγχε ανάλογα ατυχήματα στο μέλλον. Η νομοθεσία αυτή ονομάστηκε Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ (Οδηγία 82/501/ΕΕC), η οποία αργότερα τροποποιήθηκε με την Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ ΙΙ (Οδηγία 96/86/ΕC) καθώς μεσολάβησαν εξίσου σοβαρά ατυχήματα στις πόλεις Μποπάλ, Τουλούζη και Ενσχέντε. Το 2012 υιοθετήθηκε η Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ ΙΙΙ (Οδηγία 2012/18/ΕU) η οποία μεταξύ άλλων έλαβε υπόψη τις αλλαγές στη κοινοτική νομοθεσία που αφορούσαν τη κατηγοριοποίηση των χημικών ουσιών και τα αυξημένα πλέον δικαιώματα των πολιτών στην πρόσβαση στη πληροφορία.

Η Οδηγία εφαρμόζεται σε περισσότερες από 12.000 βιομηχανικές εγκαταστάσεις στην επικράτεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπου επικίνδυνες ουσίες χρησιμοποιούνται ή αποθηκεύονται σε μεγάλες ποσότητες, κυρίως στη χημική και πετρελαϊκή βιομηχανία καθώς επίσης και στον τομέα της αποθήκευσης και μεταφοράς καυσίμων (συμπεριλαμβανομένων των LNG, LPG). Συγκριτικά πάντα με τον μεγάλο βαθμό εκβιομηχάνισης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ έχει συμβάλλει στο να μειωθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό μεγάλα ατυχήματα. Η Οδηγία θεωρείται ευρέως ως ένα σημείο-σταθμός για την πολιτική πρόληψης βιομηχανικών ατυχημάτων και αποτελεί πρότυπο νομοθεσίας για πολλά κράτη σε παγκόσμιο επίπεδο.

[http://ec.europa.eu/environment/seveso/]

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0018&from=EN] ???

3.4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση κινδύνων από Τεχνολογικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης

Η Ελλάδα έχει και αυτή με τη σειρά της υιοθετήσει ένα νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση των κινδύνων από Τεχνολογικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης. Μάλιστα, σαν κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχει ενσωματώσει στο εθνικό δίκαιο και τη Τρίτη αναθεώρηση της Οδηγίας ΣΕΒΕΖΟ (Οδηγία 2012/18/ΕΕ) με την ΚΥΑ 172058/2016 (ΦΕΚ 354/Β/17.2.2016).

Επιπλέον, η χώρα μας έχει υπογράψει και επικυρώσει τη Σύμβαση για τις διασυνοριακές επιπτώσεις βιομηχανικών ατυχημάτων της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη με τον νόμο 2546/1997. Η σύμβαση αυτή, γνωστή και ως «Σύμβαση Ελσίνκι», η οποία έχει σαν κύριους στόχους τη προστασία των ανθρώπων και του φυσικού περιβάλλοντος από βιομηχανικά ατυχήματα που ενδέχεται να προκαλέσουν διασυνοριακές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων και των επιπτώσεων από ατυχήματα που προκλήθηκαν από φυσικές καταστροφές. Επίσης, στόχος είναι και η συνεργασία των συμβαλλομένων μερών για την αποτροπή τέτοιων ατυχημάτων μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών και εφαρμογής κατάλληλων νομοθετικών, διοικητικών και οικονομικών μέτρων προς τη κατεύθυνση αυτή.
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:51997PC0330&from=IT]
[http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=548&language=el-GR]

3.4.3 Κατάρτιση Ειδικών Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ)

Σύμφωνα με την ΥΑ 1299/2003 με την οποία εγκρίθηκε το Γενικό Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας «Ξενοκράτης», η Δ/νση Σχεδιασμού και Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας προχώρησε στη διαδικασία επικαιροποίησης του Γενικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης για την Αντιμετώπιση Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης στο χώρο έξω από τις εγκαταστάσεις ανώτερης βαθμίδας, του ονομαζόμενου Γενικού ΣΑΤΑΜΕ, το οποίο τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2018. Σκοπός του Σχεδίου είναι η άμεση και αποτελεσματική αντίδραση όλων των εμπλεκόμενων φορέων σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, ώστε να υποστηριχθεί αποτελεσματικά το έργο του Πυροσβεστικού Σώματος στη καταστολή μεγάλων ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στις διατάξεις της ΚΥΑ 172058/2016 (εγκαταστάσεις ΣΕΒΕΖΟ), αλλά και για την διαχείριση των συνεπειών που ακολουθούν την εκδήλωση μεγάλου ατυχήματος (ΒΑΜΕ). Όλες οι παραπάνω δράσεις αποσκοπούν στη προστασία της ζωής, της υγείας και της περιουσίας των πολιτών καθώς επίσης και στη προστασία των υποδομών, των πλουτοπαραγωγικών πηγών και του φυσικού περιβάλλοντος.
Σύμφωνα με την ΚΥΑ 172058/2017, οι κατά τόπους Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας

όπου στην περιοχή δικαιοδοσίας τους δραστηριοποιούνται εγκαταστάσεις που υπάγονται στην Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ, έχουν την ευθύνη για τη διαμόρφωση εξωτερικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης που ονομάζεται Ειδικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης. Η ιδιοκτησία της εγκατάστασης έχει την υποχρέωση να παρέχει όλη τη πληροφορία που είναι απαραίτητη ούτως ώστε να διευκολύνει την Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας. Το Ειδικό ΣΑΤΑΜΕ αποτελεί προϊόν διαβούλευσης και συνεργασίας με τη Περιφερειακή Αρχή, αρμόδια Υπουργεία, εμπλεκόμενους οργανισμούς και φορείς, με τη Τοπική Πυροσβεστική Υπηρεσία καθώς και με εκπροσώπους των εργαζομένων της εκάστοτε μονάδας. Υποβάλλεται ανά τρία έτη ή όποτε αυτό κριθεί αναγκαίο, στην Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, προς έγκριση, επανεξέταση, δοκιμή ή ακόμα και αναθεώρηση. Στην Ελλάδα αυτή στιγμή έχουν καταρτιστεί πάνω από 100 Ειδικά ΣΑΤΑΜΕ, μεγάλο μέρος των οποίων αφορούν εγκαταστάσεις ΣΕΒΕΖΟ που δραστηριοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή της Περιφέρειας Αττικής.
[Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Ζιώμας Ι., Κροκίδα Μ., Αθήνα 2014, σελ. 134-136]
[https://www.patt.gov.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=23077:eidika-sxedia-antimetopisis-texnologikon-atyximaton-megalis-ektasis-satame-stin-perifereia-attikis&catid=3:2008-09-06-21-42-59&Itemid=31]

Η Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας της οικείας Περιφέρειας έχει την ευθύνη της κατάρτισης του Ειδικού ΣΑΤΑΜΕ για τις εγκαταστάσεις που υπάγονται στην Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ, λαμβάνοντας υπόψη τη μελέτη ασφαλείας της εγκατάστασης και το ενδεχόμενο πολλαπλασιαστικών φαινομένων, καθώς και το οριστικό τελικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης. Τα σχέδια υποβάλλονται στην Περιφερειακή Αρχή μέσω της οποίας αρχικά δημοσιοποιούνται και στη συνέχεια εγκρίνονται από τη Δ/νση Πολιτικής Προστασίας. Τα Ειδικά ΣΑΤΑΜΕ αποτελούνται από τα εξής μέρη:

- Μέρος Α: Δεδομένα Εγκατάστασης
- Μέρος Β: Προσδιορισμός τοπικής αρμόδιας Πυροσβεστικής Υπηρεσίας και τοπικής αρμόδιας Αστυνομικής ή/και Λιμενικής Αρχής
- Μέρος Γ: Εμπλεκόμενες οργανικές μονάδες και όργανα της Περιφέρειας
- Μέρος Δ: Χώροι ασφαλούς προσωρινής διαμονής σε περίπτωση

προληπτικής-οργανωμένης απομάκρυνσης πληθυσμού.

Σε κάθε περίπτωση, τα Ειδικά ΣΑΤΑΜΕ σχεδιάζονται κατά τρόπο ανάλογο, ώστε να εναρμονίζονται πλήρως με το Γενικό ΣΑΤΑΜΕ.

[http://www.elinyae.gr/el/lib file upload/2h ekdosi genikou satame 1 0.1531922002600.pdf]

Σχεδιασμός Χρήσεων Γης

Οι καταστροφικές συνέπειες που μπορεί να έχει ένα Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης σε επίπεδο πρωτίστως ασφάλειας του πληθυσμού της παρακείμενης περιοχής αλλά και σε επίπεδο κοινωνικο-οικονομικό και περιβαλλοντικό, δημιούργησε την ανάγκη για ενδελεχή μελέτη των σημείων που προορίζονται να δημιουργηθούν εγκαταστάσεις που υπόκεινται στη συνθήκη ΣΕΒΕΖΟ καθώς και των γύρω περιοχών καθώς και των ήδη υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η ύπαρξη βιομηχανικής εγκατάστασης κοντά σε δασική περιοχή ενέχει πάντα και τον κίνδυνο να προκύψει δασική πυρκαγιά η οποία με τη σειρά της θα μπορούσε να προκαλέσει βιομηχανικό ατύχημα μεγάλης έκτασης. Επομένως προκύπτει η ανάγκη επαναπροσδιορισμού των σημείων όπου μπορούν να δημιουργηθούν τέτοιες βιομηχανικές μονάδες.

Το πρόβλημα του σχεδιασμού χρήσεων γης ουσιαστικά αφορά την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας λήψης αποφάσεων, η οποία αφού επεξεργάζεται δεδομένα και πληροφορίες σχετικά με υπάρχουσες, θεσμοθετημένες ή και προτεινόμενες χρήσεις γης για παρακείμενες περιοχές βιομηχανικών εγκαταστάσεων που υπάγονται στην Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ θα αποφαίνεται για το αν είναι συμβατή ή όχι. Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη είναι η επικινδυνότητα των εν λόγω εγκαταστάσεων, η πυκνότητα και η ευπάθεια των παρακείμενων πληθυσμών, περιβαλλοντικοί παράγοντες καθώς και οικονομικής φύσης κριτήρια. Περιληπτικά, η μεθοδολογία που ακολουθείται περιλαμβάνει των εντοπισμό των εγκαταστάσεων που υπόκεινται στην Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ, τη συλλογή δεδομένων για τις Ζώνες Προστασίας των εν λόγω εγκαταστάσεων, τη συλλογή δεδομένων για τις κατηγορίες χρήσεων γης γύρω από τις εγκαταστάσεις, τον υπολογισμό του επιπέδου ευπάθειας των χρήσεων γης και τον έλεγχο συμβατότητας ανάμεσα σε επίπεδο ευπάθειας και Ζώνες Προστασίας για κάθε

πιθανό σενάριο ΒΑΜΕ κάθε εγκατάστασης. Ύστερα από αυτή τη διαδικασία προτείνεται αν η εξεταζόμενη χρήση γης είναι επιτρεπτή ή όχι.

[Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης και Σχεδιασμός Χρήσεων Γης, Ζιώμας Ι.]

Διακρίνονται δύο κατηγορίες χρήσεων γης, οι «επιφανειακές» που αφορούν τις θεσμοθετημένες κατηγορίες χρήσεων γης του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου και τις Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου καθώς και οι «σημειακές» χρήσεις γης όπως για παράδειγμα σχολεία, νοσοκομεία κλπ. Επιπλέον, ορίζονται και 4 επίπεδα ευπάθειας στις περιοχές που εξετάζονται, επίπεδα που χαρακτηρίζουν τον υγιή εργαζόμενο πληθυσμό, τον πληθυσμό κατά την εκτέλεση απλών δραστηριοτήτων, τον ευπαθή πληθυσμό όπως παιδιά, ηλικιωμένους και άτομα με κινητικά προβλήματα καθώς και τον υψηλής πυκνότητας πληθυσμό είτε με υψηλό επίπεδο ευπάθειας είτε εκτελούντα υπαίθριες δραστηριότητες. Επειδή στη πραγματικότητα υπεισέρχονται και πολλοί άλλοι παράγοντες όπως κοινωνικοί, περιβαλλοντικοί, οικονομικοί κλπ, χρησιμοποιείται η μέθοδος ELECTRE TRI. Η μέθοδος αυτή λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά κριτήρια, μπορεί να αποφανθεί για το επίπεδο ευπάθειας για κάθε προτεινόμενη χρήση γης και σε συνδυασμό με τις Ζώνες Προστασίας εξάγεται το τελικό συμπέρασμα για τον αν επιτρέπεται η προτεινόμενη χρήση γης ή όχι όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακα Απόφασης:

Πίνακας 6. Πίνακας Απόφασης για Χρήση Γης

Επίπεδο Ευπάθειας	**Ζώνη Ι**	**Ζώνη ΙΙ**	**Ζώνη ΙΙΙ**
1	Ε	Ε	Ε
2	ΔΕ	Ε	Ε
3	ΔΕ	ΔΕ	Ε
4	ΔΕ	ΔΕ	ΔΕ

Ε: Επιτρέπεται

ΔΕ: Δεν Επιτρέπεται

Σύμφωνα άλλωστε και με την Οδηγία 96/82/ΕΚ (ΣΕΒΕΖΟ ΙΙ) του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης και πιο συγκεκριμένα στο Άρθρο 12 που αναφέρεται αποκλειστικά στον Σχεδιασμό Χρήσεων Γης, προβλέπεται ότι τα κράτη-μέλη υποχρεούνται κατά τη χάραξη πολιτικών για χρήσεις γης να λαμβάνουν υπόψη τους στόχους για τη πρόληψη μεγάλων ατυχημάτων και τον περιορισμό των συνεπειών τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ελέγχοντας την εγκατάσταση νέων βιομηχανικών μονάδων, τις μετατροπές στις ήδη υπάρχουσες καθώς και τα νέα χωροταξικά έργα στις παρακείμενες περιοχές των υφιστάμενων μονάδων σε περίπτωση που είτε η εγκατάσταση είτε τα νέα έργα αυξάνουν τον κίνδυνο μεγάλου ατυχήματος ή ενδέχεται να μεγεθύνουν τις συνέπειές του.

Για αυτό το λόγο, το Κέντρο Έρευνας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Joint Research Centre), το οποίο είναι και υπεύθυνο για το συντονισμό του έργου της Ευρωπαϊκής Ομάδας Εργασίας για το Σχεδιασμό Χρήσεων Γης, σε μια προσπάθεια να γεφυρώσει το νομοθετικό χάσμα ανάμεσα στην Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ και τις διαφορετικές πρακτικές που ακολουθούν τα κράτη-μέλη εξέδωσε έναν αναλυτικό οδικό χάρτη. Η προσπάθεια αυτή, της οποίας βασικό συστατικό στοιχείο αποτελεί ένα ερωτηματολόγιο το οποίο καλό είναι να ακολουθείται κατά το σχεδιασμό χρήσεων γης, έχει διττό στόχο: αφενός να παρέχει ακόμη περισσότερη πληροφορία όσον αφορά τις «καλές πρακτικές» στον σχεδιασμό χρήσεων γης και αφετέρου να προωθήσει ακόμα περισσότερο την εφαρμογή του Άρθρου 12 της Οδηγίας ΣΕΒΕΖΟ.

[Overview of Roadmaps For Land-Use Planning In Selected Member States, Claudia Basta, Michael Struckl, Michalis Christou, JRC Scientific and Technical Reports,2008]

3.5 Διεθνείς δράσεις για την Αντιμετώπιση των Καταστροφών

Πέρα από την εθνική και την Οδηγία ΣΕΒΕΖΟ, έχουν παρθεί και πρωτοβουλίες σε διεθνές επίπεδο για την ευαισθητοποίηση των κρατών, των αρμόδιων φορέων και των πολιτών για τους κινδύνους απέναντι στις καταστροφές. Είτε με τη μορφή

διαμόρφωσης ενός πλαισίου δράσης υπό την αιγίδα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, είτε με τη λειτουργία κέντρων υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι προσπάθειες για την ενημέρωση και ανταλλαγή τεχνογνωσίας και πληροφορίας ανάμεσα σε κράτη, φορείς και πολίτες εντείνονται διαρκώς έτσι ώστε οι κοινωνίες να προετοιμαστούν κατάλληλα και να αντιμετωπίσουν τις καταστροφές.

3.5.1 Το Πλαίσιο Δράσης SENDAI 2015-2030 του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για τη μείωση του Κινδύνου Καταστροφών

Το Πλαίσιο Δράσης Sendai είναι μια εθελοντικού χαρακτήρα, 15ετής και μη δεσμευτική συμφωνία η οποία αναγνωρίζει ότι ο Οργανισμός έχει τον πρωταρχικό ρόλο στη μείωση των κινδύνων που ελλοχεύουν από μια πιθανή καταστροφή, ευθύνη που όμως θα πρέπει να επωμίζεται από κοινού και με τις τοπικές κυβερνήσεις, τον ιδιωτικό τομέα και άλλους φορείς. Στόχος της συμφωνίας είναι η ουσιαστική μείωση του κινδύνου από τις καταστροφές και των απωλειών σε ανθρώπινες ζωές καθώς και σε οικονομικούς, φυσικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς πόρους ατόμων, επιχειρήσεων, κοινοτήτων, ακόμα και κρατών.

Το Πλαίσιο Δράσης Sendai είναι το διάδοχο σχήμα του Πλαισίου Δράσης Hyogo (Hyogo Framework for Action) 2005-2015 το οποίο στόχευε στην προετοιμασία εθνών και επιμέρους κοινοτήτων απέναντι σε καταστροφές. Είναι προϊόν διαβουλεύσεων και διαπραγματεύσεων μεταξύ των κυβερνήσεων που διήρκεσαν από το 2012 ως το 2015 με την αρωγή της Υπηρεσίας αρμόδιας για τη Μείωση του Κινδύνου Καταστροφών (United Nation Office for Disaster Risk Reduction) των Ηνωμένων Εθνών και ύστερα από αίτημα της Γενικής Συνέλευσης του Οργανισμού. Η εν λόγω Υπηρεσία έχει ως σκοπό την υποστήριξη της λειτουργίας, την παρακολούθηση κατά την εφαρμογή και την αναθεώρηση αν κριθεί αυτό απαραίτητο του Πλαισίου Sendai.

Το Πλαίσιο Sendai θέτει επτά στόχους σε παγκόσμια κλίμακα:

1. Την ουσιαστική μείωση των θανάτων από καταστροφές παγκοσμίως μέχρι το 2030, στοχεύοντας ποσοτικά σε λιγότερους θανάτους ανά 100.000 ανθρώπους τη δεκαετία 2020-2030 σε σύγκριση με τη περίοδο 2005-2015.
2. Την ουσιαστική μείωση του πληθυσμού που πλήττεται παγκοσμίως μέχρι το 2030, στοχεύοντας σε έναν μικρότερο αριθμό πληγέντων ανά 100.000

ανθρώπους τη δεκαετία 2020-2030 σε σύγκριση με τη περίοδο 2005-2015.

3. Τη μείωση των οικονομικών απωλειών που σχετίζονται άμεσα με τις καταστροφές σε σχέση με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) μέχρι το 2030
4. Την ουσιαστική μείωση των επιπτώσεων των καταστροφών σε κρίσιμες υποδομές και βασικές υπηρεσίες, μεταξύ άλλων σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης και εκπαιδευτικά ιδρύματα καθώς και την βελτιστοποίηση του επιπέδου αντοχών τους σε καταστροφές, μέχρι το 2030.
5. Την ουσιαστική αύξηση του αριθμού των κρατών που έχουν αναπτύξει στρατηγικές για τη μείωση των κινδύνων από καταστροφές σε εθνικό και τοπικό επίπεδο, μέχρι το 2020.
6. Την επίτευξη ουσιαστικής διεθνούς συνεργασίας και την παροχή επαρκούς βοήθειας σε αναπτυσσόμενες χώρες ώστε αυτές να είναι σε θέση να υιοθετήσουν δράσεις και να εφαρμόσουν το Πλαίσιο Sendai μέχρι το 2030.
7. Την ουσιαστική αύξηση της προσβασιμότητας των πολιτών σε πληροφορία που αφορά τους κινδύνους καταστροφών και στα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης μέχρι το 2030.

Το Πλαίσιο Sendai πέραν από τους στόχους που έχει θέσει και οι οποίοι αναφέρθηκαν παραπάνω, έχει επιπλέον θέσει και τέσσερις προτεραιότητες δράσης:

1. *Κατανόηση του Κινδύνου Καταστροφής (Understanding Disaster Risk)*

Η διαχείριση του κινδύνου καταστροφής θα πρέπει να βασίζεται στη κατανόηση όλων των παραμέτρων της σε επίπεδο τρωτότητας και έκθεσης ατόμων και πόρων, σε επίπεδο χαρακτηριστικών των κινδύνων και σε επίπεδο περιβάλλοντος. Αυτή η γνώση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αποδειχθεί καθοριστική για την αξιολόγηση, την αποτροπή και τη μείωση των κινδύνων καθώς και για την προετοιμασία και την αντιμετώπιση απέναντί τους.

2. *Διαχείριση του Κινδύνου Καταστροφής (Strengthening Disaster Risk Governance to Manage Disaster Risk)*

Η διαχείριση του κινδύνου καταστροφής σε τοπικό, εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο είναι πολύ σημαντική για την αποτροπή, τη μείωση, τη προετοιμασία και

την αντιμετώπιση μια καταστροφής και απαιτεί την αποτελεσματική συνεργασία όλων των αρμόδιων και εμπλεκόμενων φορέων.

3. *Επένδυση στην Αντοχή (Investing in Disaster Risk Reduction for Resilience)*

Η δημόσια και ιδιωτική επενδυτική πρωτοβουλία στην μείωση του κινδύνου καταστροφής μέσω δομικών και μη δομικών μέτρων είναι πολύ σημαντικό να περιλαμβάνει την οικονομική, κοινωνική και υγειονομική αντοχή των ατόμων, των κοινοτήτων, των χωρών και των πόρων τους, αλλά και του περιβάλλοντος απέναντι σε φαινόμενα καταστροφής.

4. *Εμβάθυνση στη προετοιμασία για αποτελεσματική αντιμετώπιση (Enhancing Disaster Preparedness for Effective Response)*

Όσο μεγαλώνει ο κίνδυνος καταστροφής τόσο δημιουργείται περισσότερο η ανάγκη για προετοιμασία της αντιμετώπισης απέναντι σε κάποια καταστροφή και για την προετοιμασία των υποδομών που θα καταστήσουν επιτυχή την αντιμετώπιση της καταστροφής και θα επιταχύνουν την ανάκαμψη σε όλα τα επίπεδα έπειτα από αυτή. Η φάση της ανάκαμψης, της αποκατάστασης και της αναδόμησης είναι σημαντική ευκαιρία για καλύτερη και αποτελεσματικότερη προετοιμασία που θα περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και μέτρα μείωσης των κινδύνων.

Εφαρμογή του Πλαισίου Sendai

Το Πλαίσιο Δράσης Sendai για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών διαδραματίζει τον πιο σημαντικό ρόλο για την επόμενη δεκαετία. Κατά τη διάρκεια των διαβουλεύσεων και των διαπραγματεύσεων που οδήγησαν στη διαμόρφωσή του, δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών που θα βοηθήσουν στην εφαρμογή του και θα διασφαλίσουν την εμπλοκή και τη λήψη δράσης από όλους τους αρμόδιους φορείς καθώς επίσης και το ότι όλοι αυτοί οι φορείς θα επωμιστούν την ευθύνη για τη μείωση των κινδύνων έναντι φυσικών καταστροφών.

[https://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework]

3.5.2 Το δίκτυο εξειδικευμένων κέντρων για την αντιμετώπιση των καταστροφών του συμβουλίου της Ευρώπης (EUR-OPA Major Hazards Agreement)

Η Συμφωνία για σοβαρούς κινδύνους με την ονομασία EUR-OPA, είναι μια πλατφόρμα για συνεργασία που αφορά μεγάλες φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές μεταξύ της Ευρώπης και της Νότιας πλευράς της Μεσογείου Θάλασσας. Το αντικείμενο εργασίας της καλύπτει κατά κύριο λόγο τομείς όπως η μείωση του κινδύνου εκδήλωσης καταστροφικών φαινομένων αλλά και δευτερευόντως τομείς όπως ενημέρωση, προετοιμασία, αποτροπή, διαχείριση ρίσκου και ανάλυση μετά την εμφάνιση των φαινομένων. Οι κύριοι στόχοι της Συμφωνίας EUR-OPA είναι η ενίσχυση και η προώθηση ενός δικτύου συνεργασίας ανάμεσα στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε πολυεπίπεδο πλαίσιο ώστε να διασφαλιστεί η καλύτερη δυνατή προστασία και αντιμετώπιση έναντι φαινομένων όπως μεγάλες φυσικές ή τεχνολογικές καταστροφές.

Όντας σε ισχύ από τη Σύνοδο των αρμόδιων Υπουργών του Συμβουλίου της Ευρώπης το 1987, στη Συμφωνία έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν και χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ μέχρι σήμερα το δίκτυο αποτελείται από 25 κράτη-μέλη.

Σε πολιτικό επίπεδο, το σώμα που είναι αρμόδιο για τη λήψη αποφάσεων είναι η Σύνοδος των αρμόδιων για κάθε χώρα Υπουργών για φυσικούς ή τεχνολογικούς κινδύνους, η οποία συγκαλείται ανά τέσσερα χρόνια ή και έκτακτα σε περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαίο.

Άλλος κρίσιμος πυλώνας για τη Συμφωνία αποτελεί η Επιτροπή των μόνιμων ανταποκριτών η οποία συγκαλείται μια φορά το χρόνο από το 2013 και έκτοτε, όπου κάθε κράτος εκπροσωπείται στην Επιτροπή από έναν ανταποκριτή ο οποίος ουσιαστικά αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ των εθνικών αρχών και του Δικτύου. Η Επιτροπή εργάζεται έχοντας ως γνώμονα τους ακόλουθους τρεις άξονες:

- τη προετοιμασία των Υπουργικών Συνόδων

- τη συγκέντρωση υλικού που είναι αναγκαίο για την έκδοση και δημοσίευση σχετικών εγγράφων και οδηγιών που έχουν υιοθετηθεί
- την ανταλλαγή πληροφορίας που αφορά την εκδήλωση σχετικών φαινομένων στα υπόλοιπα κράτη που συμμετέχουν στο Δίκτυο

Σε επιστημονικό και τεχνικό επίπεδο, ο ειδικός ρόλος των Ειδικών Ευρω-Μεσογειακών Κέντρων είναι να αναπτύξουν σχεδιασμούς, σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, που θα στοχεύουν στη καλύτερη ενημέρωση και προετοιμασία των πληθυσμών απέναντι σε μεγάλες καταστροφές. Τα κέντρα αυτά έχουν την έδρα τους σε διάφορες χώρες της ευρωπαϊκής ηπείρου αλλά και της Μεσογείου, με δύο από αυτά να έχουν την έδρα τους στην Αθήνα.

Το πρώτο από αυτά τα Κέντρα, είναι το Ευρωπαϊκό Κέντρο Δασικών Πυρκαγιών (ECFF), το οποίο λειτουργεί υπό την αιγίδα της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας από το 2003. Στόχοι του Κέντρου είναι η καλύτερη ενημέρωση του πληθυσμού απέναντι σε καταστροφές, δίνοντας έμφαση στις δασικές πυρκαγιές και τις επιπτώσεις που έχει την υγεία η έκθεση σε καπνό. Επιπλέον, στοχεύει στην ενίσχυση της προετοιμασίας των κοινοτήτων που είναι εκτεθειμένες στο κίνδυνο πυρκαγιάς και ιδιαίτερα των ευαίσθητων ομάδων πληθυσμού.

Το δεύτερο Κέντρο, το Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης Σεισμών (ECPFE), συστάθηκε το 1987, λειτουργεί στα πλαίσια του ΟΑΣΠ και με τη δράση του συμβάλλει στην ανάπτυξη πρακτικών και μεθόδων για τη διαχείριση της σεισμικής καταστροφής.

[https://ecpfe.oasp.gr/]

[https://europa-projects.ext.coe.int/en/centre/20-european-centre-on-prevention-and-forecasting-of-earthquakes.html]

[https://www.coe.int/en/web/europarisks/specialised-centres]

[https://www.coe.int/en/web/europarisks/eur-opa-in-brief]

3.4.3 Παγκόσμια Ημέρα για τη Μείωση των Καταστροφών

Η Παγκόσμια Ημέρα για τη Μείωση των Καταστροφών ενθαρρύνει κάθε άτομο, κοινότητα ή και κυβέρνηση να συμμετάσχει ακόμα πιο ενεργά στη διαμόρφωση κοινωνιών και κρατών που θα είναι πιο ανθεκτικές απέναντι σε φαινόμενα καταστροφών.

Η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών αποφάσισε τη θέσπιση της Παγκόσμιας Ημέρας για τη Μείωση των Καταστροφών το 1989 σαν ένα μέσο προώθησης μιας παγκόσμιας κουλτούρας για καλύτερη ενημέρωση και μείωση του κινδύνου καταστροφών, που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τη προετοιμασία, αλλά και την αποτροπή τέτοιων φαινομένων. Αρχικά και για δύο δεκαετίες είχε οριστεί ως η δεύτερη Τετάρτη του Οκτώβρη αλλά από το 2009 και έπειτα έχει οριστεί την 13η Οκτωβρίου.

[https://www.unisdr.org/we/campaign/iddr]

3.4.4 Ευρωπαϊκό Φόρουμ για τη Μείωση των Καταστροφών

Το 2000, τα κράτη-μέλη των Ηνωμένων Εθνών υιοθέτησαν τη Διεθνή Στρατηγική για τη Μείωση των Καταστροφών, ένα πλαίσιο στρατηγικής που όπως μαρτυρά και η ονομασία του στοχεύει στη μείωση των επιπτώσεων από τις καταστροφές και στη δημιουργία κρατών και κοινωνιών που θα μπορούν να ανταπεξέλθουν στα φαινόμενα αυτά, θέτοντας ειδικά αυτόν τον στόχο ως αναγκαία και απαραίτητη συνθήκη για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Στα πλαίσια αυτά δημιουργήθηκε το 2009 και το Ευρωπαϊκό Φόρουμ για τη Μείωση των Καταστροφών με κύρια αποστολή την ανταλλαγή πληροφορίας και τεχνογνωσίας που αφορά τη μείωση των καταστροφών σε ευρωπαϊκό επίπεδο, εστιάζοντας στο συντονισμό μεταξύ των αρμόδιων οργάνων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, των αρμόδιων οργάνων σε εθνικό αλλά και περιφερειακό επίπεδο.

[https://www.unisdr.org/files/19800_efdrrwebfinal.pdf]

Τέλος, διαδραματίζει και ένα κεντρικό ρόλο στην εφαρμογή του Πλαισίου Sendai. Προκειμένου να καθοδηγηθεί κατάλληλα η Ευρώπη στην εφαρμογή του Πλαισίου, των τεσσάρων προτεραιοτήτων για δράση και των επτά στόχων του, το Ευρωπαϊκό Φόρουμ για τη Μείωση των Καταστροφών ανέπτυξε έναν οδικό χάρτη που εστίαζε

στη περίοδο 2015-2020 αλλά και γενικότερα στη πορεία εφαρμογής του σχεδίου σε βάθος 15ετίας μέχρι και το 2030.
[https://www.preventionweb.net/publications/view/55096]

3.5 Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems) για την αντιμετώπιση φυσικών ή τεχνολογικών καταστροφών

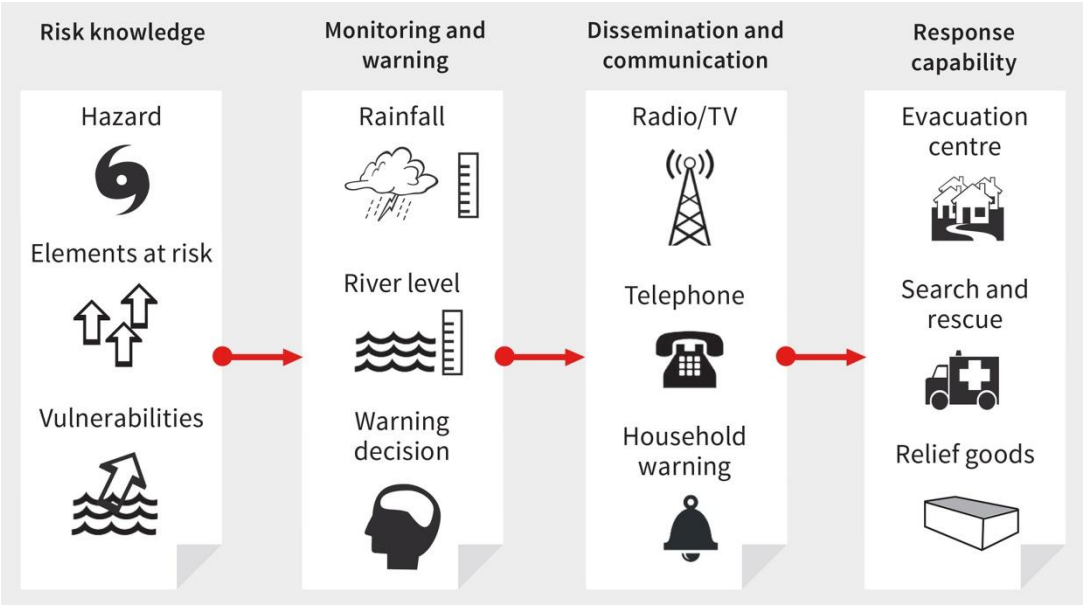
Ο όρος «έγκαιρη προειδοποίηση» χρησιμοποιείται ευρέως για να εκφράσει την διάδοση της πληροφορίας που αφορά ένα επικείμενο γεγονός που εγκυμονεί κινδύνους, με σκοπό την άμεση λήψη δράσεων ώστε αυτό είτε να αποτραπεί, είτε να αντιμετωπιστεί με τα κατάλληλα μέσα. Ήδη, υπάρχουν Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems) που εφαρμόζονται σε περιπτώσεις γεωφυσικών και βιολογικών κινδύνων, στη βιομηχανία, αλλά και σε σύνθετες καταστάσεις ανάγκης κοινωνικο-οικονομικής φύσης. Για να είναι ένα Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης ολοκληρωμένο και κυρίως, αποτελεσματικό, θα πρέπει απαραίτητα να εμπεριέχει και να συνδυάζει τέσσερα βασικά στοιχεία:

- Γνώση του κινδύνου (Risk Knowledge): σκοπός είναι να δομηθεί μια πρότυπη διαδικασία που θα συλλέγει, θα αξιολογεί και θα προωθεί δεδομένα, χάρτες και τάσεις σε οτιδήποτε αφορά τους κινδύνους.

- Σύστημα παρακολούθησης και προειδοποίησης (Monitoring and Warning Service): σκοπός είναι να δομηθεί ένας αποτελεσματικός μηχανισμός παρακολούθησης των κινδύνων που θα είναι άρτιος τόσο σε επιστημονικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο.

- Επικοινωνία και διάδοση της πληροφορίας (Dissemination and Communication): αφορά την ανάπτυξη συστημάτων που θα αποσκοπούν στη ταχεία και αξιόπιστη διάδοση της πληροφορίας αλλά και το συντονισμό μεταξύ των αρμόδιων φορέων σε περιπτώσεις ανάγκης.

- Δυνατότητα λήψης δράσης (Response Capability): σκοπός είναι η ενίσχυση της ικανότητας των κοινωνιών να προετοιμαστούν και να αντιμετωπίσουν μια φυσική καταστροφή.



Εικόνα 2. Τα 4 βασικά στοιχεία ενός Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης

Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι πάρα πολύ σημαντικός στην επιτυχή εφαρμογή των Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης καθώς θα πρέπει να υπάρχουν οι δομές που αφενός θα υποστηρίξουν τη λειτουργία του και αφετέρου θα εξασφαλίσουν την ανταπόκριση των πολιτών που κατά κανόνα αφυπνίζονται μόνο ύστερα από την εκδήλωση ενός καταστροφικού φαινομένου.

[Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred, Reid Basher, Philosophical Transaction of The Royal Society A, 2006, pages 2167-2170]

Πέρα από τα τέσσερα βασικά στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, τα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης θα πρέπει επιπλέον να συμπεριλαμβάνουν και στοιχεία τα οποία θα τα καταστήσουν περαιτέρω αποτελεσματικά:

- Η αποτελεσματική διακυβέρνηση και συνεργασία μεταξύ των αρμόδιων θεσμών είναι αυτή που θα οδηγήσει στην εφαρμογή των πλαισίων δράσης αφενός, και αφετέρου στο να καταστεί ουσιαστική και ωφέλιμη η χρήση των Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης.

- Προσέγγιση που θα αφορά όλους τους πιθανούς κινδύνους (όπου αυτό είναι εφικτό), ώστε να υπάρχει πλήρης κατανόηση αυτών και επομένως καλύτερη προετοιμασία για αντιμετώπιση όλων των ενδεχομένων.

- Ενεργή συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών έτσι ώστε αυτές να καταστούν λιγότερο ευάλωτες στον κίνδυνο και επιπλέον για τον σχεδιασμό του βέλτιστου πλάνου αντιμετώπισης που θα είναι εξειδικευμένο στις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της κάθε κοινωνίας.

https://www.unisdr.org/files/608_10340.pdf

3.5.1 Απευθείας παρακολούθηση φυσικών ή χημικών κινδύνων με χρήση αισθητήρων και εκτίμηση επικινδυνότητας

Όπως εκτενώς έχει αναλυθεί και προηγουμένως στη παρούσα εργασία, μια φυσική καταστροφή μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις σε μια κοινωνία και να προκαλέσει απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και υποδομές, οικονομικές απώλειες καθώς καταστροφές στο φυσικό περιβάλλον. Άλλωστε, η δεινή κατάσταση που έχει περιέλθει το περιβάλλον σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει πυροδοτήσει αμέτρητες προσπάθειες από πλευράς Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, εθνικών κυβερνήσεων, μη κυβερνητικών οργανώσεων και ακαδημαϊκών για χρηματοδότηση της έρευνας και την εφαρμογή πολιτικών και projects που θα συμβάλλουν ώστε να σταματήσει η περαιτέρω υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.

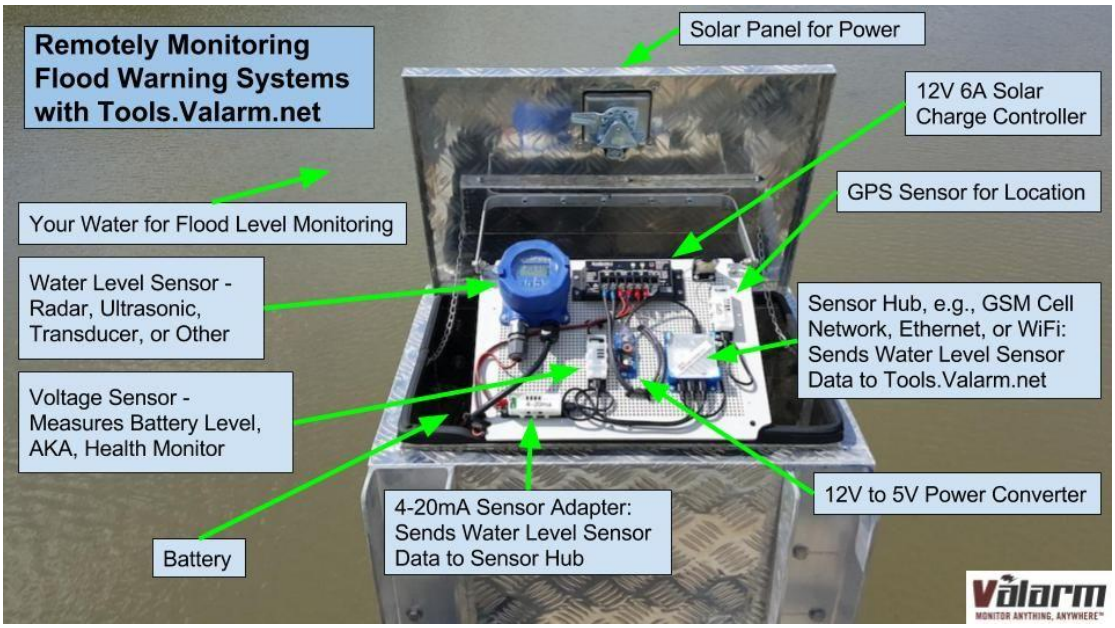
Οι εξελίξεις στη τεχνολογία έχουν καταστήσει εφικτή τη παρακολούθηση μιας πληθώρας δεικτών και φαινομένων σε πραγματικό χρόνο ώστε να γίνονται αξιόπιστες προβλέψεις, μέσω των Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης. Παρόλο που σε πολλές περιπτώσεις έχει υιοθετηθεί η παρακολούθηση της περιβαλλοντικής εν γένει δραστηριότητας, πολύ λίγα είναι τα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης που εφαρμόζονται και τα οποία στη πράξη μπορούν να ανιχνεύσουν έγκαιρα γεγονότα περιβαλλοντικής ρύπανσης και υποβάθμισης ώστε να επιτρέψουν την έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών καταστροφικών συμβάντων.

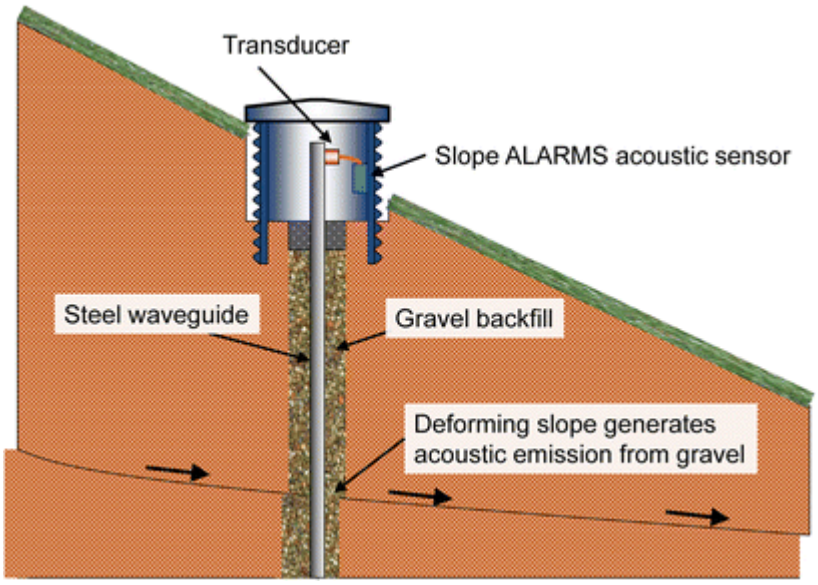
Η δομή οποιουδήποτε Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης βασίζεται στους στόχους του εκάστοτε Συστήματος να παρέχει έγκαιρη και έγκυρη πληροφορία που αφορά συγκεκριμένα φαινόμενα στους χρήστες του καθώς και σε αυτούς που είναι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων που θα οδηγήσουν σε αποτελεσματική αντιμετώπιση του κινδύνου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται κυρίως στα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης είναι στοιχεία περιβαλλοντικά, δηλαδή φυσικές και χημικές παράμετροι, ενώ δεν απουσιάζουν και τα κοινωνικο-οικονομικά στοιχεία που σχετίζονται άμεσα με τα περιβαλλοντικά στοιχεία. . Εκτός από προηγμένες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων, όπως απομακρυσμένοι αισθητήρες και δειγματοληψίες ρυπαντών, τα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης ενσωματώνουν και τους κοινωνικο-οικονομικής φύσης δείκτες, όπως η αύξηση του πληθυσμού, οι τάσεις της αγοράς, υγειονομικοί δείκτες, η βιωσιμότητα της αγροτικής και βιομηχανικής παραγωγικής διαδικασίας κ.α.

Η φύση των δεδομένων αυτών, η μέθοδος συλλογής τους και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι σε άμεση συσχέτιση με το αντικείμενο που μελετάται και έτσι δημιουργείται το τελικό Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης. Η δημιουργία τέτοιων Συστημάτων είναι αρκετά υψηλού κόστους, απαιτεί πολλές εργατοώρες καθώς και δέσμευση ανθρώπινων και χρηματικών πόρων με παράλληλη θεσμική υποστήριξη. Τα Συστήματα που είναι πιο ευαίσθητα και έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν πολλαπλές παραμέτρους είναι αρκετά πιο ακριβά, τόσο στη δημιουργία όσο και στη συντήρησή τους.

Οι περισσότεροι αισθητήρες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός κεντρικού Συστήματος Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων (System Control and Data Acquisition/ SCADA) ώστε να λειτουργούν αυτοματοποιημένα και να μεταφέρουν τη πληροφορία σε πραγματικό χρόνο. Η συλλογή δεδομένων βάσει του συστήματος SCADA είναι αυτή που επιτρέπει τον χειρισμό μεγάλου όγκου δεδομένων στα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης. Επειδή ακριβώς ο όγκος των δεδομένων που συλλέγονται είναι πολύ μεγάλος, χρησιμοποιούνται επίσης και συστήματα επικύρωσης των δεδομένων αυτών (Quality Assurance/Quality Control) ώστε να εξασφαλίσουν ότι μετά την επεξεργασία των δεδομένων θα προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα. Για να είναι αποτελεσματική η εφαρμογή ενός Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης καθοριστικό ρόλο παίζει η

κατάλληλη προσέγγιση που θα πρέπει να ακολουθηθεί όσον αφορά την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων που συλλέγονται.





https://www.google.com/search?rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&tbm=isch&sxsrf=ACYBGNQrdYweUw-1CZpAAJ-rp0bcELOAEA:1567960433214&q=ict+system+ews&chips=q:ict+system+ews,online_chips:early+warning+systems&sa=X&ved=0ahUKEwja15Ll08HkAhUFKuwKHeYZCIMQ4lYIKygA&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgdii=r5Bt3Ep2DBGFKM:&imgrc=iYBF8OsbR-5hhM:

? https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1080/09662839.2017.1394845

Στις διαφορετικές περιοχές του πλανήτη, τα Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης βρίσκουν και διαφορετικό βαθμό και τρόπο εφαρμογής. Για παράδειγμα, στην αφρικανική ήπειρο χρησιμοποιούνται για τη παρακολούθηση και μελέτη των καταστροφικών φαινομένων που προκύπτουν ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής. Στην Ασία, έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος και πλέον πιο ολοκληρωμένα και εύκολα στη χρήση τους Συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για μετεωρολογικούς σκοπούς. Στην αμερικάνικη ήπειρο, χρησιμοποιούνται κυρίως για πρόβλεψη καταστροφικών φυσικών φαινομένων και τέλος, στην Ευρώπη, χρησιμοποιούνται τα πιο εξελιγμένα Συστήματα για τους ίδιους σκοπούς, τα οποία συνδυάζονται με χρήση τεχνολογιών όπως το διαδίκτυο και οι δορυφόροι ώστε να επιταχύνουν την ερμηνεία των δεδομένων και τον σχεδιασμό σε περίπτωση ανάγκης.

[Early Warning Systems: A Review, J. Quansah, B. Engel, G. Rochon, Journal of Terrestrial Observation, Volume 2, Issue 2, Spring 2010, Article 5, pages 24-40]

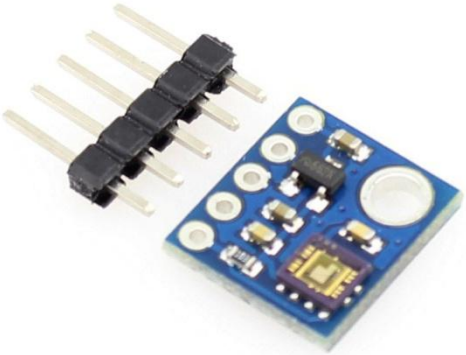
3.5.2 Εφαρμογή δικτύου αισθητήρων στη Βιομηχανία για την Ασφάλεια και την Υγεία των εργαζομένων – Διαδίκτυο Πραγμάτων (IoT)

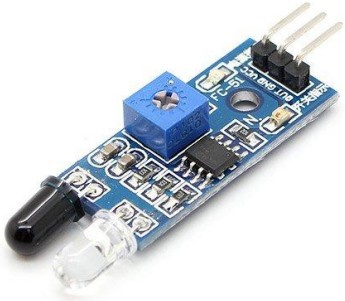
Στο τομέα της Βιομηχανίας ευρεία εφαρμογή βρίσκει η χρήση δικτύου αισθητήρων για να διασφαλιστεί η Ασφάλεια και η Υγεία των εργαζομένων. Οι αισθητήρες (ή μετατροπείς ή ανιχνευτές) είναι συσκευές που μετατρέπουν μια φυσική παράμετρο (input) σε ηλεκτρικό σήμα και στη συνέχεια το σήμα αυτό μετά από κατάλληλη επεξεργασία δίνει την επιθυμητή πληροφορία (output). Ειδικότερα, πολύ μεγάλη εφαρμογή έχουν οι ανιχνευτές αερίων (χημικοί αισθητήρες) οι οποίοι μετρούν τη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα διάφορων ουσιών που βρίσκονται σε αέρια φάση (πτητικές οργανικές ουσίες/VOCs).

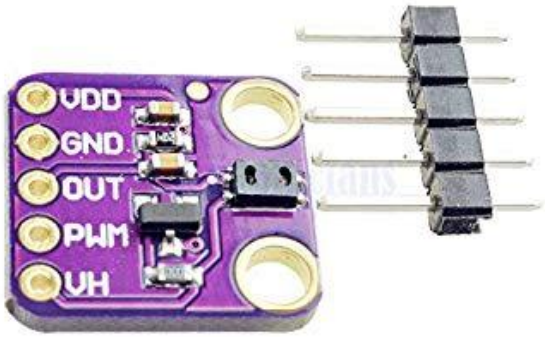
Κάποια βασικά χαρακτηριστικά είδη χημικών αισθητήρων είναι τα παρακάτω:

- Ηλεκτροχημικοί αισθητήρες (Electrochemical sensors/EC)
- Οπτικοί αισθητήρες (UV)
- Υπέρυθροι αισθητήρες (Infra-Red)
- Αισθητήρες οξειδίων μετάλλων (MOx)
- Αισθητήρες φλόγας ιονισμού (FID)

Honeywell
0.0
XNX
Universal Transmitter
Honeywell






VDD
GND
OUT
PWM
VH

Η εφαρμογή του δικτύου των αισθητήρων βασίζεται στην έννοια της χημικής ανάλυσης πεδίου (field chemical analysis) η οποία είναι η τεχνική της μέτρησης στο χρόνο της μεταβολής του είδους των χημικών ουσιών και της μεταβολής της συγκέντρωσής του σε έναν ανοιχτό χώρο (field) όπου λαμβάνει χώρα ένα φυσικό ή χημικό φαινόμενο συναρτήσει του χρόνου. Η μέτρηση μπορεί να γίνεται είτε επιτόπου (in situ/on site) και να διεκπεραιώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα είτε να είναι άμεση και συνεχής (on-line) όπου παρέχονται συνεχώς ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες κατά τη διάρκεια του φαινομένου.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιτρέψει την εφαρμογή ασύρματων δικτύων αισθητήρων (wireless network of sensors) όπου παρακολουθείται συνεχώς η ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Αυτά τα δίκτυα προτιμώνται γιατί είναι μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα, γρήγορα και χωρίς μεγάλο κόστος, είναι εύκολο να βαθμονομηθούν και να συντηρηθούν και γενικά παρέχουν με ασφάλεια την απαραίτητη πληροφορία. Αυτοί είναι και οι λόγοι που τέτοια συστήματα αισθητήρων αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης για τα οποία έγινε λόγος στη προηγούμενη παράγραφο.

Σε αυτά τα πλαίσια, τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη του «Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things/IoT)» βρίσκει επίσης εφαρμογή στο κομμάτι της Ασφάλειας των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ουσιαστικά πρόκειται για συνδεδεμένες συσκευές (οποιουδήποτε είδους) που είναι εξοπλισμένες με τη τελευταία λέξη της τεχνολογίας, γεγονός που τους επιτρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορία η οποία είναι ορατή και στο αρμόδιο ανθρώπινο δυναμικό. Η τεχνολογία αυτή σε επίπεδο εφαρμογής στη βιομηχανία επιτυγχάνει τη βέλτιστη παρακολούθηση των διαφόρων φυσικών και χημικών παραμέτρων και δίνει τη δυνατότητα άμεσης ανταπόκρισης και επέμβασης των αρμοδίων σε περίπτωση ανάγκης.

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36946966/danainfo.acppwiszgmk2n0u279qu76contentserver.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DInternet_of_Things.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191217%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191217T173826Z&X-Amz-Expires=3600&X-

Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=7a775e26c4070c03b0032186250b4ca8ea172cc6395e599c6521e9aa2d76e14c]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΒΑΜΕ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΝΤΑΓΜΕΝΗ ΣΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΣΕΒΕΖΟ ΛΟΓΩ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΥΠΟΥ WUI

Στο κεφάλαιο αυτό όπως μαρτυρά και ο τίτλος, αναπτύσσεται το σενάριο Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης σε μια βιομηχανική εγκατάσταση ενταγμένη στη συνθήκη ΣΕΒΕΖΟ λόγω εξάπλωσης πυρκαγιάς τύπου WUI.

Μια τέτοια βιομηχανική εγκατάσταση μπορεί να είναι μια εγκατάσταση πετρελαιοειδών για αυτό είναι απαραίτητο να εξεταστούν ορισμένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας τέτοιας εγκατάστασης με βάση κιόλας το πόσο επικίνδυνα μπορούν να καταστούν τα πετρελαιοειδή τόσο στην ανθρώπινη υγεία, όσο και για να προκληθεί ένα ΒΑΜΕ.

4.1 Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις Πετρελαιοειδών σε ζώνες μίξης δασών-οικισμών (WUI)

Στην ελληνική επικράτεια λειτουργούν 4 εγκαταστάσεις διύλισης και επεξεργασίας πετρελαιοειδών : στον Ασπρόπυργο, στην Ελευσίνα, στη Κόρινθο και στη Θεσσαλονίκη. Όλες βρίσκονται σε ζώνες μίξης δάσους – οικισμών και δύο από αυτές μάλιστα (Ασπρόπυργος, Ελευσίνα) βρίσκονται στη περιοχή της Δυτικής Αττικής. Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενα Κεφάλαια, ο κίνδυνος πρόκλησης Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης λόγω δασικής πυρκαγιάς είναι ιδιαίτερα αυξημένος. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις πετρελαιοειδών περιέχουν τόνους καυσίμων τα οποία είναι πολύ εύφλεκτα και ότι η περιοχή της Δυτικής Αττικής απέχει περίπου 15 km από την Αθήνα, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως ένα τέτοιο ατύχημα μπορεί να προκαλέσει ανυπολόγιστες επιπτώσεις στην υγεία πολύ μεγάλης μερίδας του πληθυσμού καθώς και να προκαλέσει domino effect, δηλαδή καινούρια ατυχήματα σε άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

[https://www.iene.gr/articlefiles/m09%20-%20meleti%20final.pdf]

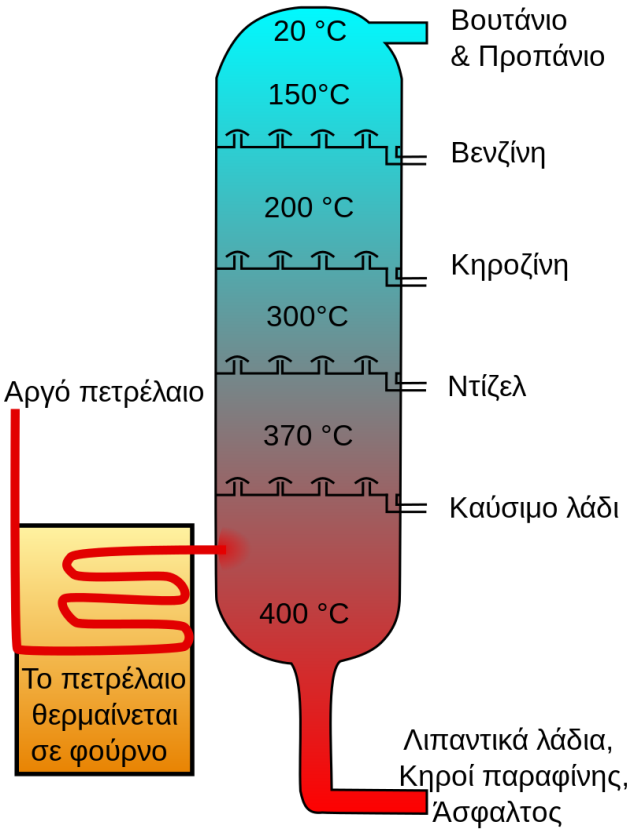
4.2 Γενικά χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων πετρελαιοειδών

Στις εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαιοειδών, το αργό πετρέλαιο το οποίο έχει εξορυχθεί, επεξεργάζεται και διυλίζεται σε διάφορα προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται ως καύσιμα ή λιπαντικά σε διαφόρων ειδών κινητήρες και ως πρώτες ύλες σε διάφορες διεργασίες μέσω των οποίων παράγονται προϊόντα όπως πλαστικά, απορρυπαντικά και άλλα.

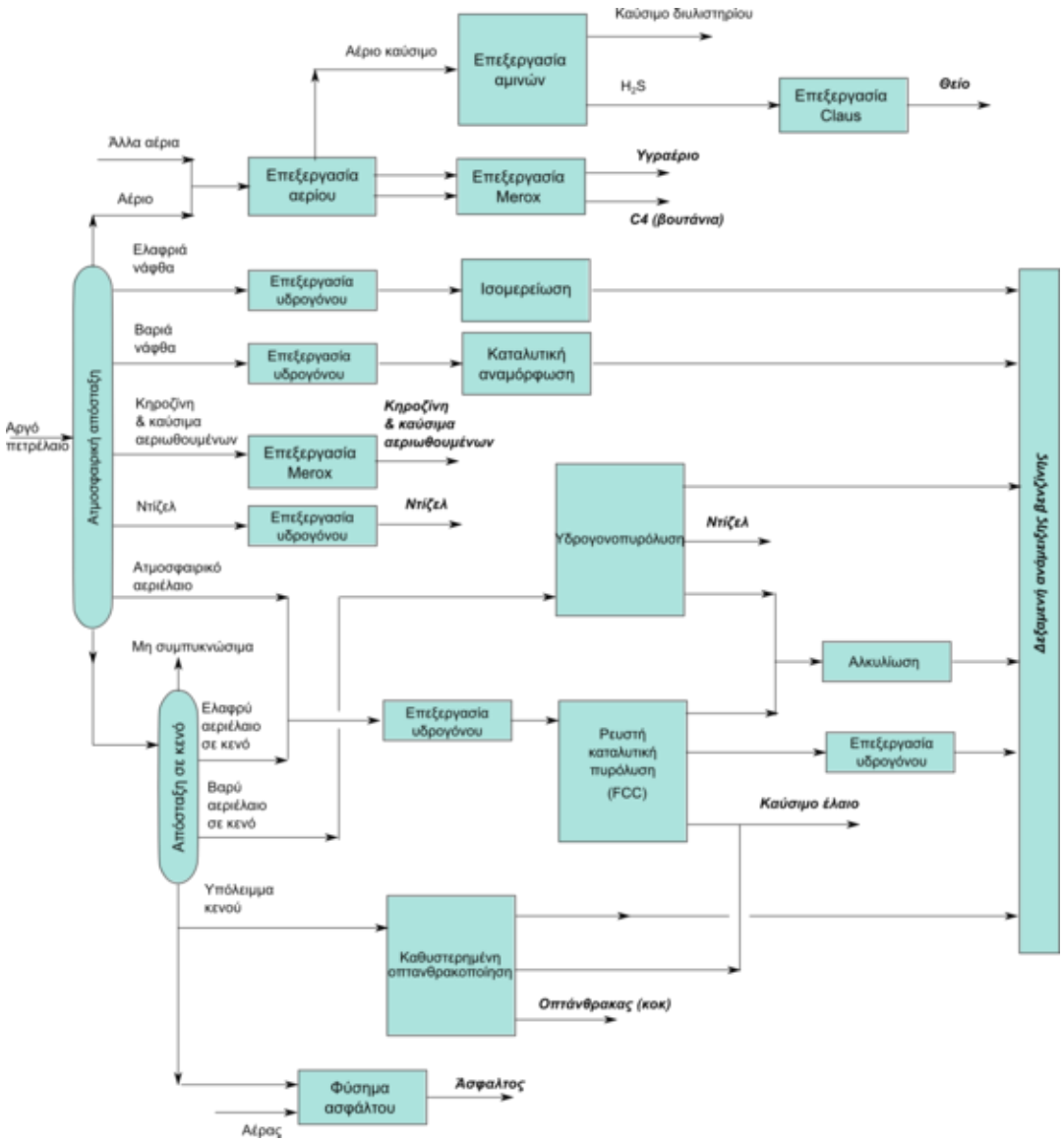
Το αργό πετρέλαιο διαχωρίζεται στα κλάσματά του μέσω της φυσικής διεργασίας της κλασματικής απόσταξης. Τα κλάσματα ομαδοποιούνται συνήθως σε τρεις κατηγορίες:

- Τα ελαφριά αποστάγματα (υγραέριο, βενζίνη, νάφθα)
- Τα μεσαία αποστάγματα (κηροζίνη, ντίζελ)
- Τα βαριά αποστάγματα και το υπόλειμμα (καύσιμο έλαιο, λιπαντικά έλαια, κερί παραφίνης, άσφαλτος)

Τα κλάσματα στη κορυφή της αποστακτικής στήλης έχουν χαμηλότερα σημεία βρασμού από τα κλάσματα του πυθμένα τα οποία συνήθως μέσω της διαδικασίας της πυρόλυσης μετατρέπονται σε ελαφρύτερα και πιο χρήσιμα προϊόντα. Σε κάθε περίπτωση, όλα τα κλάσματα επεξεργάζονται στη συνέχεια σε άλλες αποστακτικές μονάδες. Σχηματικά, η διαδικασία της κλασματικής απόσταξης δίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σε μια μονάδα επεξεργασίας αργού πετρελαίου λαμβάνουν χώρα και μια σειρά από πολλές ακόμα διεργασίες, οι οποίες χρησιμεύουν στην περαιτέρω επεξεργασία των κλασμάτων του αργού πετρελαίου. Ένα τυπικό διάγραμμα ροής μιας τέτοιας μονάδας είναι το παρακάτω:



4.2.1 Ταξινόμηση πετρελαιοειδών με βάση το σημείο ανάφλεξής τους

Τα πετρελαιοειδή σύμφωνα με το σημείο ανάφλεξης όπως προσδιορίζεται με τη μέθοδο του κλειστού δοχείου, ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Κατηγορία 0: Υγροποιημένα αέρια πετρελαίου.
- Κατηγορία I: Υγρά τα οποία έχουν σημείο ανάφλεξης κάτω από 21 ^{o}C.
- Κατηγορία II: Υγρά τα οποία έχουν σημείο ανάφλεξης από 21 ^{o}C μέχρι και 55 ^{o}C.
- Κατηγορία III: Υγρά τα οποία έχουν σημείο ανάφλεξης πάνω από 55° C μέχρι και 100 ^{o}C.
- Αταξινόμητα υγρά τα οποία έχουν σημείο ανάφλεξης πάνω από 100 ^{o}C.

Η κατηγορία ΙΙ και η κατηγορία ΙΙΙ μπορούν να υποδιαιρεθούν σύμφωνα με τις συνθήκες που διακινούνται τα πετρελαιοειδή που αφορούν τις περιπτώσεις που η θερμοκρασία του διακινουμένου πετρελαιοειδούς είναι μικρότερη από το σημείο ανάφλεξής του και τις περιπτώσεις που η θερμοκρασία του διακινουμένου πετρελαιοειδούς είναι ίση ή μεγαλύτερη από το σημείο ανάφλεξής του.

Σε περίπτωση που η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι αρκετά υψηλή, έτσι ώστε η θερμοκρασία του διακινουμένου πετρελαιοειδούς να ξεπερνά τους 21° C ή σε περίπτωση που το διακινούμενο πετρελαιοειδές θερμαίνεται τεχνητά, τότε τα πετρελαιοειδή που εμπίπτουν στην κατηγορία ΙΙ ή ΙΙΙ πρέπει να διακινούνται σαν να ανήκουν στην Κατηγορία Ι.

[προεδρικο διαταγμα 44/87]

4.2.2 Τοξικότητα αναθυμιάσεων πετρελαίου

Οι αναθυμιάσεις των πετρελαιοειδών είναι γενικά, άχρωμες και αόρατες. Έχουν οσμή, αλλά δεν είναι δυνατό να συμπεράνει κανείς, από την οσμή, κατά πόσο η συγκέντρωσή τους είναι μέσα στα όρια ανάφλεξης. Μικρές ποσότητες αναθυμιάσεων πετρελαιοειδών στον αέρα μπορούν να σχηματίσουν ένα εύφλεκτο μίγμα, που μπορεί να αναφλεγεί από μια φλόγα, θερμό στοιχείο, σπινθήρα ή άλλη εστία ανάφλεξης. Οι αναθυμιάσεις των διακινουμένων πετρελαιοειδών στις εγκαταστάσεις ή στα οχήματα, μέσα στα πλαίσια του κανονισμού αυτού, είναι βαρύτερες από τον αέρα. Σε περίπτωση διαρροής ή έκχυσης, οι αναθυμιάσεις θα κυλήσουν στην επιφάνεια του εδάφους ή διαμέσου οχετού αποστράγγισης και θα συγκεντρωθούν στο χαμηλότερο επίπεδο των γύρω χωρών. Σε ήρεμες συνθήκες αέρα, ο διασκορπισμός των συσσωρευμένων αναθυμιάσεων μπορεί να είναι αργός. Τα πετρελαιοειδή υγρά, που διακινούνται στις εγκαταστάσεις ή οχήματα, επιπλέουν στο νερό. Όταν συμβεί διαρροή ή έκχυση σε περιοχές που υπάρχει νερό, το προϊόν θα απλωθεί στην επιφάνεια του νερού. Εάν το προϊόν της διαρροής ή της έκχυσης πλησιάσει ένα οχετό ή ροή νερού, μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλη απόσταση και μέσα σε περιοχή που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο. Επειδή τα πετρελαιοειδή υγρά επιπλέουν στο νερό, η χρήση νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς μπορεί απλά και μόνο να απλώσει την πυρκαγιά.

Η αναθυμίαση από οποιαδήποτε προϊόν πετρελαίου σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί

να προκαλέσει νάρκωση και αναισθησία, όπως και ασφυξία αν η συγκέντρωση είναι αρκετά υψηλή ώστε να μειώσει την περιεκτικότητα του οξυγόνου, στον αέρα, κάτω από 18%. Οι αναθυμιάσεις των περισσοτέρων προϊόντων πετρελαίου σε χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης είναι ελαφρά αναισθητικές αν εισπνευσθούν. Η εισπνοή αέρος με υψηλές συγκεντρώσεις αναθυμιάσεων, θα έπρεπε να αποφεύγεται, καθώς και η εισπνοή αέρα με χαμηλές συγκεντρώσεις για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επειδή τα περισσότερα πετρελαιοειδή υγρά είναι διαλύτες λιπαρών, η επαφή με αυτά ελαττώνει τις φυσικές προστατευτικές ιδιότητες των λιπών του δέρματος και συνεπώς ενεργούν σαν ήπια δερματοερεθιστικά. Πρέπει να αποφεύγεται συνεχής ή επαναλαμβανόμενη επαφή τους με το δέρμα.

Πολλά προϊόντα, πετρελαίου περιέχουν πρόσθετα και τα οποία πρέπει να παίρνονται, ιδιαίτερες προφυλάξεις κατά τη διακίνησή τους, Τα πρόσθετα μπορεί να αλλάζουν από καιρό σε καιρό. Στην περίπτωση ενός νέου πρόσθετου, οι ιδιότητές του πρέπει να έχουν εξακριβωθεί προτού εκτεθεί το προσωπικό στο υγρό, ή τις αναθυμιάσεις τους, και πρέπει να δοθούν οδηγίες για τον τρόπο διακίνησής του. Στην περίπτωση πρόσθετου που χρησιμοποιείται για πρώτη φορά. Οι υποδείξεις του κατασκευαστή του πρόσθετου θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη.

[ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ: Αριθ. 34628/85 κεφ 1.2]

4.3 Ανάπτυξη Σεναρίων ΒΑΜΕ λόγω εξάπλωσης δασικής πυρκαγιάς σε εγκαταστάσεις πετρελαιοειδών

Πέρα από τις βιομηχανικές μονάδες παραγωγής και επεξεργασίας πετρελαιοειδών και άλλων προϊόντων, πολλές εταιρείες για λόγους που έχουν να κάνουν με την μεταφορά των προϊόντων αλλά και των πρώτων υλών από την εγκατάσταση παραγωγής μέχρι τον καταναλωτή, διατηρούν σταθμούς αποθήκευσής τους. Οι εγκαταστάσεις αυτές, παρόλο που δεν συμμετέχουν στη διαδικασία παραγωγής, εντούτοις βρίσκονται εκτός των αστικών κέντρων στις λεγόμενες Βιομηχανικές

Περιοχές. Πολλές από αυτές τις περιοχές όμως, όπως για παράδειγμα στη περίπτωση της Δυτικής Αττικής, ενδέχεται να συνορεύουν τόσο με κατοικημένες περιοχές όσο και με δασικές εκτάσεις, δηλαδή μιλάμε για ζώνες μίξης δάσους-κατοικιών (WUI).

Στο σενάριο που εξετάζει η παρούσα εργασία, έστω ότι μια εταιρεία η οποία θέλει να επιλέξει μια έκταση με τα παραπάνω χαρακτηριστικά στην οποία θα βρίσκεται μια δεξαμενή(ή και δεξαμενές) αποθήκευσης της πρώτης ύλης/προϊόντος της. Η εταιρεία αυτή πριν επιλέξει την έκταση που θα χρησιμοποιήσει για το σκοπό αυτό, καλείται να μελετήσει σενάρια ατυχημάτων και τις επιπτώσεις που μπορεί αυτά να έχουν στην ευρύτερη περιοχή, ώστε να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους για απώλεια ανθρώπινης ζωής αλλά και περιβαλλοντικής καταστροφής που ελλοχεύουν σε περίπτωση πυρκαγιάς που όπως είναι γνωστό εκδηλώνονται με αρκετά μεγάλη συχνότητα στον ελλαδικό χώρο, ιδιαίτερα πλησίον δασικών εκτάσεων.

Θα μελετηθεί λοιπόν αρχικά το σενάριο όπου στην εγκατάσταση βρίσκεται μια δεξαμενή αποθήκευσης και προκαλείται φυσικο-τεχνολογικό ατύχημα (NATECH) που προκαλείται από εκδήλωση πυρκαγιάς. Θα εξεταστούν τρεις περιπτώσεις χημικών/πετρελαιοειδών που έχουν ευρεία χρήση, όσον αφορά το περιεχόμενο της δεξαμενής:

1. Βενζίνη
2. Βουτάνιο
3. Προπάνιο

Βενζίνη

Αποθηκεύεται συνήθως σε υγρή μορφή, οπότε σύμφωνα με material safety data sheets διαφόρων εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον κλάδο των πετρελαιοειδών, αποθηκεύεται σε θερμοκρασία ανάμεσα στη περιοχή 6-80 ^{0}C. Για το σενάριο επιλέγεται θερμοκρασία αποθήκευσης τους 25 ^{0}C (κοντά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος) και σε ατμοσφαιρική πίεση (1 atm) για το λόγο ότι δεν απαιτείται επιπλέον δαπάνη ενέργειας για τη διατήρηση της θερμοκρασίας στη δεξαμενή.

[http://cepsa.ca/client/documents/benzene.pdf]

[https://www.nis.eu/en/wp-content/uploads/sites/3/2016/07/EN_SDS_Benzene__SDS-GHS-ANNEXII-CLP_2016311_10_NIS-a.d.-Novi-Sad___.pdf]

Βουτάνιο

Οι εταιρείες που κατασκευάζουν δεξαμενές αποθήκευσης βουτανίου αλλά και άλλων υδρογονανθράκων ακολουθούν διάφορα διεθνή πρότυπα για το σχεδιασμό των δεξαμενών όπως για παράδειγμα το πρότυπο ASME της Αμερικανικής Ένωσης Μηχανολόγων Μηχανικών. Η πίεση λειτουργίας κυμαίνεται από 6 έως 12 bar και η θερμοκρασία λειτουργίας από -5 έως 70 ^{0}C. Για το σενάριο της παρούσας εργασίας επιλέγεται πίεση 8 bar και θερμοκρασία λειτουργίας 25 ^{0}C.

[https://www.asme.org/] [http://www.butanegastank.com/]

Προπάνιο

Το εμπορικά διαθέσιμο «προπάνιο» ή αλλιώς «υγραέριο» (LPG) είναι ένα καύσιμο το οποίο δεν αποτελείται εξ ολοκλήρου από προπάνιο, αλλά το περιέχει σε πολύ μεγάλη περιεκτικότητα. Επειδή όμως το λογισμικό ALOHA δεν δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης πέρα από καθαρές χημικές ουσίες, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα θεωρηθεί ότι η δεξαμενή αποθήκευσης περιέχει καθαρό προπάνιο. Το προπάνιο είναι ένας υδρογονάνθρακας ο οποίος αποθηκεύεται σε υγρή μορφή και υπό πίεση καθώς σε αέρια μορφή καταλαμβάνει έως και 270 φορές περισσότερο χώρο. Η πίεση λειτουργίας κυμαίνεται από 0 έως 24,8 bar με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες να κυμαίνονται από -43 έως 50 ^{o}C. Για το σενάριο της παρούσας εργασίας επιλέγεται θερμοκρασία λειτουργίας 27 ^{o}C και πίεση λειτουργίας 9 bar.

[https://www.elgas.com.au/blog/2253-how-is-lpg-propane-stored-safe-storage]

Προδιαγραφές Ασφαλείας

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να σημειωθούν οι προδιαγραφές ασφαλείας, όσον αφορά τη χωροταξική διευθέτηση, που θα πρέπει να τηρούν οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης εύφλεκτων και εν γένει επικίνδυνων ρευστών (κυρίως πετρελαιοειδή). Οι προδιαγραφές αυτές καθορίζονται τόσο σε εθνικό επίπεδο με υπουργικές

αποφάσεις και διατάγματα αλλά και από οδηγίες διεθνών οργανισμών που έχουν ως αντικείμενο τη προάσπιση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων.

Γενικά δεν συνηθίζεται, στην πράξη να εμποδίζεται η διαφυγή των αερίων του πετρελαιοειδούς από τις συνήθεις δεξαμενές σταθερής οροφής, που περιέχουν πτητικά προϊόντα π.χ. πετρελαιοειδές κατηγορίας Ι κατά τη διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας της δεξαμενής ή κατά την πλήρωσή της. Οι δεξαμενές πρέπει να είναι έτσι τοποθετημένες ώστε, το αέριο, να διαχέεται στην ατμόσφαιρα σε συγκέντρωση πολύ χαμηλότερη από εκείνη του κατώτερου εύφλεκτου ορίου και προτού πλησιάσουν περιοχή, η οποία έχει προσδιοριστεί σαν μη επικίνδυνη. Επιπλέον πρέπει να δίνεται προσοχή στη διάταξη των δεξαμενών, επιδιώκοντας τη μέγιστη δυνατή απόσταση μεταξύ τους, κάτι που αφορά τη δυνατότητα προσέγγισής τους σε περίπτωση κατάσβεσης πυρκαγιάς.

Ένας πλήθος από μικρές δεξαμενές, διαμέτρου 10 μέτρων ή λιγότερα μπορούν να θεωρηθούν σαν μια δεξαμενή. Αυτές οι μικρές δεξαμενές μπορούν να τοποθετηθούν μαζί σε ομάδες, καμία όμως από αυτές δεν πρέπει να έχει αθροιστικά χωρητικότητα μεγαλύτερη από 8.000 m^3.

Τοποθέτηση και αποστάσεις για δεξαμενές σταθερής οροφής, υπέργειες που εναποθηκεύουν πετρελαιοειδή κατηγοριών Ι, ΙΙ και ΙΙΙ

Περιγραφή	**Επιτρεπόμενες Αποστάσεις**
Μεταξύ ομάδων μικρών δεξαμενών όπως αναφέρονται παραπάνω	15 μέτρα
Μεταξύ ομάδων μικρών δεξαμενών και οιασδήποτε άλλης δεξαμενής εκτός της ομάδας	15 μέτρα
Μεταξύ αυτοτελών δεξαμενών	(α) Για δεξαμενές με διάμετρο μικρότερη των 10 μέτρων. Το μισό της διαμέτρου της μεγαλύτερης ή η διάμετρος της μικρότερης, όπου είναι

	μεγαλύτερο. (β) Για δεξαμενές με διάμετρο μεγαλύτερη των 10 μέτρων. Το μισό της διαμέτρου της μεγαλύτερης δεξαμενής, αλλά σε καμιά περίπτωση μικρότερο των 10 μέτρων
Μεταξύ μιας δεξαμενής και του σημείου πλήρωσης (γεμιστήριο), υποστέγου πλήρωσης ή κτιρίου.	15 μέτρα
Μεταξύ μιας δεξαμενής και του εξωτερικού ορίου της εγκατάστασης και οιασδήποτε περιοχής που χαρακτηρίζεται μη επικίνδυνη ή κάποιας στατικής εστίας ανάφλεξης	15 μέτρα
Μεταξύ σημείου πλήρωσης (γεμιστήριου) και εξωτερικού ορίου της εγκατάστασης	15 μέτρα

Τοποθέτηση και αποστάσεις μεταξύ δεξαμενών με πλωτή οροφή όπου εναποθηκεύονται πετρελαιοειδή κατηγοριών I και II και III

Περιγραφή	**Επιτρεπόμενες Αποστάσεις**
Μεταξύ δύο δεξαμενών με πλωτή οροφή	15μ. για τις δεξαμενές που έχουν διάμετρο μικρότερη ή ίση με 45 μ., 20 μ. για τις δεξαμενές με διάμετρο μεγαλύτερη από 45μ. (Η διάμετρος της μεγαλύτερης δεξαμενής είναι εκείνο που καθορίζει την απόσταση)
Μεταξύ μιας δεξαμενής με πλωτή	Το μισό της διαμέτρου της

οροφή και μιας δεξαμενής με σταθερή οροφή	μεγαλύτερης δεξαμενής, αλλά σε καμιά περίπτωση λιγότερο από 10 μ.
Μεταξύ δεξαμενής με πλωτή οροφή και ενός σημείου πλήρωσης (γεμιστήριο), υπόστεγο πλήρωσης ή κτιρίου στο οποίο δεν υπάρχει πιθανή εστία ανάφλεξης	15 μέτρα
Μεταξύ δεξαμενής με πλωτή οροφή και εξωτερικού ορίου της εγκατάστασης, οιασδήποτε περιοχής που χαρακτηρίζεται μη επικίνδυνη ή κάποιας αμετακίνητης πηγής ανάφλεξης	15 μέτρα

Οι παραπάνω πίνακες αποτελούν κομμάτι του προεδρικού διατάγματος 44/87 και της ΥΑ 34628/85. Βέβαια παρεμφερή όρια αναφέρουν και διεθνείς οργανισμοί όπως ο HSE [http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/hsg176.pdf] που βασίζεται σε Αγγλικά και Αμερικανικά πρότυπα.

Σενάρια

Θα εξεταστούν 3 σενάρια για κάθε ένα από τα 3 -εύφλεκτα και μη- ρευστά που αναφέρθηκαν παραπάνω:

A. Διάρρηξη δεξαμενής λόγω θερμικής ακτινοβολίας που προκλήθηκε από πυρκαγιά σε παρακείμενη δασική έκταση (BLEVE)
B. Σχηματισμός λίμνης φωτιάς εξαιτίας οπής που δημιουργήθηκε στη δεξαμενή και οδήγησε στη διαρροή ρευστού
C. Εκροή αερίου (free jet) και δημιουργία γλώσσας φωτιάς ή έκρηξη αερίου νέφους σε περίπτωση εύφλεκτων ρευστών

4.3.1 Εκτίμηση κινδύνου με χρήση του λογισμικού ALOHA

Το λογισμικό ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) αποτελεί ένα εργαλείο μοντελοποίησης που βοηθά στον υπολογισμό των ορίων των Ζωνών Επικινδυνότητας σε περιπτώσεις Βιομηχανικών Ατυχημάτων που σχετίζονται με διαρροές επικίνδυνων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον χημικών ουσιών. Τα κύρια χαρακτηριστικά του λογισμικού είναι:

- Η δυνατότητα που παρέχει για προσομοιώσεις λεπτομερών σεναρίων ΒΑΜΕ, μαζί με αποτελέσματα για Ζώνες Επικινδυνότητας, επικινδυνότητα σε συγκεκριμένο σημείο γύρω από τη θέση του ατυχήματος και γραφήματα που δίνουν πληροφορίες για τη πηγή του ατυχήματος
- Υπολογίζει το ρυθμό διαρροής των χημικών από τις δεξαμενές και τις σωληνώσεις, καθώς και το ρυθμό με τον οποίο σχηματίζονται λίμνες περιμετρικά των δεξαμενών
- Μοντελοποιεί μια πληθώρα από σενάρια ΒΑΜΕ, όπως BLEVE, τοξικά αέρια νέφη, γλώσσες φωτιάς (jet fires), εκρήξεις αερίων νεφών, λίμνες φωτιάς κ.α.
- Η δυνατότητα απεικόνισης των Ζωνών Επικινδυνότητας σε εργαλεία όπως Google Maps και Google Earth, γεγονός που επιτρέπει τόσο την εκτίμηση κινδύνου για μια υφιστάμενη εγκατάσταση και τη γύρω περιοχή, όσο και την εκτίμηση κινδύνου σε αποφάσεις που αφορούν τις χρήσεις γης.

<u>Εκτέλεση Σεναρίων</u>

Στα αποτελέσματα των σεναρίων ατυχημάτων που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια οι υπολογισμοί των Ζωνών στο λογισμικό ALOHA, όσον αφορά πάντα τη θερμική ακτινοβολία, γίνονται λαμβάνοντας υπόψη ελάχιστα πιο αυστηρά όρια από τα προαναφερθέντα για τις τρεις πρώτες Ζώνες (10, 5 και 2 kW/m^2 αντίστοιχα). [«Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Ζιώμας Ι. & Κροκίδα Μ., σελ. 131-134, Αθήνα 2014]

<u>Βενζίνη</u>

Για τη βενζίνη επιλέγονται συνήθεις καιρικές συνθήκες όσον αφορά τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και την ένταση του ανέμου σε συνθήκες πυρκαγιάς (25°C και 10 m/s αντίστοιχα) και επίσης επιλέγονται κυλινδρική κάθετη δεξαμενή με τυπικές διαστάσεις, που απαντώνται στη βιομηχανία (Διάμετρος 30 m και Ύψος 15 m).

Βουτάνιο

Όπως και για τη βενζίνη, έτσι και για το βουτάνιο, επιλέγονται συνήθεις καιρικές συνθήκες όσον αφορά τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και την ένταση του ανέμου σε συνθήκες πυρκαγιάς (25°C και 10 m/s αντίστοιχα) και επίσης επιλέγεται σφαιρική δεξαμενή με τυπικές διαστάσεις, που απαντώνται στη βιομηχανία (Διάμετρος 15 m).

Προπάνιο

Για το προπάνιο επιλέγονται συνήθεις καιρικές συνθήκες όσον αφορά τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και την ένταση του ανέμου σε συνθήκες πυρκαγιάς (25°C και 10 m/s αντίστοιχα) και επίσης επιλέγονται κυλινδρική κάθετη δεξαμενή με τυπικές διαστάσεις, που απαντώνται στη βιομηχανία (Διάμετρος 30 m και Ύψος 15 m).

4.3.2 Προσδιορισμός ζωνών καταστροφής

Βενζίνη

- Σενάριο Α

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

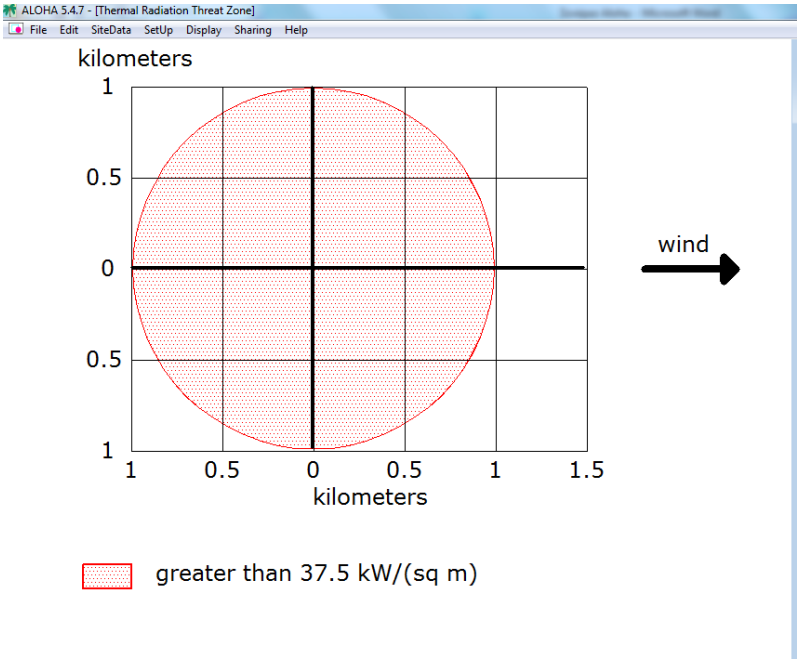
Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)

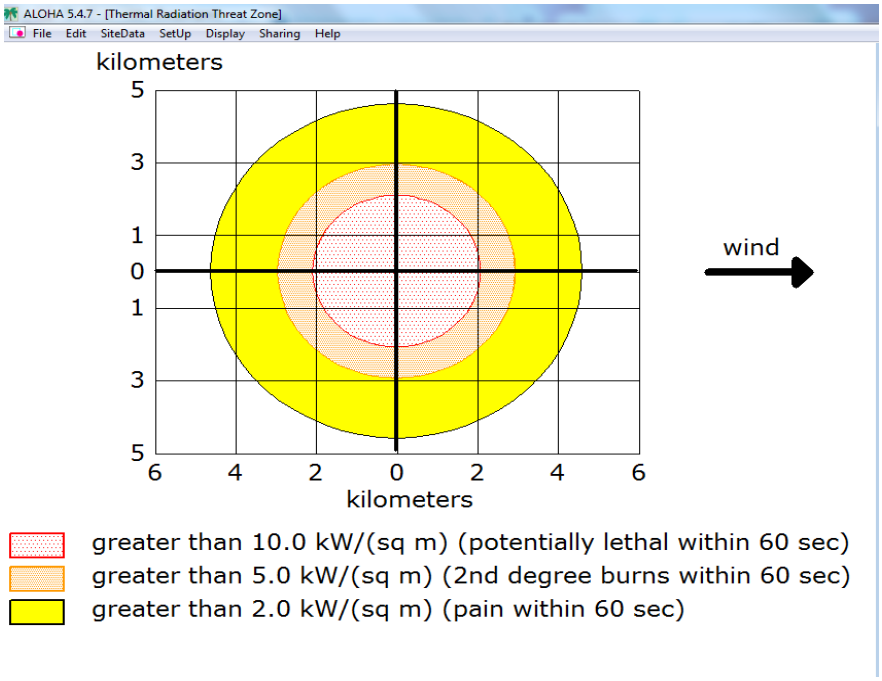
	Επιπτώσεις	Επιπτώσεις	
2.1 km	*2.9 km*	*4.6 km*	*0.9 km*

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BENZENE
  CAS Number: 71-43-2                    Molecular Weight: 78.11 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 52 ppm   AEGL-2 (60 min): 800 ppm   AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
  IDLH: 500 ppm      LEL: 12000 ppm      UEL: 80000 ppm
  Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
  Ambient Boiling Point: 80.1° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.12 atm
  Ambient Saturation Concentration: 124,747 ppm or 12.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in vertical cylindrical tank
  Tank Diameter: 30 meters               Tank Length: 15 meters
  Tank Volume: 10,603 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 4,630,212 kilograms
  Tank is 50% full
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
  Fireball Diameter: 967 meters          Burn Duration: 42 seconds

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
  Red    : 2.1 kilometers --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 2.9 kilometers --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 4.6 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```





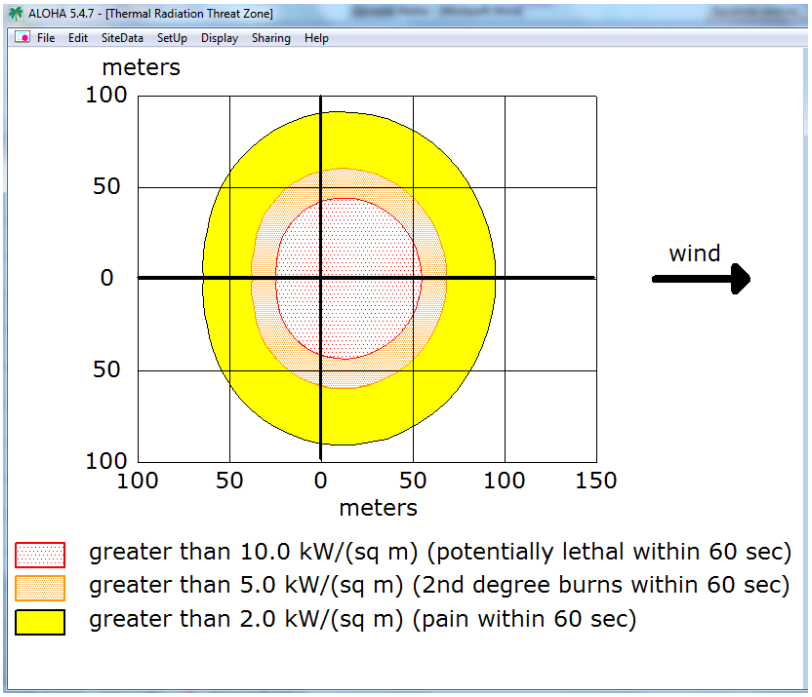
- <u>Σενάριο Β</u>

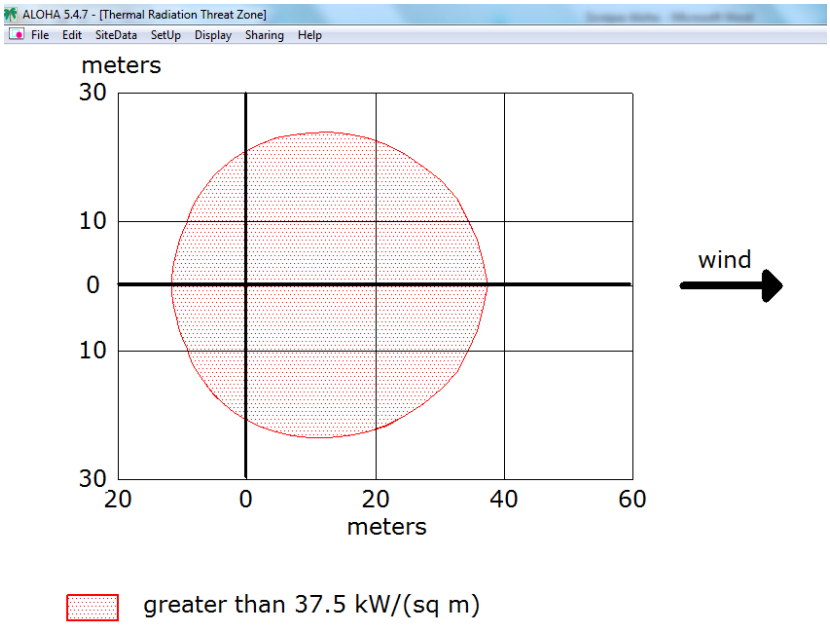
  Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)
55 m	*69 m*	*96 m*	*38 m*

Στο σενάριο αυτό, προκύπτει από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ότι το φαινόμενο διαρκεί πάνω από 1 ώρα, σημείο όπου και το λογισμικό ALOHA σταματάει τους υπολογισμούς, οπότε γίνεται η παραδοχή ότι στο χρονικό σημείο αυτό οι δυνάμεις καταστολής του φαινομένου έχουν καταφέρει να σταματήσουν τη διαρροή.

```
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File  Edit  SiteData  SetUp  Display  Sharing  Help
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BENZENE
  CAS Number: 71-43-2                    Molecular Weight: 78.11 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 52 ppm   AEGL-2 (60 min): 800 ppm   AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
  IDLH: 500 ppm      LEL: 12000 ppm      UEL: 80000 ppm
  Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
  Ambient Boiling Point: 80.1° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.12 atm
  Ambient Saturation Concentration: 124,747 ppm or 12.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in vertical cylindrical tank
  Flammable chemical is burning as it escapes from tank
  Tank Diameter: 30 meters               Tank Length: 15 meters
  Tank Volume: 10,603 cubic meters
  Tank contains liquid                   Internal Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 4,630,212 kilograms
  Tank is 50% full
  Circular Opening Diameter: 50 centimeters
  Opening is 4.50 meters from tank bottom
  Max Flame Length: 24 meters
  Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
  Max Burn Rate: 1,550 kilograms/min
  Total Amount Burned: 92,625 kilograms
  Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
  The puddle spread to a diameter of 20 meters.

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
  Red    : 55 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 69 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 96 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```





➢ Σενάριο C

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)
-	*78 m*	*98 m*	-

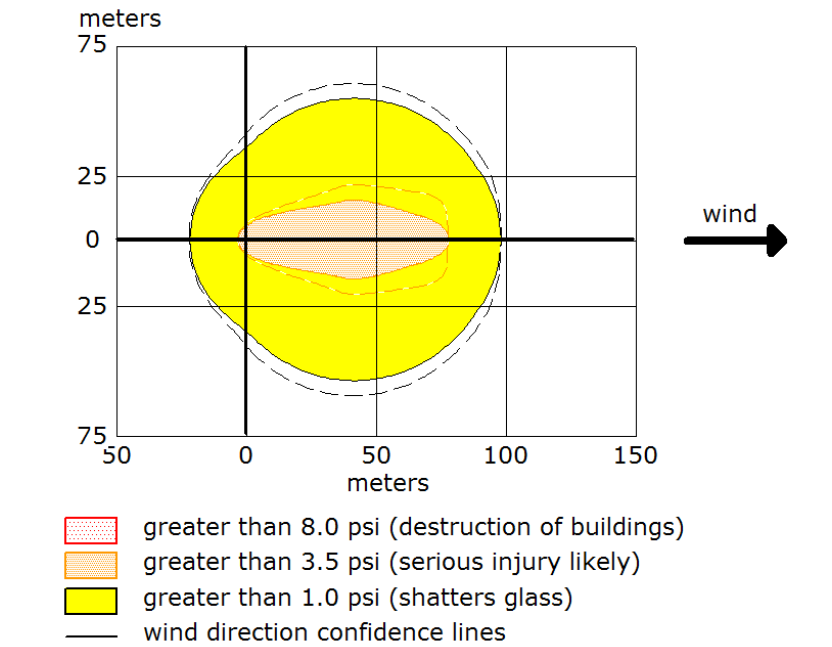
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BENZENE
  CAS Number: 71-43-2                    Molecular Weight: 78.11 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 52 ppm   AEGL-2 (60 min): 800 ppm   AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
  IDLH: 500 ppm      LEL: 12000 ppm      UEL: 80000 ppm
  Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
  Ambient Boiling Point: 80.1° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.12 atm
  Ambient Saturation Concentration: 124,747 ppm or 12.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Direct Source: 1000 kilograms          Source Height: 0
  Release Duration: 1 minute
  Release Rate: 16.7 kilograms/sec
  Total Amount Released: 1,000 kilograms

THREAT ZONE: (GAUSSIAN SELECTED)
  Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
  Type of Ignition: ignited by spark or flame
  Level of Congestion: congested
  Model Run: Gaussian
  Red    : LOC was never exceeded --- (8.0 psi = destruction of buildings)
  Orange: 78 meters --- (3.5 psi = serious injury likely)
  Yellow: 98 meters --- (1.0 psi = shatters glass)
```

ALOHA 5.4.7 - [Overpressure (Blast Force) Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help



Βουτάνιο

- <u>Σενάριο Α</u>

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
1.3 km	*1.9 km*	*3.0 km*	*654 m*

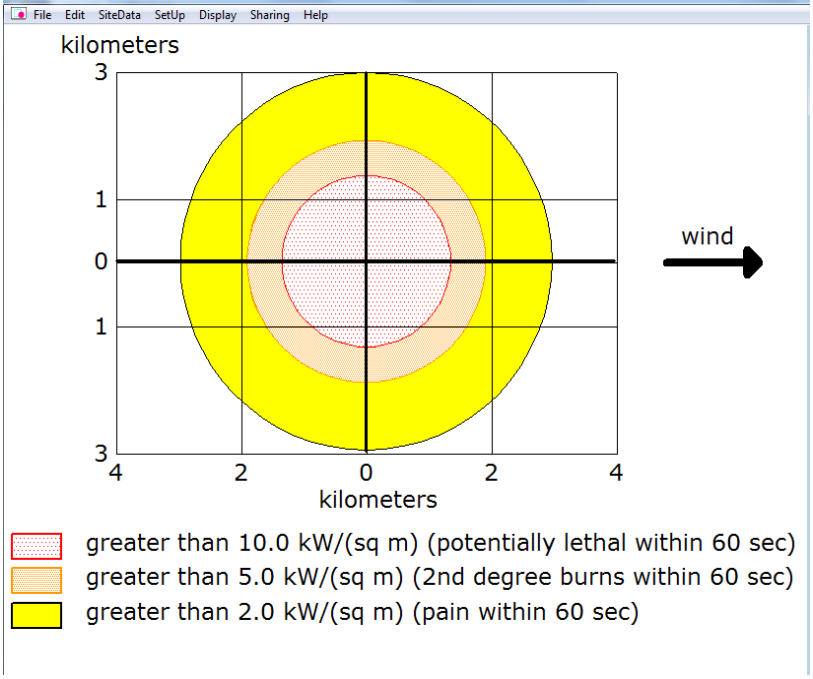
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

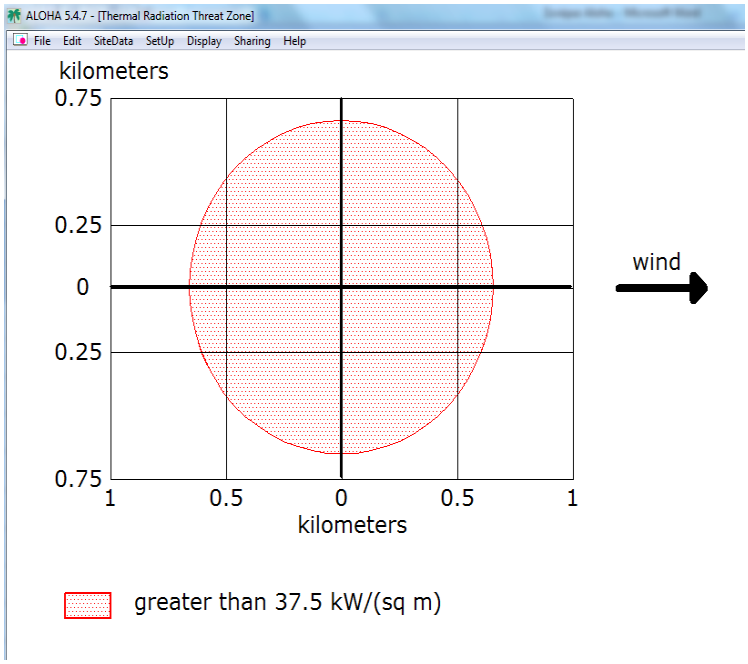
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BUTANE
  CAS Number: 106-97-8                    Molecular Weight: 58.12 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 53000 ppm
  LEL: 16000 ppm     UEL: 84000 ppm
  Ambient Boiling Point: -0.5° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country          Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                  Stability Class: D
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in spherical tank
  Tank Diameter: 15 meters                Tank Volume: 1,767 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 962,873 kilograms
  Tank is 95% full
  Internal Pressure at Failure: 8 atmospheres
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
  Fireball Diameter: 573 meters           Burn Duration: 28 seconds

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
  Red    : 1.3 kilometers --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 1.9 kilometers --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 3.0 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

ALOHA 5.4.7 - [Thermal Radiation Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help





➢ <u>Σενάριο Β</u>

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
351 m	*514 m*	*799 m*	*74 m*

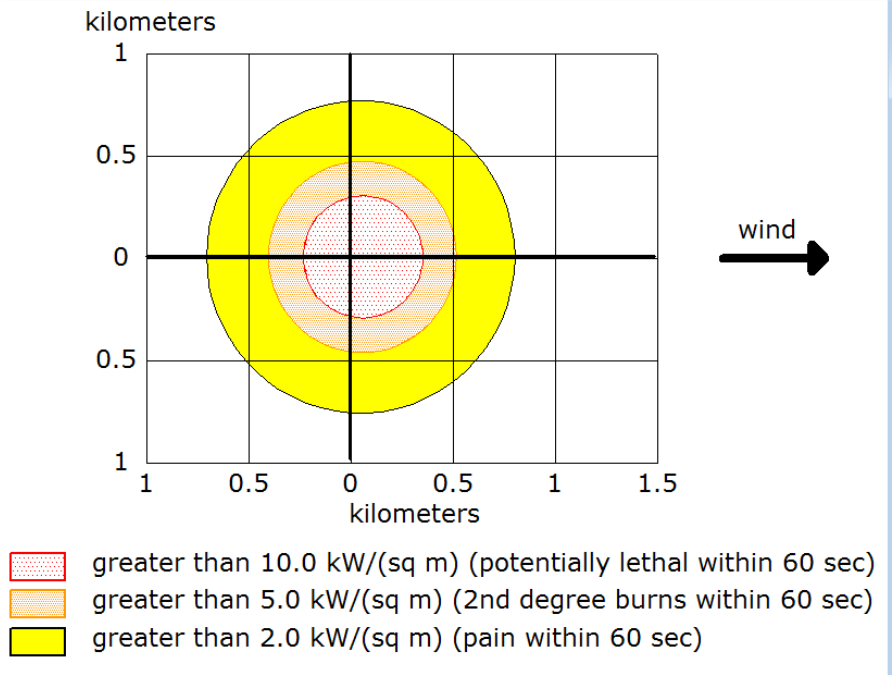
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

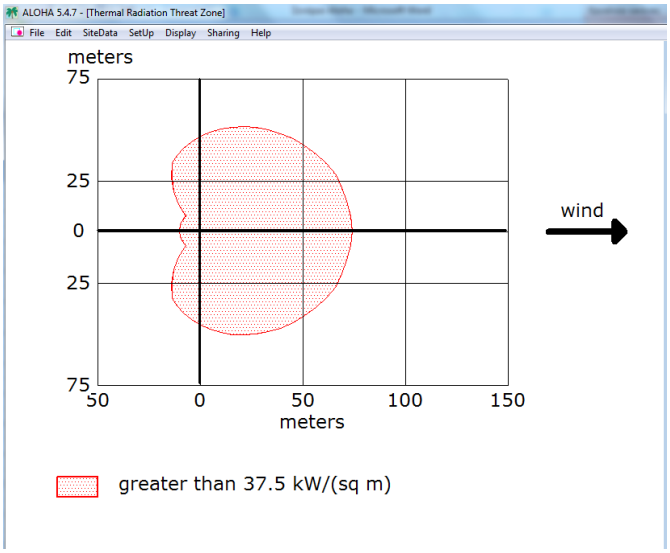
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BUTANE
  CAS Number: 106-97-8                    Molecular Weight: 58.12 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 53000 ppm
  LEL: 16000 ppm     UEL: 84000 ppm
  Ambient Boiling Point: -0.5° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country          Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                  Stability Class: D
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in spherical tank
  Flammable chemical is burning as it escapes from tank
  Tank Diameter: 15 meters                Tank Volume: 1,767 cubic meters
  Tank contains liquid                    Internal Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 962,873 kilograms
  Tank is 95% full
  Circular Opening Diameter: 50 centimeters
  Opening is 7.50 meters from tank bottom
  Max Flame Length: 297 meters            Burn Duration: 19 minutes
  Max Burn Rate: 101,000 kilograms/min
  Total Amount Burned: 911,520 kilograms
  Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
  Red    : 351 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 514 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 799 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

ALOHA 5.4.7 - [Thermal Radiation Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help





➢ <u>Σενάριο C</u>

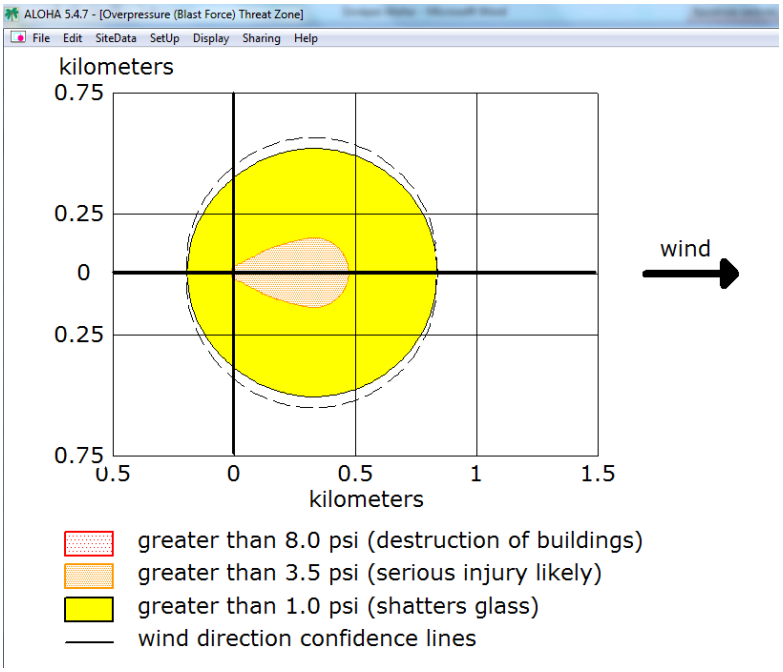
Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
-	*474 m*	*842 m*	-

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
  Time: August 1, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: BUTANE
  CAS Number: 106-97-8                    Molecular Weight: 58.12 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 53000 ppm
  LEL: 16000 ppm     UEL: 84000 ppm
  Ambient Boiling Point: -0.5° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country          Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                  Stability Class: D
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in spherical tank
  Flammable chemical escaping from tank (not burning)
  Tank Diameter: 15 meters                Tank Volume: 1,767 cubic meters
  Tank contains liquid                    Internal Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 962,873 kilograms
  Tank is 95% full
  Circular Opening Diameter: 50 centimeters
  Opening is 7.50 meters from tank bottom
  Release Duration: 19 minutes
  Max Average Sustained Release Rate: 98,900 kilograms/min
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 911,520 kilograms
  Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
  Type of Ignition: ignited by spark or flame
  Level of Congestion: congested
  Model Run: Heavy Gas
  Red    : LOC was never exceeded --- (8.0 psi = destruction of buildings)
  Orange: 474 meters --- (3.5 psi = serious injury likely)
  Yellow: 842 meters --- (1.0 psi = shatters glass)
```



Προπάνιο

➢ <u>Σενάριο Α</u>

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
1.5 km	*2.1 km*	*3.4 km*	*810 m*

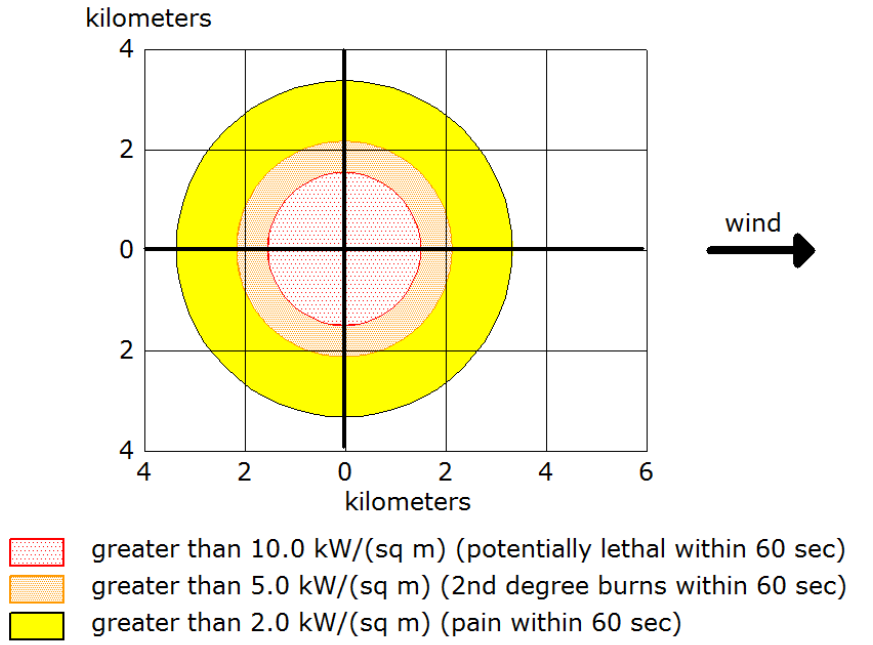
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

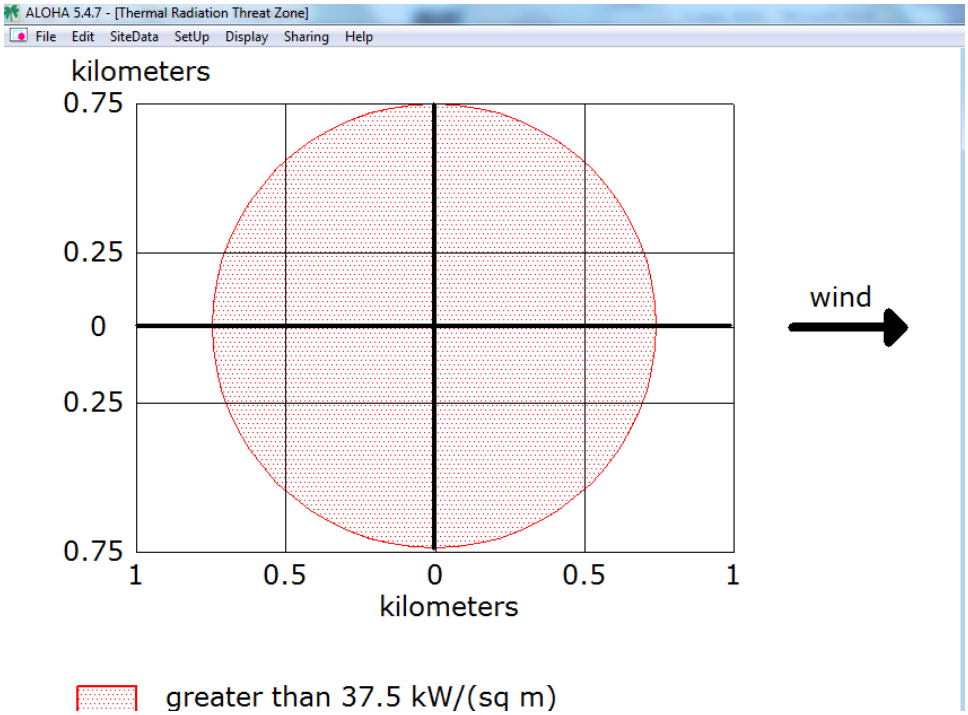
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: September 12, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: PROPANE
  CAS Number: 74-98-6                    Molecular Weight: 44.10 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
  IDLH: 2100 ppm     LEL: 21000 ppm      UEL: 95000 ppm
  Ambient Boiling Point: -42.0° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in spherical tank
  Tank Diameter: 18 meters               Tank Volume: 3,054 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 1,532 tons      Tank is 92% full
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
  Fireball Diameter: 647 meters          Burn Duration: 31 seconds

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
  Red    : 1.5 kilometers --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 2.1 kilometers --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 3.4 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

ALOHA 5.4.7 - [Thermal Radiation Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help





➢ <u>Σενάριο Β:</u>

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
467 m	*659 m*	*1.0 km*	*184 m*

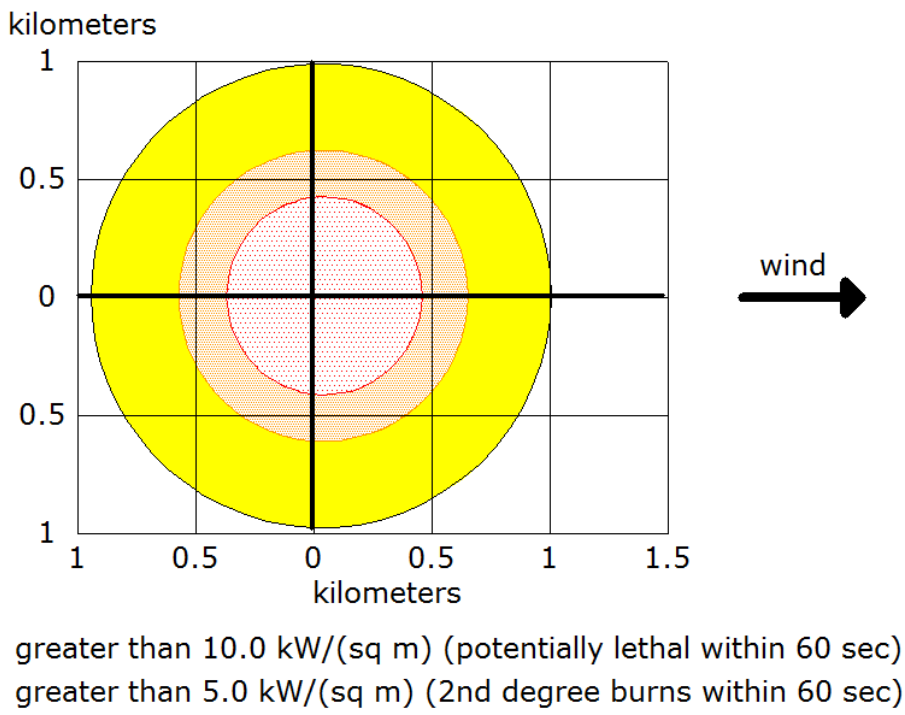
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

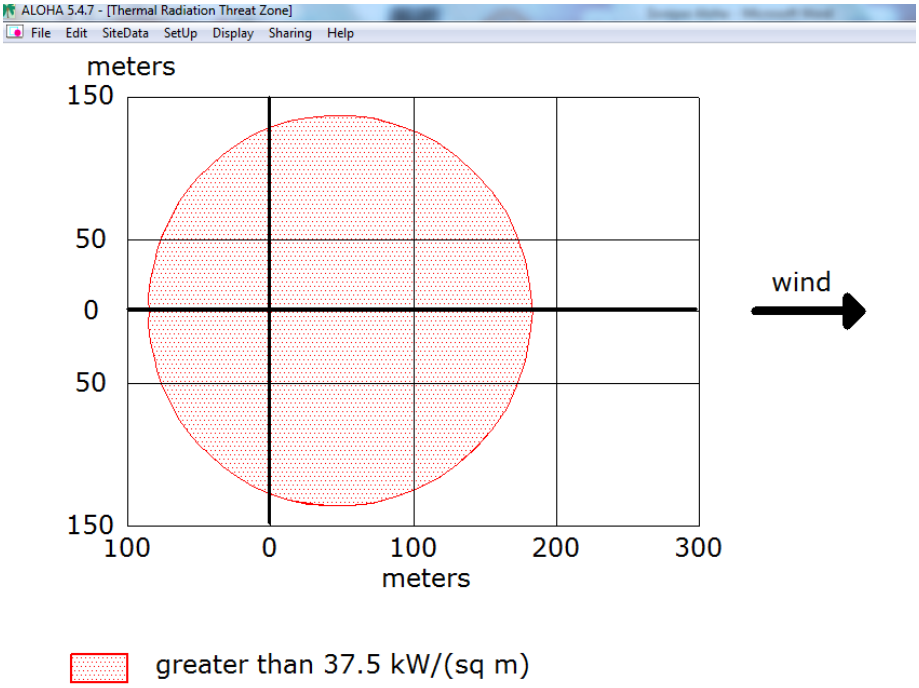
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
SITE DATA:
  Location: WEST ATTICA, GREECE
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered double storied)
  Time: September 12, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: PROPANE
  CAS Number: 74-98-6                    Molecular Weight: 44.10 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
  IDLH: 2100 ppm     LEL: 21000 ppm      UEL: 95000 ppm
  Ambient Boiling Point: -42.0° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in spherical tank
  Flammable chemical is burning as it escapes from tank
  Tank Diameter: 18 meters               Tank Volume: 3,054 cubic meters
  Tank contains liquid                   Internal Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 1,415 tons      Tank is 85% full
  Circular Opening Diameter: 50 centimeters
  Opening is 12.6 meters from tank bottom
  Max Flame Length: 289 meters           Burn Duration: 21 minutes
  Max Burn Rate: 209,000 kilograms/min
  Total Amount Burned: 1,189,531 kilograms
  Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
  Red    : 467 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 659 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 1.0 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

ALOHA 5.4.7 - [Thermal Radiation Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help





➢ <u>Σενάριο C</u>

Τα όρια των Ζωνών Επικινδυνότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού ALOHA παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη I **Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής**	**Ζώνη II** **Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις**	**Ζώνη III** **Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις**	**Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)**
-	*598 m*	*1.1 km*	-

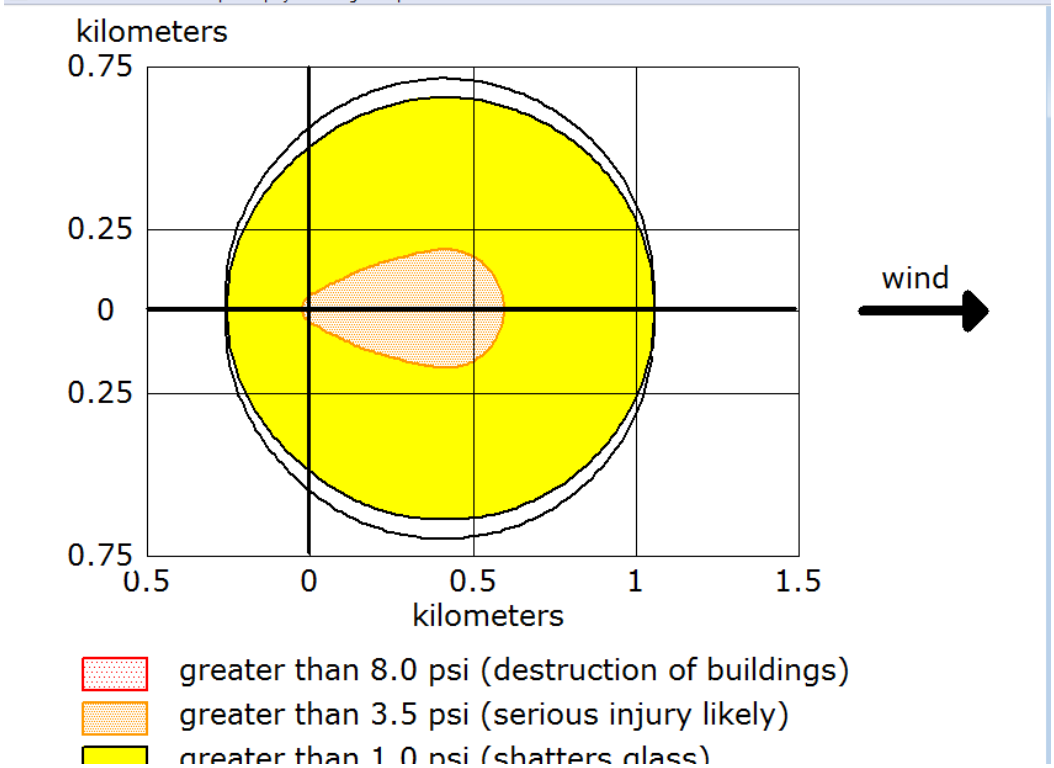
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

```
  Time: September 12, 2019  1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: PROPANE
  CAS Number: 74-98-6                    Molecular Weight: 44.10 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 5500 ppm   AEGL-2 (60 min): 17000 ppm   AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
  IDLH: 2100 ppm     LEL: 21000 ppm      UEL: 95000 ppm
  Ambient Boiling Point: -42.0° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 10 meters/second from N at 3 meters
  Ground Roughness: open country         Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 25° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 5%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in spherical tank
  Flammable chemical escaping from tank (not burning)
  Tank Diameter: 18 meters               Tank Volume: 3,054 cubic meters
  Tank contains liquid                   Internal Temperature: 25° C
  Chemical Mass in Tank: 1,415 tons      Tank is 85% full
  Circular Opening Diameter: 50 centimeters
  Opening is 12.6 meters from tank bottom
  Release Duration: 21 minutes
  Max Average Sustained Release Rate: 165,000 kilograms/min
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 1,189,531 kilograms
  Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
  Type of Ignition: ignited by spark or flame
  Level of Congestion: congested
  Model Run: Heavy Gas
  Red    : LOC was never exceeded --- (8.0 psi = destruction of buildings)
  Orange: 598 meters --- (3.5 psi = serious injury likely)
  Yellow: 1.1 kilometers --- (1.0 psi = shatters glass)
```

ALOHA 5.4.7 - [Overpressure (Blast Force) Threat Zone]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help



Συγκεντρωτική Παρουσίαση Αποτελεσμάτων – Σύγκριση

Βενζίνη

Σενάριο	Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)
BLEVE	*2.1 km*	*2.9 km*	*4.6 km*	*0.9 km*
Λίμνη Φωτιάς	*55 m*	*69 m*	*96 m*	*38 m*
Έκρηξη Αερίου Νέφους	-	*78 m*	*98 m*	-

Βουτάνιο

Σενάριο	Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)
BLEVE	*1.3 km*	*1.9 km*	*3.0 km*	*654 m*
Jet Fire	*351 m*	*514 m*	*799 m*	*74 m*
Έκρηξη Αερίου Νέφους	-	*474 m*	*842 m*	-

Προπάνιο

Σενάριο	Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού-Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού-Μέτριες Επιπτώσεις	Ζώνη Πολλαπλασιαστικών Φαινομένων (Domino)
BLEVE	*1.5 km*	*2.1 km*	*3.4 km*	*810 m*
Jet Fire	*467 m*	*659 m*	*1.0 km*	*184 m*
Έκρηξη Αερίου Νέφους	**-**	*598 m*	*1.1 km*	**-**

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, διαπιστώνεται ότι στις ίδιες συνθήκες αποθήκευσης, οι επιπτώσεις ενός φαινομένου BLEVE είναι αρκετά δυσμενέστερες αν το ρευστό που αποθηκεύεται είναι η βενζίνη σε σύγκριση με το βουτάνιο. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει καθώς τα όρια για όλες τις ζώνες επικινδυνότητας είναι σαφώς μεγαλύτερα στη περίπτωση της βενζίνης. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο και βάσει των τιμών που προκύπτουν, εξάγεται επίσης το συμπέρασμα ότι οι επιπτώσεις και στις δύο περιπτώσεις δεν περιορίζονται στα στενά όρια της εγκατάστασης αλλά επεκτείνονται και στη παρακείμενη περιοχή.

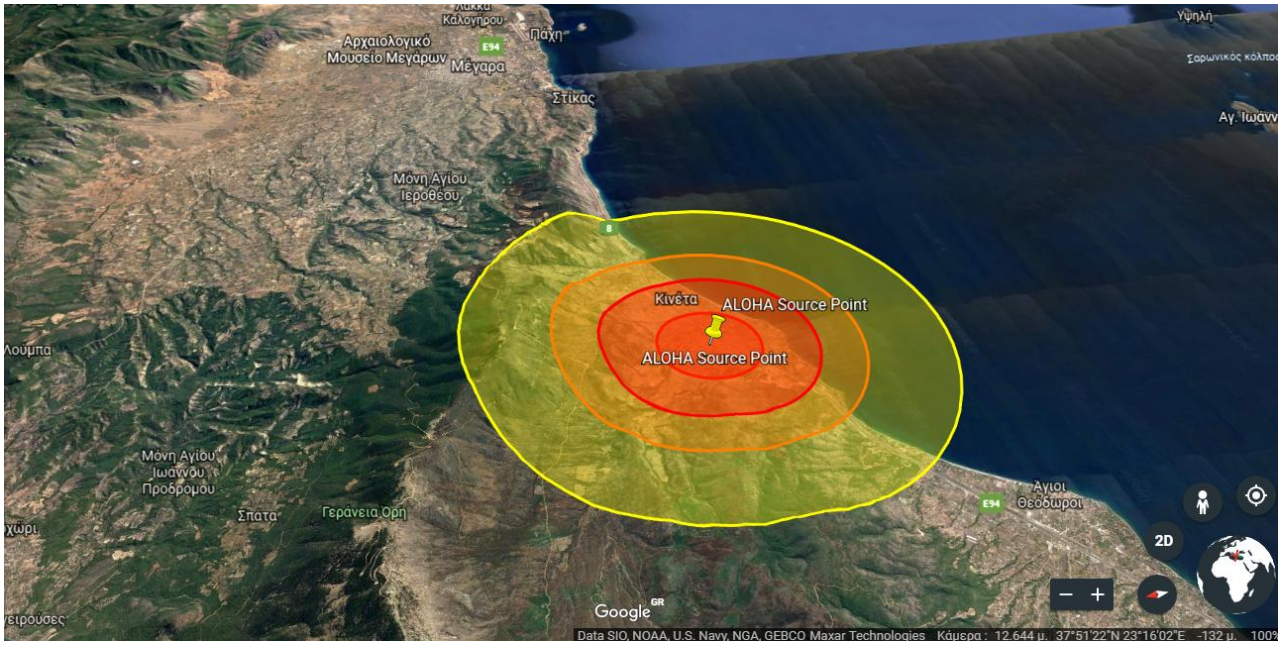
Η σύγκριση του φαινομένου σχηματισμού λίμνης φωτιάς στη περίπτωση της βενζίνης και του φαινομένου jet fire στη περίπτωση του βουτανίου και του προπανίου είναι αρκετά αδόκιμη καθώς πρόκειται για φαινόμενα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Οι τιμές για τις ζώνες επικινδυνότητας που προκύπτουν δίνουν παραπλήσια αποτελέσματα, αν συγκρίνουμε το προπάνιο με το βουτάνιο. Αξίζει όμως να σημειωθεί πως και τα δύο φαινόμενα βάσει των τιμών που προέκυψαν ότι οι επιπτώσεις περιορίζονται στα χωροταξικά όρια της εγκατάστασης και μάλιστα στη περίπτωση του σχηματισμού λίμνης φωτιάς από

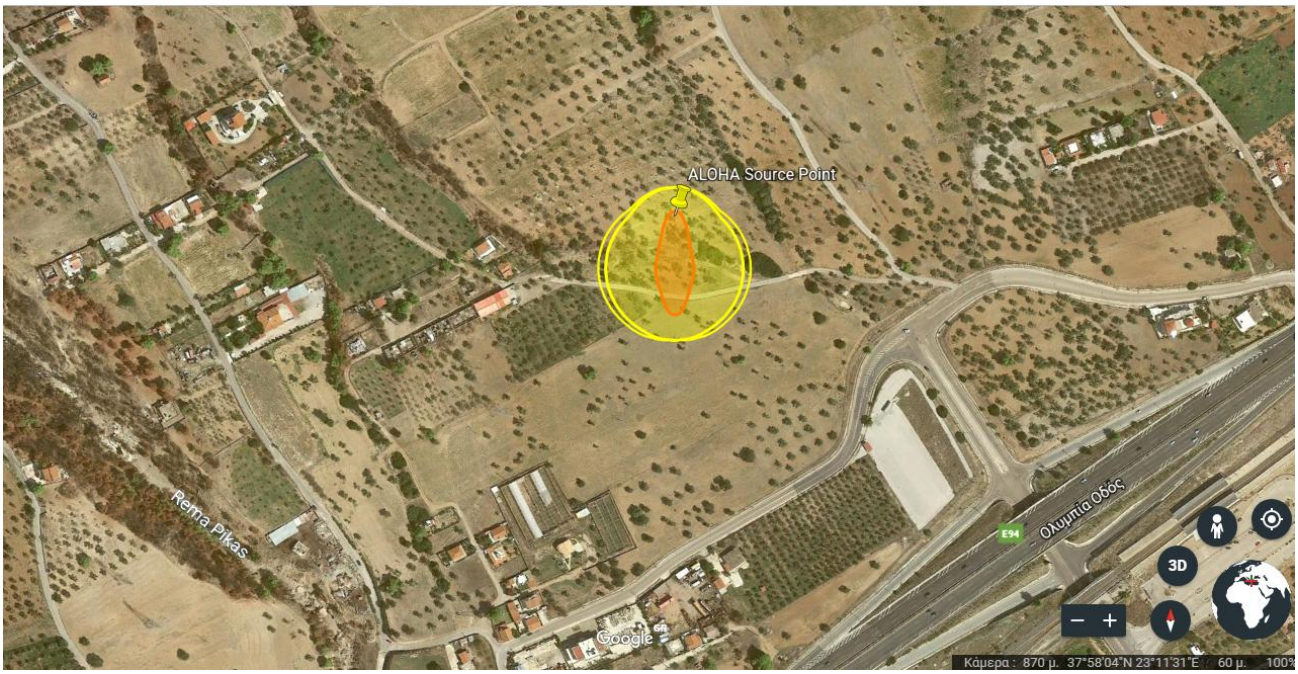
διαρροή σε δεξαμενή βενζίνης περιορίζονται σε ακτίνα μικρότερη από 100 m από τη θέση της δεξαμενής.

Στη περίπτωση που υπάρξει έκρηξη αερίου νέφους, διαπιστώνεται πως οι επιπτώσεις του φαινομένου επεκτείνονται σε μεγαλύτερη περιοχή στη περίπτωση του βουτανίου και σε σημαντικά μικρότερη περιοχή στη περίπτωση της βενζίνης. Ενδιάμεσα τοποθετούνται οι τιμές για το βουτάνιο. Σημειώνεται πως για αυτό το φαινόμενο, οι ζώνες επικινδυνότητας δεν υπολογίζεται βάζει φορτίων θερμικής ακτινοβολίας όπως στις προηγούμενες περιπτώσεις, αλλά από τις πιέσεις του ωστικού κύματος κατά την έκρηξη. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν καθίσταται εφικτό να υπολογιστούν οι τιμές για τη ζώνη πολλαπλασιαστικών φαινομένων.

Απεικόνιση σε Google Earth

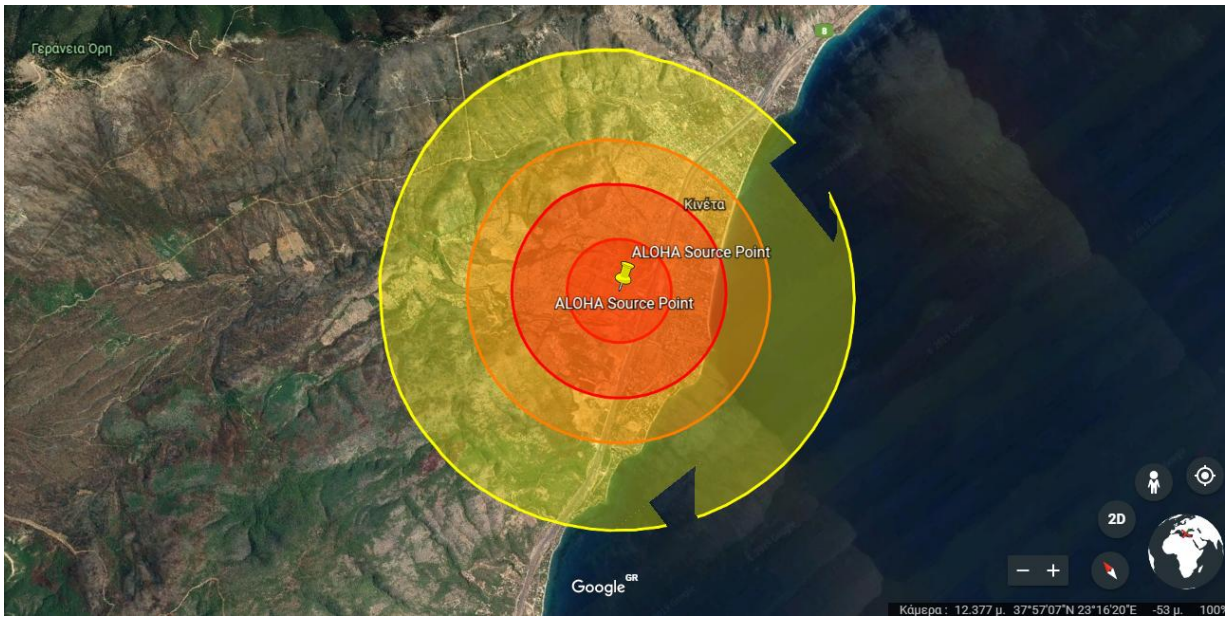
Βενζίνη

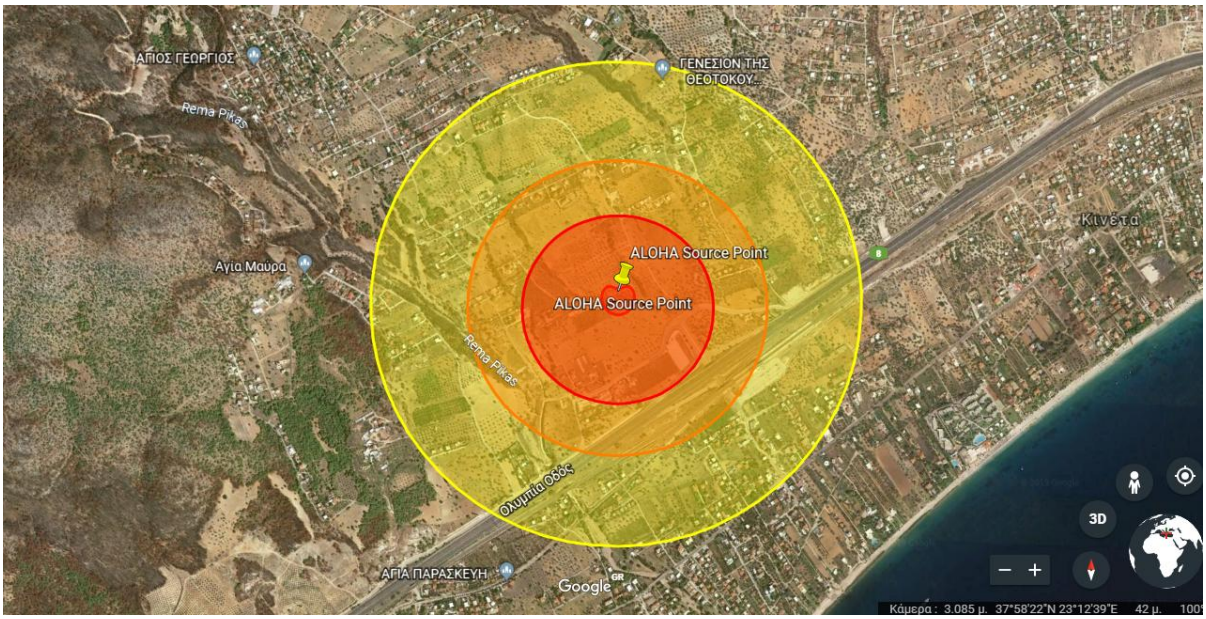



ALOHA Source Point
Rema Pikas
E94
Ολυμπία Οδός
3D
Google
Κάμερα : 870 μ. 37°58'04"N 23°11'31"E 60 μ. 100%

ALOHA Source Point
ALOHA Source Point
Rema Pikas
E94
Ολυμπία Οδός
3D
Google
Κάμερα : 1.292 μ. 37°58'00"N 23°11'56"E 30 μ. 100%

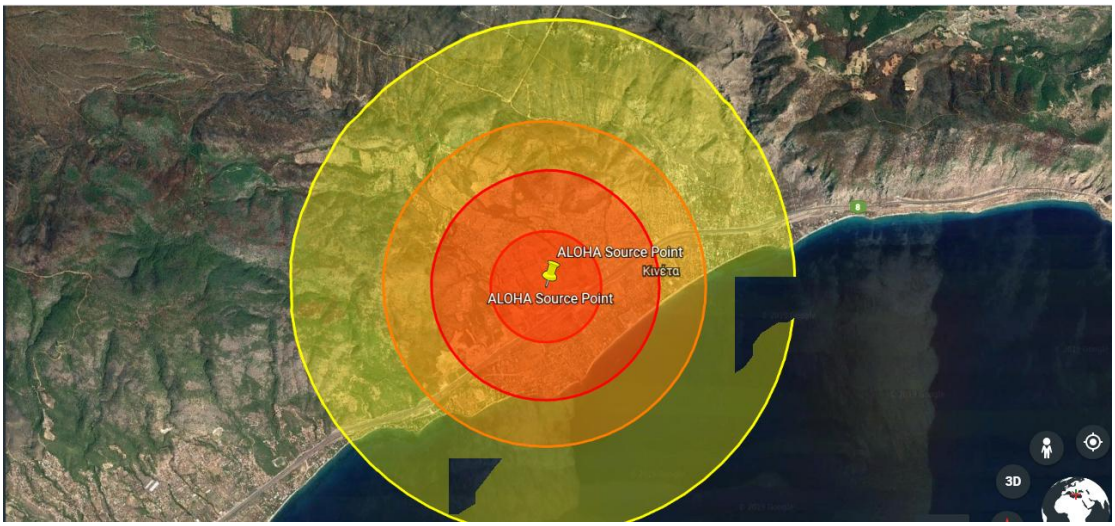
Βουτάνιο

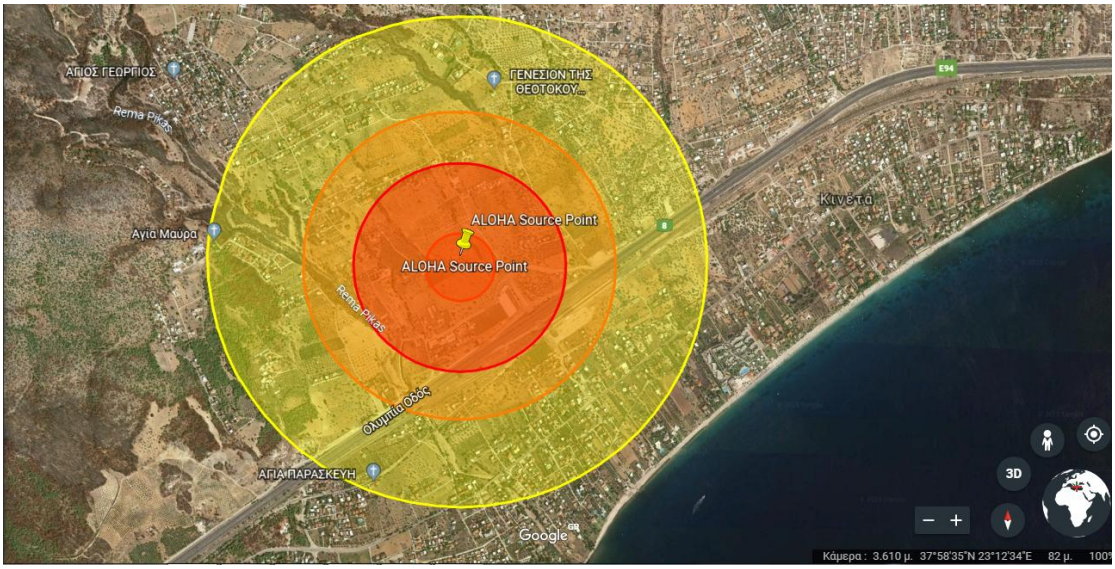

Γεράνεια Όρη
Κινέτα
ALOHA Source Point
ALOHA Source Point
2D
Google
Κάμερα : 12.377 μ. 37°57'07"N 23°16'20"E -53 μ.

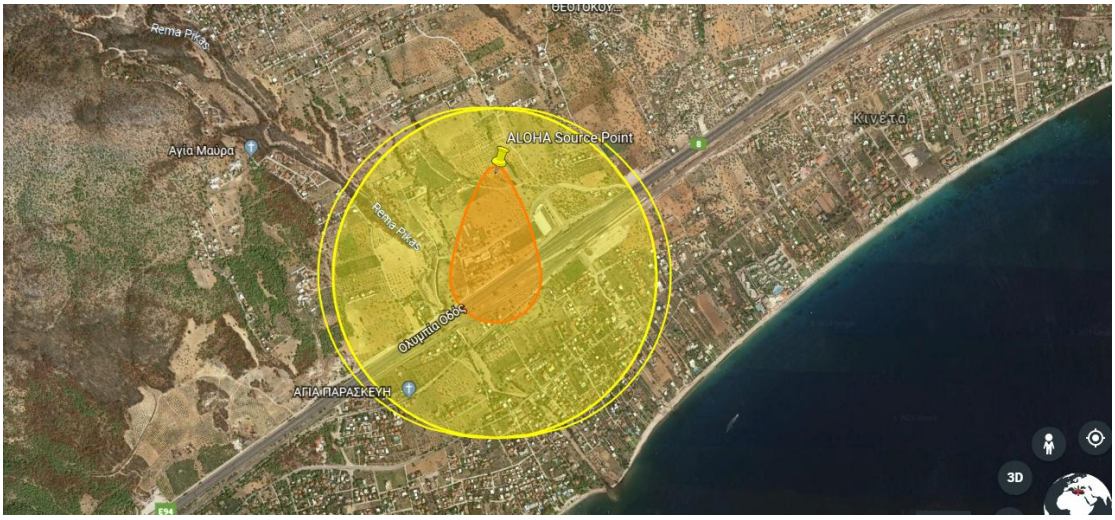

ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Rema Pikas
ΓΕΝΕΣΙΟΝ ΤΗΣ ΘΕΟΤΟΚΟΥ...
Κινέτα
Αγία Μαύρα
ALOHA Source Point
ALOHA Source Point
Rema Pikas
Ολυμπία Οδός
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
3D
Google
Κάμερα : 3.085 μ. 37°58'22"N 23°12'39"E 42 μ.

ALOHA Source Point
Κινέτα
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
E94
3D

Προπάνιο


ALOHA Source Point
Κινέτα
ALOHA Source Point
3D





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα για την εκτίμηση βιομηχανικού κινδύνου σε περίπτωση πυρκαγιάς τύπου WUI στην περιοχή της Δυτικής Αττικής

5.2 Προτάσεις για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των πιθανών επιπτώσεων με στόχο την επικαιροποίηση των υφιστάμενων ΣΑΤΑΜΕ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ