



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΟΔΟΜΙΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Μαρία Αγαθοκλέους

Λεμεσός, Ιανουάριος 2021

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΟΔΟΜΙΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

της

Μαρία Αγαθοκλέους

Λεμεσός, Ιανουάριος 2021

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Παρουσιάστηκε από

Μαρία Αγαθοκλέους

Επιβλέπων καθηγητής: Καθ. Διόφαντος Γλ. Χατζημιτσής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Ιανουάριος 2021

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μαρία Αγαθοκλέους, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Μηχανικής και Τεχνολογίας του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου μελέτης, ολοκληρώνεται άλλος ένας κύκλος γνώσεων, σκληρής δουλειάς και εμπειρίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους ήταν δίπλα μου σε αυτό το ταξίδι και με στήριξαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου μελέτης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Καθ. Διόφαντο Χατζημιτσή από το Τμήμα ΠΟΜΗΓΕ του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, για την πολύτιμη βοήθεια, γνώσεις, καθοδήγηση και στήριξη που μου παρείχε στη διάρκεια υλοποίησης της διπλωματικής μου μελέτης. Επιπλέον οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, που μου προσέφεραν ανεκτίμητη ψυχολογική υποστήριξη και ήταν δίπλα μου με κάθε τρόπο κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το φιλικό μου περιβάλλον και όσους πίστεψαν σε μένα από την πρώτη στιγμή και με ενθάρρυναν να συνεχίζω σε κάθε βήμα.

The author would like to thank the support of the Remote Sensing and Geo-Environment Lab at the Department of Civil Engineering and Geomatics of the Cyprus University of Technology and the ‘EXCELSIOR’ H2020 Teaming Project. The Remote Sensing and Geo-Environment Lab at the Department of Civil Engineering and Geomatics is on the way to be upgraded to ERATOSTHENES Centre of Excellence (ECoE) through ‘EXCELSIOR’ H 2020 Widespread Teaming project (www.excelsior2020.eu). Indeed, this MSc thesis is under the auspices of all the activities of the ‘ERATOSTHENES: Excellence Research Centre for Earth Surveillance and Space-Based Monitoring of the Environment’- ‘EXCELSIOR’ project that has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 857510 and from the Government of the Republic of Cyprus through the Directorate General for the European Programmes, Coordination and Development.



This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 857510.



This project has received funding from the Government of the Republic of Cyprus through the Directorate General of the European’s Programmes, Coordination and Development.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιομηχανική δραστηριότητα και οι σημαντικές αλλαγές που αυτή έφερε, σε τεχνολογικό επίπεδο αλλά και στον ρυθμό αστικοποίησης, συνοδεύτηκε από ατυχήματα μικρής ή μεγάλης έκτασης με ανθρώπινα θύματα και σημαντικές βλάβες για το περιβάλλον. Η παρούσα διπλωματική μελέτη αφορά τη διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων με τη χρήση της τηλεπισκόπησης και πολεοδομικού σχεδιασμού. Μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης μελετήσαμε τη σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία-Seveso που αφορά την αντιμετώπιση των κινδύνων από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα, την κυπριακή νομοθεσία, την κατάσταση που επικρατεί στην Κύπρο και τις φάσεις διαχείρισης καταστροφών. Στη συνέχεια μελετήθηκε με ποιους τρόπους ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η τηλεπισκόπηση, ξεχωριστά το καθένα, μπορούν να συμβάλουν σε κάθε φάση διαχείρισης βιομηχανικών ατυχημάτων που μπορεί να προκληθούν. Επίσης εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι οι δύο επιστήμες μπορούν να έχουν συνέργεια μεταξύ τους και να λειτουργήσουν μαζί και αποτελεσματικά για τη διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων. Μια συγκεκριμένη χαρακτηριστική περίπτωση, με την οποία ασχολήθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία είναι η περιοχή των διωλιστηρίων της Λάρνακας, που βρίσκονται κατά μήκος της ακτογραμμής της Λάρνακας και καταλαμβάνουν ένα σημαντικό κομμάτι της πόλης. Οι εγκαταστάσεις των δεξαμενών των διωλιστηρίων εμπίπτουν μέσα στην ευρωπαϊκή οδηγία SEVESO. Μελετήθηκε το προφίλ της περιοχής μέσω χωροταξικών και πολεοδομικών χαρτών και δορυφορικών φωτογραφιών και πραγματοποιήθηκε μελέτη επικινδυνότητας, μέσω γραπτής εκτίμησης κινδύνων με την Ποιοτική Μέθοδο, η οποία αποτελεί την πιο απλή και ευρέως διαδεδομένη μέθοδο για την αξιολόγηση των κυριότερων κινδύνων, καθώς και των μέτρων για προστασία και πρόληψη των κινδύνων. Επίσης τονίζονται τα οφέλη που θα επέλθουν της περιοχής σε περίπτωση απομάκρυνσης των εγκαταστάσεων και κατάλληλου πολεοδομικού σχεδιασμού.

Λέξεις κλειδιά: βιομηχανικό ατύχημα, τηλεπισκόπηση, πολεοδομικός σχεδιασμός, διαχείριση καταστροφών

ABSTRACT

Industrial activity and significant changes to this brought in technological level and in rhythm of urbanization, accompanied by accidents with human victims and significant damage to the environment. The present dissertation concerns the management of industrial accidents using remote sensing and urban planning. Through a literature review we studied the relevant European Legislation – SEVESO, which concerns the response to the risks of major industrial accidents, the Cypriot Legislation, the situation prevailing in Cyprus and the disaster management phases. Then it was studied in what ways, urban planning and remote sensing, individually, can contribute to each phase of industrial accident management that may be caused. It was also concluded that the two sciences can synergize with each other and work together effectively to manage industrial accidents. A specific case in point of this dissertation, is the Larnaca Refinery Area, located along the Larnaca coastline and occupying an important part of the city. Tank installations are covered by the European Legislation – SEVESO. The profile of the area was studied through spatial and urban maps and satellite images and then a risk assessment was carried out, through a written risk assessment with the Qualitative Method, which is the simplest and most widely used method for assessing the main risks and risk prevention. The benefits that will occur in the area in case of removal of facilities of refinery and proper urban planning also emphasized.

Keywords: industrial accident, remote sensing, urban planning, disaster management

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vi
ABSTRACT.....	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	xii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xiv
1 Εισαγωγή.....	1
2 Μεθοδολογία Έρευνας.....	5
3 Βιομηχανικά Ατυχήματα	6
3.1 Τι είναι τα βιομηχανικά ατυχήματα	6
3.2 Αιτίες βιομηχανικών ατυχημάτων	6
3.3 Επιπτώσεις βιομηχανικών ατυχημάτων.....	7
3.4 Παραδείγματα βιομηχανικών ατυχημάτων.....	9
3.4.1 Εργοστάσιο Τσέρνομπιλ, Πρώην Σοβιετική Ένωση (1986).....	9
3.4.2 Πυρηνικό ατύχημα της Φουκοσίμα (2011).....	10
3.4.3 Μαρί, Λεμεσός, Κύπρος (2011).....	12
3.4.4 Έκρηξη στο λιμάνι της Βηρυτού, Λίβανος (2020)	13
4 Διαχείριση Βιομηχανικών Ατυχημάτων	15
4.1 Σχετική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία - Οδηγία Seveso.....	15
4.1.1 Η καταστροφή στην πόλη Σεβέζο της Ιταλίας.....	15
4.1.2 Οδηγία SEVESO I (82/501/ΕΟΚ)	16
4.2 Κυπριακή Νομοθεσία.....	18
4.3 Σχέδια επείγουσας ανάγκης.....	19

4.4	Κατάσταση στην Κύπρο.....	20
4.5	Φάσεις διαχείρισης καταστροφών.....	21
4.5.1	Μετριάσμος.....	22
4.5.2	Ετοιμότητα.....	23
4.5.3	Ανταπόκριση.....	23
4.5.4	Ανάκαμψη.....	23
5	Ο ρόλος του πολεοδομικού σχεδιασμού στην διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων.....	25
5.1	Πολεοδομικός σχεδιασμός και σχεδιασμός ασφάλειας.....	25
5.2	Σχεδιασμός Πρόληψης – Προστασίας.....	27
5.2.1	Εκτίμηση απειλών και τρωτότητας.....	27
5.2.2	Σχεδιασμός και εφαρμογή τεχνικών πρόληψης – ετοιμότητας.....	28
5.2.3	Προώθηση βιώσιμης ανάπτυξης και ενημέρωση του πληθυσμού.....	29
5.3	Σχεδιασμός ανάκαμψης και ανασυγκρότησης.....	29
5.3.1	Στόχοι σχεδιασμού ανάκαμψης.....	29
5.3.2	Στάδια σχεδιασμού ανάκαμψης.....	30
6	Η χρήση της Τηλεπισκόπησης και των ΣΓΠ στην διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων.....	33
6.1	Τηλεπισκόπηση και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ).....	33
6.1.1	Ορισμός.....	33
6.1.2	Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....	34
6.1.3	Φασματική απόκριση.....	34
6.1.4	Δορυφορικοί Αισθητήρες.....	35
6.1.5	Δορυφόρος Sentinel-2.....	36
6.1.6	Επεξεργασία Τηλεπισκοπικών Εικόνων.....	38

6.2	Τηλεπισκόπηση και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) στη Διαχείριση Βιομηχανικών Ατυχημάτων	41
6.2.1	Μετριάσμος.....	41
6.2.2	Ετοιμότητα και Ανταπόκριση	42
6.2.3	Ανάκαμψη	43
6.2.4	Εφαρμογή Τηλεπισκόπησης για την έκρηξη στο Λιμάνι της Βηρυτού...45	
7	Περιοχή Δωλιστηρίων Λάρνακας	48
7.1.	Μεθοδολογία.....	48
7.2	Περιοχή Μελέτης	50
7.3	Δωλιστήρια Λάρνακας.....	51
7.3.1	Ιστορική Αναδρομή	51
7.3.2.	Δορυφορικές Φωτογραφίες της περιοχής μελέτης	52
7.3.4	Η κατάσταση σήμερα και οι κίνδυνοι.....	53
7.3.5	Ζώνες επικινδυνότητας και πολεοδομικός σχεδιασμός.....	55
7.4	Μελέτη Επικινδυνότητας	58
8	Συζήτηση – Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	64
	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	67
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	68

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Διαβάθμιση Επικινδυνότητας (Ε) στην Εργασία (Αμελητέα, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή) (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2021).....	60
Πίνακας 2: Μελέτη Επικινδυνότητας (Πηγή Κινδύνου – Συνέπειες – Μέτρα πρόληψης)	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 : Πυρηνικός Σταθμός Παραγωγής Ενέργειας του Τσέρνομπιλ της Σοβιετικής Ένωσης (Ψαρά και Λαζαρίδης , 2016).....	10
Διάγραμμα 2: Η έκρηξη στη Φουκοσίμα (Ψαρρά και Λαζαρίδης, 2016)	12
Διάγραμμα 3: Έκρηξη στη ναυτική βάση "Ευάγγελος Φλωράκης" (Cyprus Times, 2011)	13
Διάγραμμα 4: Χάρτης επιπτώσεων έκρηξης στη Βηρυτό (SERTIT, 2020)	14
Διάγραμμα 5: Κύκλος διαχείρισης καταστροφών (V. Westen, 2000).....	22
Διάγραμμα 6: Επίπεδα σχεδιασμού (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015).....	25
Διάγραμμα 7: Σχεδιάγραμμα βιώσιμης ανάπτυξης (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)	26
Διάγραμμα 8: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα ((Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)	34
Διάγραμμα 9: Φασματικές υπογραφές τριών βασικών επιφανειών (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)	35
Διάγραμμα 10: Ενεργός Αισθητήρας (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)	36
Διάγραμμα 11: Παθητικός Αισθητήρας (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)	36
Διάγραμμα 12: Προσέγγιση της γενικής αρχής λειτουργίας της Τηλεπισκόπησης στη διαχείριση των καταστροφών (Γιορντάνοβα Ραντίνα, 2015)	44
Διάγραμμα 13: Χάρτης με τις ζημιές που προκλήθηκαν στο Λιμάνι της Βηρυτού, λόγω έκρηξης (J. Stevens, 2020).....	47
Διάγραμμα 14: Χάρτης Τοπικού Σχεδίου Λάρνακας (Α. Σταύρου, 2019).....	51
Διάγραμμα 15: Δορυφορική Φωτογραφία από δορυφόρο Sentinel-2B (USGS.gov.,2020)	53
Διάγραμμα 16: Σχηματική απεικόνιση του δορυφόρου Sentinel-2 (esa.int, 2020)	38

Διάγραμμα 17: Χάρτης που απεικονίζονται οι ζώνες επικινδυνότητας στην περιοχή διυλιστηρίων Λάρνακας (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)	56
Διάγραμμα 18: Χάρτης όπου απεικονίζονται οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται κοντά στην περιοχή διυλιστηρίων Λάρνακας (Α. Σταύρου, 2019)	57
Διάγραμμα 19: Χάρτης οδικού δικτύου (Α. Σταύρου, 2019)	58

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΣΓΠ:	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΚΔΛΠ:	Κυπριακό Δωλιστήριο Πετρελαίου Λίμιτεδ
ESA:	European Space Agency
EOS:	Earth Observatory of Signapore
NASA:	National Aeronautics and Space Administration

1 Εισαγωγή

Διαχρονικά η ανθρώπινη ανάπτυξη έχει άρρηκτα συνδεθεί με την αστικοποίηση. Από τη δημιουργία τους τα αστικά κέντρα ήταν ευάλωτα σε διάφορα φαινόμενα και καταστροφές, είτε λόγω φυσικών παραγόντων είτε λόγω ανθρώπινων, και στα δυσμενή αποτελέσματά τους, που πολλές φορές ήταν ολοκληρωτικά καταστροφικά. Η βιομηχανική επανάσταση και οι σημαντικές αλλαγές που αυτή έφερε, σε τεχνολογικό επίπεδο αλλά και στον ρυθμό αστικοποίησης, έφερε την εμφάνιση οργανωμένων προσπαθειών διαχείρισης κρίσεων στα αστικά κέντρα.

Ένα Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης, μπορεί να οριστεί ως «ένα γεγονός όπως η διάχυση, η πυρκαγιά ή η έκρηξη που έχει το χαρακτηριστικό της μεγάλης έκτασης και προκύπτει από ανεξέλεγκτες εξελίξεις κατά τη λειτουργία, μιας εγκατάστασης, που να προκαλεί σοβαρό κίνδυνο άμεσο ή έμμεσο, για τον άνθρωπο, στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό της εγκατάστασης ή / και για το περιβάλλον και σχετίζεται με την χρήση μίας ή περισσότερων επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες είναι συγκεκριμένες και ορίζονται στην Κοινοτική Οδηγία SEVESO II».

Τα βιομηχανικά ατυχήματα μπορεί να προκληθούν από ξαφνική διαρροή χημικών ουσιών που μπορεί να οφείλεται σε αύξηση της πίεσης, της θερμοκρασίας ή αποκλίσεις από τις κανονικές διαδικασίες λόγω λαθών, παραλείψεων ή και δολιοφθορά. Μπορεί επίσης να προκύψουν βιομηχανικά ατυχήματα και εξαιτίας φυσικών παραγόντων όπως πλημμύρες, σεισμοί, υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Κατά την εξέλιξη του ατυχήματος σημαντικοί παράγοντες που εμπλέκονται είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες, τοπογραφία της περιοχής, η χωροταξία, η πληθυσμιακή πυκνότητα, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές και άλλα.

Παρατηρώντας την αύξηση, βιομηχανικών ατυχημάτων, ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1970 και μετά, και τις επιπτώσεις τους δημιουργήθηκε η ανάγκη για πρόληψη και αντιμετώπιση των βιομηχανικών ατυχημάτων.

Με αφορμή την μεγάλη έκρηξη στο λιμάνι της Βηρυτού, στις 04 Αυγούστου 2020, της οποίας τα αποτελέσματα ήταν δεκάδες νεκροί και τραυματίες και εκτεταμένες ζημιές στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον, η παρούσα διπλωματική μελέτη ασχολείται με τη διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί

σοβαρά τεχνολογικά ατυχήματα με ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις σε εργαζόμενους και περίοικους, στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Οι Κανάκα και Καρυπίδης το 2020, (Κανάκα και Καρυπίδης, 2020), μέσω της διπλωματικής τους εργασίας, ασχολήθηκαν με τη διαχείριση επικινδυνότητας των καταστροφών μέσω εργαλείων γεωπληροφορικής. Συγκεκριμένα παρουσιάζουν τη διαδικασία ενός σχεδίου εκκένωσης για τον κίνδυνο πυρκαγιών και εκρήξεων σε πρατήρια υγρών καυσίμων εντός της γεωγραφικής περιοχής του δήμου Καλαμαριάς με την βοήθεια του εργαλείου Network Analyst του λογισμικού ArcGIS. Πιο ειδικά χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Location-Allocation analysis για τον εντοπισμό των χώρων εκκένωσης σε περίπτωση μιας εικονικής εστιασμένης πιθανότητας κινδύνου. Στόχος ήταν η κατανόηση και εφαρμογή του εννοιολογικού πλαισίου της διαχείρισης επικινδυνότητας των καταστροφών με την παράλληλη συνεισφορά του ΣΓΠ σε αυτό τον τομέα.

Ο Κούκης το 2017 (Κούκης, 2017), ασχολήθηκε με την προετοιμασία πόλεων για τη διαχείριση κρίσεων από ατυχήματα – καταστροφές, ανάμεσά τους και τα βιομηχανικά ατυχήματα. Στην διπλωματική του μελέτη αναπτύσσει και παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο τα σύγχρονα μητροπολιτικά αστικά κέντρα προετοιμάζονται με αποτελεσματικό τρόπο, ώστε να διαχειρίζονται κρίση ή κρίσεις από την εκδήλωση ατυχημάτων-κινδύνων. Αναλύει τις έννοιες του κινδύνου, της κρίσης και της διαχείρισης κρίσεων, καθώς και την ανάπτυξη και δομή ενός σχεδίου για την αντιμετώπιση μιας πιθανής κρίσης σε όλες τις φάσεις της, όπως και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των αστικών κέντρων μέσω προετοιμασμένων δράσεων και ενεργειών. Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται οι δομές, οργανισμοί και οι διοικητικές διαστάσεις που διαχειρίζονται την πιθανή εκδήλωση μιας κρίσης, οι αρχές, δομή και τα περιεχόμενα ενός σχεδίου για την αντιμετώπιση κρίσεων με βάση τις σύγχρονες τάσεις και απόψεις, η εκτίμηση, αναγνώριση, αξιολόγηση και ανάλυση των κινδύνων που απειλούν τα σύγχρονα αστικά κέντρα, καθώς και η απαιτούμενη συνεχής βελτίωση της διαδικασίας αντιμετώπισης κρίσεων στα αστικά κέντρα μέσα από τη διαδικασία εφαρμογής του κύκλου του Deming (Plan – Do – Check – Act). Επίσης παρουσιάζει την προετοιμασία των Ολυμπιακών πόλεων για τη διαχείριση κρίσεων από την εκδήλωση εκτάκτων συμβάντων, όπως ένα βιομηχανικό ατύχημα, κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων 2004.

Η Γιορντάνοβα, μέσω ερευνητικής της εργασίας το 2015, (Γιορντάνοβα, 2015) ανέλυσε τον τρόπο της Τηλεπισκόπησης και των ΣΓΠ στη διαχείριση καταστροφών, συμπεριλαμβανομένου και βιομηχανικών ατυχημάτων. Εστιάζει ότι σε όλη τη διαδικασία διαχείρισης των καταστροφών, τα χωρικά δεδομένα και οι πληροφορίες κατέχουν σημαντική θέση ως κύριες συνιστώσες της ανάλυσης και του σχεδιασμού, διότι κάθε απειλή και όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές που μελετώνται, πρέπει και μπορούν να προσδιοριστούν χωρικά. Για τον λόγο αυτό, ισχυρίζεται ότι οι νέες τεχνολογίες των ΣΓΠ και της Τηλεπισκόπησης βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε κάθε στάδιο διαχείρισης των καταστροφών – στον μετριασμό, την ετοιμότητα, την ανταπόκριση και την αποκατάσταση. Παρόλα αυτά καταλήγει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν και πολλοί περιορισμοί στη χρήση ΣΓΠ, όπως είναι οι μεγάλες απαιτήσεις σε δεδομένα για τη διεξαγωγή ανάλυσης, την κατασκευή και την ερμηνεία μοντέλων. Ωστόσο, η εφαρμογή μέτρων διαχείρισης και ετοιμότητας, ο σχεδιασμός χρήσεων γης και ρυθμιστικών ζωνών και η υποστήριξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης είναι αναγκαία μέτρα, όπου η συμβολή των ΣΓΠ και της Τηλεπισκόπησης είναι αναμφίβολη και υπαρκτή.

Ο Σέμπου το 2011, (Σέμπου, 2011) στην διδακτορική του διατριβή, ανέλυσε τη βιομηχανική επικινδυνότητα και τη συσχέτιση με πολεοδομικές και χωροταξικές παρεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, το αντικείμενο της διατριβής του είναι η ανάπτυξη πολύ-κριτηριακής μεθοδολογίας για την υποβοήθηση του πολεοδομικού – χωροταξικού σχεδιασμού πλησίον εγκαταστάσεων που υπάγονται στην κοινοτική οδηγία SEVESO II. Με απλά λόγια: πώς η βιομηχανική επικινδυνότητα ορισμένων εγκαταστάσεων, που ενδέχεται να προκαλέσουν ατύχημα μεγάλης έκτασης, μπορεί να συνεκτιμηθεί μαζί με άλλα κριτήρια στον σχεδιασμό χρήσεων γης, με γνώμονα τον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών ενός ενδεχόμενου ατυχήματος μεγάλης έκτασης.

Οι Krausmann et al. (2011), σύνθεσαν ένα άρθρο με θέμα βιομηχανικά ατυχήματα που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές (“Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue”) για το περιοδικό “Natural Hazards and Earth System Sciences». Ισχυρίζονται ότι η απειλή των φυσικών κινδύνων που επηρεάζουν τις χημικές-βιομηχανικές εγκαταστάσεις και υποδομές με την επακόλουθη απελευθέρωση επικίνδυνων ουσιών, έχει αναγνωριστεί ως ένας αναδυόμενος κίνδυνος που ενδέχεται στα επόμενα χρόνια να επιδεινωθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος iNTeg-Risk, γίνονται προσπάθειες για την αναγνώριση του

προβλήματος βιομηχανικών ατυχημάτων λόγω φυσικών καταστροφών, όπως σεισμούς, πλημμύρες κλπ, προσπαθώντας να κατανοήσουν τις υποκείμενες αιτίες τους και αναπτύσσοντας μεθοδολογίες και εργαλεία για την εκτίμηση του κινδύνου βιομηχανικών ατυχημάτων λόγω φυσικών κινδύνων. Έμφαση δίνεται στον κίνδυνο χημικών-βιομηχανικών ατυχημάτων λόγω σεισμών, πλημμυρών και κεραυνών. Η δουλειά τους αυτή, στόχο έχει να αναδείξει τις συνεχιζόμενες προσπάθειες ανάπτυξης νέων εννοιών και εργαλείων για τα χημικά – βιομηχανικά ατυχήματα λόγω φυσικών κινδύνων, την κατάταξη της ευπάθειας, την εκτίμηση κινδύνου, τον σχεδιασμό βάσει κινδύνου, τον σχεδιασμό έκτακτης ανάγκης και έγκαιρη προειδοποίηση.

Για τη διαχείριση του προβλήματος των βιομηχανικών ατυχημάτων, τα μέσα επίλυσης που επέλεξα να χρησιμοποιήσω και να αναλύσω είναι η Τηλεπισκόπηση και ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός. Σύμφωνα με τον Μερτίκα, τηλεπισκόπηση είναι «η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας της πληροφορίας γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του, εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χωρίς στην πραγματικότητα να έρθουμε σε απευθείας επαφή με αυτόν» (Μερτίκας, 2009). Ενώ ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός, σύμφωνα με το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, ονομάζεται η επιστήμη της χωρικής οργάνωσης των ανθρώπινων οικισμών, που στόχο έχει την διασφάλιση της υγείας και των ανέσεων, την βελτίωση της ποιότητας ζωής, την προστασία περιβαλλοντικά / πολιτιστικά ευαίσθητων ή αξιόλογων περιοχών, η διασφάλιση των αναγκαίων υποδομών.

2 Μεθοδολογία Έρευνας

Η μεθοδολογία έρευνας που χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να εκπονηθεί η παρούσα διπλωματική μελέτη βασίζεται πάνω στην βιβλιογραφική ανασκόπηση έγκυρων πηγών.

Το πρώτο στάδιο είναι ο προσδιορισμός του προβλήματος ή του πεδίου εφαρμογής της τηλεπισκόπησης και του πολεοδομικού σχεδιασμού. Σκοπός είναι να προσδιοριστεί το πρόβλημα που θέλουμε να επιλύσουμε, τα κριτήρια και τους περιορισμούς. Ο προσδιορισμός του προβλήματος γίνεται πριν από τον πραγματικό σχεδιασμό και περιλαμβάνει τις προκαταρκτικές εργασίες που καθορίζουν τις προκλήσεις του έργου, συλλέγοντας και αναλύοντας τα γεγονότα.

Αφού κατανοηθεί πλήρως το πρόβλημα που καλούμαστε να επιλύσουμε, το δεύτερο βήμα είναι ο προσδιορισμός και η μελέτη των εργαλείων που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τη λύση του προβλήματος. Στη συνέχεια μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης μελετήσαμε πως διαχειρίστηκε το πρόβλημα από άλλους ερευνητές και πως τα εργαλεία που επιλέχθηκαν, μπορούν να συμβάλουν στην λύση του προβλήματος. Σημαντικό, είναι να υπάρχει πλήρης κατανόηση των εργαλείων που επιλέχθηκαν για την εξεύρεση λύσης του προβλήματος.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται μελέτη της περιοχής των δωλιστηρίων της Λάρνακας, αφού αποτελεί μία περιοχή που εμπίπτει στην οδηγία SEVESO και πραγματοποιείται μελέτη επικινδυνότητας, μέσω γραπτής εκτίμησης κινδύνων με την Ποιοτική Μέθοδο, η οποία αποτελεί την πιο απλή και ευρέως διαδεδομένη μέθοδο για την αξιολόγηση των κυριότερων κινδύνων, καθώς και των μέτρων για προστασία και πρόληψη των κινδύνων.

Τέλος γίνεται αξιολόγηση της λύσης που επιλέξαμε για το πρόβλημα και συζήτηση για το πως θα μπορούσαν τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν να έχουν κάποια συνέργεια μεταξύ τους έτσι ώστε να λειτουργήσουν μαζί και αποτελεσματικά για την λύση του προβλήματος.

3 Βιομηχανικά Ατυχήματα

3.1 Τι είναι τα βιομηχανικά ατυχήματα

Η βιομηχανική δραστηριότητα, από τα πρώτα κιόλας χρόνια, συνοδεύτηκε από ατυχήματα μικρής ή μεγάλης έκτασης με ανθρώπινα θύματα και σημαντικές βλάβες για το περιβάλλον. Από τη δεκαετία του 1970 και μετά, μεγάλα ατυχήματα αυτού του είδους εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα και προκαλούν το έντονο ενδιαφέρον της κοινής γνώμης και του επιστημονικού κόσμου. Έτσι, ξεκινούν προσπάθειες προς την κατεύθυνση της πρόληψης των βιομηχανικών ατυχημάτων, με θετικά αποτελέσματα. Εισάγονται νέες μέθοδοι παραγωγής, ασφαλέστερα συστήματα επεξεργασίας και αποθήκευσης υλικών και κυρίως, ρυθμίζεται το νομοθετικό πλαίσιο σε Ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με κύριους φορείς τις Κοινοτικές Οδηγίες SEVESO I και II.

Σήμερα, ένα Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης (BAME) ορίζεται ως «ένα γεγονός όπως η διάχυση, η πυρκαγιά ή η έκρηξη που έχει το χαρακτηριστικό της μεγάλης έκτασης και προκύπτει από ανεξέλεγκτες εξελίξεις κατά τη λειτουργία, μιας εγκατάστασης, που να προκαλεί σοβαρό κίνδυνο άμεσο ή έμμεσο, για τον άνθρωπο, στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό της εγκατάστασης ή / και για το περιβάλλον και σχετίζεται με την χρήση μίας ή περισσοτέρων επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες είναι συγκεκριμένες και ορίζονται στην Κοινοτική Οδηγία SEVESO II». (Σέμπου, 2011)

3.2 Αιτίες βιομηχανικών ατυχημάτων

Τα Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης συνίστανται σε ξαφνική διαρροή χημικών ουσιών που στη περίπτωση που είναι πτητικές συνοδεύονται από εξάτμιση και διασπορά. Οι διαρροές αυτές οφείλονται σε δυσλειτουργίες, όπως η αύξηση της πίεσης, της θερμοκρασίας ή αποκλίσεις από τις κανονικές διαδικασίες λόγω λαθών, παραλείψεων ή και δολιοφθορά. Μπορεί ακόμη να οφείλονται και σε φυσικά αίτια όπως σεισμοί, πλημμύρες ή υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Τα αίτια θα μπορούσαμε να τα εντάξουμε σε δυο κατηγορίες:

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις διαρροές εύφλεκτων ουσιών, την ανάμειξή τους ενδεχομένως με άλλες ουσίες ή τον αέρα και τη δημιουργία εκρηκτικού μίγματος υπό μορφή νέφους, που αν δεν αυτοεκραγεί, εκρήγνυται μετά από την

επαφή του με κάποια εστία ανάφλεξης, που καταλήγει σε φωτιά ή έκρηξη ή και τα δύο μαζί με επιπτώσεις όχι μόνο στο χώρο του εργοστασίου αλλά και στη γύρω περιοχή.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις διαρροές τοξικών μάλλον παρά εύφλεκτων ουσιών, οι οποίες όμως μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων.

Και στις δυο κατηγορίες ατυχημάτων οι μετεωρολογικές συνθήκες (ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, θερμοκρασία, υγρασία, ύπαρξη θερμοκρασιακής αναστροφής) κατά τη στιγμή που συμβαίνει το ατύχημα, παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του φαινομένου. Άλλοι παράγοντες που εμπλέκονται είναι η τοπογραφία της περιοχής, η χωροταξία, η πληθυσμιακή πυκνότητα, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές κλπ. (Σέμπου, 2011)

3.3 Επιπτώσεις βιομηχανικών ατυχημάτων

Τα ατυχήματα αυτά μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα το θάνατο και τον τραυματισμό μεγάλου αριθμού εργαζομένων και κατοίκων της ευρύτερης περιοχής. Επίσης μπορεί να προκληθούν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως καταστροφές από τις καύσεις και ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των νερών από τοξικές και επικίνδυνες ουσίες. Οι συνέπειες μπορεί να είναι άμεσες αλλά και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι και μακροπρόθεσμες, όπως τερατογενέσεις, ασθένειες, δυσκολία στην αποκατάσταση του δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος. (Ε. Γεωργιάδου, 2008)

Πολλά είναι τα παραδείγματα βιομηχανικών ατυχημάτων, των οποίων οι επιπτώσεις ταλαιπωρούν μέχρι σήμερα το περιβάλλον αλλά και τους πολίτες. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι τοπικές αλλά μπορεί να είναι και μεγαλύτερης εμβέλειας. Ένα παράδειγμα είναι το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνομπίλ.

Το πυρηνικό ατύχημα στο Τσερνόμπιλ, είχε σοβαρές επιπτώσεις στην σημερινή Ουκρανία αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Σοβιετικής Ένωσης. Οι επιστήμονες κατέγραψαν τα δεδομένα για τη μόλυνση του αέρα, των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, των προϊόντων της καλλιέργειας, των τροφίμων και των κατοικημένων περιοχών της Ουκρανίας, της Λευκορωσίας και της Ρωσίας. Ο συστηματικός έλεγχος για τη μόλυνση από ραδιενέργεια συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν δειγματοληψία του εδάφους, των αγροτικών προϊόντων, του κρέατος, του γάλακτος, του

νερού και του αέρα. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνει και δημοσιοποιεί μεταξύ άλλων και η Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, ανά πέντε ή δέκα έτη.

Η περιοχή κηρύχθηκε ως απαγορευμένη ζώνη, προκειμένου να εκκενώσει την περιοχή ο τοπικός πληθυσμός και να αποτραπεί η είσοδος στην σημαντικά μολυσμένη περιοχή. Η τοποθεσία γύρω από το χώρο του ατυχήματος χωρίστηκε σε τέσσερις ομόκεντρες ζώνες ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας. Κάθε οικιστική, πολιτική και επαγγελματική δραστηριότητα ήταν απαγορευμένη και ποινικοποιημένη μέσα στη τέταρτη και πιο επικίνδυνη ζώνη, ακτίνας 30 χιλιομέτρων. Η μόνη επίσημη εξαίρεση είναι η λειτουργία του πυρηνικού σταθμού στο Τσέρνομπιλ και τις επιστημονικές εγκαταστάσεις που σχετίζονται με τις έρευνες για την ασφάλεια της πυρηνικής ενέργειας.

Σε ό,τι αφορά το περιβάλλον, το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ είχε ως αποτέλεσμα τη ραδιενεργό ρύπανση 18.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων καλλιεργήσιμης γης, εκ των οποίων τα 2.640 τετραγωνικά χιλιόμετρα δεν μπορούν πλέον να καλλιεργηθούν. Το μεγαλύτερο «τίμημα» πλήρωσε η Ουκρανία, το 40% της δασικής έκτασης της οποίας (ήτοι 35.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα) υπέστη εκτεταμένη ρύπανση. Στα δάση, τα κωνοφόρα δέντρα και τα πλατύφυλλα φυτά απορρόφησαν τη ραδιενέργεια σαν σφουγγάρια και τα νεκρά φύλλα και οι βελόνες μετέφεραν τη ρύπανση στο έδαφος.

Ως προς την πανίδα της περιοχής τα οικοτότα ζώα, τα ζώα φάρμας και τα ελευθέρως βοσκής επηρεάστηκαν σημαντικά. Κυρίως τα ζώα ελευθέρως βοσκής στις ορεινές περιοχές της Λευκορωσίας που συνηθίζουν να βόσκουν στο δάσος που μολύνθηκε περισσότερο από τα λιβάδια. Σε ό,τι αφορά τα άγρια ζώα, τα σαρκοφάγα όπως ο λύκος και η αλεπού, έχουν υποστεί 12 φορές μεγαλύτερη μόλυνση από ότι τα φυτοφάγα, που αποτελούν λεία τους. Επίσης, υπήρξαν αναφορές και για μεταλλάξεις σε ζώα, με μόνη επιστημονική καταγραφή τον μερικό αλμπινισμό στα χελιδόνια.

Ως προς την κοινωνία, παρατηρήθηκε αύξηση στις τερατογενέσεις, στις ασθένειες, όπως καρκίνος και λευχαιμία. Περίπου 350-400 άτομα εγκατέλειψαν τα σπίτια τους. Η έλλειψη νέων ανθρώπων είχε αρνητικό αντίκτυπο στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των περιοχών που υπέστησαν το μεγαλύτερο πλήγμα από το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ. Στις περιοχές αυτές καταγράφηκε έλλειψη γιατρών και δασκάλων, με αποτέλεσμα οι υποδομές της εκπαίδευσης και της υγείας να είναι ιδιαίτερα αδύναμες, ενώ 15 δεκάδες επιχειρήσεις αναγκάστηκαν να σταματήσουν τη λειτουργία τους, λόγω έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού. (Ψαρρά και Λαζαρίδης, 2016)

Οι παραπάνω επιπτώσεις δεν αφορούν μόνο την περίπτωση του Τσέρνομπιλ αλλά των περισσότερων βιομηχανικών ατυχημάτων.

3.4 Παραδείγματα βιομηχανικών ατυχημάτων

3.4.1 Εργοστάσιο Τσέρνομπιλ, Πρώην Σοβιετική Ένωση (1986)

Στις 26 Απριλίου 1986, συνέβη το πυρηνικό ατύχημα του Τσέρνομπιλ, στον αντιδραστήρα Νο. 4 του Πυρηνικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας του Τσέρνομπιλ που βρίσκεται στην τότε Σοβιετική πόλη Πριπιάτ (σημερινή Ουκρανία, κοντά στα σύνορα με τη Λευκορωσία). Αποτελεί το μεγαλύτερο ατύχημα από την εποχή που ανακαλύφθηκε η πυρηνική ενέργεια και έχει ταξινομηθεί στη μέγιστη κλίμακα (επίπεδο 7) προβλεπόμενου ατυχήματος της Διεθνούς Κλίμακας Πυρηνικών Περιστατικών μαζί με την καταστροφή που συνέβη στη Φουκοσίμα της Ιαπωνίας το 2011.

Το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ προήλθε από μια σειρά μη προβλεπόμενων χειρισμών και λαθών κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης δοκιμής ασφάλειας, όταν προσομοίωσαν διακοπή ρεύματος στο σταθμό. Οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε σχεδιαστικές ατέλειες του αντιδραστήρα RBMK-1000, που χρησιμοποιούσε το εργοστάσιο. Ο πυρήνας υπερθερμάνθηκε και προκάλεσε την πρώτη έκρηξη, η οποία του προξένησε τέτοιες ζημιές, που οι ράβδοι ελέγχου «κόλλησαν» έχοντας εισέλθει σε αυτόν μόνο κατά το ένα τρίτο, ενώ έσπασε και κάποιους σωλήνες ψύξης, μετατρέποντας περισσότερο ελαφρύ ύδωρ σε ατμό, ο οποίος δεν απορροφά τα νετρόνια τόσο πολύ όσο το νερό σε υγρή μορφή. Αυτό αύξησε απότομα την ισχύ του αντιδραστήρα, η οποία με τη σειρά της οδήγησε σε τεράστια αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης μέσα στον πυρήνα. Μια δεύτερη έκρηξη κατέστρεψε το περίβλημα του πυρήνα, με αποτέλεσμα να ανυψωθεί η επάνω πλάκα των 2.000 τόνων, να σκοτωθούν οι χειριστές στην αίθουσα ελέγχου και να εκλυθεί μια στήλη ραδιενεργού ατμού στην ατμόσφαιρα.

Το ατύχημα αυτό διατάραξε σοβαρότατα τις οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που επικρατούσαν στις γύρω περιοχές και είχε σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία. Σήμερα η αποκλεισμένη ζώνη του Τσέρνομπιλ υποδέχεται περίπου 3.000 εργαζομένους εκ περιτροπής, ενώ στη γύρω περιοχή δεσπόζουν τα «κουφάρια» των κτιρίων σοβιετικής αρχιτεκτονικής με τους δρόμους να έχουν «πλημμυρίσει» από τη βλάστηση και τα ζώα. Μόνο οι ταξιδιώτες από ολόκληρο τον κόσμο φτάνουν στο έρημο

τοπίο για να το δουν από κοντά και κάποιοι από αυτούς κυνηγούν με ειδικά μηχανήματα τη ραδιενέργεια. (Ψαρά και Λαζαρίδης , 2016)



Διάγραμμα 1 : Πυρηνικός Σταθμός Παραγωγής Ενέργειας του Τσέρνομπιλ της Σοβιετικής Ένωσης (Ψαρά και Λαζαρίδης , 2016)

3.4.2 Πυρηνικό ατύχημα της Φουκοσίμα (2011)

Η πυρηνική καταστροφή που συνέβη στον πυρηνικό σταθμό του εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας της Φουκουσίμα προκλήθηκε λόγω της πυρηνικής κατάρρευσης και έκλυσης ραδιενεργών υλικών μετά το σεισμό και το τσουνάμι Tohoku, στις 11 Μαρτίου 2011. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη πυρηνική καταστροφή μετά την καταστροφή του Τσέρνομπιλ το 1986.

Οι καταστροφές προέκυψαν ως ακολουθία του γεγονότος του μεγάλου σεισμού της 11ης Μαρτίου στο Σεντάι και του τσουνάμι που τον ακολούθησε. Τις μέρες μετά τα γεωλογικά συμβάντα, σημειώθηκαν εκρήξεις σε αντιδραστήρες του σταθμού και καταγράφηκε διαρροή μεγάλης ποσότητας ραδιενέργειας στο περιβάλλον. Κύρια αιτία που συνέτεινε στην καταστροφή στις εγκαταστάσεις ήταν η μη λειτουργία του συστήματος ψύξης των αντιδραστήρων, ως ακόλουθο του ανεπαρκούς σχεδιασμού προστασίας για περίπτωση φυσικής καταστροφής τέτοιου μεγέθους. Επιπλέον παράγοντες που συνετέλεσαν στο πυρηνικό ατύχημα ήταν η κακή κατάσταση των αντιδραστήρων, (παλαιότητα, ρωγμές,

προηγούμενα ατυχήματα που συγκαλύφθηκαν) και η αύξηση της παραγωγής (καταπόνηση), με ταυτόχρονες οικονομικές περικοπές (ανεπαρκής συντήρηση) εις βάρος της ασφάλειας.

Οι επιστήμονες υπολόγισαν ότι, σε βάθος χρόνου, 180-2.500 περιστατικά καρκίνου θα αποδοθούν στην πυρηνική καταστροφή, ενώ είδαν ότι αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης καρκίνου έχουν οι εργαζόμενοι στο σταθμό της Φουκουσίμα. Η ραδιενέργεια που εκλύθηκε από το ατύχημα της Φουκουσίμα, μόλυνε μια «νεκρή ζώνη» αρκετών εκατοντάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων γύρω από τις κατεστραμμένες πυρηνικές εγκαταστάσεις, χαμηλά μόνο επίπεδα ραδιενεργών υλικών ανιχνεύθηκαν στην Ευρώπη και την Αμερική. Η περισσότερη ραδιενέργεια έπεσε στον Ειρηνικό ωκεανό και μόνο το 19% υπολογίζεται ότι έπεσε σε ξηρά.

Στην περίπτωση της Φουκουσίμα, εκτός από 10-12 εργαζόμενους, που έχασαν τη ζωή τους μέσα στα ίδια τα πυρηνικά εργοστάσια, δεν έχουν αναφερθεί ακόμα θάνατοι πολιτών που να έχουν προέλθει άμεσα από την έκθεση στη ραδιενεργή ακτινοβολία. Όμως, σύμφωνα με τους Αμερικανούς επιστήμονες, οι συνέπειες για την υγεία θα χρειαστούν χρόνια ή και δεκαετίες ώσπου να εκδηλωθούν. Ο κίνδυνος είναι αναλογικά μεγαλύτερος για τα παιδιά που έχουν εκτεθεί στη ραδιενέργεια. (Ψαρά και Λαζαρίδης , 2016)

Η καταστροφή που προκλήθηκε στο φυσικό περιβάλλον της Ιαπωνίας και κατ' επέκταση στον Ιαπωνικό λαό αποτελεί μια πληγή που θα κλείσει όταν παρέλθουν 20 χρόνια και πλέον.



Διάγραμμα 2: Η έκρηξη στη Φουκοσίμα (Ψαρρά και Λαζαρίδης, 2016)

3.4.3 Μαρί, Λεμεσός, Κύπρος (2011)

Στις 11 Ιουλίου 2011 στην ναυτική βάση “Ευάγγελος Φλωράκης”, στο Μαρί, ανατολικά της Λεμεσού στην Κύπρο και ώρα 03:40 εκδηλώθηκε πυρκαγιά, από αυτοανάφλεξη, σε χώρο που βρίσκονταν στοιβαγμένα 98 εμπορευματοκιβώτια και 231 δέματα με εκρηκτικά. Η πυρκαγιά δεν μπόρεσε να ελεγχθεί από τις δυνάμεις που έφτασαν επιτόπου με αποτέλεσμα στις 05:50 να ακολουθήσει μεγάλη έκρηξη που βύθισε την Κύπρο σε βαριά θλίψη και πένθος.

Τον Φεβρουάριο του 2009 κατασχέθηκε το πλοίο Monchegorsk το οποίο μετέφερε πολεμοφόδια από το Ιράν στην Συρία. Το υλικό που κατασχέθηκε φυλάχτηκε στην ναυτική βάση στο Μαρί. Από τον Μάρτιο του 2009 έως τον Ιούλιο του 2011, το υλικό φυλασσόταν στην ναυτική βάση χωρίς συμβάντα. Στις 5 Ιουλίου παρατηρήθηκε αλλοίωση σε ένα από τα εμπορευματοκιβώτια εντός των οποίων ήταν το υλικό. Από τις 5 έως τις 10 του ίδιου μήνα εκδόθηκε κόκκινος συναγερμός και έγιναν οι πρώτες προσπάθειες για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα.

Στις 11 Ιουλίου, το φορτίο ανατινάχθηκε, σκοτώνοντας 13 ανθρώπους και τραυματίζονται άλλους 63, ενώ καταστράφηκε και η κύρια ηλεκτροπαραγωγός μονάδα του νησιού. Επίσης αρκετές κατοικίες στην περιοχή αλλά και οχήματα στον παράπλευρο εθνικό δρόμο Λευκωσίας - Λεμεσού, υπέστησαν ζημιές. Οι ζημιές στην ηλεκτροπαραγωγό μονάδα της ΑΗΚ υπολογίστηκαν αρχικά στα 700 εκατομμύρια ευρώ

αν και αργότερα το κόστος της ανακατασκευής εκτιμήθηκε στα 300-400 εκατομμύρια ευρώ. Ως αποτέλεσμα της έκρηξης και της καταστροφής του ηλεκτροπαραγωγού σταθμού, η παροχή ηλεκτρισμού στο κοινό διακόπηκε. Η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου αργότερα εφάρμοσε κυλιόμενες διακοπές ρεύματος 2 έως 3 ώρες ανά περιοχή, οι οποίες όμως δεν αφορούσαν αεροδρόμια, νοσοκομεία ή τουριστικές περιοχές.



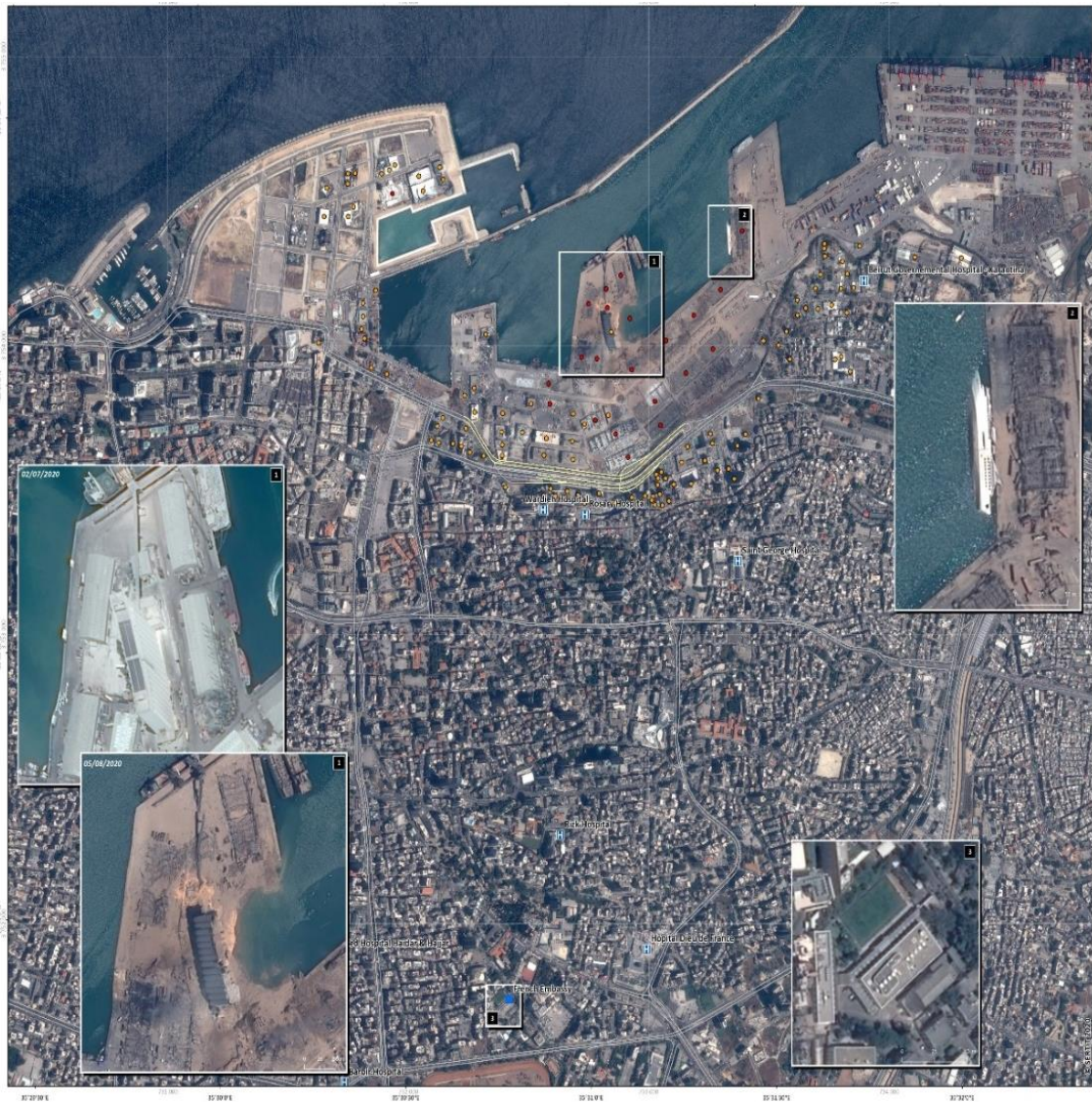
Διάγραμμα 3: Έκρηξη στη ναυτική βάση "Ευάγγελος Φλωράκης" (Cyprus Times, 2011)

3.4.4 Έκρηξη στο λιμάνι της Βηρυτού, Λίβανος (2020)

Στις 4 Αυγούστου 2020, ώρα 18:08, μια έκρηξη στο λιμάνι της Βηρυτού ταρακούνησε ακόμα και την Κύπρο λόγω δυνατού ωστικού κύματος. Τα λιβανέζικα μέσα ενημέρωσης ανέφεραν ότι η έκρηξη σημειώθηκε σε χώρο αποθήκευσης πυροτεχνημάτων και αργότερα επεκτάθηκε σε χώρο όπου ήταν αποθηκευμένοι 2750 τόνοι νιτρικού αμμωνίου, λόγω πυρκαγιάς που είχε ξεσπάσει. Οι τόνοι νιτρικού αμμωνίου ήταν αποθηκευμένοι στο λιμάνι Λεμεσού για έξι χρόνια χωρίς μέτρα ασφάλειας.

Οι συνέπειες δεν είχαν αναφερθεί άμεσα, όμως η τοπική κάλυψη και δηλώσεις του Λιβανέζου Υπουργού Υγείας υποδήλωναν ότι υπάρχουν ανησυχίες για δεκάδες θανάτους, πολλούς τραυματισμούς και εκτεταμένες ζημιές. Οι νεκροί ανακοινώθηκαν περίπου στους 200 και οι τραυματίες στους 6500 ενώ υπάρχουν και τρεις αγνοούμενοι. Η έκρηξη συγκλόνισε όλη την κεντρική Βηρυτό και δημιούργησε ένα σύννεφο-μανιτάρι

σκόνης στον αέρα. Μάρτυρες δήλωσαν ότι κατεγράφησαν ζημιές ακόμα και σε σπίτια 10 χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο της έκρηξης. Τα κτήρια γύρω από το λιμάνι Βηρυτού έγιναν συντρίμια ενώ σύμφωνα με την UNESCO, εξήντα ιστορικά κτήρια κινδυνεύουν να καταρρεύσουν ως επακόλουθο της έκρηξης. Στις 10 Αυγούστου 2020, ο πρωθυπουργός Χασάν Ντιάμπ και η κυβέρνησή του παραιτήθηκαν εξαιτίας της αυξανόμενης πολιτικής πίεσης, η οποία εντάθηκε μετά την έκρηξη. Ήταν ένα συμβάν καταστροφικό για τον πολιτισμό και την οικονομία του Λιβάνου, αφού οι ζημιές υπολογίζονται αξίας 13 δισεκατομμυρίων ευρώ.



Διάγραμμα 4: Χάρτης επιπτώσεων έκρηξης στη Βηρυτό (SERTIT, 2020)

4 Διαχείριση Βιομηχανικών Ατυχημάτων

4.1 Σχετική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία – Οδηγία SEVESO

4.1.1 Η καταστροφή στην πόλη Σεβέζο της Ιταλίας

Τον Ιούλη του 1976 η πόλη Σεβέζο, γίνεται το επίκεντρο μιας πρωτοφανούς τραγωδίας. Στην πόλη βρισκόταν το υπερσύγχρονο εργοστάσιο Industrie Chimiche Meda Societa' Azionaria (ICMESA) εργοστάσιο χημικών προϊόντων στο Meda της Ιταλίας.

Στις 10 Ιούλη 1976, εξαιτίας αύξησης της πίεσης λόγω εξωθερμικής αντίδρασης σε αντιδραστήρα παραγωγής 2,4,5-τριχλωροφαινόλης, προκλήθηκε η διάρρηξη του δίσκου της βαλβίδας ασφαλείας με αποτέλεσμα, να προκληθεί διαρροή μεγάλων ποσοτήτων χημικών ουσιών στην ατμόσφαιρα. Περίπου 3000 κιλά χημικών ουσιών απελευθερώθηκαν στον αέρα, ανάμεσά τους μεγάλα ποσοστά τριχλωροφαινόλης και διοξίνης. Η τριχλωροφαινόλη χρησιμοποιείται στην παρασκευή ζιζανιοκτόνων, αντισηπτικών σαπουνιών και αποσμητικών και η διοξίνη αποτελεί διάμεσο προϊόν και όχι τελική μορφή σύνθεσης στην παραγωγή. Η διοξίνη (TCDD) ειδικά έχει θεωρηθεί η πιο επικίνδυνη και τοξική ουσία για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Οι χημικές ουσίες που απελευθερώθηκαν στον αέρα από το εργοστάσιο χημικών κοντά στο Μιλάνο στη βόρεια Ιταλία μεταφέρθηκαν νοτιοανατολικά από τον άνεμο προς τη λίμνη Κόμο. Το νέφος της διοξίνης μολύνει μια πυκνοκατοικημένη περιοχή. Οι τέσσερις δήμοι με την μεγαλύτερη επίδραση περιλάμβαναν το Seveso (πληθυσμός του 1976 17.000), το Meda (19 000), Desio (33 000) και Cesano Maderno (34.000). Επίσης δύο άλλοι δήμοι, η Barlassina (6000) και Bovisio Masciago (11 000), υποβλήθηκαν σε περιορισμούς μετά το ατύχημα. Η έκλυση του τοξικού νέφους ρύπανε έκταση 15 τετραγωνικών χιλιομέτρων με 37.000 κατοίκους.

Το ατύχημα αυτό προκάλεσε τραυματικές επιδράσεις ιδιαίτερα στον τοπικό πληθυσμό αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα. Ολόκληρη η περιοχή εκκενώθηκε, οι κάτοικοι εγκατέλειψαν τα σπίτια τους. Ακολούθησε ρύπανση του περιβάλλοντος και παραμονή της διοξίνης για μακρό διάστημα στην ατμόσφαιρα. Με τη βροχή έπεσε στο έδαφος και μόλυνε τα φυτά και τα ζώα. Η διοξίνη βρισκόταν παντού: στο έδαφος, στον αέρα, στο ίζημα του νερού. Το πρώτο σημάδι των προβλημάτων υγείας των κατοίκων ήταν δερματικές βλάβες, σαν σημάδι από κάψιμο, που εμφανίστηκε σε παιδιά μετά το

ατύχημα. Στη συνέχεια εμφανίζονται επιπλέον δερματικές αλλοιώσεις, όπως χημικά εγκαύματα β' βαθμού, γλόσσμα, ερύθημα. Επίσης εμφανίζεται ερεθισμός του αναπνευστικού επιθηλίου, βήχας, δύσπνοια, αιμορραγία των βλεννογόνων. Η ενζυματική λειτουργία του ήπατος απορρυθμίζεται και προκαλούνται βλάβες στο νεφρικό επιθήλιο. Επίσης παρατηρήθηκε αναστολή της λειτουργίας του ανοσοποιητικού μηχανισμού και αρνητική επίδραση στο εξελισσόμενο νευρικό σύστημα, στους ενδοκρινείς αδένες και στις αναπαραγωγικές λειτουργίες. Στα ζώα βρέθηκε ότι η χρόνια έκθεση στην τοξική αυτή ουσία μπορεί να προκαλέσει διαφόρων τύπων καρκίνο. Η Διεθνής Εταιρεία για την Έρευνα του Καρκίνου (IARC) κατατάσσει τη διοξίνη στα «γνωστά καρκινογόνα του ανθρώπου» (1997). Μπροστά στο ενδεχόμενο τερατογενέσεων, το υπουργείο Υγείας είχε προτείνει την άμβλωση για τις εγκύους όταν το έμβρυο είναι μικρότερο των τριών μηνών.

Η χρόνια επίδραση της διοξίνης στον ανθρώπινο οργανισμό πιστεύεται σήμερα ότι έχει και άλλες οδυνηρές συνέπειες και κυρίως στο γεννητικό σύστημα. Η πτώση της ανδρικής γονιμότητας λόγω ολιγοσπερμίας, ο τριπλασιασμός της συχνότητας του καρκίνου του όρχεως, η κάθετη αύξηση της ενδομητρίωσης στις νέες γυναίκες, καθώς και του καρκίνου του μαστού στις μέρες μας, θεωρείται ότι συνιστά αποτέλεσμα της ρύπανσης του περιβάλλοντος με διοξίνες. Πολλές άλλες ασθένειες παρατηρήθηκαν οι οποίες πιστεύεται ότι συσχετίζονται με την διοξίνη.

Σήμερα η παλιά περιοχή του εργοστασίου της ICMESA στο Σεβέζο έχει τελειώς αλλάξει. Το μολυσμένο χώμα έχει απομακρυνθεί από το έδαφος και ολόκληρος ο χώρος έχει μετατραπεί σε ένα πάρκο αναψυχής.

Με αφορμή αυτό το ατύχημα, αφυπνίζεται η κοινή γνώμη και προχωρά στη λήψη προληπτικών μέτρων από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την ασφάλεια των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, στο πλαίσιο της Οδηγίας Seveso που φέρει το όνομα της περιοχής που επηρεάστηκε περισσότερο από το ατύχημα. (Hakkinen, 2005)

4.1.2 Οδηγία SEVESO I (82/501/EOK)

Για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε βιομηχανικές δραστηριότητες η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσε το 1982 την Κοινοτική Οδηγία 82/501/EK, γνωστότερη ως Οδηγία SEVESO. Η οδηγία αυτή καθόριζε μέτρα και περιορισμούς για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης,

όπως πυρκαγιές, εκρήξεις, διαρροές τοξικών και επικινδύνων αερίων. Τα κύρια σημεία της Οδηγίας είναι τα εξής:

- Οι βιομήχανοι είναι απαραίτητο να παίρνουν όλα τα αναγκαία μέτρα για την αποφυγή Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και τον περιορισμό των επιπτώσεών τους.
- Οι βιομήχανοι πρέπει να πληροφορούν τις Αρμόδιες Αρχές σχετικά με τους κινδύνους που απορρέουν από τις δραστηριότητές τους και για τα μέτρα που έχουν πάρει.
- Τα Κράτη-Μέλη πρέπει να μεριμνούν ώστε οι πολίτες που μπορεί να εκτεθούν σε κίνδυνο να πληροφορούνται σχετικά με τα μέτρα ασφαλείας.
- Τα μεγάλα ατυχήματα πρέπει να καταγράφονται και να διερευνώνται, ενώ τα Κράτη-Μέλη πρέπει να έχουν πρόσβαση στην ανάλυση αυτών των ατυχημάτων.

Παρακάτω φαίνονται περιληπτικά τα κύρια άρθρα της Οδηγίας SEVESO I (82/501/ΕΟΚ). Στο Άρθρο 1 της Οδηγίας, δίνονται οι ορισμοί σχετικών όρων. Γίνεται αναφορά στα τέσσερα Παραρτήματα της Οδηγίας, τα οποία προσδιορίζουν τύπους παραγωγικών, λειτουργικών και αποθηκευτικών διαδικασιών που αναφέρονται στους κανονισμούς, καθώς και τους τύπους των προβλεπόμενων κινδύνων.

Τα άρθρα 3 και 4, καθορίζουν το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας, τους τομείς που εξαιρούνται και απαιτούν από τα Κράτη-Μέλη να διαβεβαιώσουν ότι οι βιομήχανοι αναγνωρίζουν τους υπαρκτούς Κινδύνους Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και υιοθετούν όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας, συμπεριλαμβανομένων αυτών της πληροφόρησης, της εκπαίδευσης και του εξοπλισμού του προσωπικού.

Στο άρθρο 5, τονίζεται η υποχρέωση των βιομηχάνων να παρέχουν στις Αρμόδιες Αρχές κοινοποίηση η οποία περιέχει λεπτομερείς και εκσυγχρονισμένες πληροφορίες σε θέματα ασφάλειας, πρόληψης και άλλων σχετικών.

Στο άρθρο 7 αναφέρεται ότι τα Κράτη –Μέλη πρέπει να καθορίσουν τις Αρμόδιες Αρχές που θα έχουν την ευθύνη της συλλογής των κοινοποιήσεων, της εξέτασης των παρεχομένων πληροφοριών, της οργάνωσης επιθεωρήσεων ή άλλων συναφών μέτρων ελέγχου και της πιστοποίησης κατάρτισης των εκτός των βιομηχανικών εγκαταστάσεων σχεδίων αντιμετώπισης.

Στο άρθρο διευκρινίζεται ότι τα Κράτη-Μέλη καθίστανται υπεύθυνα να διαβεβαιώσουν ότι τα άτομα τα οποία μπορεί να προσβληθούν στην περίπτωση Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης είναι ενημερωμένα για τα μέτρα ασφαλείας και σωστής συμπεριφοράς που πρέπει να υιοθετηθούν κατά το συμβάν. Το άρθρο 8 της Οδηγίας σχετίζεται άμεσα με το

έργο καθώς αναφέρεται στο θέμα της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού για την αντιμετώπιση ΒΑΜΕ και έχει ιδιαίτερα σημασία αφού για πρώτη φορά σε ολόκληρη την Ευρώπη λαμβάνεται υπόψη η ασφάλεια των ανθρώπων που βρίσκονται εκτός των επικίνδυνων βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Το άρθρο 10 απαιτεί από τα Κράτη – Μέλη να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός των Αρμόδιων Αρχών μέσω του βιομηχανού, με λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης που λαμβάνουν χώρα. Οι Αρμόδιες Αρχές με τη σειρά τους πρέπει να είναι σε θέση να διαβεβαιώσουν ότι έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα καθώς επίσης ότι έχει επιτευχθεί εκτενής ανάλυση των αιτιών του ατυχήματος, οποτεδήποτε αυτό ζητηθεί.

Το άρθρο 11 καθορίζει ότι τα Κράτη-Μέλη έχουν την νομική υποχρέωση να αναφέρουν το όποιο Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης έχει συμβεί στην Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο άρθρο 12, αναφέρεται η υποχρέωση της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη στοιχειοθέτηση ενός πρωτόκολλου, το οποίο να περιέχει μια περίληψη των Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης που έχουν λάβει χώρα στα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένου την ανάλυση των αιτιών που οδήγησαν στο ατύχημα, καθώς και στα μέτρα που έχουν ληφθεί.

Το άρθρο 15, αναφέρεται στη σύσταση μιας Επιτροπής παρακολούθησης της Οδηγίας, η σύνθεση της οποίας θα αποτελείται από αντιπροσώπους των Κρατών-Μελών και ως πρόεδρος ορίζεται ένας αντιπρόσωπος της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης .

Στο άρθρο 18, από τα Κράτη – Μέλη και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναμένεται η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικών με τις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει σε θέματα που αφορούν την πρόληψη των Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και τον περιορισμό των συνεπειών αυτών, τόσο στην δημόσια υγεία όσο και στο περιβάλλον. (Σέμπου, 2011)

4.2 Κυπριακή Νομοθεσία

Η πολιτική του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας της Κυπριακής Δημοκρατίας, στο θέμα του ελέγχου των Ατυχημάτων Μεγάλης Κλίμακας, έχει ως στόχο την προστασία των εργαζομένων, του κοινού και του περιβάλλοντος από τα ατυχήματα τα οποία εμπρικλείουν επικίνδυνες χημικές ουσίες και τα οποία λόγω του είδους των χημικών ουσιών και του μεγέθους των εγκαταστάσεων, στις οποίες είναι δυνατό να συμβούν, μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε μεγάλη κλίμακα.

Η επίτευξη του στόχου αυτού επιδιώκεται με την ύπαρξη ενός κατάλληλου νομοθετικού πλαισίου, με την επιτήρηση της εφαρμογής του, μέσω κατάλληλου συστήματος επιθεώρησης καθώς και με την ενημέρωση και πληροφόρηση.

Για την προστασία των εργαζομένων, του κοινού και του περιβάλλοντος έχουν εισαχθεί κάτω από τους περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία Νόμους του 1996 έως 2011 οι περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Αντιμετώπιση Κινδύνων Ατυχημάτων Μεγάλης Κλίμακας Σχετιζομένων με Επικίνδυνες Ουσίες) Κανονισμοί του 2015 (Κ.Δ.Π. 347/2015) . Οι Κανονισμοί αυτοί εφαρμόζονται σε μονάδες (χώρους, εγκαταστάσεις, κ.λπ.) όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων χημικών ουσιών και παρασκευασμάτων.

Οι πιο πάνω Κανονισμοί εναρμονίζουν την Κυπριακή Νομοθεσία με την **Οδηγία 2012/18/ΕΕ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Ιουλίου 2012 για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες και για την τροποποίηση και στη συνέχεια την κατάργηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου (SEVESO III).

Σύμφωνα με το άρθρο 1 της Οδηγίας, η παρούσα οδηγία θεσπίζει κανόνες για την πρόληψη μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες και τον περιορισμό των συνεπειών τους στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, με στόχο να διασφαλιστεί υψηλό επίπεδο προστασίας σε όλη την Ένωση με συνεπή και αποτελεσματικό τρόπο. (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2020)

4.3 Σχέδια Επείγουσας Ανάγκης

Ο διαχειριστής κάθε μονάδας ανώτερης βαθμίδας που εμπίπτει στις πρόνοιες των πιο πάνω Κανονισμών πρέπει να καταρτίσει εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης με τα μέτρα που λαμβάνονται στη μονάδα.

Η Δύναμη Πολιτικής Άμυνας οφείλει να καταρτίσει εξωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης με τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στον εκτός της μονάδας χώρο. Οι πρόνοιες της Οδηγίας 2012/18/ΕΕ για τα εξωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης έχουν μεταφερθεί στην Κυπριακή νομοθεσία με τους περί Πολιτικής Άμυνας (Γενικούς) Κανονισμούς του 1997 έως 2017 (Κ.Δ.Π. 509/2004, Κ.Δ.Π. 97/2006 και Κ.Δ.Π.61/2017).

Τα σχέδια έκτακτης ανάγκης επιδιώκουν:

- τον περιορισμό και τη θέση υπό έλεγχο περιστατικών, ούτως ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις τους και να περιορίζονται οι βλάβες που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία, στο περιβάλλον και στην περιουσία,
- την εφαρμογή των αναγκαίων μέτρων προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από τις επιδράσεις ατυχημάτων μεγάλης κλίμακας,
- την ανακοίνωση των αναγκαίων πληροφοριών στο κοινό και στις οικείες υπηρεσίες ή αρχές της περιοχής,
- την αποκατάσταση και τον καθαρισμό του περιβάλλοντος κατόπιν ατυχήματος μεγάλης κλίμακας.

Τα εσωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης καταρτίζονται ύστερα από διαβούλευση με το προσωπικό που απασχολείται εντός της μονάδας, συμπεριλαμβανομένου του σχετικού επί μακρόν εργαζομένου προσωπικού υπεργολαβίας, και ζητείται η γνώμη του κοινού για τα εξωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης όταν αυτά εκπονούνται ή επικαιροποιούνται.

Τα εσωτερικά και εξωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης επανεξετάζονται, δοκιμάζονται και ενδεχομένως αναθεωρούνται και εκσυγχρονίζονται από τους διαχειριστές και τη Δύναμη Πολιτικής Άμυνας αντίστοιχα, ανά ενδεδειγμένα χρονικά διαστήματα όχι μεγαλύτερα των τριών ετών. Η επανεξέταση αυτή λαμβάνει υπόψη τις μετατροπές στις σχετικές μονάδες, στις οικείες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, τις νέες τεχνικές γνώσεις και τις γνώσεις όσον αφορά την αντιμετώπιση ατυχημάτων μεγάλης κλίμακας. (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2020)

4.4 Κατάσταση στην Κύπρο

Στην Κύπρο υπάρχουν 31 μονάδες που υπάγονται στις διατάξεις των Κανονισμών (όλες οι μονάδες «Seveso»). Από αυτές οι 20 είναι μονάδες κατώτερης βαθμίδας και οι άλλες 11 είναι μονάδες ανώτερης βαθμίδας. Επιπλέον, 4 μονάδες ανώτερης βαθμίδας και 2 μονάδες κατώτερης βαθμίδας που θα λειτουργήσουν στην περιοχή Μαρί – Βασιλικού βρίσκονται στο στάδιο σχεδιασμού / κατασκευής.

Όλες οι μονάδες έχουν αποστείλει γνωστοποίηση και διαθέτουν Πολιτική Πρόληψης ατυχημάτων μεγάλης κλίμακας.

Όλες οι μονάδες ανώτερης βαθμίδας έχουν υποβάλει Έκθεση Ασφάλειας. Το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας έχει εξετάσει τις εκθέσεις ασφάλειας και έχει κοινοποιήσει τα συμπεράσματά του, στους διαχειριστές των μονάδων. Στο Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας διατηρούνται αντίγραφα όλων των εκθέσεων ασφάλειας. Οι μονάδες αυτές έχουν

εκπονήσει εσωτερικά σχέδια επείγουσας ανάγκης και η Δύναμη Πολιτικής Άμυνας έχει εκπονήσει εξωτερικά σχέδια επείγουσας ανάγκης.

Οι διαχειριστές των μονάδων ανώτερης βαθμίδας έχουν ενημερώσει με σχετικό πληροφοριακό υλικό τα πρόσωπα, τα οποία πιθανό να επηρεασθούν από ατύχημα μεγάλης κλίμακας, για τα μέτρα ασφάλειας στις μονάδες και την απαιτούμενη συμπεριφορά τους στην περίπτωση που συμβεί ατύχημα μεγάλης κλίμακας.

Το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας μεριμνά ώστε όλες οι μονάδες να καλύπτονται από σχέδιο επιθεωρήσεων και ανάλογα καταρτίζει, σε τακτά διαστήματα, πρόγραμμα τακτικών επιθεωρήσεων. Τουλάχιστον, πραγματοποιείται μια επιθεώρηση κάθε χρόνο σε όλες τις μονάδες ανώτερης βαθμίδας και κάθε 3 χρόνια σε όλες τις μονάδες κατώτερης βαθμίδας.

Το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας κάθε τρία χρόνια συντάσσει έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της SEVESO, αφού ζητήσει συνεισφορά από άλλες Αρμόδιες Αρχές, με βάση σχετικό ερωτηματολόγιο και την υποβάλλει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2020)

4.5 Φάσεις διαχείρισης καταστροφών

Η διαχείριση έκτακτων καταστάσεων αποτελείται από τον συντονισμό των εμπλεκόμενων οργανισμών και τις ενέργειες των εμπλεκόμενων οργανισμών. Για να μειωθεί αποτελεσματικά το αντίκτυπο των καταστροφών απαιτείται μια ολοκληρωμένη στρατηγική για τη διαχείριση καταστροφών, η οποία αναφέρεται επίσης ως κύκλος διαχείρισης καταστροφών. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των καταστροφών βασίζεται σε τέσσερις διακριτές συνιστώσες: τον μετριασμό, την ετοιμότητα, την ανταπόκριση και την ανάκαμψη μετά την καταστροφή. Η σημασία των τεσσάρων αυτών συνιστωσών φαίνεται παρακάτω.



Διάγραμμα 5: Κύκλος διαχείρισης καταστροφών (Westen, 2000)

4.5.1 Μετριασμός

Μετριασμός ονομάζεται η μείωση ή και εξάλειψη της πιθανότητας και των συνεπειών ενός κινδύνου ώστε η κοινωνία να δέχεται όσο το δυνατόν λιγότερες επιπτώσεις από ενδεχόμενη καταστροφή. Η φύση του κάθε κινδύνου και η επιρροή του στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον είναι διαφορετική – ως εκ τούτου η επιλογή των εργαλείων μετριασμού πρέπει να έπεται της αναγνώρισης των απειλών και των επιπτώσεών τους. Ο μετριασμός είναι ευκολότερα εφαρμόσιμος σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών καθώς είναι περισσότερο προβλέψιμες, ωστόσο πολλές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον μετριασμό τους, μπορούν να γίνουν εξίσου χρήσιμες στις περιπτώσεις ανθρωπογενών καταστροφών. Συνεπώς, ο εντοπισμός, η αναγνώριση και η ανάλυση των απειλών αποτελούν το πρώτο βήμα της επιλογής πιθανών τεχνικών μετριασμού (ή του σχεδιασμού νέων) και της εκτίμησης της αποτελεσματικότητάς τους ως προς την εξάλειψη του κινδύνου ή των επιπτώσεών του (Corpora,2007).

4.5.2 Ετοιμότητα

Αφορά στην προετοιμασία των ατόμων που είναι επιρρεπής και στην ετοιμότητα αυτών που είναι σε θέση να προσφέρουν βοήθεια στους πληγέντες, να αυξήσουν την πιθανότητα επιβίωσής τους και να ελαχιστοποιήσουν τις οικονομικές και άλλες απώλειές τους. Ορίζεται ως «το σύνολο των γνώσεων και ικανοτήτων που έχει αποκτήσει μια κυβέρνηση, οι επαγγελματίες του κλάδου, οι βοηθητικές οργανώσεις, οι κοινότητες και τα άτομα, προκειμένου να προβλέψουν, ανταποκριθούν και να ανακάμψουν αποτελεσματικά από τις επιπτώσεις πιθανών, επικείμενων ή τρεχόντων γεγονότων ή συνθηκών κινδύνου».

4.5.3 Ανταπόκριση

Είναι η λήψη μέτρων για τη μείωση ή την εξάλειψη των επιπτώσεων των καταστροφών που έχουν συμβεί ή συντελούνται εκείνη τη στιγμή ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω ταλαιπωρία ή/και η οικονομική απώλεια των ατόμων. Ένας όρος που χρησιμοποιείται συχνά στη διεθνή διαχείριση των καταστροφών είναι η ανακούφιση (relief), που στην ουσία αποτελεί μια συνιστώσα της ανταπόκρισης. Ορίζεται «η παροχή υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης και κοινωνικής υποστήριξης κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από μια καταστροφή, προκειμένου να σωθούν ζωές, να μειωθούν οι επιπτώσεις στην υγεία, να διασφαλιστεί η δημόσια ασφάλεια και να καλυφθούν οι βασικές ανάγκες διαβίωσης των ανθρώπων που πλήττονται» (UNISDR, 2009).

Τόσο στη φάση της ετοιμότητας όσο και στη φάση της ανταπόκρισης, στόχος είναι οι ενέργειες που καθορίζουν τι πρέπει να γίνει ώστε να αντιμετωπιστεί μία απειλή ή μία καταστροφή. Δηλαδή πώς πρέπει να γίνουν ακριβώς αυτές οι ενέργειες και με ποια μέσα. Η ανταπόκριση είναι το στάδιο που ακολουθεί την ετοιμότητα και οι διαδικασίες της μπορεί να διαρκέσουν για μήνες ή και για χρόνια, αφού απαιτούνται πολύπλοκες διαδικασίες συντονισμού και καθοδήγησης μεταξύ δεκάδων προσώπων και οργανισμών.

4.5.4 Ανάκαμψη

Αφορά στην επιστροφή της ζωής των θυμάτων πίσω σε μια κανονική κατάσταση μετά από τον αντίκτυπο των συνεπειών των καταστροφών. Η φάση της ανάκαμψης συνήθως αρχίζει εφόσον έχει τελειώσει η άμεση ανταπόκριση και αφορά την “αποκατάσταση και βελτίωση» των εγκαταστάσεων, των μέσων και των συνθηκών διαβίωσης και κοινοτήτων

που επλήγησαν από καταστροφές, συμπεριλαμβανομένων και των προσπαθειών για τη μείωση των παραγόντων επικινδυνότητας και καταστροφών. (UNISDR, 2009). Το επιχείρημα της ανάκαμψης της πληγείσας περιοχής είναι δύσκολο να ορισθεί χρονικά. Είναι όμως σημαντικό οι ενέργειες να βασίζονται σε προ-υπάρχουσες στρατηγικές και πολιτικές ώστε οι θεσμικές ευθύνες για τη δράση της ανάκαμψης να είναι σαφώς ορισμένες, αλλά και να διευκολύνεται η συμμετοχή του κοινού. Η φάση της ανάκαμψης, όταν εφαρμόζεται σε συνδυασμό με αυξημένη κοινωνική πληροφόρηση και εμπλοκή, παρέχει μια πολύτιμη ευκαιρία για να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν μέτρα για τη μείωση της επικινδυνότητας των καταστροφών. Το μεγάλο εύρος των στοιχείων που συχνά πλήττονται και η σημασία που δίνεται στην ανάκαμψη και την ανακατασκευή, αποτελούν έναυσμα για να δημιουργηθεί μιας καλύτερης, ανθεκτικότερης και επιτυχημένης κοινότητας. Συνεπώς, παρά τις απώλειες, αυτή η φάση συνδέεται όχι μόνο με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της κοινωνίας απέναντι σε μελλοντικές καταστροφές, αλλά αποτελεί ευκαιρία για οικονομική αναζωογόνηση, αστική αναβάθμιση, επανασχεδιασμό των χρήσεων γης, εκσυγχρονισμό κ.ά. (Corroia, 2007). Επίσης αφορά τον προγραμματισμό της μακροπρόθεσμης αποκατάστασης του ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος και αποτελεί δράση που συνδέεται με τη φάση του μετριασμού, ολοκληρώνοντας έτσι τον κύκλο διαχείρισης των καταστροφών.

5 Ο ρόλος του πολεοδομικού σχεδιασμού στην διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων

5.1 Πολεοδομικός σχεδιασμός και σχεδιασμός ασφάλειας

Πολεοδομία ορίζεται ως η επιστήμη της χωρικής οργάνωσης των ανθρώπινων οικισμών. Σκοπός της είναι η διασφάλιση της υγείας και των ανέσεων, η βελτίωση της ποιότητας ζωής, η προστασία περιβάλλοντος αλλά και πολιτιστικών ευαίσθητων ή αξιόλογων περιοχών και η διασφάλιση των αναγκαίων υποδομών για τους πολίτες. Ο σχεδιασμός μπορεί να χωριστεί σε τρία επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά είναι ο Εθνικός, ο Περιφερειακός και ο Τοπικός Σχεδιασμός. Ο εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός αφορούν τον χωροταξικό σχεδιασμό και αποτελεί τον κεντρικό φορέα εκπόνησης ενώ ο τοπικός σχεδιασμός, αναφέρεται στον πολεοδομικό σχεδιασμό και αφορά τοπικά σχέδια. (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)



Διάγραμμα 6: Επίπεδα σχεδιασμού (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)

Βασικές επιδιώξεις του πολεοδομικού σχεδιασμού είναι η υιοθέτηση ενός μοντέλου βιώσιμης ανάπτυξης και η οργανωμένη και ενοποιημένη ανάπτυξη. Βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται ως η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες. Αποτελεί μια δυναμική διαδικασία, μια συνεχής πορεία αλλαγής και προσαρμογής, που επηρεάζει όλους τους παράγοντες της κοινωνίας και στηρίζεται στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)



Διάγραμμα 7: Σχεδιάγραμμα βιώσιμης ανάπτυξης (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)

Η αρχή της «οργανωμένης και ενοποιημένης ανάπτυξης», επιδιώκεται μέσα από τον πολεοδομικό σχεδιασμό και αποτελεί τον πυρήνα της έννοιας της βιώσιμης ανάπτυξης. Συμβάλλει στην κοινωνική συνοχή και συνετή διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος, των φυσικών πόρων και της πολιτιστικής κληρονομιάς, και γενικότερα στη διασφάλιση της βιώσιμης, ισορροπημένης και ορθολογικής ανάπτυξης των οικισμών. (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2015)

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός λειτουργεί με προγραμματισμό, όραμα και στρατηγικές κατευθύνσεις. Λαμβάνει υπόψη τον πληθυσμό, κάνοντας προβλέψεις και για το μέλλον, και την χωρική κατανομή. Επίσης λαμβάνει υπόψη τις δραστηριότητες και τις χρήσεις γης (υπηρεσίας και υποδομές), τους διαθέσιμους πόρους (φυσικούς, ανθρώπινους και οικονομικούς) και τους περιορισμούς, τις ευκαιρίες, τις δυνατότητες αλλά και τις απειλές που εμφανίζονται σε μια πόλη.

Η ασφάλεια μπορεί να αποκτηθεί μέσα από έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό ασφάλειας, ο οποίος είναι γνωστός στη διεθνή βιβλιογραφία ως risk management planning, δηλαδή διαχείριση της διακινδύνευσης. Ο σχεδιασμός ασφάλειας, μπορεί να συσχετιστεί με τις φάσεις διαχείρισης των καταστροφών, στις οποίες αναφερθήκαμε στο Κεφάλαιο 2. Δηλαδή η δομή του σχεδιασμού ασφάλειας μπορεί να ταυτιστεί με τις φάσεις διαχείρισης των καταστροφών και έτσι προκύπτει ο κύκλος του σχεδιασμού ασφάλειας.

Οι καταστροφές στο Μάτι Αττικής, στην Βηρυτό τον Αύγουστο του 2020 αλλά και στα Νησιά Πουκέτ το 2004, καταδεικνύουν το πόσο κρίσιμο είναι να λαμβάνεται υπόψη ο τομέας της ασφάλειας και της πρόληψης καταστροφών, στον σχεδιασμό των χρήσεων γης αλλά και στον πολεοδομικό σχεδιασμό γενικότερα.

5.2 Σχεδιασμός Πρόληψης – Προστασίας

Η περίοδος πριν από κάποια ενδεχόμενη εκδήλωση ενός κινδύνου και ο σχεδιασμός που εφαρμόζεται προληπτικά, αποτελούν την σημαντικότερη φάση του κύκλου σχεδιασμού ασφάλειας. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση εντοπίστηκαν τρεις μέθοδοι σχεδιασμού ενός συστήματος ασφάλειας. Οι μέθοδοι αυτές είναι η μέθοδος Rapid Action Planning (Brewster, 2005), η Standard Method of Disaster Prevention Urban Planning (Ogawa, 2005) και η Μέθοδος Σχεδιασμού πρόληψης - προστασίας του Δελλαδέτσιμα (Δελλαδέτσιμας 2009). Και οι τρεις αυτές μέθοδοι έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό τον πολεοδομικό σχεδιασμό ως βασικό εργαλείο. Η διαδικασία του σχεδιασμού πρόληψης μπορεί να χωριστεί σε φάσεις, σύμφωνα με τις πιο πάνω μεθόδους. Οι φάσεις αυτές είναι α) συνεχής παρακολούθηση και εκτίμηση των απειλών και της τρωτότητας της πόλης και β) σχεδιασμός και εφαρμογή τεχνικών πρόληψης - ετοιμότητας. (Κ. Πανοζάχου, 2012)

5.2.1 Εκτίμηση απειλών και τρωτότητας

Η συνεχής παρακολούθηση και εκτίμηση των απειλών και της τρωτότητας της πόλης αφορά την κατασκευή ενός υπόβαθρου στο οποίο θα στηριχτεί ο πολεοδομικός σχεδιασμός πρόληψης-προστασίας για την λήψη των απαραίτητων αποφάσεων και κατάλληλων τεχνικών. Αυτή η φάση μπορεί να ξεκινήσει με την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης. Δηλαδή συγκεντρώνοντας το σύνολο των δεδομένων της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής, όπως πληθυσμιακά δεδομένα, υφιστάμενη κατάσταση χρήσεων γης, ιστορικό προηγούμενων καταστροφών, πληροφοριών σχετικά με την γεωλογία της περιοχής, κατάσταση κτηρίων, οδικό δίκτυο και καταγραφή και επισήμανση βιομηχανικών και γενικά επικίνδυνων λειτουργιών.

Στη συνέχεια ακολουθεί χαρτογράφηση των απειλών και εκτίμηση σεναρίων της έντασης και κλίμακας των αντίστοιχων καταστροφικών φαινομένων. Το στάδιο αυτό αφορά την συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή των απειλών με έμφαση σε αυτές που έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης στην περιοχή μελέτης. Η χαρτογράφηση μπορεί να

αποτελείται από απεικονίσεις της θέσης εμφάνισης των απειλών και αποτύπωση χαρτογραφικά των χαρακτηριστικών του δυναμικού κάθε απειλής. Ακολούθως γίνεται εκτίμηση και συνεχής παρακολούθηση των διακυμάνσεων της τρωτότητας. Το στοιχείο αυτό αποτελεί το σημαντικότερο της πρώτης φάσης του σχεδιασμού πρόληψης-προστασίας, αφού αποτελεί το αποτέλεσμα μιας σύνθεσης όλων των παραπάνω στοιχείων σε ένα συνδυασμένο κοινό μέγεθος, την τρωτότητα. Η ανάλυση της τρωτότητας αποσκοπεί κυρίως στον εντοπισμόν προβληματικών περιοχών μέσα στην πόλη και μπορεί να υποστηριχτεί πολύ αποτελεσματικά από τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η διαδικασία εκτίμησης της τρωτότητας στηρίζεται στη συγκέντρωση, επεξεργασία και ανάλυση χωρικών δεδομένων και τέλος στην απόδοση δεικτών που αποτυπώνουν την τρωτότητα σε μια περιοχή. (Πανοζάχου, 2012)

5.2.2 Σχεδιασμός και εφαρμογή τεχνικών πρόληψης – ετοιμότητας

Η δεύτερη φάση, δηλαδή ο σχεδιασμός και εφαρμογή τεχνικών πρόληψης - ετοιμότητας, αφορά δράσεις και ρυθμίσεις πολεοδομικού χαρακτήρα με στόχο την προώθηση δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου αστικού δικτύου ετοιμότητας. Οι πρώτος βασικός παράγοντας παρέμβασης του πολεοδομικού σχεδιασμού που υποστηρίζει το αστικό δίκτυο ετοιμότητας είναι η οργάνωση των αστικών ζωνών σχεδιασμού εκκένωσης. Δηλαδή η οριοθέτηση των αστικών περιοχών οι οποίες πρέπει να εκκενωθούν προληπτικά ή/και υπάρχει αυξημένη ανάγκη πρόσβασης των υπηρεσιών. Για να οριστεί μια τέτοια περιοχή είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της τρωτότητας της, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως η πιθανότητα ατυχημάτων.

Ο δεύτερος άξονας μπορεί να είναι η οργάνωση των χώρων εκτόνωσης, δηλαδή η καταγραφή και η οργάνωση των ελεύθερων κοινόχρηστων ή κοινωφελών χώρων, έτσι ώστε να μπορέσουν να εξυπηρετήσουν αποτελεσματικά τους πολίτες κατά την περίοδο έκτακτης ανάγκης. Οι χώροι αυτοί μπορούν να οργανωθούν ανάλογα με τη βασική λειτουργία που θα επιτελέσουν σε μία κρίσιμη περίοδο. Οι κύριες λειτουργίες που μπορεί να είναι χώροι καταφυγής, χώροι παροχής βοήθειας και χώροι καταυλισμού.

Ο τρίτος παράγοντας είναι η οργάνωση δικτύων και αφορά την οργάνωση και ιεράρχηση των δικτύων μιας πόλης. Η οργάνωση δικτύων είναι ζωτικής σημασίας για μία πόλη, αφού σε πολλές περιπτώσεις η λανθασμένη οργάνωσή τους μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα τρωτότητας. Το κύριο ζήτημα που καλείται να αντιμετωπίσει

στην περίπτωση αυτή ο πολεοδομικός σχεδιασμός, είναι η αποτελεσματική οργάνωση των κρίσιμων και τρωτών λειτουργιών της πόλης.

Τέταρτος παράγοντας αποτελεί την οργάνωση των χρήσεων γης. Η οργάνωση των χρήσεων γης και των λειτουργιών της πόλης αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι κάθε μορφής πολεοδομικού σχεδιασμού. Βασικός στόχος του άξονα αυτού είναι η προληπτική ρύθμιση των χρήσεων γης και των λειτουργιών της πόλης με τρόπο ώστε να αποφευχθούν ή να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι καταστροφικές συνέπειες από ένα ατύχημα. (Πανοζάχου, 2012)

5.2.3 Προώθηση βιώσιμης ανάπτυξης και ενημέρωση του πληθυσμού

Άλλες βασικές στρατηγικές είναι η προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης μέσα από την διαδικασία σχεδιασμού πρόληψης-προστασίας αλλά και η ενημέρωση - εκπαίδευση και συμμετοχή του πληθυσμού της πόλης. Η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί βασική στρατηγική κάθε πολεοδομικού σχεδίου και βασική κατεύθυνση για την γενικότερη ανάπτυξη των πόλεων, αφού μπορεί μέσω αυτής να οργανωθεί μία πόλη που να είναι λιγότερο τρωτή απέναντι σε απειλές. Επιπλέον η ενημέρωση και η εκπαίδευση των πολιτών, μπορεί να προωθηθεί μέσα από ένα ολοκληρωμένο πολεοδομικό σχεδιασμό πρόληψης-προστασίας, τόσο σε θέματα ανάπτυξης της πόλης όσο και στα θέματα ασφάλειας, ετοιμότητας και αντιμετώπισης μίας καταστροφής.

Από τα παραπάνω μπορούμε να αντιληφθούμε πως η περίοδος πριν από κάποια ενδεχόμενη εκδήλωση του κινδύνου και ο σχεδιασμός που εφαρμόζεται για την πρόληψη των καταστροφικών επεισοδίων, αποτελούν την σημαντικότερη φάση του κύκλου σχεδιασμού ασφάλειας.

5.3 Σχεδιασμός ανάκαμψης και ανασυγκρότησης

5.3.1 Στόχοι σχεδιασμού ανάκαμψης

Ο σχεδιασμός ανάκαμψης-ανασυγκρότησης στοχεύει στην γρηγορότερη δυνατή επαναφορά της πόλης μετά από ένα καταστροφικό γεγονός αλλά και στην υψηλότερη ποιότητα ζωής της πόλης ακόμα και πριν την καταστροφή. Για να υπάρξει αποτελεσματικός πολεοδομικός σχεδιασμός είναι απαραίτητο να επιτευχθούν ορισμένοι βασικοί στόχοι. Οι στόχοι αυτοί αφορούν τα παρακάτω:

- Καθορισμός των τύπων, της θέσης και της έντασης των χρήσεων γης
- Εξασφάλισης της διαθεσιμότητας γης (προσφορά γης)
- Εξασφάλιση της εξυπηρέτησης της γης για χορηγούμενες υπηρεσίες (δηλαδή για παροχή υπηρεσιών υποδομής)
 - Διευκόλυνση της σύνδεσης μεταξύ χρήσεων γης (δηλαδή εξασφάλιση μεταφορικών δικτύων και υπηρεσιών)

Αν πάρουμε παραδείγματα από την διεθνή εμπειρία, η εφαρμογή ενός αποτελεσματικού πολεοδομικού σχεδιασμού μετά από μια καταστροφή μπορεί να επιφέρει θριαμβευτικά αποτελέσματα για μία πόλη. Μπορεί να παρέχει ένα ισχυρό μέσο/εργαλείο για την ενσωμάτωση της διαχείρισης της επικινδυνότητας στις προσπάθειες ανασυγκρότησης. Συγκεκριμένα μπορεί να παρέχει ένα πλαίσιο συντονισμένων και ολοκληρωμένων προσπαθειών για μια βιώσιμη ανασυγκρότηση, διευκρινίζοντας το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα υπάρξει η ανάπτυξη των υποδομών, των μεταφορών και της διαχείρισης του περιβάλλοντος. Διευκολύνεται η παρακολούθηση των επιδόσεων και της προόδου της πόλης και παρέχεται ένα πειθαρχημένο πλαίσιο για την χρηματοδότηση της ανασυγκρότησης. Επίσης μπορεί να παρέχει σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς μια κοινή βάση για την απόκριση σε απρόβλεπτες ανάγκες και νέες προκλήσεις, καθώς η περιοχή εξελίσσεται μέσα από την ανασυγκρότηση. Οι στόχοι αυτοί περιγράφουν με ευστοχία το ρόλο του πολεοδομικού σχεδιασμού κατά την φάση της ανασυγκρότησης. Ας δούμε παρακάτω πιο αναλυτικά τα περιεχόμενα και τη δομή του πολεοδομικού σχεδιασμού ανάκαμψης - ανασυγκρότησης. (Πανοζάχου, 2012)

5.3.2 Στάδια σχεδιασμού ανάκαμψης

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός ανάκαμψης - ανασυγκρότησης μπορούμε να πούμε ότι διαρθρώνεται σε σχέδια δύο επιπέδων, αφού υπάρχει η ανάγκη για μία πιο ευπροσάρμοστη μορφή πολεοδομικού σχεδιασμού. Αυτό συμβαίνει γιατί μετά από μία καταστροφή η αναγκαιότητα για γρήγορα ανασυγκρότηση είναι επιτακτική. Το πρώτο σχέδιο αφορά το Δομικό Σχέδιο (Structure Plan), το οποίο ορίζει τις γενικές αρχές και τις πολιτικές για την ανάπτυξη της περιοχής της οποίας πλήγηκε από μία καταστροφή. Το σχέδιο αυτό πρέπει να περιέχει πληροφορίες για τις περιοχές κινδύνου και πολιτικές άμβλυνσης, για τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς, τους δρόμους και τις δημόσιες μεταφορές. Επίσης πρέπει να περιέχει

κατευθύνσεις για τη γενική οργάνωση χρήσεων γης και μέγιστων πυκνοτήτων και τις περιοχές οι οποίες έχουν προτεραιότητα ανασυγκρότησης. Το δεύτερο σχέδιο ονομάζεται Ειδικό Σχέδιο (Concept Plan), το οποίο εφαρμόζει τις αρχές και τις πολιτικές του δομικού σχεδίου για να ορίσει τις ανάγκες σχεδιασμού προκειμένου να προτείνει λεπτομερείς εισηγήσεις για τις πληγείσες περιοχές.

Το περιεχόμενο του Ειδικού Σχεδίου αποτελείται από τα κρισιμότερα ζητήματα που καλείται να ρυθμίσει ο πολεοδομικός σχεδιασμός ανάκαμψης - ανασυγκρότησης. Το πρώτο ζήτημα είναι οι χρήσεις γης. Πιο συγκεκριμένα η εκτίμηση αναγκών στέγασης του αριθμού των κατοικιών που καταστράφηκαν, η εκτίμηση για την διαθεσιμότητα γης σε περίπτωση που είναι απαραίτητη η μετατόπιση και ο σχεδιασμός κατανομής γης, κυριότητες και ιδιοκτησιακά θέματα. Το τελευταίο στοιχείο περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την οργάνωση των αστικών προγραμμάτων κατανομής της γης.

Το δεύτερο ζήτημα που καλείται να επιλύσει ο πολεοδομικός σχεδιασμός είναι η ζωνοποίηση χρήσεων γης και οικοδομικοί κώδικες. Το ζήτημα αυτό περιλαμβάνει σχέδια αναθεώρησης της υφιστάμενης ζωνοποίησης των χρήσεων γης ώστε να συμβαδίζουν με τα νέα δεδομένα της πόλης και να προωθήσουν την μετέπειτα ανάπτυξή της. Ακόμα περιλαμβάνει προτάσεις για αναθεωρήσεις στους οικοδομικούς κώδικες και κανονισμούς για την ενίσχυση των υφιστάμενων δομημένων στοιχείων αλλά και στην κατασκευή νέων πιο ανθεκτικών στοιχείων. (Πανοζάχου, 2012)

Το τρίτο ζήτημα αφορά τον φυσικό σχεδιασμό. Πιο συγκεκριμένα αφορά την χάραξη οδικού δικτύου, την χάραξη προσχεδίου οργάνωσης των νέων κατοικημένων περιοχών, τον σχεδιασμό υποδομών υπηρεσιών, τον σχεδιασμό δημόσιων κτηρίων και κοινωνικών υποδομών. Δηλαδή γίνεται αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και της ζημιάς που υπέστη και στη συνέχεια δίνονται κατευθύνσεις για την ενίσχυση της υφιστάμενης κατάστασης.

Το τέταρτο ζήτημα αναφέρεται στον σχεδιασμό για την ανασυγκρότηση της τοπικής οικονομίας και την προστασία πολιτισμικής κληρονομιάς. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της οικονομικής κατάστασης αρχικά και στην καταγραφή της πολιτισμικής κληρονομιάς της περιοχής και στη συνέχεια προτείνει δράσεις και προτάσεις για ενέργειες ανασυγκρότησης της οικονομίας και της διαφύλαξης της κληρονομιάς από μελλοντικές απειλές.

Το πέμπτο και τελευταίο ζήτημα είναι η χάραξη στρατηγικής εφαρμογής των όσων σχεδιάστηκαν, καλύπτοντας ζητήματα όπως η διαδικασία εφαρμογής του σχεδίου, η εκτίμηση της συνολικής χρηματοδότησης του έργου και η ανάθεση ρόλων και ευθυνών στους εμπλεκόμενους φορείς. (Πανοζάχου, 2012)

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο πολεοδομικός σχεδιασμός επιβάλλεται να έχει έναν ενεργό και καθοριστικό ρόλο στην διαδικασία ανασυγκρότησης μιας περιοχής.

6 Η χρήση της Τηλεπισκόπησης και των ΣΓΠ στην διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων

6.1 Τηλεπισκόπηση και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)

6.1.1 Ορισμός

Η τηλεπισκόπηση (Remote Sensing) πηγάζει από το αρχαίο επίρρημα «τηλέ» που σημαίνει μακρόθεν και το ρήμα «επισκοπεύω» που σημαίνει εξετάζω από ψηλά. Δηλαδή είναι η επιστήμη που ασχολείται με την ανάκτηση και την ερμηνεία των πληροφοριών που σχετίζονται με το περιβάλλον της Γης και προέρχονται από μετρήσεις χωρίς φυσική επαφή.

Επομένως η Τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη που ασχολείται με την συλλογή, την ανάλυση και την ερμηνεία πληροφοριών γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χωρίς στην πραγματικότητα να έρθουμε σε απευθείας επαφή με αυτόν. Παρόλο που το φάσμα της τηλεπισκόπησης είναι ευρύ, εντούτοις στην πράξη περιορίζεται σε συστήματα απεικονίσεων ή εικόνων, όπως οι δορυφορικές εικόνες και οι αεροφωτογραφίες. (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)

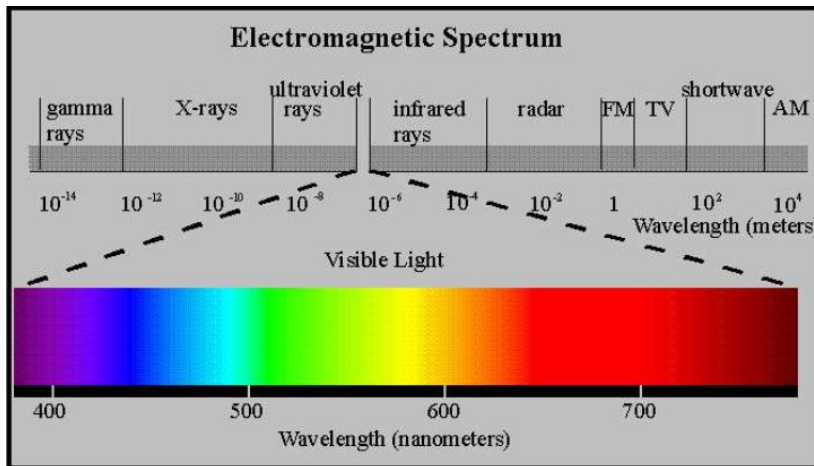
Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) αποτελούν ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφοριών, με παράλληλη χρήση στην ανάλυση και μοντελοποίηση καταστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση γεωγραφικών δεδομένων που έχει ως αποτέλεσμα την έγκριση δημιουργίας χαρτών. Αυτές οι ικανότητες το κάνουν ένα χρήσιμο εργαλείο στη διαχείριση καταστροφών και στην πολιτική προστασία (CDC, 2016).

Τα ΣΓΠ ή τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών «είναι εργαλεία που βασίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση, οπτικοποίηση, ανάλυση και ερμηνεία γεωγραφικών δεδομένων. Τα γεωγραφικά δεδομένα (που ονομάζονται επίσης χωρικά δεδομένα) προσδιορίζουν τη γεωγραφική θέση των χαρακτηριστικών» (CDC, 2016).

Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν οτιδήποτε μπορεί να συσχετιστεί με μια τοποθεσία στον πλανήτη, ή πιο απλά οτιδήποτε μπορεί να χαρτογραφηθεί. Για παράδειγμα, οι δρόμοι, τα σύνορα των χωρών και οι διευθύνσεις είναι όλα είδη χωρικών δεδομένων (CDC, 2016).

6.1.2 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα θεωρείται η ταξινόμηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σύμφωνα με το μήκος κύματος, τη συχνότητα ή την ενέργεια. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται μεταξύ των κοσμικών ακτίνων και των ραδιοκυμάτων. Για την τηλεπισκόπηση, το πιο σημαντικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είναι εκείνο που δημιουργείται από την ακτινοβολία του Ήλιου. (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)



Διάγραμμα 8: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)

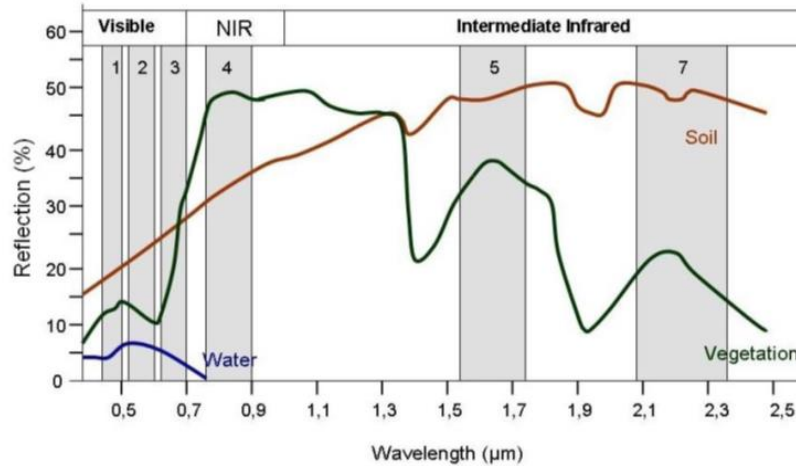
6.1.3. Φασματική απόκριση

Εξ' αιτίας του υλικού του στόχου αλλά και του μήκους κύματος τη ακτινοβολίας με την οποία τον παρατηρούμε μπορούμε να έχουμε πολύ διαφορετική απόκριση.

Αν επεκτείνουμε την συμπεριφορά σε πολλά μήκη κύματος μπορούμε να λάβουμε την λεγόμενη φασματική απόκριση του στόχου και να βγάλουμε συμπεράσματα γι' αυτόν που θα ήταν αδύνατα για ένα μήκος κύματος. Κάθε επιφάνεια ή στόχος ή υλικό παρουσιάζει διαφορετική κατανομή ανακλώμενης, εκπεμπόμενης ή απορροφούμενης ακτινοβολίας σε σχέση με το μήκος κύματος.

Η μορφή της καμπύλης της φασματικής απόκρισης ενός στόχου σε σχέση με το μήκος κύματος ορίζεται ως φασματική ταυτότητα ή φασματική υπογραφή. Η φασματική υπογραφή της κάθε επιφάνειας χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των διαφορετικών υλικών και για τον διαχωρισμό των επιφανειών που συναντώνται στην επιφάνεια της γης.

Όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα, οι φασματικές υπογραφές τριών βασικών επιφανειών (έδαφος, βλάστηση και νερά) διαφέρουν μεταξύ τους, ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τα διαφορετικά μεταλλεύματα.

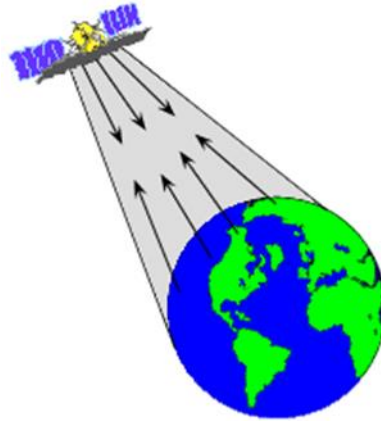


Διάγραμμα 9: Φασματικές υπογραφές τριών βασικών επιφανειών (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)

6.1.4 Δορυφορικοί Αισθητήρες

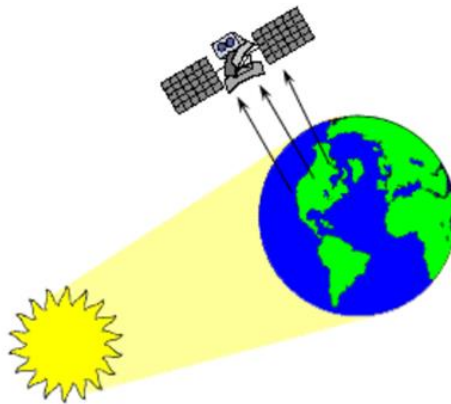
Οι αισθητήρες που βρίσκονται προσαρτημένοι στα δορυφορικά συστήματα και μετρούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που φτάνει σε αυτά, ανήκουν στην κατηγορία των ραδιομέτρων. Ο αισθητήρας που περιλαμβάνει ένα φράγμα περίθλασης, το οποίο διαχωρίζει την ακτινοβολία που εκτείνεται σε μια περιοχή του φάσματος, σε μικρότερες φασματικές περιοχές, ονομάζεται φασματοραδιόμετρο.

Επίσης οι δορυφόροι μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το είδος των αισθητήρων που φέρουν. Αισθητήρας ονομάζεται το τεχνικό μέσο που χρησιμοποιείται για τη λήψη των δεδομένων. Οι αισθητήρες καταγράφουν την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα είδη των αισθητήρων που υπάρχουν είναι οι ενεργοί και οι παθητικοί. Οι ενεργοί αισθητήρες, διαθέτουν δική τους πηγή ενέργειας για να φωτίζουν τα αντικείμενα που παρατηρούν. Ένας ενεργός αισθητήρας εκπέμπει ακτινοβολία στην κατεύθυνση του προς εξέταση στόχου. Ο αισθητήρας έτσι ανιχνεύει και μετρά την ακτινοβολία που ανακλάται ή σκεδάζεται από το στόχο. Παράδειγμα για ενεργητικούς δέκτες φέρουν οι δορυφόροι ERS (European Remote Sensing Satellite), Radarsat (Canada), κτλ.



Διάγραμμα 10: Ενεργός Αισθητήρας (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)

Οι παθητικοί αισθητήρες, ανιχνεύουν φυσική ενέργεια που εκπέμπεται ή αντανακλάται από το υπό μελέτη αντικείμενο ή περιοχή. Η άμεση και η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία καθώς και το ανακλώμενο φως του ήλιου από κάποια επιφάνεια είναι η πιο συνηθισμένη πηγή ακτινοβολίας που μετράται από παθητικούς αισθητήρες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα δορυφόρων με παθητικούς δέκτες είναι οι: Landsat, SPOT, NOAA, IRS, IKONOS κτλ.,



Διάγραμμα 11: Παθητικός Αισθητήρας (Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης, 2020)

6.1.5 Δορυφόρος Sentinel-2

Οι δορυφόροι Sentinel έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν δεδομένα τηλεπισκόπησης εδάφους στο πρόγραμμα Copernicus της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αποστολή Sentinel-2, αποτελεί αποτέλεσμα στενής συνεργασίας μεταξύ της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας

Διαστήματος (European Space Agency – ESA), της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της βιομηχανίας, των παροχών υπηρεσιών και των χρηστών δεδομένων. Η αποστολή έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί από μια κοινοπραξία περίπου εξήντα εταιρειών με επικεφαλής την Airbus Defense and Space και υποστηρίζεται από το γαλλικό διαστημικό πρακτορείο CNES για τη βελτιστοποίηση της ποιότητας της εικόνας και από το Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστημικής DLR για τη βελτίωση της ανάκτησης δεδομένων.

Η αποστολή Sentinel-2 αποτελείται από δύο δορυφόρους που αναπτύχθηκαν για την υποστήριξη της βλάστησης, της κάλυψης γης και της περιβαλλοντικής παρακολούθησης. Ο δορυφόρος Sentinel -2A ξεκίνησε από την ESA στις 23 Ιουνίου 2015 και λειτουργεί σε συγχρονισμένη τροχιά με τον ήλιο με κύκλο επανάληψης δέκα ημερών. Ένας δεύτερος πανομοιότυπος δορυφόρος Sentinel-2B κυκλοφόρησε στις 7 Μαρτίου 2017. Μαζί καλύπτουν όλες τις επιφάνειες της γης, τα μεγάλα νησιά και τα εσωτερικά και παράκτια ύδατα κάθε πέντε ημέρες.

Ο κάθε δορυφόρος Sentinel ζυγίζει περίπου 1,2 τόνους και διαθέτουν μεγάλη έγχρωμη πολυφασματική κάμερα με 13 φασματικές ζώνες που κυμαίνονται από ορατά και κοντά υπέρυθρα έως μήκη κύματος υπέρυθρων κύματος κατά μήκος τροχιάς 290 χιλιόμετρα. Τέσσερις (4) ζώνες στα δέκα (10) μέτρα, έξι (6) ζώνες στα είκοσι (20) μέτρα και τρεις (3) ζώνες χωρικής ανάλυσης στα εξήντα (60) μέτρα. (USGS.gov.,2020)

Η διάρκεια ζωής του δορυφόρου είναι 7,25 χρόνια, μέσα στα οποία περιλαμβάνεται μια φάση έναρξης λειτουργίας σε τροχιά τριών μηνών. Παρέχονται μπαταρίες και προωθητικά για δώδεκα χρόνια λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων και των ελιγμών στο τέλος του κύκλου ζωής.

Δύο πανομοιότυποι δορυφόροι Sentinel-2 λειτουργούν ταυτόχρονα, σε φάση 180° ο ένας από τον άλλο, σε συγχρονισμένη τροχιά με τον ήλιο και σε μέσο υψόμετρο 786 χιλιόμετρα. (esa.int.,2020)

Οι δορυφόροι Sentinel-2 αποτελούνται από το MultiSpectral Instrument (MSI), το οποίο λειτουργεί παθητικά, συλλέγοντας ηλιακό φως που ανακλάται από τη Γη μέσα από ένα τηλεσκόπιο τριών καθρεφτών. Νέα δεδομένα ανακτώνται στο όργανο, καθώς ο δορυφόρος κινείται κατά μήκος της τροχιακής του διαδρομής. Η εισερχόμενη δέσμη φωτός διαχωρίζεται σε ένα φίλτρο και εστιάζεται σε δύο ξεχωριστά συγκροτήματα εστιακού επιπέδου μέσα στο όργανο, μία για ζώνες ορατής και εγγύς υπέρυθρης

ακτινοβολίας (Visible and Near-Infra-Red – VNIR) και μία για ζώνες υπέρυθρων μικρού κύματος (Short Wave Infra-Red – SWIR). Ο φασματικός διαχωρισμός κάθε ζώνης σε μεμονωμένη μήκη κύματος επιτυγχάνεται με φίλτρα λωρίδων τοποθετημένα πάνω από τους ανιχνευτές. Παρακάτω φαίνεται η σχηματική απεικόνιση του δορυφόρου Sentinel-2.



Διάγραμμα 12: Σχηματική απεικόνιση του δορυφόρου Sentinel-2 (esa.int, 2020)

6.1.6 Επεξεργασία Τηλεπισκοπικών Εικόνων

Η επεξεργασία των εικόνων, περιλαμβάνει όλες τις μεθόδους που έχουν ως στόχο στην απόκτηση πληροφοριών οι οποίες υπάρχουν σε μια ψηφιακή εικόνα, αλλά δεν είναι εφικτό να εντοπιστούν δια γυμνού οφθαλμού.

Το πλήθος των πληροφοριών που υπάρχουν σε μια ψηφιακή εικόνα είναι πάρα πολύ μεγάλο και εξαρτάται κυρίως από τις δυνατότητες του συστήματος καταγραφής. Στόχος της επεξεργασίας των εικόνων είναι η ανάκτηση καθώς και η ανάλυση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτές, με τη χρήση αλγορίθμων επεξεργασίας μέσω υπολογιστικών συστημάτων.

6.1.6.1 Γεωμετρική Διόρθωση

Η γεωμετρική διόρθωση είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται για τη διόρθωση των γεωμετρικών παρεμβολών που υπάρχουν στις ψηφιακές εικόνες. Οι εικόνες που καταγράφονται από τους δορυφορικούς δέκτες ή από τα αεροπλάνα περιέχουν σφάλματα στη γεωμετρία και στις τιμές λαμπρότητας των εικονο-στοιχείων (pixels). Έτσι, τα

δορυφορικά δεδομένα θα πρέπει αρχικά να διορθωθούν ως προς την καμπυλότητα και την περιστροφή της Γης, και στην συνέχεια να αναχθούν σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς.

Η πρωτογενής δορυφορική εικόνα, εμφανίζει γεωμετρικές παραμορφώσεις, οι οποίες διακρίνονται σε συστηματικές και μη συστηματικές παραμορφώσεις. Οι συστηματικές παραμορφώσεις, οι οποίες είναι σταθερές και προβλέψιμες, οφείλονται κυρίως στη μεταβολή της ταχύτητας του δορυφόρου κατά τη διάρκεια της καταγραφής, στη περιστροφή της γης και στο ανάγλυφο της γήινης επιφάνειας. Από την άλλη πλευρά, οι μη συστηματικές παραμορφώσεις οφείλονται σε αστάθειες της τροχιάς του δορυφόρου και δεν είναι σταθερές αλλά και ούτε προβλέψιμες.

Η γεωμετρική διόρθωση έχει ως κύριο στόχο το μετασχηματισμό του συστήματος συντεταγμένων μιας εικόνας σε ένα συγκεκριμένο σύστημα χαρτογραφικής προβολής με τη χρήση εδαφικών σημείων ελέγχου (GCP). Όλα τα εικονοστοιχεία της εικόνας συνδέονται με τις χαρτογραφικές συντεταγμένες. Έτσι κάθε εικονοστοιχείο δεν χαρακτηρίζεται μόνο από τις συντεταγμένες της εικόνας (γραμμές και στήλες) αλλά και από τις αντίστοιχες συντεταγμένες στο προβολικό σύστημα του χάρτη. Με τη διαδικασία αυτή η δορυφορική εικόνα αποκτά την κλίμακα και τις ιδιότητες προβολής του χάρτη.

Μαζί με την γεωμετρική διόρθωση μιας δορυφορικής εικόνας γίνεται συνήθως και γεωαναφορά της εικόνας σε ένα Γεωδαιτικό Σύστημα (Datum) το οποίο μπορεί να είναι τοπικό ή παγκόσμιο.

6.1.6.2 Ραδιομετρική Διόρθωση

Αποτελεί το 2ο μέρος προ-επεξεργασίας των δορυφορικών δεδομένων

Το πρόβλημα της ραδιομετρίας έγκειται στο ότι κανένας ανιχνευτής σε ένα αισθητήρα δεν λειτουργεί το ίδιο και εντελώς ταυτόχρονα με τους υπόλοιπους. Είναι πάρα πολύ σημαντικό να εφαρμόζεται η ραδιομετρική διόρθωση στις περιπτώσεις που γίνεται χρήση δορυφορικών δεδομένων που έχουν ληφθεί κατά διαφορετικές χρονικές περιπτώσεις ή και από διαφορετικούς δορυφορικούς δέκτες, όταν υπάρχουν εμφανείς αλλοιώσεις στην εικόνα ή όταν χρειάζεται να γίνουν διορθώσεις για τη γωνία ύψους του ήλιου και την απόσταση γης-ήλιου.

Η ραδιομετρική διόρθωση χρησιμοποιείται για τις διορθώσεις για τα σφάλματα αισθητήρων – θέση δορυφόρου, για τοπογραφικές διορθώσεις ή για διορθώσεις για τις επιδράσεις της ατμόσφαιρας. Απαραίτητη θεωρείται η ραδιομετρική διόρθωση όταν

εντοπίζονται αλλαγές σε εικόνες με διαφορετική ημερομηνία λήψης, όταν έχουμε διαφορετικούς δέκτες με παρόμοια χαρακτηριστικά, όταν έχουμε δορυφορικά δεδομένα με επιτόπιες επίγειες μετρήσεις και για ανάκτηση ποσοτικών πληροφοριών (συγκεντρώσεις ουσιών σε ταμιευτήρες νερού).

6.1.6.3 Ταξινόμηση εικόνων

Τέλος γίνεται η ταξινόμηση των δορυφορικών εικόνων, η οποία αναφέρεται στον προσδιορισμό θεματικών τάξεων με βάση κριτήρια απόφασης που βασίζονται στην φασματική ταυτότητα των τάξεων. Σκοπός της ταξινόμησης των εικόνων είναι η αυτόματη κατηγοριοποίηση όλων των εικονοστοιχείων μιας εικόνας σε διάφορες τάξεις κάλυψης γης ή αντικείμενα.

Φασματική κατάσταση ή υπογραφή κάθε στοιχείου θεωρείται το σύνολο των τιμών έντασης κάθε ψηφίδας στα αντίστοιχα κανάλια. Η ταξινόμηση είναι η διαδικασία ταξινόμησης των ψηφίδων μιας ψηφιακής εικόνας σε ένα ορισμένο πλήθος ατομικών τάξεων. Αν μια ψηφίδα ικανοποιεί ένα ορισμένο σύνολο κριτηρίων τότε η ψηφίδα καταχωρείται στην τάξη η οποία αντιστοιχεί σε αυτά τα κριτήρια. Η απόφαση που αφορά την τάξη στην οποία πρέπει να καταχωρηθεί η κάθε ψηφίδα είναι μια στατιστική υπόθεση με πιθανότητες σφάλματος. Ο όρος τάξη ή κλάση σε μια εικόνα εκφράζει ένα ομογενές σύνολο από ψηφίδες των οποίων οι φασματικές ταυτότητες διαφέρουν λίγο μεταξύ τους κυρίως λόγω εξωτερικών παραγόντων. Η τάξη πρέπει να διαφέρει φασματικά από τις άλλες και να ενδιαφέρει το χρήστη. Επομένως ο σκοπός της ταξινόμησης είναι ο προσδιορισμός των τάξεων και ο προσδιορισμός των ορίων διάκρισης.

Υπάρχουν δυο είδη φασματικής ταξινόμησης των εικόνων, η επιβλεπόμενη ή καθοδηγούμενη από το χρήστη και η μη επιβλεπόμενη ή αυτοματοποιημένη ταξινόμηση. Η επιβλεπόμενη ταξινόμηση είναι μια μέθοδος στην οποία ο αναλυτής προσδιορίζει μικρές περιοχές, που ονομάζονται περιοχές εκπαίδευσης της εικόνας, οι οποίες είναι αντιπροσωπευτικές των επιμέρους κατηγοριών κάλυψης της γης.

Ο αναλυτής εκπαιδεύει το λογισμικό στην αναγνώριση των φασματικών τιμών ή υπογραφών που σχετίζονται με τις περιοχές εκπαίδευσης. Μετά τον καθορισμό των φασματικών υπογραφών για κάθε μια από τις κατηγορίες κάλυψης γης, και αφού ο αλγόριθμος ταξινόμησης υπολογίζει τη μέση φασματική τιμή για κάθε κατηγορία εκπαίδευσης, το λογισμικό τις χρησιμοποιεί για να κατατάξει το υπόλοιπο της εικόνας στις κατηγορίες που έχουν εντοπιστεί.

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση αποβλέπει στην εξαγωγή των κύριων φασματικών τάξεων οι οποίες εμφανίζονται σε μια ψηφιακή εικόνα. Δεν χρησιμοποιεί δεδομένα επίβλεψης. Γίνεται ομαδοποίηση εικονοστοιχείων με βάση τις φυσικές ομαδοποιήσεις ή συσσωρεύσεις που υπάρχουν στις ψηφιακές τιμές της εικόνας. Έτσι γίνεται σύγκριση των ταξινομημένων δεδομένων με κάποια μορφή δεδομένων αναφοράς. Επίσης γίνεται η ομαδοποίηση των εικονοστοιχείων σε τάξεις με βάση τα στατιστικά τους χαρακτηριστικά. Κάθε τάξη αποτελείται από μία ψηφιακή τιμή η οποία αποτελεί το κέντρο της. Τα εικονοστοιχεία αποδίδονται σε μια τάξη όταν οι ψηφιακές τους τιμές βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο.

6.2 Τηλεπισκόπηση και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) στη Διαχείριση Βιομηχανικών Ατυχημάτων

Η χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) και της Τηλεπισκόπησης έχουν αποδείξει τη σπουδαιότητά τους στη διαδικασία διαχείρισης οποιασδήποτε καταστροφής. Όλες οι καταστροφές έχουν μια χρονική διάρκεια και ένα γεωγραφικό αποτύπωμα που προσδιορίζει το χρόνο εκδήλωσης και την έκταση του φαινομένου αντίστοιχα, τα οποία είναι αναγκαίο να περιγραφούν. Η αξία των ΣΓΠ όσο αφορά τη διαχείριση έκτακτων αναγκών, έγκειται ακριβώς στο γεγονός ότι είναι μια τεχνολογία ικανή να συνεισφέρει σε ένα πεδίο έρευνας και εργασίας που διαχειρίζεται σε τέτοιο βαθμό χρονο-χωρικά και περιγραφικά δεδομένα και πληροφορίες.

6.2.1 Μετριάσμος

Η τηλεπισκόπηση παρέχει μια βάση δεδομένων από την οποία προέρχονται τα στοιχεία που έχουν απομείνει από καταστροφές που έχουν γίνει προηγουμένως και συνδυάζονται με άλλες πληροφορίες έτσι ώστε να καταλήξουν σε χάρτες επικινδυνότητας, υποδεικνύοντας τις περιοχές με αυξημένο κίνδυνο. Η ζώνη κινδύνου πρέπει να αποτελεί τη βάση για κάθε σχέδιο διαχείρισης καταστροφών και θα πρέπει να παρέχει στους σχεδιαστές και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, επαρκείς και κατανοητές πληροφορίες. Τα δεδομένα τηλεπισκόπησης, όπως οι δορυφορικές εικόνες και οι αεροφωτογραφίες, μας επιτρέπουν να χαρτογραφούμε τις διακυμάνσεις των ιδιοτήτων του εδάφους, όπως η βλάστηση, το νερό και τη γεωλογία, τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Οι δορυφορικές εικόνες δίνουν συνοπτική επισκόπηση και παρέχουν πολύ

χρήσιμες περιβαλλοντικές πληροφορίες, για ένα ευρύ φάσμα που αποτελείται από ολόκληρες ηπείρους έως και μικρές περιοχές μερικών μέτρων έκτασης.

Πολλοί τύποι καταστροφών, όπως πλημμύρες, ξηρασία, κυκλώνες, ηφαιστειακές εκρήξεις κλπ., μέσω της τηλεπισκόπησης θα έχουν ορισμένους προδρόμους. Έτσι και ένα βιομηχανικό ατύχημα μπορεί να δείχνει κάποια σημάδια για το τι πρόκειται να γίνει. Για παράδειγμα μία πυρκαγιά που θα ξεσπάσει στον χώρο ή κάποια αλλοίωση που προμηνύει έκρηξη, μπορούν να παρατηρηθούν εγκαίρως μέσω της τηλεπισκόπησης. Οι δορυφόροι μπορούν να ανιχνεύσουν τα αρχικά στάδια αυτών των γεγονότων ως ανωμαλίες σε μια χρονολογική σειρά. Οι εικόνες είναι διαθέσιμες σε τακτά μικρά χρονικά διαστήματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη τόσο ταχείας όσο και αργής καταστροφής. Συνεπώς, ο εντοπισμός, η αναγνώριση και η ανάλυση των απειλών αποτελούν το πρώτο βήμα της επιλογής πιθανών τεχνικών μετριάσμού (ή του σχεδιασμού νέων) και της εκτίμησης της αποτελεσματικότητάς τους ως προς την εξάλειψη του κινδύνου ή των επιπτώσεών του.

6.2.2 Ετοιμότητα και Ανταπόκριση

Στην συνέχεια όταν προκληθεί μια καταστροφή, η ταχύτητα συλλογής πληροφοριών από τις εναέριες αλλά και δορυφορικές πλατφόρμες και η δυνατότητα ταχύτερης διάδοσης πληροφοριών, επιτρέπει την παρακολούθηση της εμφάνισης μιας καταστροφής. Οι στόχοι στη φάση της ετοιμότητας και της ανταπόκρισης, αφορούν ενέργειες που καθορίζουν τι πρέπει να γίνει ενόψει μιας απειλής ή κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής, πως πρέπει να γίνουν και με ποια μέσα. Σε αυτό το πλαίσιο, τα ΣΓΠ μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για τον σχεδιασμό όσο και στην εφαρμογή σχεδίων άμεσης ανταπόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, καθώς υποστηρίζουν λειτουργίες όπως γρήγορη ενσωμάτωση νέων δεδομένων σε μια ανάλυση και άμεση μετάδοση χωρικής πληροφορίας σε πολλούς χρήστες μέσω δικτύου.

Ένα βιομηχανικό ατύχημα μπορεί να επηρεάσει μεγάλες εκτάσεις και περιοχές, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να παρακολουθηθούν με άλλο τρόπο εκτός από την τηλεπισκόπηση, η οποία προσφέρει μέγιστη χωρική κάλυψη. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε τη δυνατότητα άμεσης πληροφόρησης για την έκταση μιας καταστροφής, εκτίμηση των αναμενόμενων απωλειών, κατανομή των οχημάτων διάσωσης στις

πληγείσες περιοχές αλλά και το σχέδιο εκκένωσης της περιοχής όπου απαιτείται τέτοια δράση.

Επίσης με τη χρήση της τηλεπισκόπησης επιτρέπεται η παρακολούθηση του συμβάντος κατά τη διάρκεια εμφάνισής του, ενώ οι δυνάμεις είναι σε πλήρη εξέλιξη. Το γεγονός αυτό δίνει την ευκαιρία και το χρόνο να σκεφτούμε και να σχεδιάσουμε τον τρόπο αντιμετώπισης έγκαιρα. Συνοπτικά η τηλεπισκόπηση και το GIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό οδών εκκένωσης, για το σχεδιασμό κέντρων για τις επιχειρήσεις έκτακτης ανάγκης και την ενσωμάτωση δορυφορικών δεδομένων με άλλα σχετικά δεδομένα στο σχεδιασμό της προειδοποίησης για καταστροφές.

6.2.3 Ανάκαμψη

Το στάδιο της ανάκαμψης, το οποίο είναι το τελικό, στόχο έχει την εκτίμηση ζημιών, την απομάκρυνση των συντριμμίων, την παροχή βοήθειας και την ανακατασκευή. Τα ΣΓΠ ενεργούν ως σύστημα καταγραφής χωρικών δεδομένων για τον συντονισμό των δράσεων ανάκαμψης οι οποίες πρέπει να ανταποκριθούν σε προκλήσεις όπως την εκτίμηση των ζημιών, τον καθισυχασμό και την ανακούφιση των ανθρώπων, την κατάλληλη εκπαίδευση τους στον απόηχο της καταστροφής, την ανοικοδόμηση και την αποτροπή της επανάληψης του συμβάντος.

Κατά το στάδιο της ανάκαμψης (relief) , η τηλεπισκόπηση, το GIS και το GPS, είναι εξαιρετικά χρήσιμα στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης σε περιοχές που έχουν καταστραφεί και είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Επίσης η τηλεπισκόπηση μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση και την αξιολόγηση των επιπτώσεων, παρέχοντας μια ποσοτική βάση για τις επιχειρήσεις ανάκαμψης. Δηλαδή χρησιμοποιείται για τη χαρτογράφηση της νέας κατάστασης και την ενημέρωση των βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την ανασυγκρότηση μιας περιοχής ώστε να μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη μιας μελλοντικής αντίστοιχης καταστροφής. Η παροχή οικονομικής βοήθειας από τις κυβερνητικές οργανώσεις πρέπει να είναι άμεση απέναντι προς τα άτομα που την έχουν ανάγκη σε αυτό το έργο και τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφόρησης μπορούν να συνεισφέρουν προσφέροντας την δυνατότητα διαχείρισης μιας τεράστιας βάσης δεδομένων, όπου θα καταγράφεται η ζημιά που έχει υποστεί το κάθε νοικοκυριό.

Η φάση της ανάκαμψης, όταν εφαρμόζεται σε συνδυασμό με αυξημένη κοινωνική πληροφόρηση και εμπλοκή, παρέχει μια πολύτιμη ευκαιρία για να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν μέτρα για τη μείωση της επικινδυνότητας των καταστροφών. Το μεγάλο εύρος των στοιχείων που συχνά πλήττονται και η σημασία που δίνεται στην ανάκαμψη και την ανακατασκευή, αποτελούν έναυσμα για να δημιουργηθεί μιας καλύτερης, ανθεκτικότερης και επιτυχημένης κοινότητας.

Στο Διάγραμμα 12, φαίνεται μια γραφική προσέγγιση της γενικής αρχής λειτουργίας της Τηλεπισκόπησης και των ΣΓΠ στην διαδικασία διαχείρισης των κινδύνων. Συνοπτικά, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, επίγεια, εναέρια και δορυφορικά δεδομένα εισάγονται στα ΣΓΠ. Στη συνέχεια τα ΣΓΠ επεξεργάζονται, αναλύουν, διορθώνουν, μοντελοποιούν αυτά τα δεδομένα και τα αποθηκεύουν. Επίσης ενημερώνονται τακτικά, γίνεται η ανάκτησή τους και η οπτικοποίησή τους. Με αυτό τον τρόπο διανέμονται οι πληροφορίες στους χρήστες, με αποτέλεσμα να επιτύχουν μετριασμό, ετοιμότητα και ανταπόκριση και τελικά ανάκαμψη.



Διάγραμμα 13: Προσέγγιση της γενικής αρχής λειτουργίας της Τηλεπισκόπησης στη διαχείριση των καταστροφών (Γιορντάνοβα, 2015)

6.2.4. Εφαρμογή Τηλεπισκόπησης για την έκρηξη στο Λιμάνι της Βηρυτού

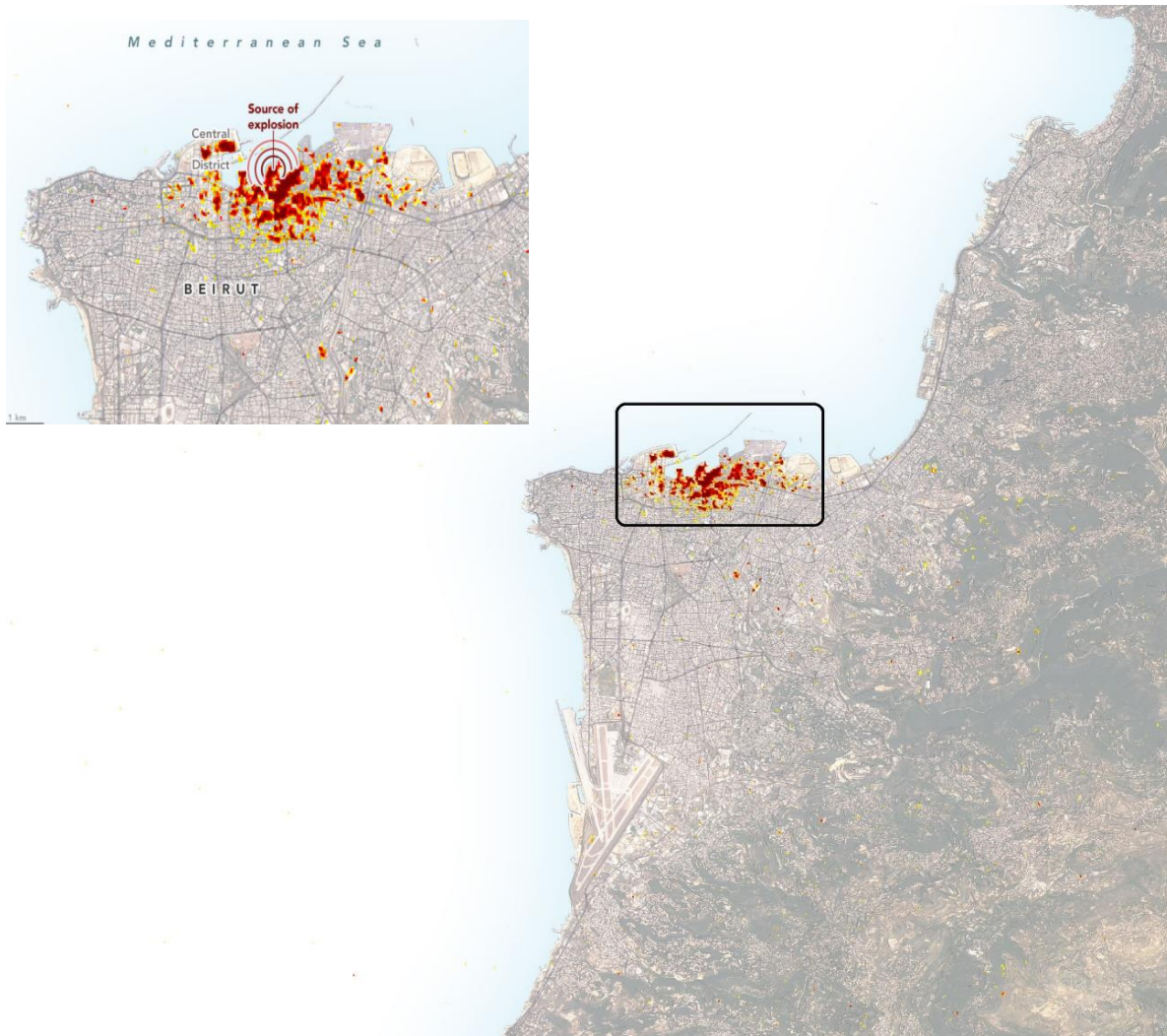
Στις 4 Αυγούστου 2020, μια καταστροφική έκρηξη έπληξε την περιοχή του λιμανιού γύρω από τη Βηρυτό του Λιβάνου. Σύμφωνα με το Associated Press, μια πυρκαγιά κοντά στο λιμάνι πυροδότησε μία μεγάλη κοντινή αποθήκη νιτρικού αμμωνίου, μια εξαιρετικά εκρηκτική χημική ουσία. Τουλάχιστον 135 άνθρωποι πέθαναν, περίπου 5000 τραυματίστηκαν και τουλάχιστον 300 000 άνθρωποι έμειναν άστεγοι.

Μετά το καταστροφικό αυτό γεγονός, οι επιστήμονες χρησιμοποίησαν την εικόνες δορυφορικού ραντάρ για να χαρτογραφήσουν την έκταση της ζημιάς και να βοηθήσουν στον εντοπισμό περιοχών όπου οι άνθρωποι μπορεί να χρειάζονται βοήθεια. Το διάγραμμα 13 που φαίνεται παρακάτω αποτελεί ένα χάρτη με τις ζημιές που προκλήθηκαν και δημιουργήθηκε από επιστήμονες που σχετίζονται με την ομάδα Advanced Rapid Imaging and Analysis (ARIA) της NASA και το Earth Observatory of Singapore (EOS). Τα σκούρα κόκκινα εικονοστοιχεία (pixels) αντιπροσωπεύουν τη σοβαρότερη ζημιά, ενώ οι πορτοκαλί και κίτρινες περιοχές έχουν μέτρια ή μερική ζημιά. Κάθε έγχρωμο εικονοστοιχείο (pixel) αντιπροσωπεύει μια περιοχή 30 μέτρων επί 30 μέτρων.

Η ομάδα της ARIA (NASA Jet Propulsion Laboratory) και της EOS εξέτασε δεδομένα ραντάρ συνθετικού διαφράγματος – Synthetic Aperture Radar (SAR) που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έκρηξη, χαρτογράφηση αλλαγών στην επιφάνεια του εδάφους και στις δομημένες κατασκευές. Τα όργανα SAR είναι ένας τύπος συλλογής ενεργών δεδομένων όπου ένας αισθητήρας παράγει τη δική του ενέργεια και, στη συνέχεια, καταγράφει την ποσότητα της ενέργειας που αντανακλάται μετά την αλληλεπίδραση με τη Γη. Ενώ η οπτική εικόνα είναι παρόμοια με την ερμηνεία μιας φωτογραφίας, τα δεδομένα SAR απαιτούν έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης, δεδομένου ότι το σήμα ανταποκρίνεται σε χαρακτηριστικά επιφανείας όπως η δομή και η υγρασία. Τα κύματα ραντάρ μπορούν να διεισδύσουν στην κάλυψη του σύννεφου, στη βλάστηση και στο σκοτάδι της νύχτας για να εντοπίσουν αλλαγές που ενδέχεται να μην εμφανίζονται σε εικόνες ορατού φωτός. Όταν ο φλοιός της Γης κινείται εξαιτίας σεισμού, όταν η ξηρά καλύπτεται ξαφνικά από νερό πλημμύρας ή όταν τα κτίρια έχουν καταστραφεί ή ανατραπεί, το πλάτος και η φάση των ανακλάσεων των κυμάτων ραντάρ αλλάζουν σε αυτές τις περιοχές και δείχνουν στον δορυφόρο ότι κάτι στο έδαφος άλλαξε.

Παρόλο που άλλες υπηρεσίες διαδραματίζουν πιο άμεσους ρόλους για την αντιμετώπιση καταστροφών, η NASA κατέχει τον ρόλο παροχής παρατηρήσεων και αναλύσεων. Κατά την τελευταία δεκαετία, η NASA έχει αναπτύξει ενεργά την ικανότητά της να μοιράζεται τις παρατηρήσεις της Γης μέσω δορυφόρων, που μπορούν να βελτιώσουν την πρόβλεψη, την προετοιμασία, την αντιμετώπιση και την ανάκαμψη από φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές. Ο David Green, επικεφαλής της ομάδας εφαρμογών για καταστροφές, δήλωσε «Εξετάζουμε περιοχές πιθανών εκτεθειμένων πληθυσμών και εύθραυστων υποδομών, καθώς και περιοχές που υπόκεινται σε κοινωνικές πιέσεις και κρίσεις. Μοντελοποιούμε και χαρτογραφούμε τους κινδύνους, ενώ παρακολουθούμε επίσης εκπομπές αερίων, συντρίμμια, ζημιές στις υποδομές και άλλες επιπτώσεις που προέρχονται από ηφαιστειακές εκρήξεις, πυρκαγιές, βιομηχανικά ατυχήματα, σεισμούς και πλημμύρες. Οι παρατηρήσεις και οι αναλύσεις μας μπορούν να βοηθήσουν τους συνεργάτες μας να αυξήσουν την επίγνωση της κατάστασής τους σχετικά με τους κινδύνους και τα γεγονότα σε πραγματικό χρόνο, οδηγώντας σε καλύτερα ενημερωμένες αποφάσεις και έγκαιρη δράση».

Η παρακάτω εικόνα είναι από τον Joshua Stevens, χρησιμοποιώντας τροποποιημένα δεδομένα Copernicus Sentinel (2020) που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία από την ESA και αναλύθηκαν από το EOS σε συνεργασία με τη NASA-JPL και την Caltech, δεδομένα Landsat από την U.S. Geological Survey και δεδομένα από το OpenStreetMap. (NASA Earth Observatory, 2020)



Διάγραμμα 14: Χάρτης με τις ζημιές που προκλήθηκαν στο Λιμάνι της Βηρυτού, λόγω έκρηξης (Stevens, 2020)

7 Περιοχή Διυλιστηρίων Λάρνακας

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε την περιοχή των διυλιστηρίων της Λάρνακας μέσω δορυφορικών φωτογραφιών, χωροταξικών χαρτών και βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Οι εγκαταστάσεις του σταθμού αποτελούν κίνδυνο για την ασφάλεια των κατοίκων της περιοχής αφού συμπεριλαμβάνονται στην λίστα της κοινοτικής οδηγίας «SEVESO II» περί ατυχημάτων μεγάλης κλίμακας που σχετίζονται με επικίνδυνες ουσίες και η χωροθέτησή τους αποτελεί παραβίαση της ζώνης προστασίας της παραλίας και επιβαρύνει περιβαλλοντικά την εν λόγω περιοχή (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2014).

7.1. Μεθοδολογία

Σκοπός του κεφαλαίου 7 είναι η πραγματοποίηση μελέτης επικινδυνότητας για την περιοχή των διυλιστηρίων της Λάρνακας, μέσω της Ποιοτικής Μεθόδου.

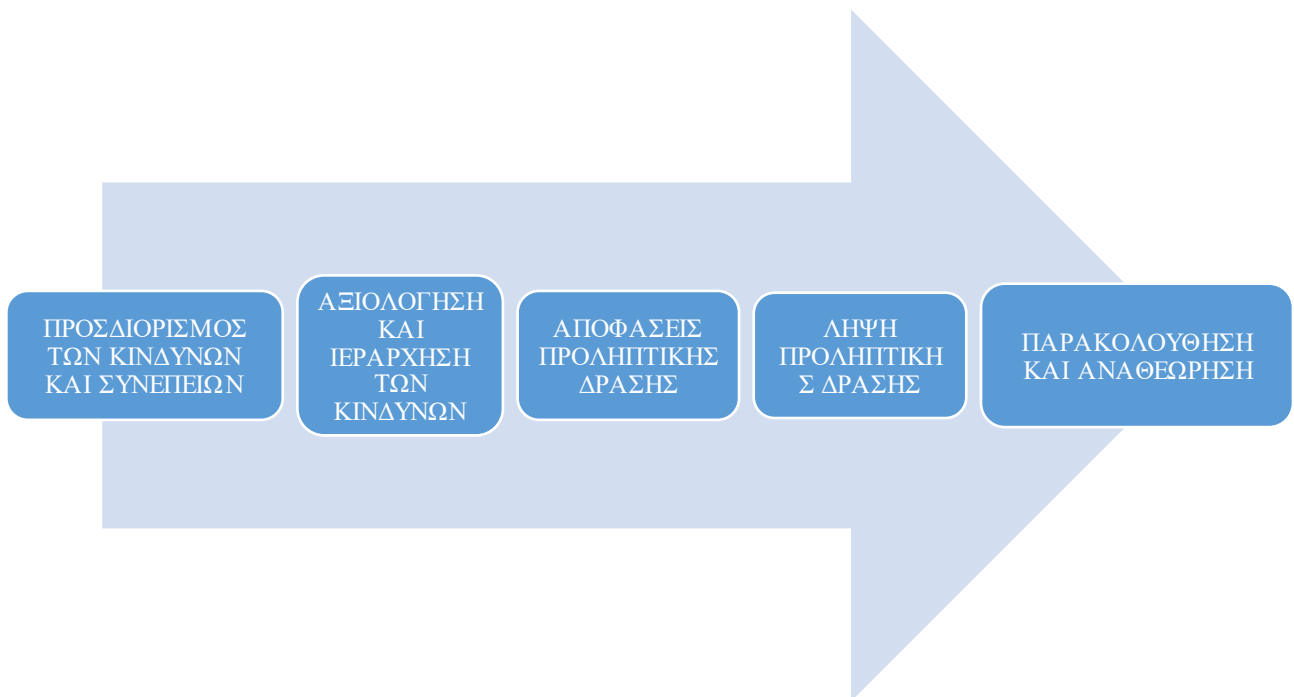
Η Ποιοτική γραπτή εκτίμηση κινδύνων αποτελεί μία από τις πιο απλές και ευρέως διαδομένες μεθοδολογίες για την αξιολόγηση των κυριότερων κινδύνων, καθώς και των μέτρων για προστασία και πρόληψη των κινδύνων για την ασφάλεια και την υγεία των προσώπων που επηρεάζονται. Βασίζεται στην προσεκτική παρατήρηση από τον εκτιμητή των κινδύνων σε ένα υποστατικό και τη σχετική καταγραφή κάθε πηγής κινδύνου, των προσώπων που κινδυνεύουν και του τρόπου με τον οποίο κινδυνεύουν, την αξιολόγηση κάθε κινδύνου και τον καθορισμό κατάλληλων και επαρκών μέτρων για προστασία και πρόληψη των επηρεαζόμενων από τον κίνδυνο αυτόν. Με βάση την Ποιοτική Μέθοδο γραπτής εκτίμησης κινδύνων, ο εργοδότης μπορεί να αποφασίσει εάν η Επικινδυνότητα είναι Αμελητέα, Μικρή, Μέτρια ή Υψηλή λαμβάνοντας υπόψη την Πιθανότητα να εξελιχθεί ο κίνδυνος σε ατύχημα και τη Σοβαρότητα των Συνεπειών που μπορεί να προκληθεί από τον κίνδυνο που εντοπίστηκε. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται ο Πίνακας 1 για να αποφασιστεί ο βαθμός της Επικινδυνότητας.

Για την μελέτη της περιοχής των διυλιστηρίων της Λάρνακας, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές φωτογραφίες, χωροταξικοί χάρτες και η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αρχικά έγινε μελέτη της ευρύτερης περιοχής με την οποία θα ασχοληθούμε. Εντοπίσαμε σημαντικά χαρακτηριστικά της περιοχής αλλά και τον χάρτη του τοπικού σχεδίου Λάρνακας, που φαίνεται στο Διάγραμμα 14, όπου φαίνονται οι υπεραστικές ροές και οι

πολεοδομικές ζώνες της περιοχής, έτσι ώστε να αντιληφθούμε πλήρως το προφίλ της περιοχής.

Στη συνέχεια ανατρέξαμε πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των διυλιστηρίων Λάρνακας. Ξεκινώντας με την ιστορική αναδρομή και συνεχίζοντας με μία δορυφορική φωτογραφία που αποτελεί αρχείο του δορυφορικού δέκτη Sentinel-2B, η οποία μας βοηθά να αντιληφθούμε την έκταση της περιοχής, αναλύουμε την περιοχή των διυλιστηρίων της Λάρνακας. Αργότερα αναλύουμε την κατάσταση που επικρατεί σήμερα και το πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε, αλλά και τους κινδύνους που τρέχουν στην περιοχή μέσω χωροταξικών – πολεοδομικών χαρτών δίνοντας έμφαση στον πολεοδομικό σχεδιασμό της περιοχής. Αφού συλλέξαμε τα απαραίτητα στοιχεία προχωρήσαμε στην γραπτή εκτίμηση κινδύνων μέσω της Ποιοτικής Μεθόδου. Στον Πίνακα 2 καταχωρήσαμε τις Πηγές Κινδύνου, τις συνέπειες των κινδύνων αυτών σε περίπτωση που προκληθεί κάποιο ατύχημα και προτείνουμε προληπτικά μέτρα για κάθε κίνδυνο. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του Πίνακα 1 έγινε ταξινόμηση των κινδύνων ώστε να αντιληφθούμε την επικινδυνότητά τους.

Επίσης τονίζονται τα οφέλη που θα επέλθουν της περιοχής σε περίπτωση απομάκρυνσης των εγκαταστάσεων.



Διάγραμμα 15: Διάγραμμα Ποιοτικής Μεθοδολογίας για Γραπτή Εκτίμηση Κινδύνων

7.2 Περιοχή Μελέτης

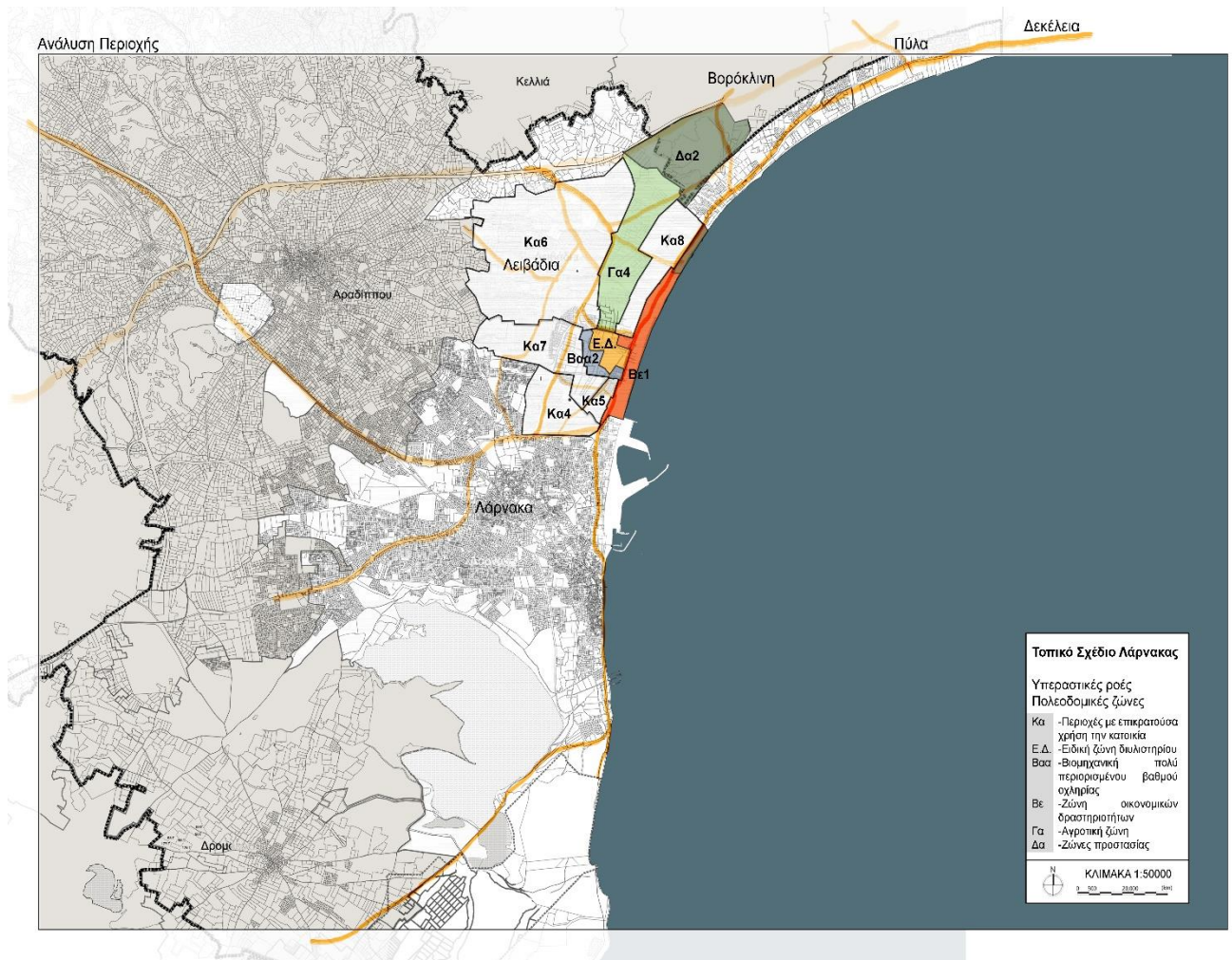
Η Λάρνακα είναι πόλη στη νοτιοανατολική ακτή της Κύπρου. Αποτελεί τη διάδοχο πόλη του αρχαίου Κιτίου, ενός από τα σημαντικά σημεία της αρχαίας Κύπρου, γενέτειρα μεταξύ άλλων του αρχαίου φιλοσόφου Ζήνωνα. Σήμερα αποτελεί την τρίτη σε μέγεθος πόλη του νησιού, με πληθυσμό 144.900 κατοίκους στην επαρχία Λάρνακας. Στη Λάρνακα βρίσκεται διεθνές αεροδρόμιο, ο κυριότερος και μεγαλύτερος αερολιμένας της Κύπρου. Επίσης έχει το δεύτερο μεγαλύτερο λιμάνι της Κύπρου.

Η πόλη της Λάρνακας διαθέτει δύο φυσικές λίμνες, τη λίμνη της Αλυκής και τη Λίμνη της Ορόκλινης αλλά και πληθώρα ιστορικών εκκλησιών, μνημείων και μουσείων. Τα αξιοθέατά της όπως η παραλία των φοινικούδων, η λίμνη της Αλυκής, η πλατεία Ευρώπης, η Μαρίνα και η αποβάθρα, η οδός Πιαλέ Πασιά και το ψαρολίμανο, το κάστρο, η παραλία Μακένζυ και πολλά άλλα προσελκύουν κάθε χρόνο πολλούς τουρίστες.

Οι περιοχές Κάβο Πύλα, αλυκές Λάρνακας, περιοχή Λυμπιών-Αγίας Άννας, δάση Σταυροβουνίου και Ριζοελιάς και το χωριό Λεύκαρα, που ανήκουν στην ευρύτερη περιοχή της Λάρνακας έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα NATURA 2000.

Η περιοχή του Τοπικού Σχεδίου περιλαμβάνει τις περιοχές των Δήμων Λάρνακας και Αραδίππου, τις περιοχές των Κοινοτικών Συμβουλίων Δρομολαξιάς, Μενεού και Λιβαδιών, το παραλιακό μέτωπο των Κοινοτικών Συμβουλίων Βορόκλινης και Πύλας και μικρό μέρος της περιοχής του Κοινοτικού Συμβουλίου Καλού Χωριού.

Η Λάρνακα σήμερα είναι μια σύγχρονη Ευρωπαϊκή πόλη η οποία αναπτύσσεται διαρκώς και εκσυγχρονίζεται. Σύγχρονα κτήρια κτίζονται διαρκώς χωρίς όμως να αλλοιώνεται ο ιστορικός χαρακτήρας της πόλης, αφού υπάρχουν αυστηροί πολεοδομικοί νόμοι που τον προστατεύουν.



Διάγραμμα 16: Χάρτης Τοπικού Σχεδίου Λάρνακας (Α. Σταύρου, 2019)

7.3 Δουλστηρία Λάρνακας

7.3.1 Ιστορική Αναδρομή

Στις 20 Απριλίου 1965, υπογράφηκε η συμφωνία για την κατασκευή του Κυπριακού Δουλστηρίου Πετρελαίου Λίμιτεδ (ΚΔΛΠ) μεταξύ της Κυπριακής Κυβέρνησης και των Εταιρειών BP, SHELL και MOBIL. Τον ίδιο χρόνο επικυρώθηκε η συμφωνία από τη Βουλή των Αντιπροσώπων και έγινε ο νόμος 42/65. Τον Ιανουάριο του 1966 η Κυπριακή Κυβέρνηση διέθεσε 15% από τα 50% των μετοχών που εδικαιούτο να αγοράσει, στην Πετρολίνα.

Ο αντικειμενικός στόχος της Κυβέρνησης όταν διαπραγματευόταν την ίδρυση δουλστηρίου στην Κύπρο ήταν η εξοικονόμηση ξένου συναλλάγματος και η εξασφάλιση ανεξαρτησίας της χώρας από τις ασταθείς διεθνείς αγορές προϊόντων ενώ στον εσωτερικό

τομέα να έχει την ευχέρεια να διαμορφώνει μια κοινωνικό-οικονομική πολιτική διαμέσου του καθορισμού των λιανικών τιμών πετρελαιοειδών. Γι' αυτό η Κύπρος είχε τις πιο χαμηλές λιανικές τιμές στην Ευρώπη.

Το 1969 άρχισε η κατασκευή των εγκαταστάσεων του ΚΔΠΛ, κόστισε 6.700,000 κυπριακές λίρες και συμπληρώθηκε μέσα σε περίπου δύο χρόνια. Δηλαδή τον Ιανουάριο του 1972 το ΚΔΠΛ ξεκίνησε να λειτουργεί. Το ΚΔΠΛ διύλιζε αργό πετρέλαιο για λογαριασμό των Εταιρειών Πετρελαιοειδών που κάλυπταν τις ανάγκες της Κυπριακής αγοράς. Οι μόνοι πελάτες του ΚΔΠΛ ήταν οι Εταιρείες Εμπορίας Πετρελαιοειδών που λειτουργούσαν στην Κύπρο οι οποίες αγόραζαν αργό πετρέλαιο της προτίμησής τους, το παρέδιδαν στο ΚΔΠΛ και έπαιρναν πίσω προϊόντα ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα του αργού πετρελαίου που παρέδιδαν. Έτσι οι Εταιρείες Πετρελαιοειδών πλήρωναν όλα τα έξοδα λειτουργίας του.

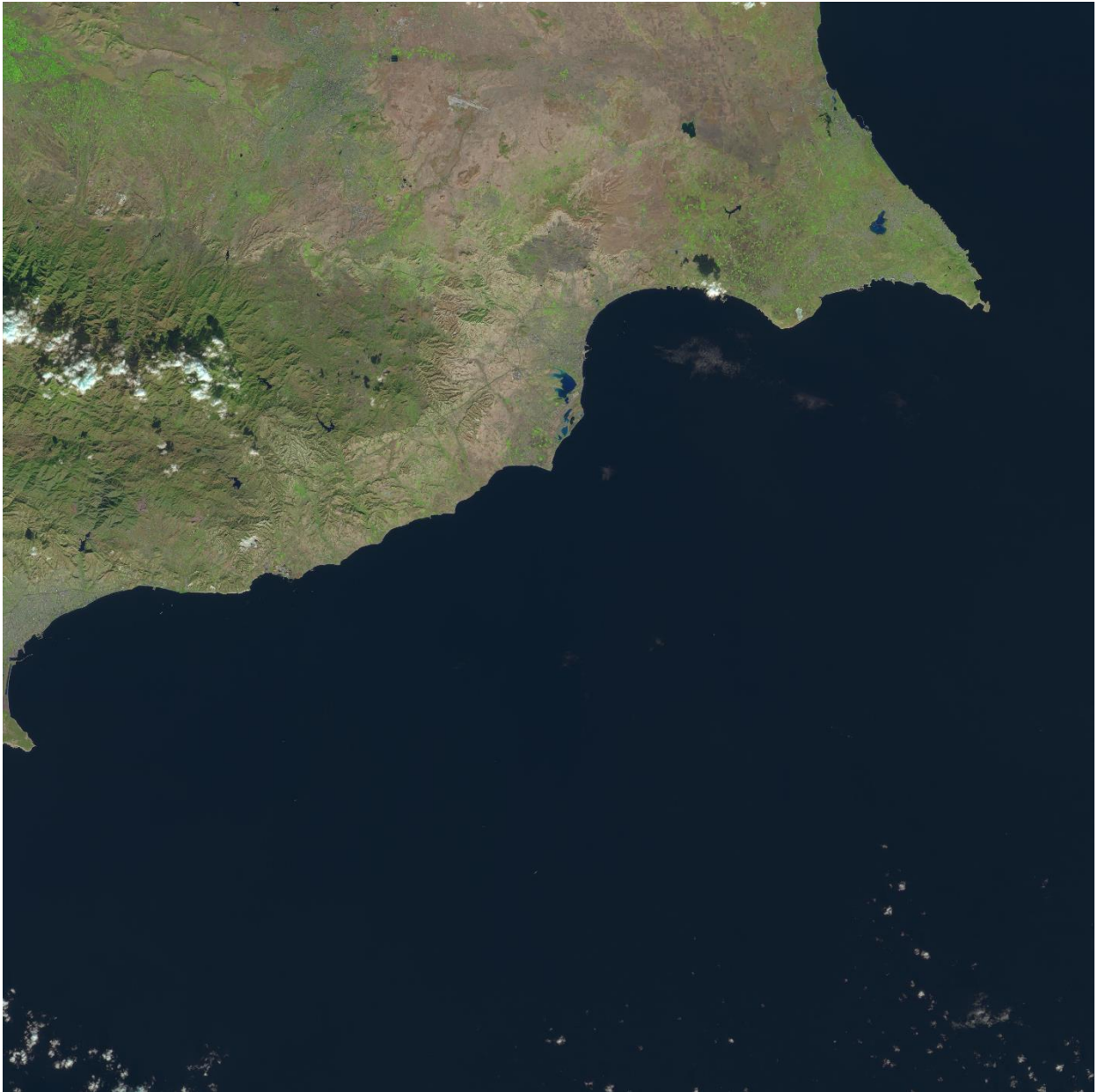
Η παραγωγή άρχισε με την διύλιση 1900 μετρικών τόνων ημερησίως αργού πετρελαίου, με σταδιακές αναβαθμίσεις αυξήθηκε στους 3700τ/η μέχρι την ημέρα που έκλεισε τον Απρίλιο του 2004.

7.3.2. Δορυφορικές Φωτογραφίες της περιοχής μελέτης

Τα δορυφορικά δεδομένα τηλεπισκόπησης συμπληρώνουν ολοένα και περισσότερο τα επίγεια δεδομένα δικτύου, καθώς και τις παρατηρήσεις του πεδίου που μελετούμε, για την αξιολόγηση της κατάστασης της περιοχής. Για το σκοπό αυτό αντλήσαμε δορυφορικές εικόνες από τον δορυφόρο Sentinel 2B της περιοχής μελέτης.

Η παρακάτω δορυφορική φωτογραφία (Διάγραμμα 15), αποτελεί προϊόν του δορυφόρου Sentinel 2B, του οποίου η ιστορία και τα χαρακτηριστικά φαίνονται παρακάτω, και φαίνεται η περιοχή μελέτης. Η παρακάτω φωτογραφία τραβήχτηκε από τον δορυφόρο Sentinel 2B, στις 09/12/2020, ώρα 08:33, επίπεδο επεξεργασίας 1C. Περαιτέρω χαρακτηριστικά της πιο κάτω φωτογραφίας φαίνονται στον πίνακα 1.

Επέλεξα να κατεβάσω τη συγκεκριμένη φωτογραφία, τη συγκεκριμένη ημερομηνία επειδή είναι πολύ πρόσφατη, δεν σκιάζεται από σύννεφα, είναι αρκετά ευδιάκριτη και απεικονίζεται η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.



Διάγραμμα 17: Δορυφορική Φωτογραφία από δορυφόρο Sentinel-2B (USGS.gov.,2020)

7.3.4 Η κατάσταση σήμερα και οι κίνδυνοι

Σήμερα οι εγκαταστάσεις των πετρελαιοειδών στη βιομηχανική ζώνη στο παραλιακό μέτωπο της Λάρνακας υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής των πολιτών, αφού καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Εισερχόμενος στο χώρο μπορεί κάποιος να αντιληφθεί την άσχημη αισθητική που προκαλούν οι γιγάντιες δεξαμενές και ο βιομηχανικός εξοπλισμός, αλλά και την δυσκολία πρόσβασης στην παράκτια περιοχή. Οι εγκαταστάσεις των δεξαμενών εμπίπτουν μέσα στην οδηγία Seveso. Μια Ευρωπαϊκή

οδηγία για την αντιμετώπιση των κινδύνων που προκύπτουν από μεγάλα ατυχήματα σχετιζόμενα με επικίνδυνες ουσίες.

Οι κάτοικοι εδώ και χρόνια ζητούν την μετακίνηση των εγκαταστάσεων των πετρελαιοειδών και την ανάπλαση της περιοχής αφού καθημερινά κινδυνεύουν χιλιάδες κάτοικοι της πόλης. Οι εγκαταστάσεις βρίσκονται δίπλα από σπίτια, δίπλα από σχολεία, μεγάλα εμπορικά καταστήματα, ποδηλατόδρομους, πεζόδρομους και κύριους δρόμους όπου διακινούνται καθημερινά εκατοντάδες πολίτες. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται κυρίως σε κακό πολεοδομικό σχεδιασμό.

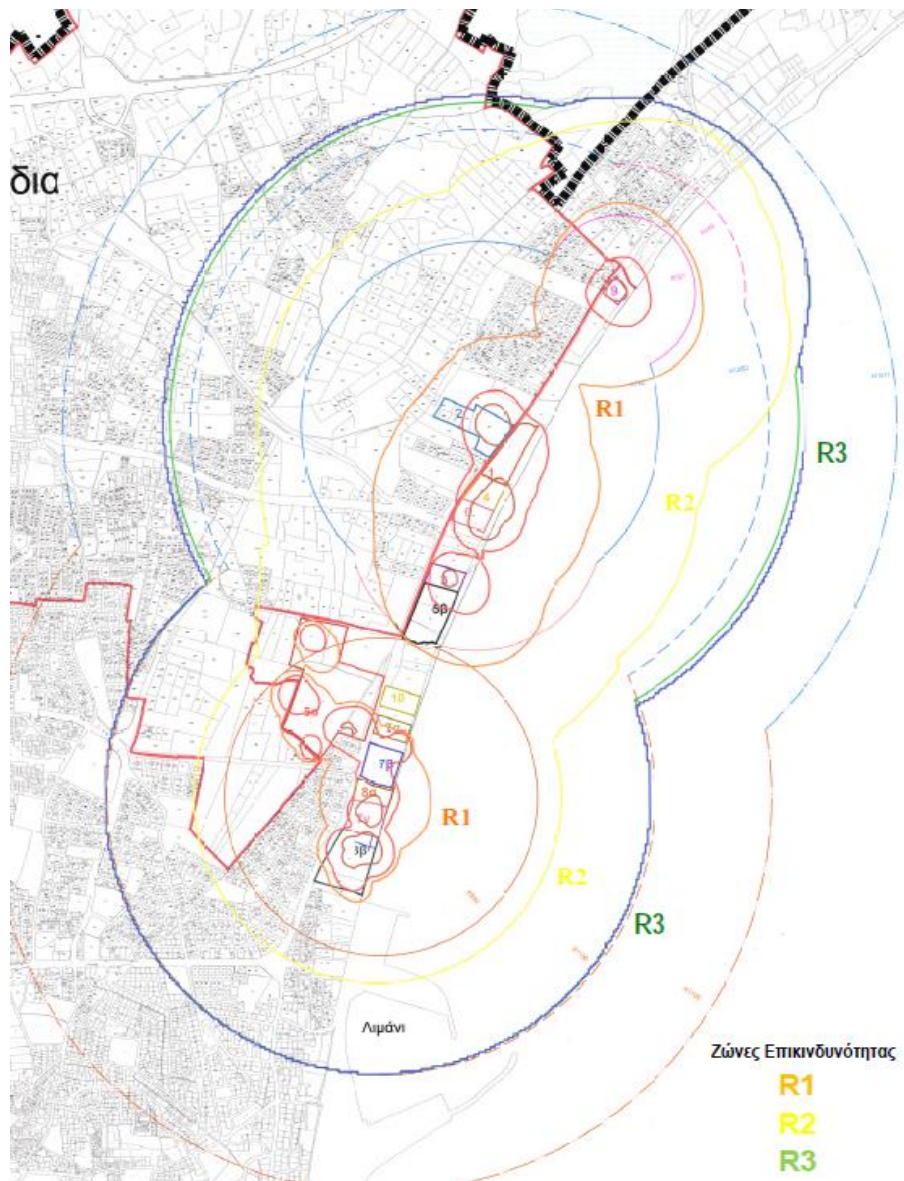
Σύμφωνα με τον Alpha News σε άρθρο της Χριστίνας Κάσια, τον Μάρτη του 2018 μετά από πυρκαγιά που ξέσπασε σε βυτιοφόρο όχημα εταιρείας πετρελαιοειδών, ο Δήμαρχος Λάρνακας Ανδρέας Βύρας είπε ότι η πυρκαγιά στο βυτιοφόρο "είναι ένα κλασικό παράδειγμα του κινδύνου που αντιμετωπίζουν καθημερινά χιλιάδες κάτοικοι της πόλης από το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις είναι δίπλα από σπίτια, δίπλα από σχολεία και καταστήματα, όπου διακινούνται καθημερινά εκατοντάδες πολίτες. Πρόκειται για βενζίνη και υγραέριο που είναι υλικά τα οποία δεν θέλουν και πολύ να γίνει ένα ατύχημα και κλασική περίπτωση είναι το σημερινό επεισόδιο. Απλώς έρχεται για ακόμα μια φορά να επιβεβαιώσει τις μεγάλες μας ανησυχίες και το μεγάλο αγώνα που δίνουμε έτσι ώστε αυτές οι εγκαταστάσεις να απομακρυνθούν το συντομότερο από την πόλη και την επαρχία μας. Ο κόσμος πρέπει να καταλάβει ότι η απομάκρυνση των εγκαταστάσεων πετρελαιοειδών δεν είναι μόνο θέμα οικονομικής ανάπτυξης, αλλά πρωτίστως είναι θέμα ασφάλειας". Προειδοποίησε επίσης για τις συνέπειες που θα έχει ένα ατύχημα στην περιοχή, τονίζοντας ότι δεν είναι δύσκολο να γίνει.

"Σε περίπτωση που γίνει ένα ατύχημα, και είδαμε όλοι πόσο εύκολα μπορεί να ξεκινήσει κάτι, θα είναι ατύχημα που δεν είδαμε κάτι παρόμοιο στη πατρίδα μας, αλλά θα είναι κάτι το οποίο θα αφήσει εποχή και ελπίζουμε να μη το ζήσουμε. Γι' αυτό το λόγο εντείνουμε τις προσπάθειες μας σε συνεννόηση και συνεργασία με το Δήμο Λιβαδιών, έτσι ώστε πλέον να φύγουμε από τα λόγια και τις υποσχέσεις και να πάμε σε συγκεκριμένα έργα με στόχο το συντομότερο δυνατόν να φύγουν αυτές οι εγκαταστάσεις από τη πόλη μας".

Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η μετακίνηση των εγκαταστάσεων πετρελαιοειδών και υγραερίου από το δρόμο Λάρνακας – Δεκέλειας στο ενεργειακό κέντρο Βασιλικού ή κατεδάφιση και αποξήλωση τους.

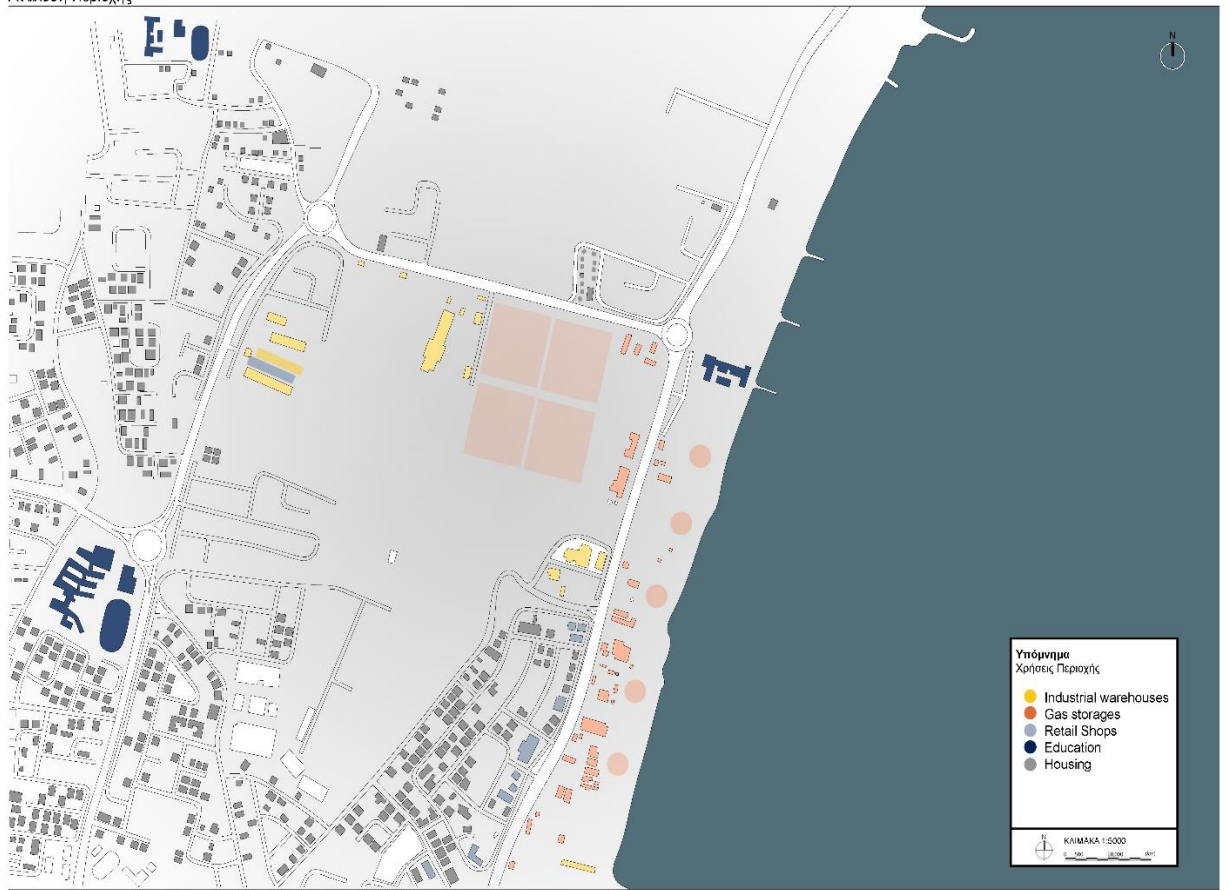
7.3.5 Ζώνες επικινδυνότητας και πολεοδομικός σχεδιασμός

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω τα διυλιστήρια Λάρνακας εμπίπτουν μέσα στην οδηγία Seveso. Στον παρακάτω χάρτη από το Τμήμα Επιθεώρησης εργασίας φαίνονται οι ζώνες επικινδυνότητας γύρω από τα διυλιστήρια Λάρνακας. Κάθε ένας από τους τρεις δακτυλίους δείχνει το βαθμό επικινδυνότητας για τις γύρω περιοχές σε περίπτωση ατυχήματος. Η ζώνη επικινδυνότητας R1 δείχνει τις περιοχές οι οποίες θα πληγούν περισσότερο και θα έχουν τις περισσότερες επιπτώσεις σε περίπτωση βιομηχανικού ατυχήματος αφού βρίσκονται πιο κοντά στις εγκαταστάσεις. Όμως μπορούμε να διακρίνουμε οι κύκλοι επικινδυνότητας εκτείνονται σε αρκετά χιλιόμετρα, γεγονός που μας καταδεικνύει πόσο εκτεταμένες θα είναι οι συνέπειες στην πόλη της Λάρνακας σε περίπτωση ενός βιομηχανικού ατυχήματος. Τα κτίρια που βρίσκονται στην ζώνη R1 κινδυνεύουν με ολοκληρωτική καταστροφή λόγω του ωστικού κύματος και πολλοί άνθρωποι κινδυνεύουν να χάσουν τη ζωή τους, ενώ πολύ σοβαρές θα είναι και οι επιπτώσεις του πληθυσμού που βρίσκεται στις μεγαλύτερες ζώνες R2 και R3.

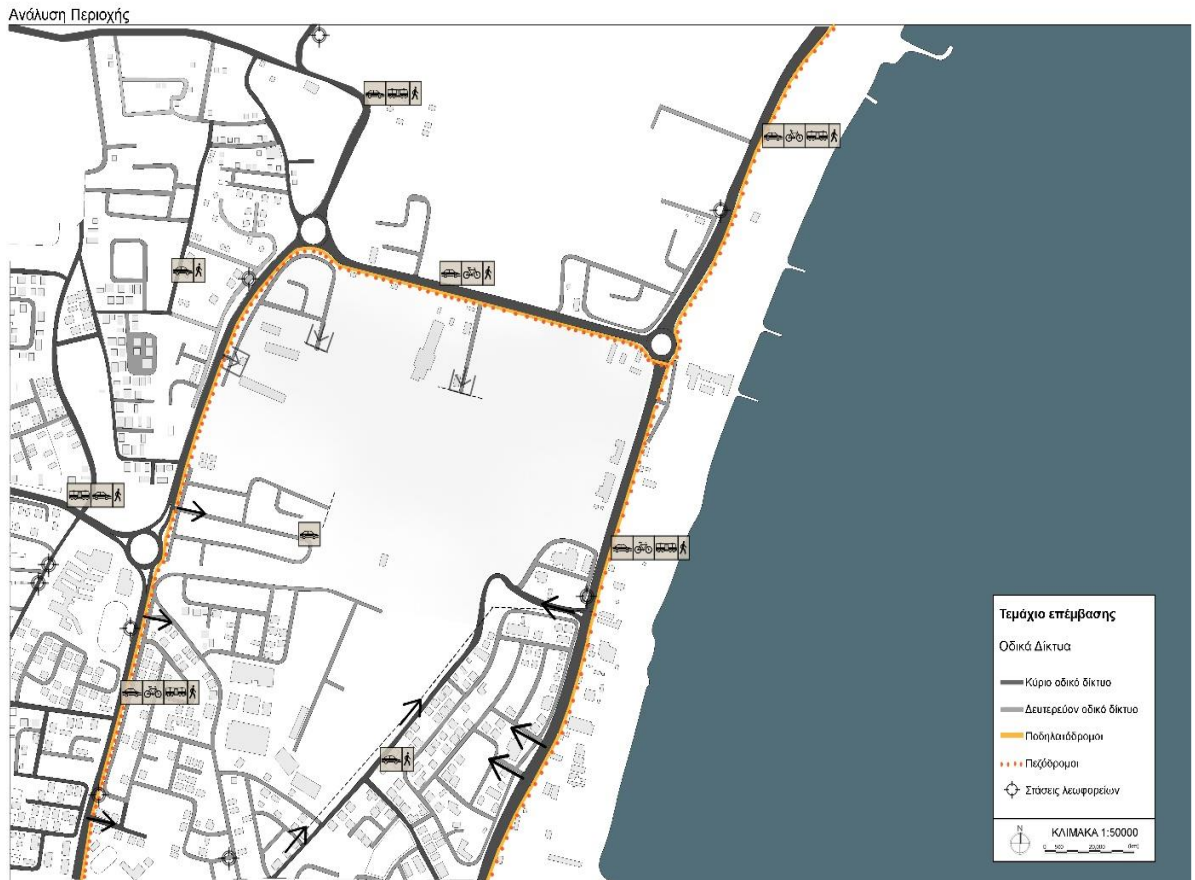


Διάγραμμα 18: Χάρτης που απεικονίζονται οι ζώνες επικινδυνότητας στην περιοχή διυλιστηρίων Λάρνακας (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, 2020)

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι εγκαταστάσεις που υπάρχουν στις ζώνες επικινδυνότητας. Όπως φαίνεται από τον χάρτη υπάρχουν κατοικίες, ξενοδοχείο, σχολεία, εμπορικά καταστήματα ενώ παλαιότερα λειτουργούσε και ιδιωτικό πανεπιστήμιο. Η ευρύτερη περιοχή χωροθέτησης των εγκαταστάσεων είναι κατά κύριο λόγο οικιστική και εμπορική. Άρα σε περίπτωση ατυχήματος στην περιοχή των διυλιστηρίων μπορούμε εύκολα να αναλογιστούμε την έκταση των συνεπειών λόγω ακατάλληλου πολεοδομικού σχεδιασμού.



Διάγραμμα 19: Χάρτης όπου απεικονίζονται οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται κοντά στην περιοχή διυλιστηρίων Λάρνακας (Α. Σταύρου, 2019)



Διάγραμμα 20: Χάρτης οδικού δικτύου (Α. Σταύρου, 2019)

7.4 Μελέτη Επικινδυνότητας

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία Καθοδήγησης για την εκτίμηση κινδύνων προτείνει μια προσέγγιση που βασίζεται σε διάφορα στάδια. Αυτή δεν είναι η μόνη μέθοδος διεξαγωγής εκτίμησης κινδύνου, αφού υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες για την επίτευξη του ίδιου στόχου σε διαφορετικές περιστάσεις. Παρακάτω αναφέρονται τα βήματα για την ετοιμασία μίας γραπτής εκτίμησης των κινδύνων.

Βήμα 1. Προσδιορισμός των κινδύνων και εκείνων που διατρέχουν κίνδυνο.

Εύρεση των στοιχείων που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη και εντοπισμός του συνόλου του πληθυσμού που ενδέχεται να εκτεθούν στους κινδύνους.

Βήμα 2. Αξιολόγηση και Ιεράρχηση των κινδύνων.

Εκτίμηση των υπαρχόντων κινδύνων (σοβαρότητα και πιθανότητα πιθανής βλάβης) βάζοντάς τα σε σειρά προτεραιότητας ανάλογα με την επικινδυνότητά τους.

Βήμα 3. Αποφάσεις προληπτικής δράσης.

Προσδιορισμός των κατάλληλων μέτρων για την εξάλειψη ή τον έλεγχο των κινδύνων.

Βήμα 4. Λήψη δράσης

Θέσπιση προληπτικών και προστατευτικών μέτρων μέσω σχεδίου προτεραιότητας.

Βήμα 5. Παρακολούθηση και αναθεώρηση.

Η αξιολόγηση πρέπει να επανεξετάζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να διασφαλιστεί ότι παραμένει ενημερωμένη. (oigaproject.eu, 2021)

Η Ποιοτική γραπτή εκτίμηση κινδύνων αποτελεί μία από τις πιο απλές και ευρέως διαδομένες μεθοδολογίες για την αξιολόγηση των κυριότερων κινδύνων, καθώς και των μέτρων για προστασία και πρόληψη των κινδύνων για την ασφάλεια και ην υγεία των προσώπων που επηρεάζονται. Βασίζεται στην προσεκτική παρατήρηση από τον εκτιμητή των κινδύνων σε ένα υποστατικό και τη σχετική καταγραφή κάθε πηγής κινδύνου, των προσώπων που κινδυνεύουν και του τρόπου με τον οποίο κινδυνεύουν, την αξιολόγηση κάθε κινδύνου και τον καθορισμό κατάλληλων και επαρκών μέτρων για προστασία και πρόληψη των επηρεαζόμενων από τον κίνδυνο αυτόν. Με βάση την Ποιοτική Μέθοδο γραπτής εκτίμησης κινδύνων, κάποιος μπορεί να αποφασίσει εάν η Επικινδυνότητα είναι Αμελητέα, Μικρή, Μέτρια ή Υψηλή λαμβάνοντας υπόψη την Πιθανότητα να εξελιχθεί ο κίνδυνος σε ατύχημα και τη Σοβαρότητα των Συνεπειών που μπορεί να προκληθεί από τον κίνδυνο που εντοπίστηκε. Επίσης λήφθηκε υπόψη και η απόσταση της περιοχής των διωλιστηρίων από κατοικημένες και εμπορικές περιοχές. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται οι πιο κάτω Πίνακες για να αποφασιστεί ο βαθμός της Επικινδυνότητας.

Πίνακας 1: Διαβάθμιση Επικινδυνότητας (Ε) στην Εργασία (Αμελητέα, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή) (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2021).

(Ε) = (Π) X (ΣΣ)				
ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ (ΣΣ)	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ (Π)			
	Απίθανο	Απομακρυσμένο	Πιθανό	Πολύ Πιθανό
Πολύ Χαμηλή	Αμελητέα	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια
Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια
Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή
Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή

Κριτήρια κατάταξης Πιθανότητας (Π):

Απίθανο: Δεν αναμένεται να παρουσιαστεί.

Απομακρυσμένο: Ενδέχεται να παρουσιαστεί μόνο μερικές φορές.

Πιθανό: Ενδέχεται να παρουσιαστεί αρκετές φορές.

Πολύ Πιθανό: Ενδέχεται να παρουσιαστεί επανειλημμένα.

Κριτήρια κατάταξης Σοβαρότητας Συνεπειών (ΣΣ):

Πολύ Χαμηλή: Επικίνδυνα συμβάντα τα οποία δεν προκαλούν τραυματισμό ή καταπόνηση.

Χαμηλή: Ατυχήματα και ασθένειες που προκαλούν μόνο επιπόλαιο τραυματισμό ή καταπόνηση.

Μέτρια: Ατυχήματα και ασθένειες που προκαλούν μικρή ή μέτρια, παρατεταμένη ή συχνά επαναλαμβανόμενη καταπόνηση (όπως τραυματισμοί, απλά κατάγματα, δευτέρου βαθμού εγκαύματα, δερματικές παθήσεις).

Υψηλή: Ατυχήματα και ασθένειες που προκαλούν σοβαρές ή μόνιμες καταπονήσεις ή/και θάνατο.

Ανάλογα με τη διαβάθμιση της Επικινδυνότητας, πρέπει να καθορίζονται τα προτεινόμενα μέτρα καθώς και το χρονοδιάγραμμα της λήψης των μέτρων αυτών. Με

βάση την πιο πάνω μεθοδολογία της Ποιοτικής εκτίμησης του κινδύνου, δίνονται οι πιο κάτω επεξηγήσεις:

Υψηλή Επικινδυνότητα

Αν η επικινδυνότητα είναι μεγάλη και έχει εκτιμηθεί ως Υψηλή, οι ενέργειες και η λήψη προτεινόμενων μέτρων για την μείωση της επικινδυνότητας πρέπει να είναι άμεσες.

Μέτρια Επικινδυνότητα

Αν η επικινδυνότητα είναι μέτρια και έχει εκτιμηθεί ως επιτρεπτή, η εισήγηση είναι να προγραμματιστεί ο σχεδιασμός ενεργειών για μείωση του επιπέδου επικινδυνότητας σε Χαμηλή, μέσα σ εύλογα χρονικά διαγράμματα που καθορίζει ο εργοδότης λαμβάνοντας υπόψη του διάφορες παραμέτρους.

Χαμηλή Επικινδυνότητα

Αν η επικινδυνότητα είναι μικρή και έχει εκτιμηθεί ως επιτρεπτή, είναι αναγκαίο να επιβεβαιωθεί ότι η επικινδυνότητα θα παραμείνει στα ίδια επίπεδα.

Αμελητέα Επικινδυνότητα

Αν η επικινδυνότητα είναι αμελητέα, ο εργοδότης δεν υποχρεούται να λάβει συγκεκριμένα προληπτικά και προστατευτικά μέτρα. (Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, 2021)

Πίνακας 2: Μελέτη Επικινδυνότητας (Πηγή Κινδύνου – Συνέπειες – Μέτρα πρόληψης)

ΠΗΓΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
Ακραία Φυσικά Φαινόμενα (σεισμός, πλημμύρες, υψηλές θερμοκρασίες)	-Πρόκληση πυρκαγιάς, έκρηξης ή διαρροής επικίνδυνων ουσιών	- Παρακολούθηση ακραίων φαινομένων, μέσω τηλεπισκόπησης για έγκαιρη προειδοποίηση
Εγκληματική Ενέργεια	-Κακόβουλη πρόκληση πυρκαγιάς ή βλάβης	- Ελεγχόμενη είσοδος στην εγκατάσταση και ενισχυμένο σύστημα παρακολούθησης μέσω καμερών ασφάλειας. - Φύλαξη Εγκαταστάσεων από Φύλακες Ασφαλείας
Σφάλμα ανθρώπινου παράγοντα	-Πρόκληση βλάβης με αποτέλεσμα έκρηξης ή πυρκαγιάς.	-Σύστημα έκδοσης αδειών εργασίας -Διαρκής εκπαίδευση εργαοδοτούμενων -Επίβλεψη εγχοδοτούμενων, εργολαβικών συνεργειών και επισκεπτών
Διαρροή υγρού ή/και μολυσμένου νερού πυρόσβεσης στα παράκτια ύδατα, στο έδαφος ή/και στα υπόγεια ύδατα.	-Περιβαλλοντική Ρύπανση	-Συστήματα συγκράτησης διαρροών για την ελαχιστοποίηση της διαρροής επικίνδυνων υλικών στο περιβάλλον
Κοντινή απόσταση εγκαταστάσεων από κατοικημένες και εμπορικές περιοχές.	Σε περίπτωση βιομηχανικού ατυχήματος: -Τραυματισμός μεγάλου αριθμού πολιτών. -Απώλεια ανθρώπινων ζώων. -Καταστροφή περιουσίας πολιτών. -Μόλυνση Φυσικού Περιβάλλοντος.	- Διαδικασίες απομόνωσης και διακοπής λειτουργίας με σκοπό την πρόληψη και τη μείωση των συνεπειών ατυχημάτων -Σχέδια επείγουσας ανάγκης, αντιρρύπανσης και κοινές ασκήσεις με τις εγκαταστάσεις της περιοχής, την Πολιτική Άμυνα και τις άλλες αρμόδιες Αρχές. - Ενημέρωση Πολιτών - Καθορισμός χώρων συγκέντρωσης. - Υπολογισμός Πληθυσμού που θα επηρεαστούν - Απομάκρυνση των εγκαταστάσεων από κατοικημένες και εμπορικές περιοχές.
Φωτιά	- Πρόκληση εγκαυμάτων - Απώλεια ανθρώπινων ζώων -Πρόκληση πυρκαγιάς και στις γύρω περιοχές λόγω μετακίνησης και ανάφλεξης νέφους ή λόγω εξάπλωσης πυρκαγιάς.	- Φορητά και σταθερά συστήματα πυρόσβεσης - Αυτόματα συστήματα απομόνωσης και διακοπής λειτουργίας τους - Σύστημα συναγερμού που να προειδοποιεί σε περίπτωση πυρκαγιάς
Έκρηξη λόγω διαρροής υγραερίου ή εύφλεκτων ατμών	-Ανάλογα με το μέγεθος της έκρηξης ενδέχεται να προκληθούν υλικές ζημιές στο δομημένο και φυσικό περιβάλλον της γύρω περιοχής. -Τραυματισμοί λόγω εκτόξευσης θραυσμάτων μετά την έκρηξη. -Ανεπανόρθωτες βλάβες στην ανθρώπινη υγεία. -Απώλειες ανθρώπινων ζώων.	-Τακτικοί ελέγχοι για τη διατήρηση και αναβάθμιση του επιπέδου ασφάλειας της εγκατάστασης και του εξοπλισμού. - Εξάλειψη πηγών ανάφλεξης -Αυτοματοποιημένο σύστημα ανίχνευσης διαρροής υγραερίου με δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης του υπεύθυνου ασφάλειας της εγκατάστασης.

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο θα ήθελα να επισημάνω πως η ιδανική προληπτική τακτική που θα έπρεπε να εφαρμοστεί εδώ και χρόνια είναι η μετακίνηση των διυλιστηρίων της Λάρνακας και η ανάπλαση της περιοχής με κατάλληλο σχεδιασμό. Η περιοχή των διυλιστηρίων της Λάρνακας θα μπορούσε να γίνει μια πολύ ελκυστική περιοχή, αφού συνορεύει με την παραλία. Έτσι η ζωή των κατοίκων θα γινόταν πιο ποιοτική, θα ήταν μία περιοχή πολύ ελκυστική για τους τουρίστες, θα απέφερε κέρδη στην περιοχή αλλά κυρίως θα εξασφαλιζόταν η ασφάλεια των πολιτών. Επιπλέον μέσα από την μελέτη επικινδυνότητας μπορούμε να αντιληφθούμε ότι οι ζώνες επικινδυνότητας των διυλιστηρίων εμπίπτουν σε κατοικημένη και εμπορική περιοχή και αυτό αυξάνει σημαντικά την επικινδυνότητα των εγκαταστάσεων.

Τα οφέλη που θα προκύψουν από την μετακίνηση των εγκαταστάσεων πετρελαιοειδών και υγραερίου από το δρόμο Λάρνακας-Δεκέλειας θα είναι πολλά και σε διαφορετικούς τομείς. Η απομάκρυνση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης και διανομής πετρελαιοειδών στην περιοχή θα έχει περιβαλλοντικά οφέλη, όπως είναι η μείωση της κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων, ο τερματισμός της εκπομπής και διαφυγής αέριων ρύπων, όπως οι πτητικές οργανικές ενώσεις, η μείωση του επιπέδου του περιβαλλοντικού θορύβου και η εξάλειψη του κινδύνου πρόκλησης περιβαλλοντικών ατυχημάτων. Επίσης θα εξλειφθεί ο κίνδυνος δημόσιας υγείας και θα εξασφαλιστεί η ασφάλεια των κατοίκων της περιοχής σε περίπτωση ενδεχόμενου ατυχήματος. Ακόμα η δημιουργία ανάπτυξης στην περιοχή, η οποία θα επέλθει αφενός μεν από την υλοποίηση του έργου και την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής, αφετέρου δε, από την οριστικοποίηση του νέου Τοπικού Σχεδίου Λάρνακας, στο οποίο θα καθορίζονται οι νέες χρήσεις γης. (Ελληνικά Πετρέλαια Κύπρου Λτδ, 2020)

8 Συζήτηση – Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Συνοπτικά στην έρευνα αυτή έγινε προσπάθεια κατανόησης του εννοιολογικού πλαισίου της διαχείρισης επικινδυνότητας των καταστροφών από βιομηχανικά ατυχήματα, με την παράλληλη συνεισφορά της Τηλεπισκόπησης και του Πολεοδομικού Σχεδιασμού. Ανατρέχοντας στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, μελετήσαμε την έννοια των βιομηχανικών ατυχημάτων, τις συνήθεις αιτίες πρόκλησής τους, τις επιπτώσεις που επιφέρουν, αλλά και παραδείγματα βιομηχανικών ατυχημάτων από το παρελθόν.

Συνεχίζοντας την έρευνα προχωρήσαμε στην ανάλυση της διαχείρισης βιομηχανικών ατυχημάτων μέσω της σχετικής ευρωπαϊκής νομοθεσίας SEVESO. Μελετήσαμε τη σχετική νομοθεσία και τα σχέδια επείγουσας ανάγκης που εφαρμόζονται στην Κύπρο και την κατάσταση που επικρατεί στην Κύπρο αυτή τη στιγμή σχετικά με τις υπάρχουσες βιομηχανικές εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στην οδηγία Seveso.

Επίσης πολύ σημαντικό κομμάτι της μελέτης αποτελούν οι φάσεις διαχείρισης καταστροφών, δηλαδή ο μετριασμός, η ετοιμότητα, η ανταπόκριση και η ανάκαμψη. Η εφαρμογή των φάσεων διαχείρισης καταστροφών, δηλαδή η πρόληψη και ο μετριασμός των επιπτώσεων μιας απειλής, η συνεχής ετοιμότητα και η άμεση ανταπόκριση στην περίπτωση εκδήλωσης οποιασδήποτε απειλής, όπως επίσης και η δυνατότητα αποκατάστασης της περιοχής, αποτελεί μία καθόλου απλή διαδικασία η οποία χρειάζεται μια διεπιστημονική προσέγγιση ώστε να καλυφθεί από όλες τις απόψεις.

Αφού μελετήσαμε και αντιληφθήκαμε πλήρως το εννοιολογικό πλαίσιο των βιομηχανικών ατυχημάτων και τη διαχείρισή τους, επιχειρήσαμε να προτείνουμε λύσεις στη διαχείριση των βιομηχανικών ατυχημάτων με τη συνεισφορά της Τηλεπισκόπησης και του Πολεοδομικού Σχεδιασμού. Ερευνήσαμε πως μπορεί η Τηλεπισκόπηση και ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός, ξεχωριστά το καθένα να συμβάλουν σε κάθε φάση διαχείρισης μίας καταστροφής.

Σε κάθε φάση διαχείρισης καταστροφών, η τηλεπισκόπηση μπορεί να φανεί χρήσιμη. Στη φάση του μετριασμού, δηλαδή προ-καταστροφής, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες ως προς την εκτίμηση της επικινδυνότητας διάφορων φυσικών και ανθρωπογενών φαινομένων και της χαρτογράφησης τους. Στην φάση της ετοιμότητας και της ανταπόκρισης, η έρευνα έχει ήδη στραφεί προς την παρακολούθηση συμβάντων σε πραγματικό χρόνο (real-time monitoring) με τη βοήθεια του διαδικτύου, όπου και

αναπτύσσονται πολλές (διαδικτυακές) εφαρμογές ΣΓΠ για τη διαχείριση των απειλών. Τέλος, στη φάση της ανάκαμψης η κύρια συμβολή τους είναι στην εκτίμηση των ζημιών των καταστροφικών φαινομένων, αλλά και στην ανακατασκευή του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με τρόπο ώστε να καταστεί περισσότερο ανθεκτικό σε μελλοντικές απειλές. (Γιορντάνοβα, 2015)

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός αναδεικνύεται ως ένα πολύ βασικό εργαλείο για την δημιουργία ασφαλέστερων πόλεων και ανθεκτικότερων κοινωνιών. Ο τομέας της διαχείρισης της επικινδυνότητας των φυσικών και ανθρωπογενών απειλών, μπορεί να συμβάλλει θετικά σε θέματα πολεοδομικού σχεδιασμού που σχετίζονται με την ασφάλεια, όπου πρέπει να ληφθούν υπόψη δεδομένα για την εκτίμηση της τρωτότητας, της έκθεσης και της συνολικής επικινδυνότητας ώστε να διασφαλιστεί η ασφάλεια των κατοίκων μιας περιοχής, ειδικά σε περιοχές που είναι ευάλωτες σε κινδύνους. Η περίοδος πριν από κάποια ενδεχόμενη εκδήλωση ενός κινδύνου και ο σχεδιασμός που εφαρμόζεται προληπτικά, αποτελούν την σημαντικότερη φάση του κύκλου σχεδιασμού ασφάλειας. Ο σχεδιασμός πρόληψης μπορεί να χωριστεί σε φάσεις όπως είναι α) συνεχής παρακολούθηση και εκτίμηση των απειλών και της τρωτότητας της πόλης και β) σχεδιασμός και εφαρμογή τεχνικών πρόληψης – ετοιμότητας. Επίσης ο πολεοδομικός σχεδιασμός αποτελεί πολύ βασικό εργαλείο στην ανασυγκρότηση μίας πόλης, μέσω του σχεδιασμού ανασυγκρότησης. Ο σχεδιασμός ανάκαμψης-ανασυγκρότησης στοχεύει στην γρηγορότερη δυνατή επαναφορά της πόλης μετά από ένα καταστροφικό γεγονός αλλά και στην υψηλότερη ποιότητα ζωής της πόλης ακόμα και πριν την καταστροφή. Μέσω μελέτης επικινδυνότητας της περιοχής των διωλιστηρίων της Λάρνακας αντιληφθήκαμε ότι ο πολεοδομικός σχεδιασμός μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει την επικινδυνότητα, αφού οι ζώνες επικινδυνότητας των διωλιστηρίων εμπίπτουν σε κατοικημένη και εμπορική περιοχή και αυτό αυξάνει σημαντικά την επικινδυνότητα των εγκαταστάσεων.

Εν κατακλείδι, θεωρώ ότι η τηλεπισκόπηση και ο πολεοδομικός σχεδιασμός μπορούν να έχουν κάποια συνέργεια μεταξύ τους για καλύτερα αποτελέσματα στη διαχείριση καταστροφών. Η τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλει στον σχεδιασμό χρήσεων γης και στην χαρτογράφηση περιοχών. Επίσης η τηλεπισκόπηση μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμη στην καταμέτρηση των ζημιών μετά από ένα καταστροφικό γεγονός, έτσι ώστε τα

αποτελέσματα να χρησιμοποιηθούν για καλύτερη οργάνωση του πολεοδομικού σχεδιασμού ανασυγκρότησης της περιοχής.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μέσω της παρούσας διπλωματικής μελέτης, προκύπτει ο σημαντικός ρόλος της τηλεπισκόπησης και του πολεοδομικού σχεδιασμού για την ασφάλεια μίας πόλης γενικότερα. Πιο συγκεκριμένα η παρούσα διπλωματική μελέτη ασχολήθηκε με την διαχείριση των βιομηχανικών ατυχημάτων μέσω της τηλεπισκόπησης και του πολεοδομικού σχεδιασμού. Και οι δύο επιστήμες μπορούν να συμβάλουν σημαντικά σε κάθε φάση της διαχείρισης καταστροφών, δηλαδή μετριασμού, ετοιμότητας, ανταπόκρισης και ανάκαμψης. Επίσης εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι οι δύο επιστήμες μπορούν να έχουν κάποια συνέργεια μεταξύ τους για την καλύτερη διαχείριση ενός βιομηχανικού ατυχήματος ή ενός καταστροφικού γεγονότος γενικότερα. Ο τομέας της διαχείρισης της επικινδυνότητας των φυσικών και ανθρωπογενών απειλών, κρίνεται πως μπορούν να συμβάλλουν θετικά σε θέματα αστικού σχεδιασμού που σχετίζονται με την ασφάλεια, αν στην εκπόνηση των σχεδίων συμπεριληφθούν δεδομένα για την εκτίμηση της τρωτότητας, της έκθεσης και τις συνολικής επικινδυνότητας. Επίσης η τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλει σε θέματα αστικού σχεδιασμού, κυρίως μέσω του σχεδιασμού χρήσεων γης και της χαρτογράφησης μίας περιοχής. Μέσα από τέτοιες διαδικασίες, ίσως επιτευχθεί μια συλλογική δομή λήψης αποφάσεων για τον αποτελεσματικό μετριασμό των απειλών και την μείωση της επικινδυνότητάς τους, μέσω του χωροταξικού σχεδιασμού, ειδικά σε περιοχές που είναι επιρρεπείς σε κινδύνους και έχουν ανάγκη από άμεσες λύσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brewster, R. (2005) Natural Disaster Recovery Planning. Στο Built Environment Issues in Small Island States. Kingston, Jamaica 2- 6 August. [Διαδίκτυο]. Διαθέσιμο στο: <http://www.commonwealth-planners.org/papers/recovery.pdf>

Carlowicz, M., Stevens, J. and Smith. E. (2020). “Scientists Map Beirut Blast Damage”. NASA Earth Observatory. <earthobservatory.nasa.gov> (Nov. 10, 2020).

Centers for Disease Control And Prevention (CDC),(2016), What is GIS?, Διαθέσιμο στο: <https://www.cdc.gov/gis/what-is-gis.htm>

Coppola, D. P. (2007). Introduction\ to International Disaster Management. Burlington: Elsevier.

EarthExplorer. (2020). USGS science for a changing world. Available at: <earthexplorer.usgs.gov> (Accessed 15/12/2020).

Esa.int. (2020). Sentinel-2 – Missions – Sentinel Online. Available at: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> >(Accessed 09/12/2020).

Krausmann,E. et al .(2011). “Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue”. Retrieved November, 2020 from www.nat-hazards-earth-syst-sci.net

LEBANON-Beirut Explosion-Impact Map. (2020). SERTIT. Available at: <<http://sertit.unistra.fr> > (Accessed 10/12/2020).

OIRA Online Interactive Risk Assessment. (2021). How to carry out a Risk Assessment. Available at: <<https://oiraproject.eu/en/how-carry-out-risk-assessment> > (Accessed 10/01/2021)

UNISDR. (2009, May). 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction . Geneva, Switzerland.

Van Westen, C. (2000). Remote sensing for natural disaster management. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives.

Γιορντάνοβα,Ρ. (2015). ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Τηλεπισκόπηση και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών στη διαχείριση των καταστροφών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Δελλαδέτσιμας, Π. Μ. (2009). Οι ασφαλείς πόλεις, Αθήνα: Εξάντας

Ελληνικά Πετρέλαια Κύπρου ΛΤΔ. (2020). ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗ ΛΑΡΝΑΚΑ, Έκθεση πληροφοριών.

Ιωακειμίδης, Σ. (2012). ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Χρήση Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για την παρακολούθηση, πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κάσια, Χ. (2018). Πυρκαγιά στα διυλιστήρια της Λάρνακας και τραυματισμός ενός προσώπου. www.alphanews.live. Ανακτήθηκε στις 06/08/2020.

Κανάκα,Ι,Χ., και Καρυπίδης,Π. (2020). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Πιλοτικό σχέδιο εκκένωσης γειτονιάς σε περίπτωση εστιασμένου κινδύνου εντός πολεοδομικού ιστού με την χρήση ΣΓΠ: Η περίπτωση της Καλαμαριάς». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κούκης, Λ. (2018). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Προετοιμασία πόλεων για τη διαχείριση κρίσεων από ατυχήματα-καταστροφές». Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Αθήνα.

Λαζαρίδης, Α. και Ψαρρά, Α.Η. (2016). ΤΑ ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΤΣΕΡΝΟΜΠΙΛ ΚΑΙ ΤΗ ΦΟΥΚΟΣΙΜΑ. Ξάνθη.

Μερτίκας, Σ. (2009). Τηλεπισκόπηση και ψηφιακή ανάλυση εικόνας. Αθήνα: Εκδόσεις "ΙΩΝ".

Πανοζάχου, Κ. (2012). Ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός στην Πρόληψη και Αντιμετώπιση των Φυσικών Καταστροφών.Μαθήματα από την Ιαπωνική εμπειρία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σέμπου, Ι,Γ. (2011). ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ « Βιομηχανική Επικινδυνότητα και Πολεοδομικές – Χωροταξικές Παρεμβάσεις». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα.

Σταύρου, Α. και άλλοι. (2019). «Αειφόρος ανάπτυξη και Αστικός Σχεδιασμός, Περιοχή Διυλιστηρίων, Λάρνακα» . Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας. (2020). Ατυχήματα Μεγάλης Κλίμακας. www.mlsi.gov.cy. Ανακτήθηκε στις 02/10/2020.

Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως. (2020). www.moi.gov.cy. Ανακτήθηκε στις 05/10/2020.

Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως. (2015). ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, Βασικές Κατευθύνσεις και συμμετοχικότητα. Λευκωσία.

Χατζημιτσής,Δ και άλλοι. (2020). Σημειώσεις μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Περιβάλλοντος μέσω Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης .