



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ:
ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΑΣΙΚΗΣ
ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

από

Κόστα Αρτέμης

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Επιβλέπον Καθηγητής:

Ι. Μπακούρος

Πρόεδρος Τμήματος Περιφερειακής και Διασυνοριακής Ανάπτυξης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Οκτώβριος 2019, Κοζάνη

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	3
Ευχαριστίες.....	6
Λίστα εικόνων.....	7
Λίστα σχημάτων.....	8
Λίστα πινάκων.....	9
Περίληψη.....	10
Abstract.....	11
Κεφάλαιο 1.....	13
1.1 Η ανθρωπιστική αντίδραση σε φυσικές καταστροφές.....	13
1.2 Οι εμπλεκόμενοι στις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες.....	16
1.3 Δομή και λειτουργία της διαχείρισης ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας.....	17
1.4 Λήψη αποφάσεων.....	19
1.5 Προσδιορισμένες βέλτιστες πρακτικές στις αλυσίδες εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης.....	20
Κεφάλαιο 2	37
2.1 Υπόβαθρο.....	37
2.2 Το ζήτημα της τυποποίησης των διαδικασιών.....	39
2.3 Απρόβλεπτη ζήτηση.....	40
2.4 Υποδομές.....	41
2.5 Μετρήσεις αποδοτικότητας.....	41
2.6 Η διάσταση της θέσης της εγκατάστασης.....	42
2.7 Η διάσταση της διαχείρισης αποθεμάτων.....	53
2.8 Η διάσταση της κατανομής της ανακούφισης.....	54
2.9 Η διάσταση της μαζικής εκκένωσης.....	61

Κεφάλαιο 3	65
3.1 Διαφορές μεταξύ ανθρωπιστικών και εμπορικών εφοδιαστικών αλυσίδων.....	65
3.2 Καθορισμός του σκοπού της ανθρωπιστικής και εμπορικής εφοδιαστικής αλυσίδας.....	65
Κεφάλαιο 4.....	67
4.1 Επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών.....	67
4.2 Κλιματική αλλαγή και πυρκαγιές.....	69
4.2.1 Το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη.....	70
4.2.2 Εντοπίζοντας την ενεργειακή ισορροπία της γης.....	71
4.2.3 Η συμβολή της επιστήμης.....	73
Κεφάλαιο 5.....	75
5.1 Περιγραφή πιλοτικής περιοχής.....	75
5.2 Περιγραφή λογισμικού Melogic.....	81
5.2.1 Εισαγωγή.....	81
5.2.2 Μεθοδολογική προσέγγιση.....	83
5.2.3 Λειτουργικές απαιτήσεις.....	84
5.2.4 Αρχιτεκτονική WebGIS εργαλείου Melogic.....	85
5.2.5 Τεχνολογίες για την ανάπτυξη του WebGIS εργαλείου Melogic.....	87
5.2.6 Τεχνική ανάλυση.....	93
5.3 Περιγραφή του προβλήματος της εκκένωσης.....	96
5.3.1 Περιγραφή σχεδίασης εκκένωσης(Ευρετικοί αλγόριθμοι)....	96
5.3.2 Η συμβολή μας στην βελτίωση του λογισμικού.....	103
5.4 Εκτέλεση-Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	103
Κεφάλαιο 6.....	117
6.1 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	117
Κεφάλαιο 7 – Βιβλιογραφία.....	121

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, κ. Ιωάννη Μπακούρο, ο οποίος μου προσέφερε τα κατάλληλα μέσα, καθοδήγηση και εμπιστοσύνη κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπρόσθετα, ο κ. Ευάγγελος Κατσαρός, διδάκτορας του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, ήταν ο άμεσος συνεργάτης σε όλο το εγχείρημα και μου παρείχε ανά πάσα στιγμή τα απαραίτητα για φέρω εις πέρας το έργο μου. Τον ευχαριστώ θερμά, για τη στήριξη και τη βοήθεια ώστε να οργανωθεί, να συνταχτεί και να τελειοποιηθεί το έργο μου.

Ακόμη, πρέπει να ευχαριστήσω τον κ. Ευάγγελο Μητσάκη, από το Ινστιτούτο Μεταφορών, αφού μας παρείχε το λογισμικό του οποίου η χρήση ήταν καταλυτική για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξη και την αγάπη που μου έδειξαν ώστε να μπορέσω να διεκπεραιώσω την εργασία αυτή.

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Κύκλος ροής των ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων

Εικόνα 3: Συγκεντρωτικός πίνακας διαφορών εμπορικών και ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων

Εικόνα 4: Ροές ενέργειας του κλιματικού συστήματος σε σχηματική απεικόνιση με αριθμούς στην κορυφή της ατμόσφαιρας και η καθαρή ενεργειακή ανισορροπία στην επιφάνεια. Trenberth, et al 2009

Εικόνα 4.1: Παγκόσμια ωκεανική θερμότητα για τα άνω 2000 μέτρα των ωκεανών, με εκτιμήσεις αβεβαιότητας από τη ροζ περιοχή.

Εικόνα 4.2: Δορυφορική εικόνα της πυρκαγιά του Carr στην Καλιφόρνια. Οι συνθήκες ξηρασίας συμβάλλουν σε άλλο ένα έτος έντονων πυρκαγιών, με πολλά νεκρά δάση και βλάστηση. NASA

Εικόνα 5: Πανοραμική εικόνα Σιάτιστας

Εικόνα 5.1: Πανοραμική εικόνα του Άργους Ορεστικού

Εικόνα 5.2: Πανοραμική εικόνα της Καστοριάς

Εικόνα 5.3: Πανοραμική εικόνα της Νεάπολης

Εικόνα 5.4: Εικόνες από το όρος Βόιο

Εικόνα 5.5: Εικόνες από το όρος Βόιο

Εικόνα 5.6: Εικόνες από το όρος Βόιο

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Μοντέλο ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας

Σχήμα 1.2. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με την αξιολόγηση τοπίου

Σχήμα 1.3. Βέλτιστες πρακτικές που σχετίζονται με τη διακυβέρνηση, τη χρηματοδότηση και το προσωπικό

Σχήμα 1.4. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με τα πρωτόκολλα έκτακτης ανάγκης

Σχήμα 1.5. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με τις συμβάσεις έκτακτης ανάγκης και την αλυσίδα εφοδιασμού

Σχήμα 1.6. Οδηγοί και αποτελέσματα βέλτιστων πρακτικών για την επείγουσα εφοδιαστική αλυσίδα [Προσαρμοσμένο από: Wilson, 2018]

Σχήμα 2: Τυπικό δίκτυο απόκρισης εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης [Προσαρμοσμένο από: Anaya-Arenas 2014]

Σχήμα 2.1: Περιοχή διανομής ανακούφισης και μεταφοράς ατυχημάτων [Προσαρμοσμένο από: Anaya-Arenas, 2014]

Σχήμα 5. Λειτουργίες του WebGIS εργαλείου Melogic

Σχήμα 5.1. Λειτουργικές δομές του Melogic

Σχήμα 5.2 Δομή των βάσεων δεδομένων του WebGIS εργαλείου Melogic

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σύνδεση βέλτιστων πρακτικών για την επείγουσα εφοδιαστική αλυσίδα με τα στάδια σχεδιασμού και αντιμετώπισης της διαχείρισης καταστροφών [Προσαρμοσμένο από: Wilson,2018]

Πίνακας 2.1: Μοντέλα θέσης εγκαταστάσεων όπως εξετάστηκαν από τον Habib (2016)

Πίνακας 2.2: Στόχοι και περιορισμοί για τα μοντέλα βελτιστοποίησης θέσης εγκατάστασης που εξετάστηκαν από τον Boonmee et al. (2017)

Πίνακας 2.3: Στοχαστικά και αιτιοκρατικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων

Πίνακας 2.4 Σειρά μελετών που προτείνουν μοντέλα που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα κατανομής της ανακούφισης όπως ανασκοπείται από τον Habib (2016)

Πίνακας 2.5: Μοντέλα μαζικής εκκένωσης όπως περιγράφονται από τον Habib (2016)

Πίνακας 5. Σειρά κρισιμότητας εκκένωσης

Πίνακας 5.1 Σύνολα πληθυσμών

Πίνακας 5.2 Κατάλογος διαθέσιμων οχημάτων

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Πίνακας 5.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Πίνακας 5.5 Σειρά κρισιμότητας εκκένωσης

Πίνακας 5.6 Σύνολα πληθυσμών

Πίνακας 5.7 Κατάλογος διαθέσιμων οχημάτων

Πίνακας 5.8 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα προσομοίωσης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τις εφοδιαστικές αλυσίδες να χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε επιχειρήσεις εμπορικού χαρακτήρα, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πως συμβάλλουν και στις επιχειρήσεις αντιμετώπισης καταστροφών. Η ανθρωπιστική εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένας τομέας που ειδικεύεται στην οργάνωση της παράδοσης και της αποθήκευσης των προμηθειών κατά τη διάρκεια φυσικών ή μη καταστροφών στην πληγείσα περιοχή και τους ανθρώπους. Ωστόσο, ο ορισμός αυτός επικεντρώνεται μόνο στη φυσική ροή των αγαθών προς τους τελικούς προορισμούς. Στην πραγματικότητα η ανθρωπιστική εφοδιαστική αλυσίδα είναι πολύ πιο περίπλοκη και περιλαμβάνει την πρόβλεψη και βελτιστοποίηση των πόρων, τη διαχείριση των απογραφών και την ανταλλαγή πληροφοριών.

Έτσι, ένας ευρύτερος ορισμός της ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η διαδικασία σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου της αποτελεσματικής, οικονομικά αποδοτικής ροής και αποθήκευσης αγαθών και υλικών, καθώς και σχετικών πληροφοριών, από το σημείο προέλευσης έως το σημείο κατανάλωσης με σκοπό την ανακούφιση των πληγέντων και ευάλωτων ανθρώπων.

Με την κλιματική αλλαγή να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε φυσικές καταστροφές όπως είναι οι πυρκαγιές αλλά και την αμεροληψία των ανθρώπων σε θέματα πολιτικής ασφάλειας, πραγματοποιήθηκε αυτή η διπλωματική εργασία, μέσα από την οποία μελετήσαμε έναν ευρύ ορεινό όγκο της Δυτικής Μακεδονίας, καταγράφοντας τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα ώστε να προσομοιώσουμε σενάριο πυρκαγιάς και μετέπειτα το σενάριο της εκκένωσης, χρησιμοποιώντας λογισμικό του Ελληνικού Ινστιτούτου Μεταφορών με στόχο μας να διασφαλίσουμε πως σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης η απόκριση θα είναι άμεση και η διασφάλιση της ακεραιότητας των ανθρώπων θα εκπληρωθεί στο μέγιστο δυνατό.

ABSTRACT

Although logistics has been mostly utilized in commercial supply chains, it is also an important tool in disaster relief operations. Humanitarian logistics is a branch of logistics which specializes in organizing the delivery and warehousing of supplies during natural disasters or complex emergencies to the affected area and people. However, this definition focuses only on the physical flow of goods to final destinations, and in reality, humanitarian logistics is far more complicated and includes forecasting and optimizing resources, managing inventory, and exchanging information.

Thus, a good broader definition of humanitarian logistics is the process of planning, implementing and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of goods and materials, as well as related information, from the point of origin to the point of consumption for the purpose of alleviating the suffering of vulnerable people.

With climate change playing an important role in natural disasters such as wildfires and the impartiality of people in matters of civil protection, this thesis was carried out, through which we studied a large mountain range of Western Macedonia, recording the elements that were necessary to simulate a fire scenario and subsequently the evacuation scenario, using software from the Hellenic Institute of Transport(HIT) with the aim of ensuring that in an emergency the response will be immediate and to ensure that people's integrity will be fulfilled as much as possible.

Κεφάλαιο 1

1.1 Η Ανθρωπιστική αντίδραση σε φυσικές καταστροφές

Τα φυσικά γεγονότα χαρακτηρίζονται ως φυσικές καταστροφές όταν κάνουν την εμφάνιση τους σε κατοικημένες περιοχές, προκαλώντας την καταστροφή τοπικών υποδομών και οδηγώντας τον πληθυσμό σε κατάσταση κρίσης και ταλαιπωρίας. Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, η εμφάνιση φυσικών καταστροφών έχει σημειώσει ιδιαίτερη αύξηση.

Αμέσως μετά την εμφάνιση αυτών των καταστροφών, οι επιχειρήσεις ανθρωπιστικού χαρακτήρα αρχίζουν να δρουν με σκοπό να παρέχουν άμεση βοήθεια στα θύματα, όπως τη διάσωση των τραυματισμένων ή εγκλωβισμένων, κατανέμοντας τους διαθέσιμους πόρους, παροχή σίτισης, στέγης, ιατρικής περίθαλψης και επαναφορά πρόσβασης σε απομακρυσμένες περιοχές. Τυχόν καθυστερήσεις όλων των παραπάνω μπορεί να κοστίσουν ζωές. Συνεπώς η αποτελεσματικότητα στις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες, διαδραματίζει πρωτεύον ρόλο στην όλη κατάσταση, διασφαλίζοντας την ομαλή παροχή αγαθών και υπηρεσιών.

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες κατά τη διάρκεια επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών έναντι φυσικών καταστροφών, αποτελούν τον συνδυασμό μεταξύ της ετοιμότητας για φυσική καταστροφή και της ανταπόκρισης επί αυτού, μεταξύ της διαθεσιμότητας αγαθών και τη διανομή τους και μεταξύ της τοποθεσίας της καταστροφής και των υπεύθυνων για την παροχή όλων των βοηθειών, όντας ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητα των ανθρωπιστικών πλάνων, διάσωσης και αποκατάστασης.

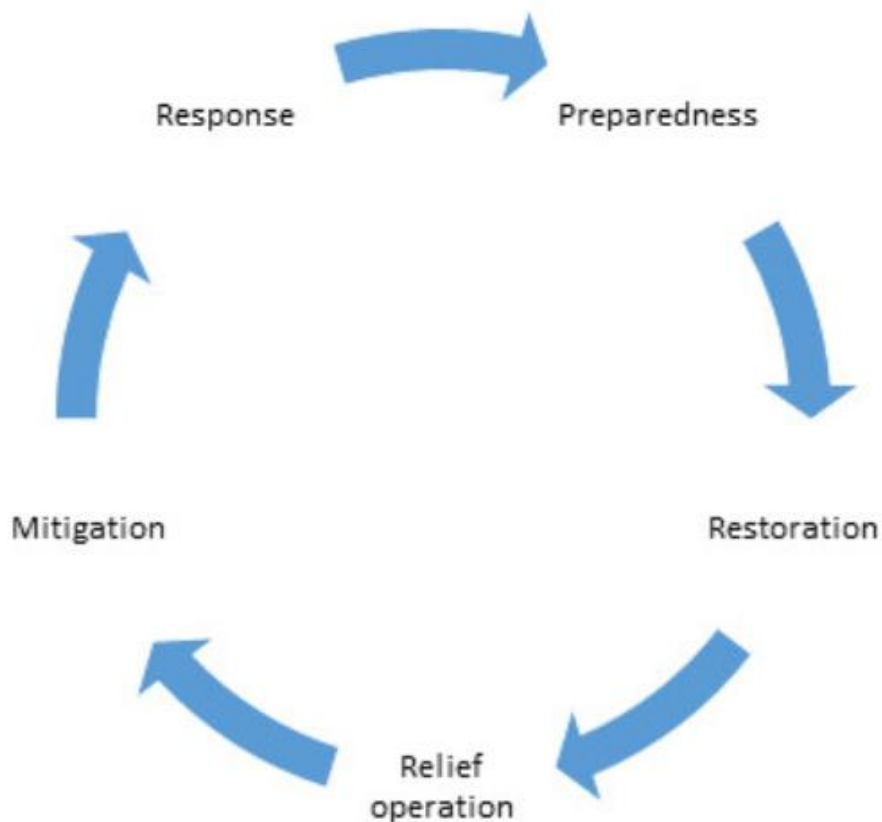
Οι ανθρωπιστικές επιχειρήσεις σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών θα πρέπει να είναι σχεδιασμένες ώστε να ανταποκρίνονται γρήγορα και κατάλληλα, ελαχιστοποιώντας την επίδραση του φυσικού φαινομένου. Σύμφωνα με τους Tatham και Houghton , οι πολλαπλοί στόχοι που θέτουν οι διεθνείς ανθρωπιστικοί οργανισμοί σε συνδυασμό με τον αυξημένο αριθμό φορέων που εμπλέκονται, αυξάνουν την πολυπλοκότητα του συντονισμού και της εφαρμογής αυτών των επιχειρήσεων.

Η ανταπόκριση σε φυσικές καταστροφές συνήθως είναι πολυπρόσωπες. Εμπλεκόμενα πρόσωπα είναι οι κυβερνήσεις, μη κυβερνητικοί οργανισμοί, ο στρατός και επιχειρήσεις από τον ιδιωτικό τομέα. Κατά τα λεγόμενα των Moore και

Antill , οι ανθρωπιστικές δράσεις θα πρέπει να καθοδηγούνται από ένα πρόσωπο, που κατέχει τα πρακτικά καθώς και την ακαδημαϊκή θεωρία γύρω από τη διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων. Ωστόσο, οι ατομικοί στόχοι του καθενός που εμπλέκεται σε μία ανθρωπιστική επιχείρηση δεν οδηγούν πάντοτε σε μία ολοκληρωμένη και συντονισμένη προσπάθεια. Επίσης, οι διαφορετικές δομές διοίκησης αλλά και οργάνωσης, όπως και η πολυπλοκότητα στις σχέσεις μεταξύ των διάφορων οργανισμών, υπονομεύουν την εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών πλάνων για τις εφοδιαστικές αλυσίδες.

Οι διεθνείς ανθρωπιστικοί οργανισμοί φέρουν ευθύνη απέναντι σε τρία είδη εμπλεκόμενων φορέων: α) σε δωρητές που παρέχουν κεφάλαιο με σκοπό την παροχή και ανάπτυξη υπηρεσιών υγείας, β) σε δικαιούχους του εκάστοτε προγράμματος, γ) στην παγκόσμια κοινότητα, οι οποία λαμβάνει τις περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη δράση τους μέσω των ΜΜΕ. Σύμφωνα με τον Barton, μια γενική ανησυχία των ανθρωπιστικών οργανώσεων εστιάζει στο πώς οι δωρητές διανέμουν τη βοήθειά τους, τις επιδράσεις της χρηματοδότησης που παρέχουν στο όλο έργο, την έλλειψη θέλησης χρηματοδότησης που στοχεύει καθαρά στη διαχείριση καθώς και στους στόχους που θέτουν οι ίδιοι οι δωρητές, οι οποίοι υπονομεύουν την ελεύθερη δράση των ανθρωπιστικών αυτών οργανώσεων και την απαίτηση να λογοδοτούν συνεχώς. Ωστόσο να σημειωθεί πως λίγη έμφαση δίνεται σε έμμεσες και κρίσιμες υπηρεσίες όπως: α) επικοινωνιακά συστήματα, β) διαχείριση εφοδιαστικών αλυσίδων, γ) ειδική εκπαίδευση των συμμετεχόντων και δ) προετοιμασία αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών.

Αποτελούν λοιπόν το κομμάτι των εφοδιαστικών αλυσίδων όπου προμηθεύουν τους πληθυσμούς που έχουν πληγεί από φυσικές ή μη καταστροφές με προϊόντα όπως φαγητό, εξοπλισμούς διαβίωσης και άλλα αναγκαία ώστε να αντιμετωπιστεί η κρίση.



Εικόνα 1. Κύκλος ροής των ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων

Επιχειρήσεις Ενίσχυσης

Από τη στιγμή που ένας πληθυσμός έχει πληγεί από φυσικές καταστροφές(πλημμύρες, τυφώνες, σεισμοί), οι επιχειρήσεις ενίσχυσης παίζουν σημαντικό ρόλο στην παροχή φαγητού, νερού, φαρμάκων καθώς και πλάνου διαφυγής για να παραμείνει ασφαλής ο πληθυσμός.

Επικοινωνία και Συντονισμός

Η επικοινωνία κατά τη διάρκεια μίας φυσικής καταστροφής είναι απολύτως απαραίτητη ώστε να φτάσουν τα κατάλληλα εφόδια την κατάλληλη στιγμή στους ανθρώπους που τα έχουν ανάγκη. Αυτό όπως είναι φυσικό μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω σωστού συντονισμού μεταξύ εκείνων που απαρτίζουν τις υπηρεσίες ενίσχυσης, οι οποίες δεν είναι άλλες από τις υπηρεσίες ασφαλείας, υγείας, πυρόσβεσης αλλά και ανθρωπιστικοί οργανισμοί όπως ο Ερυθρός Σταυρός, UNICEF κλπ.

Ετοιμότητα

Η ετοιμότητα είναι ένα πολύ σημαντικό προληπτικό μέτρο που μπορεί να ληφθεί ώστε να μειωθούν οι ανθρώπινες απώλειες και υλικές ζημιές. Ο σχεδιασμός λοιπόν και η προετοιμασία ειδικών περιοχών από τις οποίες θα γίνεται ο εφοδιασμός, η

περίθαλψη, η προσγείωση ελικοφόρων ή άλλων μεταφορικών μέσων είναι κάτι το απαραίτητο.

Ανταπόκριση

Η πληροφόριση παίζει κρίσιμο ρόλο στις εφοδιαστικές αλυσίδες, πόσο δε στις ανθρωπιστικές. Λόγω των καταστροφών, τα κανάλια επικοινωνίας όπως είναι οι κεραίες μπορεί να υποστούν ζημιές με αποτέλεσμα οι πληροφορίες να είναι διακεκομμένες από τον αποστολέα.

Μετρίαση των απωλειών

Η μετρίαση των ανθρώπινων ή υλικών απωλειών μπορεί να ελαχιστοποιηθεί όταν υπάρξει άμεση ανταπόκριση στα προβλήματα που δημιουργούνται κατά την εκάστοτε κρίση. Μεγάλο πρόβλημα αποτελεί η λάθος μετακίνηση των παιδιών σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Με το να βοηθάει ο ένας τον άλλον και να δεχόμαστε τη βοήθεια των Υπηρεσιών Διάσωσης κι Ενίσχυσης μπορούν να σωθούν πολλές ανθρώπινες ζωές.

Αποδοτικότητα-Απόκριση

Η αποδοτικότητα έχει να κάνει με το πόσο καλά παρέχεται η βοήθεια και υποστήριξη στον πληθυσμό που υποφέρει από τη δίνη των καταστροφών. Η απόκριση από την άλλη, αφορά το πόσο άμεσα οι ανθρωπιστικές υπηρεσίες και οι υπηρεσίες ενίσχυσης θα υποστηρίξουν και θα βοηθήσουν τους ανθρώπους να επιβιώσουν. Και τα δύο για να λειτουργήσουν απαιτούν ακριβή και αποδοτικό σχεδιασμό, και δυστυχώς αυτή η ισορροπία δεν διατηρείται κατά τη διάρκεια αυτών των επιχειρήσεων.

1.2 Οι εμπλεκόμενοι στις Ανθρωπιστικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες

Εκείνοι που δραστηριοποιούνται άμεσα στη διαδικασία μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε κυβερνητικούς, στρατιωτικούς, υπηρεσίες βοήθειας, δωρητές, μη κυβερνητικούς οργανισμούς και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Ο καθένας από αυτούς φέρει μεγάλες ευθύνες και στόχος τους είναι να πραγματοποιηθεί το εφοδιαστικό σχέδιο με επιτυχία και ελάχιστο κόστος. Παρακάτω γίνεται αναφορά στον καθένα ξεχωριστά και τι ευθύνη-ρόλο φέρει στις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες.

Κυβέρνηση:

Ενεργοποιεί την διαδικασία του εφοδιασμού καθώς έχει την εξουσία να πιστοποιήσει διαδικασίες και μεταφορές υλικών και μη.

Στρατός:

Ιδιαίτερα σημαντικός ο ρόλος του καθώς οι στρατιώτες είναι εκείνοι που καλούνται να παρέχουν τις πρώτες βοήθειες, όπως η δημιουργία καταβλυσμών, εκκένωση νοσοκομείων και μεταφορά των ασθενών, εγκατάσταση νέων τηλεπικοινωνιακών καναλιών.

Δωρητές:

Ο ρόλος τους είναι κυρίως οικονομικός, καθώς παρέχουν χρηματοδότηση σε τέτοιες ανθρωπιστικές επιχειρήσεις.

Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί:

Παρέχουν σημαντική βοήθεια αναλόγως το ρόλο τους. Μπορεί να είναι είτε δωρητές, συνεπώς παρέχουν οικονομική ενίσχυση, είτε να συλλέγουν τα χρήματα από πελάτες, υπαλλήλους ή προμηθευτές, είτε να παρέχουν δωρεάν τις υπηρεσίες τους ή τα προϊόντα που παράγουν.

Παρόλο που η συμμετοχή όλων αυτών είναι μεγάλη, η συνεργασία μεταξύ τους πολλές φορές δεν κυλάει ομαλά. Για αυτό το λόγο όλες οι ανθρωπιστικές επιχειρήσεις πρέπει να σχεδιάζονται κατάλληλα ώστε να αποδίδουν το μέγιστο με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Οι κύριες πράξεις που πρέπει να αναπτυχθούν σωστά είναι η μεταφορά, η αποθήκευση, η διαχείριση και η κατανομή.

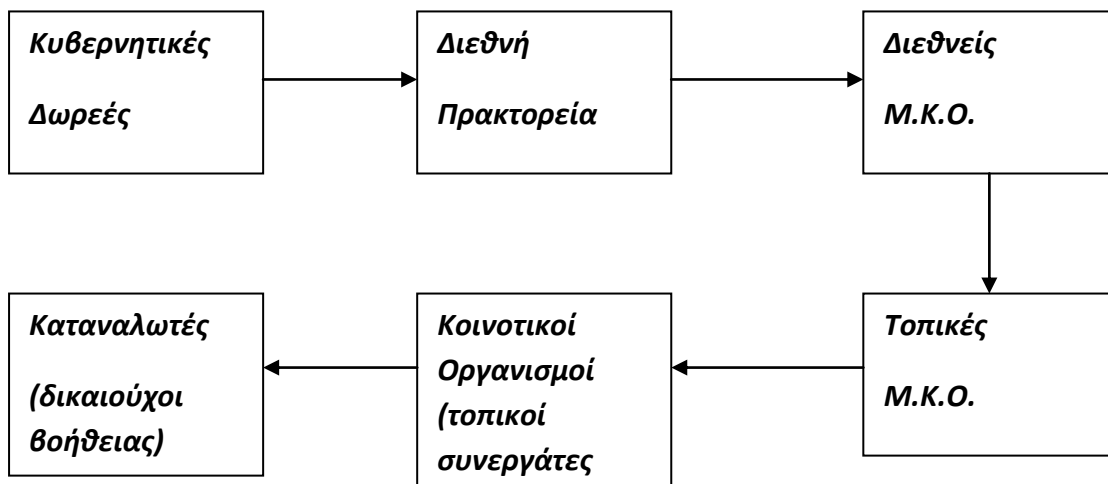
1.3 Δομή και λειτουργία της διαχείρισης Ανθρωπιστικής Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες ανθρωπιστικής φύσεως, όπως και οι εμπορικού τύπου, περιλαμβάνουν τις ακόλουθες δραστηριότητες: προετοιμασία, προγραμματισμό, προμήθειες, μεταφορά, αποθήκευση, την παρακολούθηση και τον εκτελωνισμό. Όταν εφαρμόζονται λοιπόν όλα τα παραπάνω σε ανθρωπιστικές δράσεις, οι εφοδιαστικές αλυσίδες πρέπει να είναι ικανή να ανταπεξέλθει γρήγορα και αποτελεσματικά σε απρόβλεπτα γεγονότα με μεγάλους δημοσιονομικούς περιορισμούς.

Η κύρια πρόκληση στη διαχείριση των ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων είναι να εδραιώσουν μία σταθερή ροή δωρεών από διάφορους οργανισμούς(εθνικούς και διεθνείς) οι οποίες δεν είναι πάντα χρήσιμες, κατάλληλες ή έγκαιρες, κι εννοείται με τις λιγότερες δυνατές απώλειες. Επίσης, πρέπει να

αντιμετωπιστεί η κακή ποιότητα πληροφόρησης, κάτι το ιδιαίτερα σημαντικό λόγω της μεγάλης συχνότητας αποφάσεων που απαιτούνται. Η διαχείριση αυτών των εφοδιαστικών αλυσίδων περιλαμβάνει την ενσωμάτωση και τον συντονισμό μίας μεγάλης κλίμακας ομάδας ειδικών με σκοπό να εξασφαλιστεί η βασική αποστολή της ανθρωπιστικής αυτής βοήθειας η οποία αποτυπώνεται στα ακόλουθα: την παράδοση προϊόντων και υπηρεσιών σε αυτούς που έχουν ανάγκη, των οποίων η άμεση ή μακροπρόθεσμη επιβίωση εξαρτάται από την αποτελεσματική εκτέλεση των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων της ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας, από το πρώτο έως το τελευταίο λεπτό.

Ένα γενικό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας εφαρμόσιμο σε σενάρια ανθρωπιστικών δράσεων επιτρέπει μία μονοκατευθυντική ροή αγαθών και εξοπλισμού στις πληγείσες περιοχές, ειδικότερα σε μέρη που υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη πόρων. Ένα τέτοιο μοντέλο ανθρωπιστικής αλυσίδας, ανεπτυγμένο από τους Oloruntooba και Gray, μπορείτε να το δείτε στο Σχήμα.



Σχήμα 1. Μοντέλο ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας

Μεταξύ των δυσκολιών για την εξαγωγή της καλύτερης δυνατής απόδοσης των εφοδιαστικών αλυσίδων ανθρωπιστικής φύσεως, υπογραμμίζονται οι διοικητικές και υλικοτεχνικές δυσχέρειες που οφείλονται σε ανεπαρκής υποδομές για τη λήψη βοήθειας και στην πολυπροσωπία που αποτελούνται οι οργανισμοί και οι εκάστοτε κυβερνήσεις. Μεγάλο εμπόδιο στον συντονισμό μίας ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν τα πολιτικά συμφέροντα των δωρητών αλλά και των χωρών που δικαιούνται την όποια βοήθεια και η έλλειψη ενός συντονισμένου σχεδίου. Επίσης η γεωγραφική διασπορά και η ανεπαρκής ή ανακριβής επικοινωνία μεταξύ

της περιοχής που έχει πληγεί με τις ανθρωπιστικές οργανώσεις αλλά και άλλους οργανισμούς, αποτελούν παράγοντες που βλάπτουν τον συντονισμό της όλης επιχείρησης.

1.4 Λήψη αποφάσεων στις Ανθρωπιστικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες

Η εύρυθμη λειτουργία μίας ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτεί σημαντικά είδη πληροφοριών, όπως: πληροφορίες που αφορούν την εκτίμηση των αναγκών, το μέγεθος του πληγέντος πληθυσμού, ποσοστά βλαβών, προϋπάρχουσα κατάσταση φτώχειας και πληροφορίες σχετικά με υλικοτεχνική υποστήριξη που αφορούν την μεταφορική ικανότητα, την πρόσβαση σε ανοικτούς δρόμους, εντολές διακίνησης διαφόρων φορτίων και την απόσταση από κεντρικά σημεία.

Εκείνοι οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων στο ανθρωπιστικό επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας, απαιτούν ακριβή επισκόπηση των διασυνδέσεων μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν το σύστημα στο οποίο δραστηριοποιούνται ώστε να κατανοήσουν και να προβλέψουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις αλλαγές που θα συμβούν με την πάροδο του χρόνου. Πρέπει επίσης να γνωρίζουμε πως η καθυστέρηση στη λήψη αποφάσεων επηρεάζει και την αποτελεσματικότητα των ομάδων διάσωσης για την έγκαιρη διάσωση και κάλυψη αναγκών των θυμάτων μίας φυσικής καταστροφής.

Σύμφωνα με τον Benini, ο εντοπισμός των εκάστοτε αναγκών έχει σημαντικό αντίκτυπο στην απόδοση των αποφάσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ειδικά στο πλαίσιο της ανθρωπιστικής δράσης, οι αποφάσεις αυτές ποικίλλουν ανάλογα τις παροχές(τρόφιμα, ρούχα, υλικά ανασυγκρότησης) και τις διάφορες φάσεις των βοηθητικών δράσεων. Παράδειγμα αποτελεί ο σεισμός που έλαβε χώρα στο Πακιστάν το 2005, με τις αποστολές βοθημάτων να προκύπτουν ύστερα από αμέτρητες αποφάσεις, πολλές από τις οποίες έλαβαν υπόψη τις δύσκολες αντισταθμίσεις για την κατανομή αγαθών και υλικοτεχνικών πόρων. Για αυτές τις αποφάσεις χρησιμοποιούνται γνωστικά μοντέλα σχετικά με τα καθήκοντα που πρέπει να εκτελεστούν, με κύριες μεταβλητές να είναι οι ανάγκες των επιζώντων, τα αποθέματα, η μεταφορική ικανότητα, οι συνθήκες ασφαλείας της περιοχής και οι κλιματικές συνθήκες.

Σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, είναι σημαντικό να υπογραμμίσουμε τα ακόλουθα στοιχεία της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σε μία εφοδιαστική αλυσίδα ανθρωπιστικού χαρακτήρα: πολιτικές κατανομής των πόρων, εκτίμηση αναγκών, αβεβαιότητα ζήτησης και προσφοράς, τόποι αποθήκευσης και αποστολής εμπορευμάτων, τύποι και τεχνολογία των μεταφορικών οχημάτων. Τα ζητήματα που προκαλούν τα μεγαλύτερα προβλήματα στη φάση της άμεσης ανταπόκρισης

είναι ο συντονισμός της οποιασδήποτε παραλαβής, η αβεβαιότητα της ζήτησης και τα "τελευταία μέτρα" στη διαδικασία μεταφοράς και παροχής βοήθειας στα θύματα.

1.5 Προσδιορισμένες βέλτιστες πρακτικές στις αλυσίδες εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης

Το πρώτο αναγνωρισμένο σύνολο βέλτιστων πρακτικών προέρχεται από την έρευνα που διεξήγαγε η USAID (2019), η οποία οργανώνει τις διάφορες εντοπιζόμενες βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης εφοδιαστικών αλυσίδων εκτάκτου ανάγκης σε τέσσερις διαφορετικές ομάδες, συγκεκριμένα: α) Αξιολόγηση τοπίου, β) Διακυβέρνηση, Χρηματοδότηση και Προσωπικό, γ) πρωτόκολλα έκτακτης ανάγκης, και δ) προμήθειες έκτακτης ανάγκης και αλυσίδα εφοδιασμού. Αν και η έρευνα επικεντρώνεται σε καταστροφές που συνδέονται με την υγεία (π.χ. επιδημικές εκρήξεις παθογόνων παραγόντων), παρέχει ένα θεωρητικό πλαίσιο βέλτιστων πρακτικών, πολλές από τις οποίες είναι μεταφρασμένες σε άλλους τομείς εφαρμογής των εφοδιαστικών αλυσίδων εκτάκτου ανάγκης.

Η πρώτη ομάδα βέλτιστων πρακτικών που παρέχει η USAID (2019) , συγκεκριμένα η εκτίμηση τοπίου, περιλαμβάνει τα εξής: α) αξιολόγηση των ενδιαφερομένων, β) εκτίμηση επικινδυνότητας και γ) εκτίμηση της ικανότητας της αλυσίδας εφοδιασμού σε τρέχουσες καταστάσεις.

Η πρώτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τη χαρτογράφηση όλων των τοπικών και διεθνών οργανισμών που θα μπορούσαν να εμπλακούν σε περίπτωση εμφάνισης ενός επικίνδυνου γεγονότος. Αυτός ο τύπος αξιολόγησης, σύμφωνα με την USAID(2019), δεν πρέπει να περιορίζεται στον εντοπισμό των διαφόρων ενδιαφερομένων, αλλά θα πρέπει να επεκταθεί και στην αξιολόγηση της ικανότητάς τους να υποστηρίξουν μια τέτοια κατάσταση, καθώς και στον ρόλο που θα τους ανατεθεί. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, έχοντας κατά νου ότι η συνειδητοποίηση των φορέων που μπορούν να διαδραματίσουν ένα ρόλο σε μια τέτοια κατάσταση, συμπεριλαμβανομένης της ειδικής τους ικανότητας, καθιστά δυνατή τη δυνατότητα αποτελεσματικού και αποδοτικού συντονισμού δραστηριοτήτων και προγραμματισμού πριν από την εμφάνιση ενός επικίνδυνου γεγονότος. Στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, η χαρτογράφηση νοείται ως καταγραφή των ονομάτων όλων των εμπλεκόμενων οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών επικοινωνίας, των ρόλων και των ευθυνών τους και της γεωγραφικής τους θέσης. Η USAID(2019) προτείνει επίσης ορισμένους τύπους ιδρυμάτων που πρέπει να συμπεριληφθούν σε μια τέτοια χαρτογράφηση. Αυτά τα ιδρύματα είναι: α) Εθνικές και τοπικές κυβερνήσεις, β)

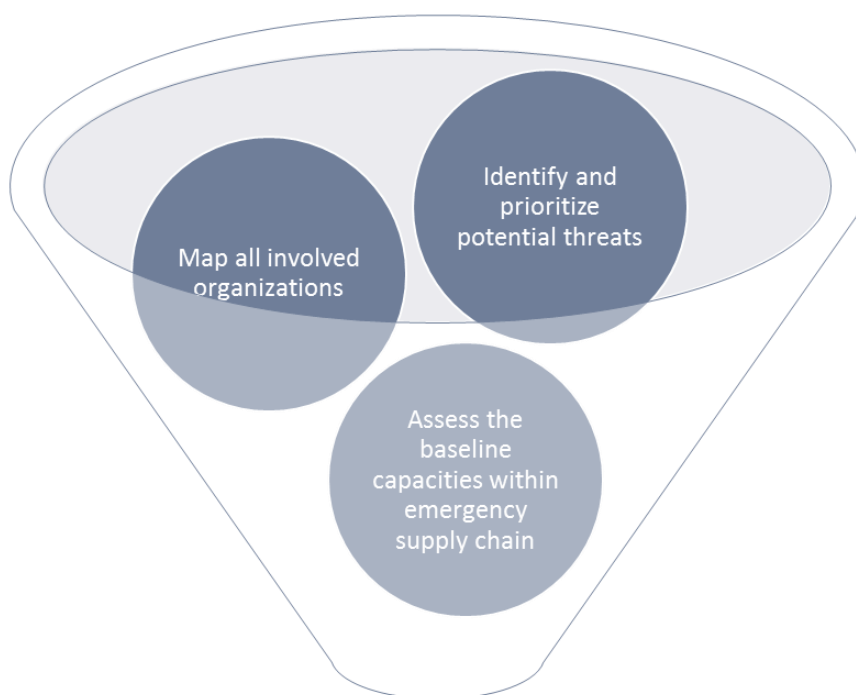
Κέντρα έκτακτης ανάγκης, γ) Τοπικές αρχές και κοινότητες, δ) Στρατιωτικοί, ε) Πολυεθνικοί οργανισμοί, στ) Διεθνείς και τοπικοί μη κυβερνητικοί οργανισμοί, η) Οργανισμοί του ιδιωτικού τομέα και ι) Πανεπιστήμια / ερευνητικά κέντρα / κέντρα αριστείας. Πρέπει να σημειωθεί ότι πρέπει να εντοπιστούν συγκεκριμένες ομάδες εστίασης μεταξύ των προαναφερθέντων τύπων ιδρυμάτων ανά τύπο έκτακτης ανάγκης, μια διαδικασία που μπορεί να διευκολυνθεί με την ανάλυση των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και τον εντοπισμό της συμβολής κάθε διαίσθησης. Τέλος, ορισμένες παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν συνοψίζονται ως εξής: α) αφήνουν τους καταλόγους επαφών των ενδιαφερομένων να ξεπεραστούν, β) υπερεκτιμούν την ικανότητα των ενδιαφερομένων και γ) να μην ενσωματώνουν τους ενδιαφερόμενους από τον ιδιωτικό τομέα και τη δυνητική συμβολή τους σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Η δεύτερη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον εντοπισμό μιας σειράς δυνητικών απειλών που αντιμετωπίζει μια χώρα (ή γενικά ένας συγκεκριμένος τομέας) και την ιεράρχηση τους για δραστηριότητες και μέτρα ετοιμότητας λαμβάνοντας υπόψη τις δύο κύριες διαστάσεις οποιουδήποτε κινδύνου, δηλαδή τη σοβαρότητα και την πιθανότητα εμφάνισης. Σύμφωνα με την USAID(2019), οι κίνδυνοι υψηλής προτεραιότητας θα πρέπει να συνδέονται με συγκεκριμένες μεταβλητές των οποίων, με τη σειρά τους, οι αξίες θα πρέπει να ενεργοποιούν συγκεκριμένα τμήματα των διαδικασιών σχεδιασμού και βάσει των οποίων θα πρέπει να καθοριστούν ειδικά πρωτόκολλα ρουτίνας παρακολούθησης. Αυτό είναι σημαντικό, δεδομένου ότι μια λεπτομερής αξιολόγηση κινδύνου θέτει τη βάση για τη συγκεκριμένη σύνταξη των σεναρίων στα οποία πρέπει να προετοιμαστεί μια χώρα. Ορισμένες παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την απουσία όλων των πιθανών κινδύνων, β) την παράλειψη σύνδεσης της παραγωγής με μια διαδικασία ιεράρχησης των κινδύνων (που μπορεί να εκτελείται βάσει προηγούμενης εκτίμησης από άσκηση επικινδυνότητας) με τα διαθέσιμα συστήματα παρακολούθησης και γ) την παράλειψη ανανέωσης της παραγωγής εκτιμήσεων επικινδυνότητας σε τακτική βάση, ώστε να αντικατοπτρίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια το τρέχον πλαίσιο.

Η τρίτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με την τρέχουσα κατάσταση της ετοιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης για την εκτίμηση του επιπέδου υφιστάμενης / βασικής ικανότητας και τον εντοπισμό δυνητικών αδυναμιών. Αυτό είναι ένα κρίσιμο βήμα, διότι επιτρέπει τη δυνατότητα μιας χώρας να λάβει ενισχυτικά μέτρα και να διαθέσει με επιτυχία όλους τους διαθέσιμους πόρους. Αυτός ο στόχος μπορεί να διευκολυνθεί θέτοντας ερωτήσεις, όπως (USAID,2019): α) «Υπάρχει ένα εθνικό σχέδιο ετοιμότητας για την αντιμετώπιση καταστροφών;» β) «Οι δυνατότητες επιτήρησης συνδέονται με την εφοδιαστική αλυσίδα και τα σχέδια αντίδρασης; , δ) «Έχουν συνταχθεί αρχικά

πρωτόκολλα που διέπουν την εφοδιαστική αλυσίδα έκτακτης ανάγκης;», και ε) «Έχει γίνει κάποιος προγραμματισμός σχετικά με τον τύπο, την ποσότητα, και την πηγή των εμπορευμάτων και είναι αποθηκευμένα κάποια από αυτά τα εμπορεύματα; ». Ορισμένες πιθανές παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την αδυναμία να αξιοποιήσει κατάλληλα τα διδάγματα από τις παρελθούσες ανεπάρκειες, προκειμένου να διακριθούν οποιεσδήποτε αδυναμίες, β) να γίνει υπόθεση - χωρίς αποδεικτικά στοιχεία - ότι οι ικανότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας θα είναι επαρκείς για την εκτέλεση σχεδίων εφοδιασμού σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και γ) θα χάσουν χρόνο διότι δεν θα αξιοποιήσουν κατάλληλα την υφιστάμενη αξιολόγηση ή εάν δεν συνδέσουν υφιστάμενες αξιολογήσεις με σχέδια δράσης.

Το Σχήμα 4 παρέχει μια επισκόπηση των βέλτιστων πρακτικών που περιλαμβάνονται στην πρώτη ομάδα που πρότεινε η USAID(2019) .



Σχήμα 1.2. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με την αξιολόγηση τοπίου

Η δεύτερη ομάδα βέλτιστων πρακτικών που παρέχει η USAID(2019, η διοίκηση, η χρηματοδότηση και το προσωπικό, περιλαμβάνει τα εξής: α) οργανωτική δομή και διορισμό αρχών, β) χρηματοδότηση της αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης και γ) εκπαίδευση και ετοιμότητα του προσωπικού.

Η πρώτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον σαφή καθορισμό των ρόλων και των ευθυνών για την οργάνωση και τη διατήρηση μιας αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης, συμπεριλαμβανομένων των αναγκών

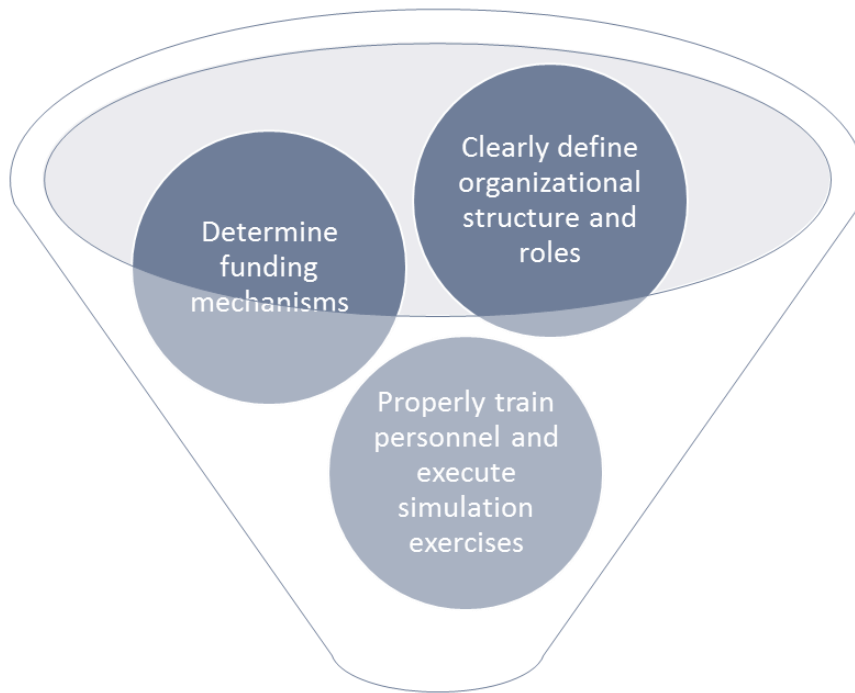
αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερομένων μερών. Η σαφώς καθορισμένη οργανωτική δομή της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να θεωρηθεί ως προϋπόθεση για την άμεση λειτουργία της. Η διαπίστωση αυτή υπογραμμίζεται από το γεγονός ότι ο (προκαταρκτικός) προσδιορισμός των ρόλων είναι μάλλον η μόνη βιώσιμη λύση για την αντιμετώπιση ήδη πολύπλοκων καταστάσεων και το γεγονός ότι η λήψη αποφάσεων, η οποία είναι αναμφισβήτητα ζωτικής σημασίας σε περιστατικά έκτακτης ανάγκης, μπορεί να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά μόνο υπό την προϋπόθεση ότι ο ρόλος κάθε εμπλεκόμενου φορέα θα επιδιορθωθεί με επιτυχία (εκ των προτέρων). Η USAID(2019) παρέχει ορισμένους βασικούς παράγοντες στους οποίους μπορεί να βασιστεί η επιλογή των κύριων ενδιαφερόμενων μερών. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν: α) το τεχνικό υπόβαθρο κάθε εμπλεκόμενου μέρους για την κατανόηση της υλικοτεχνικής υποδομής της αλυσίδας εφοδιασμού, β) η ισχυρή ηγεσία και οι ικανότητες συντονισμού του κάθε ενδιαφερόμενου και γ) οι συνδέσεις κάθε εμπλεκόμενου μέρους με άλλες σημαντικές σε σχέση με ζητήματα όπως τα δίκτυα διανομής. Ορισμένες παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την παράλειψη σαφούς προσδιορισμού συγκεκριμένων ατόμων, έτσι ώστε σε περίπτωση κρίσης να υπάρχει ασάφεια ως προς το ποιος κατέχει εξουσία, β) να υπονομεύει την εξουσία ενός ορισμένου υπεύθυνου ατόμου όταν συμβεί μια καταστροφή γ) ο προσδιορισμός ως υπεύθυνος ενός ατόμου που δεν διαθέτει τις απαιτούμενες επιχειρησιακές δεξιότητες για να αποκτήσει το απαιτούμενο επίπεδο σεβασμού από εκείνους με τους οποίους αλληλεπιδρούν τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά και δ) των γραμμών αναφοράς που δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής καθώς και των ειδικών απαιτήσεων καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Η δεύτερη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον προσδιορισμό των μηχανισμών χρηματοδότησης που προορίζονται για την τρέχουσα λειτουργία συντήρησης και αντιμετώπισης της αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κατάρτιση προϋπολογισμού συγκεκριμένου μόνιμου ποσού που θα διατεθεί για τους σκοπούς της αλυσίδας εφοδιασμού επείγουσας ανάγκης επιτρέπει την ταχεία ανταπόκριση και, πιθανώς, τον τερματισμό της διάδοσης των διαφόρων γεγονότων. Οι απαιτούμενοι οικονομικοί πόροι μπορούν να ταξινομηθούν ως σχετικοί με την ετοιμότητα και ως προς την ανταπόκριση. Η πρώτη κατηγορία συνδέεται με πόρους που απαιτούνται για τη διατήρηση ενός τρέχοντος επιπέδου ετοιμότητας έκτακτης ανάγκης και μπορεί να αποικοδομηθεί περαιτέρω στα ακόλουθα στοιχεία κόστους: α) έξοδα για αποθήκες που προορίζονται για αποθήκευση προϊόντων έκτακτης ανάγκης, β) μισθοδοσία και διοικητικά έξοδα για προσωπικό έκτακτης ανάγκης, γ) τη διαχείριση αποθεμάτων των προμηθειών έκτακτης ανάγκης για όλα τα εθνικά αποθέματα και δ) τις δαπάνες που σχετίζονται με την κατάρτιση ετοιμότητας ρουτίνας. Η δεύτερη

κατηγορία συνδέεται με τους πόρους που προορίζονται για την κάλυψη του κόστους αντιμετώπισης μιας καταστροφής και μπορεί να διασπαστεί περαιτέρω στα ακόλουθα στοιχεία: α) πόροι που απαιτούνται για την απόκτηση των αναγκών (ποσοτήτων) βασικών εμπορευμάτων όπως ορίζονται σε καταλόγους που σχετίζονται με συγκεκριμένους τύπους β) τους απαιτούμενους πόρους για τις μεταφορές, γ) τις ικανότητες που απαιτούνται για σκοπούς αποθήκευσης, και δ) το αυξημένο προσωπικό που απαιτείται για την υλοποίηση ανθρώπινων αλυσίδων εφοδιασμού. Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) έλλειψη χρηματοδότησης στις πρώτες φάσεις έκτακτης ανάγκης, οι οποίες θα αποτρέψουν την απόκτηση των απαραίτητων προμηθειών για τον τερματισμό της μετάδοσης ενός γεγονότος, β) την ανακατανομή των πόρων σε άλλες προτεραιότητες και γ) τις αναποτελεσματικές πολιτικές απελευθέρωσης των κονδυλίων που υπονομεύουν τις προσπάθειες απόκρισης.

Η τρίτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με την ανάπτυξη και την εκτέλεση ασκήσεων προσομοίωσης που βελτιώνουν την ετοιμότητα του προσωπικού να ανταποκρίνεται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και να εξασφαλίζει την κατάλληλη εκπαίδευση. Η εκτέλεση ασκήσεων που προσομοιώνουν πραγματικές συνθήκες είναι ιδιαίτερα σημαντική, έχοντας κατά νου ότι η διαδικασία αντιμετώπισης μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης διαφέρει σημαντικά από τις διαδικαστικές πράξεις. Σύμφωνα με την USAID(2019), τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για να είναι επιτυχής ένα πρόγραμμα κατάρτισης / ετοιμότητας είναι: α) να καλύπτει τα υπάρχοντα σχέδια και πρωτόκολλα, β) να εκτελείται σε πολλαπλά επίπεδα, γ) να συμμετάσχουν όσο το δυνατόν περισσότεροι ενδιαφερόμενοι φορείς που θα πρέπει να συμμετέχουν σε ενδεχόμενη έκτακτη ανάγκη. Μια άλλη κρίσιμη πτυχή που συνδέεται με αυτή τη βέλτιστη πρακτική είναι το στάδιο μετά την έκτακτη ανάγκη και η αξιοποίηση όλων των διδαγμάτων που αντλήθηκαν από την εκτέλεση μιας άσκησης προσομοίωσης, προκειμένου να εντοπιστούν τομείς για βελτίωση. Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την υπερβολική έμφαση στην παρακολούθηση της κατάρτισης και όχι την απόκτηση του περιεχομένου της, β) την αποτυχία να αντλήσει τα διδάγματα που προέκυψαν και γ) μορφές κατάρτισης εις βάρος πιο καινοτόμων.

Το Σχήμα 1.3 παρέχει μια επισκόπηση των βέλτιστων πρακτικών που περιλαμβάνονται στη δεύτερη ομάδα που πρότεινε η USAID(2019).



Σχήμα 1.3. Βέλτιστες πρακτικές που σχετίζονται με τη διακυβέρνηση, τη χρηματοδότηση και το προσωπικό

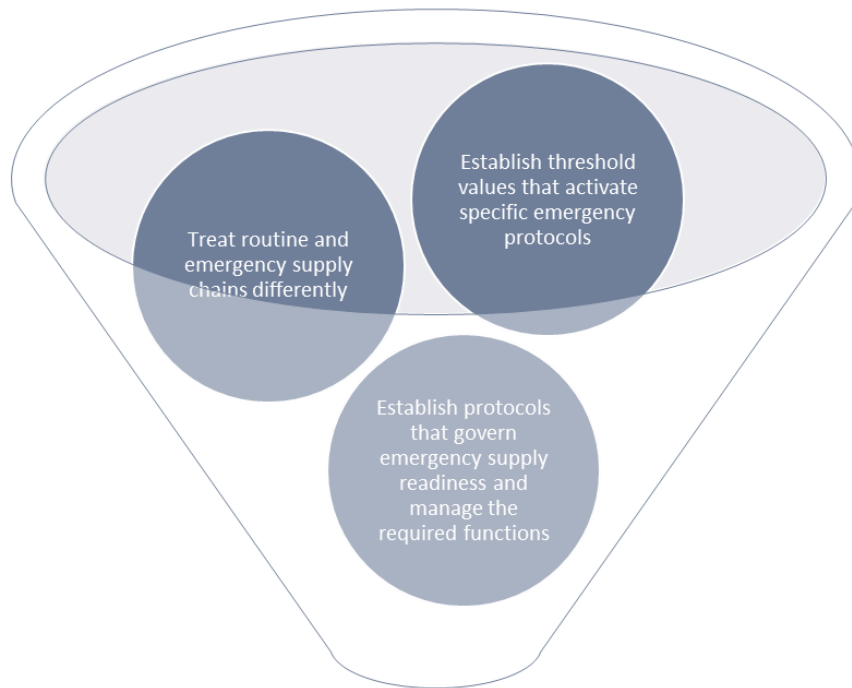
Η τρίτη ομάδα βέλτιστων πρακτικών που παρέχεται από την USAID(2019), και συγκεκριμένα τα πρωτόκολλα έκτακτης ανάγκης, περιλαμβάνει τα εξής: α) ορισμό ενεργοποίησης, β) διαχωρισμό της αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης και την ανάλογη ρουτίνας και γ) πρωτόκολλο αλυσίδας εφοδιασμού.

Η πρώτη από τις προαναφερθείσες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον ορισμό συγκεκριμένων τύπων σημάτων που ενδέχεται να μειώνουν την πολυπλοκότητα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σχετικά με την αλυσίδα εφοδιασμού. Μια τέτοια διαδικασία περιλαμβάνει τον καθορισμό οριακών τιμών που ενεργοποιούν την εφαρμογή συγκεκριμένων πρωτοκόλλων έκτακτης ανάγκης. Αυτό είναι σημαντικό, δεδομένου ότι η ενεργοποίηση των εν λόγω πρωτοκόλλων επιτρέπει τη δυνατότητα άμεσης και γρήγορης λήψης ενεργειών και, ως εκ τούτου, μειώνει την πιθανότητα κλιμάκωσης των επιπτώσεων ενός επικίνδυνου συμβάντος. Οι προαναφερθέντες παράγοντες ενεργοποίησης θα πρέπει να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα πιθανών κινδύνων και τουλάχιστον εκείνων που περιλαμβάνονται στις ασκήσεις ιεράρχησης προτεραιοτήτων (όπως περιγράφονται στις βέλτιστες πρακτικές της πρώτης ομάδας). Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την αδυναμία καθιέρωσης διεγέρσεων συμβατών με τα διεθνώς καθορισμένα συστήματα ταξινόμησης και β) την αργή ενεργοποίηση πρωτοκόλλων έκτακτης ανάγκης λόγω της επιθυμίας αποφυγής εμφάνισης κρίσης και επακόλουθων επιπτώσεων στην οικονομία.

Η δεύτερη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με την ανάπτυξη πρωτοκόλλων για την αλληλεπίδραση των αλυσίδων εφοδιασμού ρουτίνας και έκτακτης ανάγκης. Αυτό επιτυγχάνεται με την επεξεργασία των αλυσίδων εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης και ρουτίνας ως ξεχωριστές έννοιες και με την καλύτερη κατανομή των αλυσίδων εφοδιασμού και την εξασφάλιση της διαχείρισης τους από ένα άτομο διαφορετικό από εκείνο που διαχειρίζεται την αλυσίδα εφοδιασμού ρουτίνας. Ένας τέτοιος διαχωρισμός επιτρέπει την καλύτερη ιεράρχηση της συντήρησης και της λειτουργικότητας των αλυσίδων εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης κατά τη διάρκεια και σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Αυτό επιτρέπει επίσης την ταχεία και αποτελεσματική λειτουργία μιας αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης.

Η τρίτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τη θέσπιση πρωτοκόλλων που διέπουν την ετοιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης μεταξύ έκτακτων περιστατικών και πρωτόκολλα για να διαχειριστεί τον τρόπο λειτουργίας των αλυσίδων εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Τέτοια πρωτόκολλα θα πρέπει να περιλαμβάνουν κανόνες που να περιγράφουν πώς θα πρέπει να λειτουργούν οι διαδικασίες τόσο μεταξύ τους όσο και σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και ποιος θα πρέπει να διεξάγει τέτοιες διαδικασίες. Τα πρωτόκολλα αυτά θα πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον τους ακόλουθους τομείς: α) οργανωτική δομή και χρηματοδότηση, β) πρόβλεψη και ποσοτικοποίηση εμπορευμάτων, γ) αποθήκευση, δ) προμήθεια, ε) αποθήκευση, στ) ορατότητα. Η διαχείριση των επιδόσεων των αλυσίδων εφοδιασμού σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης πρέπει να περιλαμβάνει δείκτες που παρακολουθούν την τρέχουσα κατάσταση ετοιμότητας σε συνεχή βάση (π.χ. αριθμός ρόλων εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης που συμπληρώνονται από τους απαιτούμενους συνολικούς ρόλους, παρακολούθηση των αποθεμάτων πόρων).

Το Σχήμα 1.4 παρέχει μια επισκόπηση των βέλτιστων πρακτικών που περιλαμβάνονται στην τρίτη ομάδα που πρότεινε η USAID(2019).



Σχήμα 1.4. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με τα πρωτόκολλα έκτακτης ανάγκης

Η τέταρτη ομάδα βέλτιστων πρακτικών που παρέχει η USAID(2019), και συγκεκριμένα η αλυσίδα προμηθειών και προμήθειας έκτακτης ανάγκης, περιλαμβάνει τα εξής: α) προγραμματισμό εμπορευμάτων, β) προβλέψεις για ποσότητα, γ) αποθεματοποίηση, δ) αποθήκευση έκτακτης ανάγκης, στ) σύστημα πληροφοριών διαχείρισης της εφοδιαστικής.

Η πρώτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον προσδιορισμό των τύπων και των προδιαγραφών των εμπορευμάτων ως αποθέματα. Αυτό έχει σημασία, έχοντας κατά νου ότι ένας κατάλληλα καθορισμένος κατάλογος όλων των απαραίτητων βασικών προϊόντων παρέχει κρίσιμη συμβολή στις διαδικασίες σχεδιασμού στις αλυσίδες εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οποιαδήποτε απώλεια χρόνου για την προετοιμασία τέτοιων καταλόγων αντισταθμίζεται πλήρως από την εξοικονόμηση χρόνου κατά τη διάρκεια του σταδίου αντίδρασης του κύκλου ζωής διαχείρισης καταστροφών καθώς και από ένα ευρύ φάσμα πρόσθετων οφελών, όπως η δυνατότητα διαπραγματεύσεων, η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων, και καλύτερος προγραμματισμός της μεταφοράς των εν λόγω προϊόντων. Οι αποτυχίες που πρέπει να αποφευχθούν στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής περιλαμβάνουν: α) την εποπτεία των βασικών προϊόντων που μπορεί να αποδειχθούν ουσιώδεις για την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης, β) την έλλειψη προτεραιοτήτων μεταξύ των διαφόρων προϊόντων που οδηγούν σε έλλειψη

σημαντικών αγαθών, και γ) την εσφαλμένη παραδοχή ότι ένας άλλος ενδιαφερόμενος θα είναι υπεύθυνος για την ταυτοποίηση των βασικών προϊόντων.

Η δεύτερη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον προσδιορισμό των ποσοτήτων βασικών εμπορευμάτων κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης. Οι ελλείψεις σε βασικά εμπορεύματα μπορούν να παρακωλύσουν την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης, ενώ η υπερπληρωμή μπορεί να οδηγήσει σε σπατάλη πολύτιμων πόρων. Η πρόβλεψη των ποσοτήτων μπορεί επίσης να επιτρέψει τη σύναψη συμφωνιών προμήθειας. Η διαδικασία ποσοτικής πρόβλεψης είναι εξαιρετικά τεχνική και απαιτεί τη μοντελοποίηση συγκεκριμένων αναγκών σε βασικά προϊόντα κάτω από διαφορετικά σενάρια έκτακτης ανάγκης. Οι στρατηγικές εταιρικές σχέσεις ενδέχεται να καταστήσουν τη διαδικασία αυτή πιο εφικτή. Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την ιεράρχηση της διαθεσιμότητας των πόρων έναντι της ετοιμότητας που οδηγεί σε ανεπαρκή παροχή σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, β) την έλλειψη προβλέψεων για σενάρια πολλαπλών συμβάντων και γ) Αν δεν ληφθεί υπόψη ο τρόπος με τον οποίο οι ανάγκες μπορεί να αλλάξουν κατά τη διάρκεια ενός γεγονότος.

Η τρίτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με την προ-αγορά και την αποθήκευση των προμηθειών έκτακτης ανάγκης για τη διευκόλυνση της άμεσης πρόσβασης σε κρίσιμες ποσότητες ουσιωδών πρώτων υλών που διατίθενται για τα αρχικά στάδια ενός γεγονότος. Τα ίδια αποθέματα καθώς και τα αποθέματα που έχουν δεσμευθεί μπορούν να παρέχουν άμεση πρόσβαση σε κρίσιμα εμπορεύματα. Η επαρκής και αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων ενισχύει την ικανότητα για άμεση ανταπόκριση στα πρώτα στάδια ενός γεγονότος. Ορισμένες παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την ανεπαρκή ορατότητα στα επίπεδα των αποθεμάτων και τις πιθανές ημερομηνίες λήξης και β) την αποτυχία επανατοποθέτησης των εμπορευμάτων μετά από ένα γεγονός.

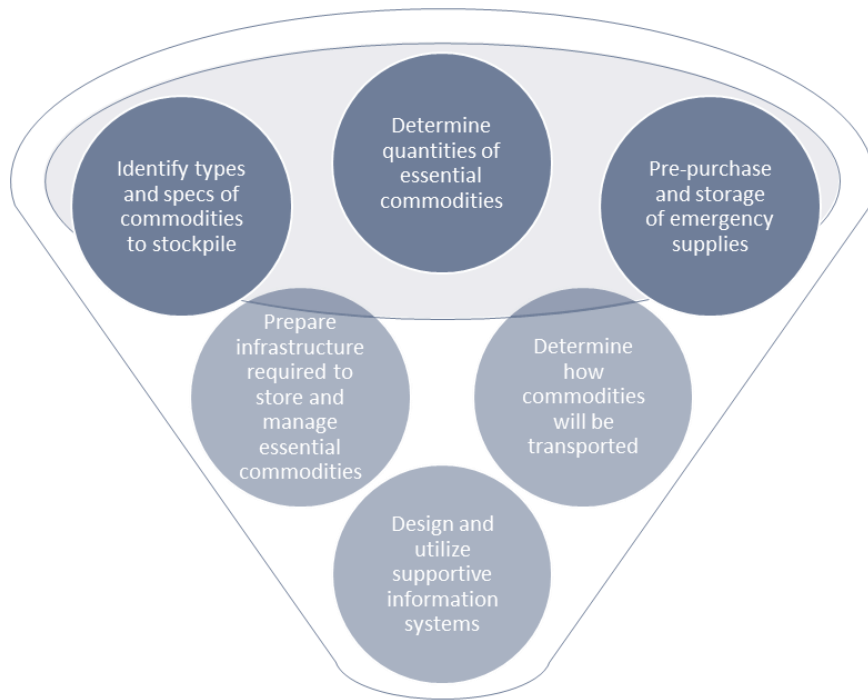
Η τέταρτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με την προετοιμασία της απαραίτητης υποδομής για την αποθήκευση και τη διαχείριση αποθεμάτων βασικών εμπορευμάτων κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης. Πρόκειται για μια σημαντική πτυχή της αλυσίδας εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης, δεδομένου ότι επιτρέπει τη δυνατότητα αποθήκευσης επαρκών ποσοτήτων και όγκων ουσιωδών εμπορευμάτων όπως έχουν προβλεφθεί. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ορισμένα εμπορεύματα ενδέχεται να απαιτήσουν πρόσθετη δυναμικότητα ή πόρους όσον αφορά: α) τη φόρτωση και εκφόρτωση των προμηθειών, β) τον νέο εξοπλισμό, γ) την αποθήκη, δ) την εγκατάσταση του χώρου παράδοσης, ε) προσωρινή αποθήκευση. Το κύριο πρόβλημα που πρέπει να αποφευχθεί, στο

πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, είναι το προσωπικό να μην είναι προετοιμασμένο για την αύξηση της χωρητικότητας αποθήκευσης.

Η πέμπτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο τα αγαθά θα μεταφερθούν από τους αποθηκευτικούς χώρους και θα παραδοθούν στα κατάλληλα σημεία. Αυτή η διαδικασία συνεπάγεται με την επαφή με αξιωματούχους, τον εντοπισμό κατάλληλων μεταφορέων, τη χαρτογράφηση των οδών μεταφοράς και τη θέσπιση πρωτοκόλλων και σχεδίων μεταφοράς. Οποιοσδήποτε διαδρομές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους περιορισμούς της υφιστάμενης υποδομής μεταφορών σε συνδυασμό με τα φυσικά χαρακτηριστικά των μεταφερόμενων εμπορευμάτων (π.χ. ανάγκη αντιολισθητικών αλυσίδων). Μια τέτοια διαδικασία είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της κάλυψης όλων των τομέων δικαιοδοσίας και για την αποφυγή σπατάλης βασικών εμπορευμάτων και χρόνου μέσω ακατάλληλου χειρισμού κατά τη μεταφορά τους ή επιλογής αναποτελεσματικών οδών. Οποιοδήποτε υιοθετημένο σχέδιο μεταφορών θα πρέπει να είναι εύκαμπτο, προσαρμοστικό και ικανό να ανταποκρίνεται γρήγορα και αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες λόγω των συνεπειών ενός συνεχιζόμενου γεγονότος ή περιβαλλοντικών συνθηκών. Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, περιλαμβάνουν: α) την εξάρτηση από τις προφορικές συμφωνίες και όχι από τις λεκτικές συμβάσεις, β) την υπόθεση ότι οι προμηθευτές είναι επίσης σε θέση να ενεργούν ως διανομείς και γ) να μην ενσωματώνουν συγκεκριμένες παραμέτρους για τα προϊόντα (π.χ. , αντιολισθητικών αλυσίδων) στο σχέδιο μεταφοράς.

Η έκτη από τις προαναφερόμενες βέλτιστες πρακτικές σχετίζεται με τη χρήση σωστά σχεδιασμένων Πληροφοριακών Συστημάτων Διαχείρισης Logistics ή άλλων Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων. Αυτά τα συστήματα καθιστούν δυνατή την παρακολούθηση των εμπορευμάτων στις αλυσίδες εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης και επιτρέπουν τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από μια κρίση. Τέτοια συστήματα μπορούν επίσης να επιτρέψουν τη βελτίωση όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κρίσεων, καθώς και τον εντοπισμό κενών ή αναποτελεσματικότητας. Οι παγίδες που πρέπει να αποφευχθούν, στο πλαίσιο αυτής της βέλτιστης πρακτικής, μπορεί να περιλαμβάνουν υπερβολική εξάρτηση από ένα ακατάλληλα σχεδιασμένο σύστημα με ανεπαρκή λειτουργικότητα.

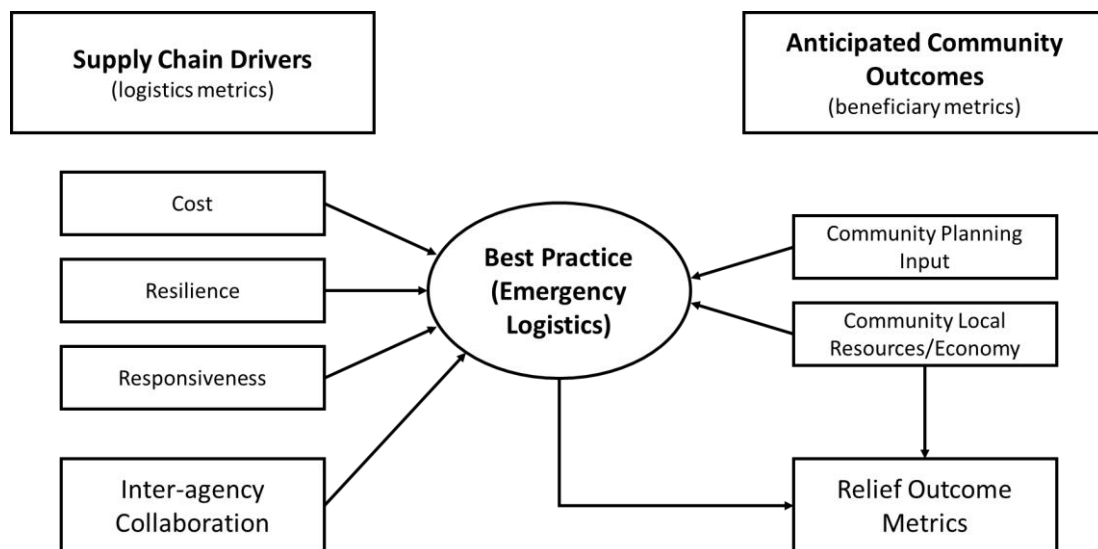
Το Σχήμα 1.5 παρέχει μια επισκόπηση των βέλτιστων πρακτικών που περιλαμβάνονται στην τρίτη ομάδα που πρότεινε η USAID(2019).



Σχήμα 1.5. Βέλτιστες πρακτικές σχετικά με τις συμβάσεις έκτακτης ανάγκης και την αλυσίδα εφοδιασμού

Ο Wilson(2018) πραγματοποίησε μια άλλη προσπάθεια να εντοπίσει τις βέλτιστες πρακτικές στον τομέα της εφοδιαστικών αλυσίδων έκτακτης ανάγκης και της διαχείρισής τους. Η διαδικασία περιλάμβανε ανασκόπηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας για τις επείγουσες εφοδιαστικές αλυσίδες, τις προσδοκίες της κοινότητας και τις συνεργασίες μεταξύ των οργανισμών. Επιπλέον, διεξήχθη σειρά συνεντεύξεων με εκπροσώπους διάφορων οργανισμών.

Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν ένα πλαίσιο για τους οδηγούς και τα συμπεράσματα των βέλτιστων πρακτικών για την επείγουσα εφοδιαστική αλυσίδα από άποψη ανακούφισης (Σχήμα 1.6), καθώς και έναν κατάλογο βέλτιστων πρακτικών για δύο από τις φάσεις του κύκλου διαχείρισης καταστροφών, δηλαδή τον προγραμματισμό και την ανταπόκριση (Πίνακας 1).



Σχήμα 1.6. Οδηγοί και αποτελέσματα βέλτιστων πρακτικών για την επείγουσα εφοδιαστική αλυσίδα [Προσαρμοσμένο από: Wilson, 2018]

Το πλαίσιο που παρουσιάζεται στο σχήμα 8 υπογραμμίζει την ανάγκη ενσωμάτωσης των κοινοτικών φωνών στο οικοσύστημα διαχείρισης καταστροφών μέσω κατάλληλων διαύλων συνεργασίας, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα βασικά στοιχεία ως ένα σύστημα και όχι μεμονωμένες οντότητες και, συνεπώς, να εξασφαλιστεί ότι θα επιτευχθούν οι αναμενόμενες κοινοτικές εκβάσεις.

Η πρώτη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 υπογραμμίζει την αξία των σαφώς καθορισμένων διαδικασιών μείωσης της πιθανότητας να χρειαστούν βραχυπρόθεσμες, αντιδραστικές και αποδιοργανωμένες ενέργειες που ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις, όπως υψηλότερο κόστος και έλλειψη προσφοράς. Οι διάφορες διαδικασίες που εμπλέκονται στη φάση σχεδιασμού της επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να θεωρηθούν καθορισμένες όταν περιλαμβάνουν σαφώς τεκμηριωμένα, διαδοχικά και λογικά βήματα για την απόκτηση και παροχή προμηθειών έκτακτης ανάγκης (Wilson, 2018).

Η δεύτερη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 αναφέρεται σε διάφορες δυναμικές επιλογές στρατηγικής αξίας, οι οποίες σχετίζονται με την προτοποθέτηση των εμπορευμάτων εν αναμονή έκτακτης ανάγκης. Η πρακτική αυτή υπογραμμίζει επίσης την κρισιμότητα αυτών των επιλογών όσον αφορά την ενίσχυση της συνολικής αποτελεσματικότητας καθώς και της αποδοτικότητας της επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτές οι επιλογές περιλαμβάνουν (Wilson, 2018): α) τον αριθμό των τόπων αποθήκευσης, β) τις τοποθεσίες τους (ιδανικά κοντά σε ιδιαίτερα εκτεθειμένες περιοχές / περιοχές επιρρεπείς σε καταστροφές καθώς και στις κύριες μεταφορικές υποδομές ως μέσο εξασφάλισης έγκαιρης απάντησης), γ) τους τύπους και τον όγκο των αγαθών που πρέπει να διατηρούνται

στους εν λόγω χώρους, και δ) τη συχνότητα με την οποία πρέπει να μετατραπούν, προκειμένου να αποφευχθεί η υποβάθμισή τους ενώ αποθηκεύονται.

Η τρίτη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 αναφέρεται στη δυνατότητα βελτιστοποίησης της ανταπόκρισης της επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω του συνδυασμού διαφόρων τύπων πόρων (δηλαδή υλικού, υπηρεσιών ή / και προσωπικού) σε πακέτα που ενισχύουν την ετοιμότητά τους να αναπτυχθούν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Ο Wilson(2018) παρουσιάζει το παράδειγμα μονάδων έκτακτης ανάγκης της Διεθνούς Ομοσπονδίας Εταιρειών Ερυθρού Σταυρού (IFRC) που δημιουργούνται με σκοπό την παροχή νερού και αποχέτευσης, βασικής υγειονομικής περίθαλψης, κατασκήνωσης, καθώς και εξοπλισμού πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών που υποστηρίζεται από εκπαιδευμένους ειδικούς.

Η τέταρτη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον πίνακα 1 υπογραμμίζει την αξία της τυποποίησης των προμηθειών έκτακτης ανάγκης. Χαρακτηριστικά, ο Wilson(2018) δηλώνει ότι η κατάλληλη κατηγοριοποίηση / τυποποίηση των προμηθειών έκτακτης ανάγκης επιτρέπει στους αιτούντες να εντοπίζουν εύκολα πόρους σε μια βάση δεδομένων και να έχουν γρήγορη πρόσβαση στις προδιαγραφές κάθε στοιχείου. Αυτό, με τη σειρά του, διευκολύνει (Wilson,2018): α) την απόκτηση και διαχείριση κάθε είδους πόρων με την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών για κάθε κατηγορία / υποκατηγορία, β) την παλετοποίηση και τη φυσική κατανομή των αντικειμένων, και γ) τη διαλειτουργικότητα και τη συνεργασία μεταξύ υπηρεσιών.

Πίνακας 1: Σύνδεση βέλτιστων πρακτικών για την επείγουσα εφοδιαστική αλυσίδα με τα στάδια σχεδιασμού και αντιμετώπισης της διαχείρισης καταστροφών [Προσαρμοσμένο από: Wilson,2018]

Φάση	Βέλτιστη Πρακτική	Ορισμός
Σχεδίαση	Διαδικασία και δικαιολογητικά	Η σύνταξη κατάλληλα καθορισμένων διαδικασιών που συνίστανται από σαφώς τεκμηριωμένα, διαδοχικά και λογικά βήματα για την απόκτηση και την παροχή προμηθειών έκτακτης ανάγκης
Σχεδίαση	Αποθήκευση και αντιστροφή αλυσίδων εφοδιασμού	Η στρατηγική τοποθέτηση των εμπορευμάτων εν αναμονή της έκτακτης ανάγκης και η επιστροφή των πλεονασματικών / μη χρησιμοποιημένων προμηθειών μετά την εκδήλωση
Σχεδίαση	Ενσωμάτωση και συγκέντρωση προμηθειών	Η ενσωμάτωση διαφόρων πόρων (δηλαδή υλικού, υπηρεσιών ή / και προσωπικού) σε ευέλικτα πακέτα που επιτρέπουν την ταχεία και τυποποιημένη ανάπτυξη σε μια προσπάθεια να βελτιωθούν οι χρόνοι απόκρισης και η δυνατότητα κλιμάκωσης

Σχεδίαση	Τυποποίηση	Η τυποποίηση των διαδικασιών σύναψης συμβάσεων, ο εξοπλισμός, οι προδιαγραφές και η υιοθέτηση κοινής ονοματολογίας μεταξύ των οργανισμών
Σχεδίαση	Συμφωνίες-πλαίσια απόκρισης	Η προκαταρκτική διαπραγμάτευση συμβάσεων καθορισμένης διάρκειας και "call-off" συμβάσεων με προμηθευτές βασικών προϊόντων σε μια προσπάθεια απλούστευσης της προμήθειας και συντόμευσης των προθεσμιών
Σχεδίαση	Διαχείριση προμηθευτών	Η θέσπιση κατάλληλης διαδικασίας για τη διαχείριση βασικών προμηθευτών (π.χ. εξωτερική ανάθεση, διαχείριση σχέσεων κ.λπ.)
Σχεδίαση	Συμφωνίες κοινής χρήσης πόρων	Η απαίτηση για κατάλληλες ρυθμίσεις κατανομής των πόρων που επιτρέπουν την προβολή και την ευελιξία μεταξύ των ενδιαφερομένων
Σχεδίαση	Συνεργασία στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας(κοινή προμήθεια)	Η συνεργασία σε ένα ευρύτερο φάσμα διεπιχειρησιακών διεπαφών και δραστηριοτήτων εφοδιαστικών αλυσίδων
Απόκριση	Ταχεία προμήθεια	Η προ-έγκριση για την αποχώρηση από τις υπάρχουσες διαδικασίες σύναψης συμβάσεων σε ακραίες καταστάσεις
Απόκριση	Κεντρική μονάδα πόρων	Η δημιουργία ενός κέντρου διοίκησης ως εστιακό σημείο για όλες τις προμήθειες και την εφοδιαστική αλυσίδα
Απόκριση	Προγράμματα μεταφοράς χρημάτων σε μετρητά	Η αντικατάσταση των υλικών ανακουφιστικών προμηθειών για πληρωμές μετρητά χρήματα σε θύματα καταστροφών, όπου αυτό είναι δυνατό / ενδεδειγμένο

Η πέμπτη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον πίνακα 1 υπογραμμίζει την αξία των συμφωνιών-πλαισίων στη φάση προμηθειών των ειδών έκτακτης ανάγκης. Αυτές οι συμφωνίες-πλαίσια, γνωστές και ως συμβάσεις "απόσχισης" ή "διαρκή προσφορά", απλοποιούν, επιταχύνουν και μειώνουν το κόστος των προμηθειών (Wilson,2018).

Η έκτη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον πίνακα 1 αναφέρεται στην ανάγκη επίτευξης κατάλληλης προσέγγισης για τη διαχείριση βασικών προμηθευτών, πέραν της θέσπισης των προαναφερόμενων συμφωνιών-πλαισίων. Ο Wilson(2018) εντοπίζει τρία ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα (δηλαδή εξωτερική ανάθεση, διαχείριση σχέσεων και ενεργή διαχείριση προμηθευτών), καθένα από τα οποία έχει τα υπέρ και τα κατά. Επομένως, η υιοθέτηση ενός από τα

προαναφερθέντα μοντέλα πρέπει να είναι συγκεκριμένη για συγκεκριμένες περιπτώσεις, ενώ είναι επίσης δυνατοί οι συνδυασμοί τους.

Η έβδομη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 υπογραμμίζει την αναγκαιότητα συμφωνιών επιμερισμού των πόρων μεταξύ των διαφόρων συμμετεχόντων σε επιχειρήσεις έκτακτης εφοδιαστικής αλυσίδας (π.χ. τοπικές, περιφερειακές, κρατικές ή ομοσπονδιακές υπηρεσίες και μη κυβερνητικές οργανώσεις). Τέτοιες συμφωνίες διευκολύνουν τη συντονισμένη αντιμετώπιση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών και, με τη σειρά τους, βοηθούν τις κοινότητες να ανακάμψουν από οποιεσδήποτε σχετικές αναταράξεις (Wilson,2018).

Η όγδοη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον πίνακα 1 αναφέρεται στην ανάπτυξη κοινών συστημάτων προμηθειών που συνδυάζουν το έργο πολλών κυβερνητικών και μη κυβερνητικών οργανώσεων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το κοινό κέντρο προμηθειών της IFRC στην Κουάλα Λουμπόρ, το οποίο παραγγέλλει ορισμένους προκαθορισμένους πόρους από ειδικευμένους προμηθευτές και λειτουργεί κεντρικό σύστημα υποβολής προσφορών (Wilson,2018).Επίσης ο Wilson(2018) δείχνει ότι τα αντικείμενα που είναι κατά το πλείστον κατάλληλα για κοινές προμήθειες είναι τα αντικείμενα με το υψηλότερο επίπεδο ζήτησης (π.χ. αντικείμενα στέγασης, φαρμακευτικά προϊόντα κλπ.).

Η ένατη καλύτερη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 μπορεί να θεωρηθεί πολύτιμη στην περίπτωση που οι απαιτούμενοι πόροι δεν έχουν αποθηκευτεί και δεν είναι διαθέσιμοι από άλλες υπηρεσίες ανταπόκρισης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, αναπόφευκτα θα πρέπει να προσεγγιστούν οι επιχειρήσεις προκειμένου να αγοράσουν πόρους που εκλείπουν (Wilson,2018). Όταν παρουσιαστεί μια τέτοια ανάγκη, οι ταχείες διαδικασίες που μπορούν να οδηγήσουν σε «τοπικές αγορές» είναι συχνά ωφέλιμες όσον αφορά τον χρόνο παράδοσης και το κόστος μεταφοράς (Wilson,2018).

Η δέκατη βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 αναφέρεται στην ευκαιρία να διευκολυνθεί η κινητοποίηση των πόρων δημιουργώντας έναν κεντρικό κόμβο πόρων που λειτουργεί ως σημείο εστίασης για την απόκτηση και την ανάπτυξη προμηθειών έκτακτης ανάγκης για πολλαπλούς φορείς (Wilson,2018). Μια τέτοια προσέγγιση έχει διάφορα πλεονεκτήματα, όπως (Wilson,2018): α) τη δημιουργία ενός εύκολα αναγνωρίσιμου κέντρου εμπειρογνωμοσύνης και ικανότητας σε μια ενιαία τοποθεσία, β) την αποτελεσματική / συντονισμένη διαχείριση των "συγκεντρωμένων" πόρων σύμφωνα με προκαθορισμένες ή εξελισσόμενες (λόγω της εμφάνισης ενός καταστροφικού γεγονότος) ανάγκες, γ) τη δυνατότητα επίτευξης οικονομικής κλίμακας και δ) τη διευκόλυνση της λογοδοσίας.

Η τελευταία βέλτιστη πρακτική που περιλαμβάνεται στον Πίνακα 1 παρέχει μια εναλλακτική λύση στη διανομή των υλικών αγαθών σε εκείνους που επλήγησαν από

μια καταστροφή, δηλαδή τα προγράμματα μεταφοράς χρημάτων σε μετρητά ή κουπονιών (Wilson,2018). Η προσέγγιση αυτή μπορεί να θεωρηθεί επωφελής διότι: (α) επιτρέπει στους δικαιούχους να δώσουν προτεραιότητα στα αγαθά που θα αγοράσουν, β) τα συνολικά λειτουργικά έξοδα είναι χαμηλότερα σε σχέση με την άμεση παροχή αγαθών, γ) μπορεί να παρέχεται σε μικρότερο χρόνο από τα αγαθά και δ) υποστηρίζει τις οικονομίες που πλήττονται.

Κεφάλαιο 2

2.1 Υπόβαθρο

Σύμφωνα με το UNDDR(2017), η καταστροφή ορίζεται ως "σοβαρή διατάραξη της λειτουργίας μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας οποιασδήποτε κλίμακας λόγω επικίνδυνων γεγονότων που αλληλεπιδρούν με συνθήκες έκθεσης, ευπάθειας και χωρητικότητας, οδηγώντας σε ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα: ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές απώλειες και επιπτώσεις ». Μια κρίσιμη πτυχή που συνδέεται με την έννοια των καταστροφών, η οποία γίνεται επίσης εμφανής από τον ορισμό που προτείνουν οι Altay και Green(2006), είναι η εγγενής δυσκολία να προβλεφθεί η εμφάνιση τέτοιων φαινομένων. Επιπλέον, η αντιμετώπιση των καταστροφών προκαλείται από την πίεση να αντιδράσουν εγκαίρως και τη συμμετοχή πολλών ενδιαφερομένων.

Επιπλέον, η διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση καταστροφών περιπλέκεται περαιτέρω από την πολυπλοκότητα των καθηκόντων που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Συγκεκριμένα, υποστηρίχθηκαν αυτά τα καθήκοντα (Thomas and Korczak, 2005) για να οριστεί πως "όλες οι διαδικασίες σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου της αποδοτικής, οικονομικά αποδοτικής ροής και αποθήκευσης αγαθών και υλικών καθώς και σχετικών πληροφοριών από το σημείο προέλευσης έως το σημείο κατανάλωσης με σκοπό την ικανοποίηση των απαιτήσεων του τελικού δικαιούχου και την ανακούφιση από τα δεινά των ευάλωτων ανθρώπων ονομάζεται ανθρωπιστική εφοδιαστική αλυσίδα».

Το άθροισμα των παραπάνω προκλήσεων, σε συνδυασμό με την τυχαιότητα και τη μοναδικότητα των επικίνδυνων συμβάντων που μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφές, υπογραμμίζουν την αξία των τεχνικών βελτιστοποίησης που προσανατολίζονται στην ενίσχυση των λειτουργιών διαχείρισης καταστροφών (Jiang and Yuan, 2019).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός πεδίου που συνδέεται στενά με τη διαχείριση καταστροφών είναι εκείνο της επείγουσας αλυσίδας εφοδιασμού. Ο τομέας αυτός συμβάλλει στη διαχείριση τέτοιων επικίνδυνων συμβάντων εξασφαλίζοντας την "έγκαιρη παράδοση πόρων έκτακτης ανάγκης και υπηρεσιών διάσωσης στις πληγείσες περιοχές ώστε να βοηθηθούν σε δραστηριότητες διάσωσης" (DRC, 2008).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες έκτακτης ανάγκης διακρίνονται σε διαφορετικό πεδίο από εκείνες τις επιχειρησιακές εφοδιαστικές και εμπορικές αλυσίδες εφοδιασμού. Συγκεκριμένα, ο πρωταρχικός στόχος των εμπορικών αλυσίδων εφοδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους ή / και η μεγιστοποίηση των κερδών. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από ένα επικίνδυνο

γεγονός, οι αρμόδιοι φορείς (π.χ. ανθρωπιστικές οργανώσεις, κυβερνητικές υπηρεσίες κ.λπ.) έχουν την εντολή να διανέμουν βασικούς πόρους και βασικά προϊόντα (π.χ. τρόφιμα, είδη ένδυσης, ιατρική, ιατρικά εφόδια, μηχανήματα και προσωπικό) από προεπιλεγμένη ή αυτοσχέδια καταγωγή σε σημεία προορισμού μέσα και γύρω από μια περιοχή καταστροφής (Afshar and Haghani, 2010). Ο κύριος στόχος στην περίπτωση αυτή είναι η μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και η ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης, προκειμένου να αυξηθεί κυρίως η αποτελεσματικότητα, συμπεριλαμβανομένων των ποσοστών επιβίωσης του πληγέντος πληθυσμού.

Πίνακας 2. Γενική εικόνα των θεμελιωδών διαφορών μεταξύ των εμπορικών αλυσίδων εφοδιασμού και των αλυσίδων ανθρωπιστικής βοήθειας όπως περιγράφονται από τους Rujawan(2009).

Γνώρισμα	Εμπορική εφοδιαστική αλυσίδα	Εφοδιαστική αλυσίδα ανακούφισης
Εμπλεκόμενοι	<ul style="list-style-type: none"> • Οι εμπλεκόμενοι είναι καλά συνδεδεμένοι μεταξύ τους • Οι σχέσεις αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου και έχουν μακροπρόθεσμο πεδίο εφαρμογής 	<ul style="list-style-type: none"> • Τα εμπλεκόμενα μέρη είναι μέχρι τώρα άγνωστα μεταξύ τους • Οι σχέσεις δημιουργούνται στιγμιαία κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων ανακούφισης
Διαμόρφωση δικτύου	<ul style="list-style-type: none"> • Σχετικά σταθερό και αποτελείται από πολλαπλές σταθερές πηγές τροφοδοσίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Ενδεχομένως ασταθές και μπορεί να αποτελείται από προμηθευτές που παρέχουν πόρους μόνο κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων αρωγής και μερικές φορές μόνο μία φορά
Ζήτηση	<ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει επαρκής ζήτηση για να δικαιολογηθεί η ύπαρξη της αλυσίδας εφοδιασμού • Η ζήτηση είναι γενικά αρκετά σταθερή και βιώσιμη για μεγάλο χρονικό διάστημα • Τα ιστορικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη του επιπέδου ζήτησης μέσω τυποποιημένων τεχνικών 	<ul style="list-style-type: none"> • Η ζήτηση είναι εξαιρετικά απρόβλεπτη • Η ζήτηση είναι εξαιρετικά ασταθής με την πάροδο του χρόνου • Η ζήτηση απαιτεί γνώση και γρήγορη αξιολόγηση των σημερινών συνθηκών • Δεν υπάρχουν τυποποιημένες τεχνικές για την πρόβλεψη της ζήτησης
Προμήθειες	<ul style="list-style-type: none"> • Το υλικό, τα εξαρτήματα και το προϊόν προέρχονται από καθορισμένους προμηθευτές • Το επίπεδο δραστηριότητας εφοδιασμού αντανάκλα το επίπεδο ζήτησης • Απαιτείται σωστή επιλογή και παρακολούθηση απόδοσης 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορούν να απαιτηθούν μη πιστοποιημένοι προμηθευτές • Τα επίπεδα της προσφοράς ενδεχομένως δεν αντικατοπτρίζουν το επίπεδο ζήτησης, όταν συμπεριλαμβάνονται οι χορηγοί • Η αντίληψη και η ικανότητα του προμηθευτή

<i>Γνώρισμα</i>	<i>Εμπορική εφοδιαστική αλυσίδα</i>	<i>Εφοδιαστική αλυσίδα ανακούφισης</i>
		καθορίζει τον τύπο και την ποσότητα των παρεχόμενων πόρων και ενδέχεται να οδηγήσει σε υπέρβαση μη ουσιωδών προμηθειών ή έλλειψη κρίσιμων στοιχείων

Τέτοιες διαφορές υπογραμμίζουν περαιτέρω την ανάγκη εφαρμογής τεχνικών βελτιστοποίησης στις κρίσιμες πτυχές της επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η αναγνώριση (Afshar and Haghani, 2010):

- Των τρόπων μεταφοράς που πρέπει να χρησιμοποιηθούν
- Επιλογής προμηθευτών
- Ποσότητας αποθεμάτων που θα αποθηκεύονται σε διάφορα σημεία της αλυσίδας
- Αριθμός των αποθηκών που θα χρησιμοποιηθούν
- Της θέσης και των δυνατοτήτων αυτών των αποθηκών

Η βελτιστοποίηση συχνά αναφέρεται στην επιλογή ενός καλύτερου, βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων, στοιχείου από ένα καθορισμένο σύνολο διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. Λόγω των προκλήσεων των αλυσίδων εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης, όπως προαναφέρθηκε, η βελτιστοποίηση είναι ένα ισχυρό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει έναν υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να ξεπεράσει τα λειτουργικά προβλήματα που εμφανίζονται πριν ή μετά από μια καταστροφή. Για το σκοπό αυτό, το υπόλοιπο του παρόντος κεφαλαίου παρέχει μια επισκόπηση των αλγορίθμων βελτιστοποίησης και των τεχνικών επιχειρησιακής έρευνας που αναφέρονται σε βασικές διαστάσεις της επείγουσας εφοδιαστικής. Συγκεκριμένα, οι διαστάσεις για τις οποίες παρέχεται επισκόπηση σχετίζονται με: α) τοποθεσία εγκατάστασης, β) διαχείριση αποθεμάτων, γ) κατανομή ανακούφισης, και δ) μαζική εκκένωση.

2.2 Το ζήτημα της τυποποίησης των διαδικασιών

Οι τυποποιημένες διαδικασίες είναι ένα από τα βασικά στοιχεία για την επιτυχία πολλών εταιρειών, επομένως είναι προφανής η επιθυμία να τυποποιηθούν οι διαδικασίες για τη λειτουργία της ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το γεγονός ότι οι διαστάσεις και η γεωγραφική περιοχή διαφέρουν από καταστροφές σε καταστροφές περιπλέκουν τις διαδικασίες τυποποίησης σε θέματα ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων. Επιπλέον, οι ανθρωπιστικές οργανώσεις

πρέπει να χρησιμοποιούν τα συστήματά τους για την αντιμετώπιση καταστροφών σε χαστικά, αβέβαια περιβάλλοντα με σύντομες προθεσμίες. (Fawcett, 2013)[13]

Για να θεσπιστούν κανόνες δράσης όσον αφορά την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης, πρέπει να συγκεντρωθούν έμμεσες και σαφείς γνώσεις από καταστάσεις που έχουν ήδη αντιμετωπιστεί σε περιοχές κρίσης. Λόγω του υψηλού κύκλου εργασιών των ατόμων που λειτουργούν τις εφοδιαστικές αλυσίδες σε ανθρωπιστικό πλαίσιο, η απώλεια εμπειρίας κάθε φορά που ένας από αυτούς αναχωρεί είναι αναπόφευκτος. Επιπλέον, είναι δύσκολο να μεταφραστούν οι εμπειρίες που αφομοιώθηκαν σε μια γεωγραφική περιοχή για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων σε άλλη γεωγραφική περιοχή. (Chandes & Paché, 2010)

Επιπλέον, οι Chandes & Paché, 2010, αναφέρουν πως το συνεχώς μεταβαλλόμενο επιχειρησιακό περιβάλλον της ανθρωπιστικής βοήθειας καθιστά αδύνατη την πλήρη τυποποίηση των διαδικασιών.

2.3 Απρόβλεπτη ζήτηση

Η μη προβλεψιμότητα της ζήτησης οφείλεται στο γεγονός ότι ένας μεγάλος αριθμός καταστροφών είναι απρόβλεπτος. Η αβεβαιότητα στην εκτίμηση του πότε, πού και σε ποιο βαθμό συμβαίνει μια καταστροφή είναι ένας προκλητικός παράγοντας για τους επαγγελματίες των εφοδιαστικών αλυσίδων στις επιχειρήσεις αντιμετώπισης καταστροφών. (Κονάcs & Spens, 2007)

Μετά από μια καταστροφή παρατηρείται ξαφνική εμφάνιση ζήτησης σε μεγάλες ποσότητες. (Kovacs & Spens, 2009) Η αύξηση της ζήτησης με τη σειρά της απαιτεί μια εξαιρετικά καλή χρήση των πόρων, αλλά οι πόροι είναι περιορισμένοι από τη φύση τους, επομένως προκύπτουν ελλείψεις, ιδιαίτερα σε σύνθετα έργα καταστροφών. (Chang, Wilkinson, Potangaroa & Σεβίλλη, 2012)

Για να αποφευχθούν τέτοιες ελλείψεις, οι πόροι πρέπει να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα. Παρόλα αυτά, είναι αδύνατη η πρόβλεψη της ακριβούς ζήτησης. οπότε μπορεί να αποκλειστεί η συνολική αποτελεσματικότητα. (Scholten, Sharkey & Fynes, 2010)

Προκειμένου να είναι σε θέση να μειώσουν με μεγάλη επιτυχία την ακριβή πρόβλεψη της ζήτησης, οι οργανώσεις άρχισαν να διαθέτουν πόρους πρόθεσης. Πιο συγκεκριμένα, οι πόροι αυτοί είναι εντοπισμένοι σε περιοχές πιο επιρρεπείς σε μια φυσική ή ανθρωπογενή καταστροφή. (Κονάcs & Spens, 2007)

2.4 Υποδομές

Σε γενικές γραμμές, οι επιχειρήσεις ανθρωπιστικής βοήθειας για την αντιμετώπιση καταστροφών ακολουθούν την ίδια διαδικασία. Στην αρχή, εστιάζουν στην καθιέρωση και βελτιστοποίηση της διαδικασίας παράδοσης για την πρώτη επείγουσα περίθαλψη. Στη συνέχεια, η ανοικοδόμηση της καταστραμμένης υποδομής για την εξασφάλιση βιώσιμης προσφοράς γίνεται πιο σημαντική. (Chandes & Paché, 2010)

Στην περιοχή που πλήττεται από καταστροφές, οι υπηρεσίες βοήθειας πρέπει να προετοιμαστούν για το χειρότερο. Για παράδειγμα οι γέφυρες και τα πεδία προσεδάφωσης πιθανόν να καταστραφούν και έτσι εμποδίζουν την επαρκή προσφορά. Επιπλέον, ένα ενδεχομένως κατεστραμμένο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στην επικοινωνιακή υποδομή. (Konacs & Spens, 2009)

Εάν οι υποδομές των επικοινωνιών δεν επιτρέπουν μια μόνιμη μεταφορά πληροφοριών, ο προγραμματισμός της διαδρομής γίνεται πολύ δύσκολος για εκείνους που λειτουργούν τις εφοδιαστικές αυτές αλυσίδες. (Konacs & Spens, 2009) Σε ακραίες καταστάσεις, η προμήθεια αγαθών από ξηρά δεν είναι δυνατή. Ως έσχατη λύση, οι οργανισμοί ανθρωπιστικής βοήθειας μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα αεροσκάφη για την παράδοση των προμηθειών. (Konács & Spens, 2007)

Ένα άλλο ζήτημα όσον αφορά τις υποδομές είναι το πρόβλημα του “τελευταίου μιλίου”. Για παράδειγμα, λόγω μιας αποσταθεροποιημένης υποδομής, συμπεριλαμβανομένης της περιορισμένης παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, δεν μπορεί να εξασφαλιστεί ο κατάλληλος έλεγχος θερμοκρασίας για τα φάρμακα. (Konács & Spens, 2007)

2.5 Μετρήσεις Αποδοτικότητας

Μια γενική πεποίθηση όσον αφορά την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα είναι ότι οι εταιρείες, οι οποίες εφαρμόζουν μετρήσεις απόδοσης, ξεπερνούν εκείνες που δεν το κάνουν. Έτσι, η μέτρηση των επιδόσεων είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική διαχείριση της ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Η λειτουργία μέτρησης επιδόσεων έγκειται στην ποσοτικοποίηση της αποτελεσματικότητας μιας ενέργειας. Ως εκ τούτου, καθορίζονται συγκεκριμένοι δείκτες, όπως η χρησιμοποίηση της παραγωγικής ικανότητας.

Παρόλο που η μέτρηση της απόδοσης φέρνει πλεονεκτήματα όπως η απλούστευση της επικοινωνίας μεταξύ των φορέων της εφοδιαστικής αλυσίδας, πολλές υπηρεσίες ανθρωπιστικής βοήθειας αποτυγχάνουν να εφαρμόσουν πειστικά βασικά

στοιχεία. Για παράδειγμα, ένα σημαντικό μέρος της ανθρωπιστικής βοήθειας είναι να μειωθεί ο πόνος, ωστόσο ο ποσοτικός προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ των επιδόσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας και της ανακούφισης των δεινών είναι εξαιρετικά περίπλοκος.

Επιπλέον, οι λειτουργοί των εφοδιαστικών αλυσίδων πρέπει να ασχοληθούν με διάφορα κρίσιμα στοιχεία που περιπλέκουν τη μέτρηση της απόδοσης στις ανθρωπιστικές αλυσίδες εφοδιασμού. Μεταξύ άλλων, οι υπηρεσίες ανθρωπιστικής βοήθειας λειτουργούν σε χαοτικό περιβάλλον με περιορισμένη ικανότητα και υποδομές τεχνολογίας πληροφοριών. Ως εκ τούτου, η αξιόπιστη συλλογή δεδομένων είναι προβληματική. Τα στοιχεία δείχνουν ότι η γενική έλλειψη κινήτρων για τη μέτρηση των επιδόσεων στον μη κερδοσκοπικό τομέα παρουσιάζεται στην έρευνα: Μόνο το 20% των ανθρωπιστικών οργανώσεων μετρά σταθερά τις επιδόσεις, ενώ το 55% δεν παρακολουθεί καθόλου και δεν αναφέρει τους δείκτες μέτρησης απόδοσης. Το υπόλοιπο 25% των υπηρεσιών ανθρωπιστικής βοήθειας χρησιμοποιεί μόνο λίγους δείκτες. (Abidi, de Leeuw & Klumpp, 2014)

Από τη στιγμή που για τις μετρήσεις της απόδοσης παρέχεται ανθρώπινο δυναμικό, οι ανθρωπιστικές οργανώσεις πρέπει να αυξήσουν τις προσπάθειές τους στον τομέα της έρευνας για να εξασφαλίσουν τη συνεχή βελτίωση των επιδόσεων σε επιχειρήσεις αντιμετώπισης καταστροφών.

2.6 Η διάσταση της θέσης της εγκατάστασης

Μια εξέχουσα διάσταση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης περιστρέφεται γύρω από τις σωστά τοποθετημένες εγκαταστάσεις. Όταν συμβεί μια καταστροφή, οι θέσεις όπου αποθηκεύονται κρίσιμα είδη διατροφής διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην αντιμετώπιση, τη διάσωση και την ανακούφιση των θυμάτων. Κανονικά, τα κανάλια διανομής ανακούφισης σχεδιάζονται με την ενσωμάτωση κεντρικών κέντρων διανομής, αποθηκών και περιφερειακών κέντρων διανομής. Η έμφυτη πρόκληση είναι η σωστή τοποθέτηση των σχετικών εγκαταστάσεων με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται το σύνολο της ζήτησης μιας πληγείσας περιοχής με ελαχιστοποιημένο κόστος και χρονικό πλαίσιο και μεγιστοποιημένο επίπεδο εξυπηρέτησης (Habib ,2016). Η πολυπλοκότητα του έργου αυτού επηρεάζεται από τους ακόλουθους παράγοντες (Habib ,2016):

- Πολύ σύντομος χρόνος παράδοσης και ξαφνική αύξηση της ζήτησης αμέσως μετά την καταστροφή

- Αβεβαιότητα όσον αφορά το χρονοδιάγραμμα και την κλίμακα της καταστροφής
- Πολύ υψηλά ποσοστά συμμετοχής που συνδέονται με την έγκαιρη παράδοση ανακουφιστικών αγαθών
- Υποβαθμισμένη υποδομή

Η τρέχουσα βιβλιογραφία χωρίζει τη διάσταση της θέσης της εγκατάστασης στην επείγουσα εφοδιαστική σε ξεχωριστές κατηγορίες. Ένα πρώτο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διάκριση μεταξύ του συνδυασμού της διαδικασίας της θέσης της εγκατάστασης με την κατανομή της ανακούφισης, την προ-τοποθέτηση των αποθεμάτων και την εκκένωση (Caunhye, 2012). Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό παράδειγμα διακρίνει τα σενάρια μετά και πριν από την καταστροφή (Habib , 2016). Ένα τρίτο παράδειγμα μπορεί να βρεθεί σε μια μελέτη από τον Boonmee, (2017), η οποία κατηγοριοποιεί τα υπάρχοντα μοντέλα βασισμένα σε τύπους μοντελοποίησης δεδομένων και τύπους προβλημάτων, συγκεκριμένα σε προβλήματα προσδιορισμού θέσης των εγκαταστάσεων, σε προβλήματα θέσης στοχαστικών εγκαταστάσεων, προβλημάτων θέσης δυναμικών εγκαταστάσεων και σε εύρωστα προβλήματα θέσης εγκατάστασης.

Σύμφωνα με το πρώτο από τα προαναφερθέντα παραδείγματα, το άθροισμα των μοντέλων εκκένωσης θέσης που αναπτύχθηκαν για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μεγάλης κλίμακας είναι προσανατολισμένο προς τον προσδιορισμό καταφυγίων σε διαθέσιμες τοποθεσίες και τη βελτιστοποίηση των σχεδίων κυκλοφοριακής ροής με στόχο την ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου εκκένωσης (Caunhye). Θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η διαδικασία εκκένωσης υπόκειται σε αβεβαιότητα που προκύπτει από διάφορες πηγές, όπως οι εξωτερικές ροές κυκλοφορίας, οι ποσότητες ζήτησης και ο πανικός των διασωθέντων (Caunhye, 2012). Επιπλέον, τα μοντέλα θέσης που συνδυάζουν την κατανομή ανακούφισης με την προπαρασκευή των αποθεμάτων μπορεί να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση του κόστους, μια διαδικασία που μπορεί να σχετίζεται με πτυχές όπως η οργανωτική δομή, οι περιορισμοί του προϋπολογισμού, το κόστος της ζήτησης, η επέκταση εγκαταστάσεων και οι διάφοροι τύποι εγκαταστάσεων (Caunhye ,2012).

Σύμφωνα με το δεύτερο από τα προαναφερθέντα παραδείγματα, η ταξινόμηση μπορεί να επιτευχθεί σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα της καταστροφής (πριν και μετά από καταστροφή). Στην περίπτωση προ-καταστροφής, οι ερευνητές σχεδιάζουν την καλύτερη τοποθεσία των εγκαταστάσεων, προκειμένου να διανείμουν πόρους με ελάχιστο κόστος και μέγιστο επίπεδο εξυπηρέτησης για ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα (Habib ,2016). Τα μοντέλα που εξετάστηκαν από τον Habib (2016) στο στάδιο πριν από την καταστροφή εξετάζουν μια ποικιλία παραγόντων, όπως η θέση των αποθηκών, η ιεράρχηση της κατανομής των

εγκαταστάσεων, οι ελλείψεις και οι κυρώσεις για το πλεόνασμα και οι δυνατότητες εγκατάστασης. Τα διάφορα μοντέλα προσεγγίζουν το πρόβλημα προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσουν μια ποικιλία παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης, του κόστους μεταφοράς, των ελλείψεων, της απόστασης από τα θύματα και του χρόνου διανομής (Habib ,2016). Στην περίπτωση μετά την καταστροφή, θεωρείται κανονικά ότι μετά την εμφάνιση ενός επικίνδυνου συμβάντος, η ζημία έχει ήδη εκτιμηθεί και όλες οι κρίσιμες πληροφορίες που απαιτούνται είναι διαθέσιμες. Με βάση αυτή την υπόθεση ο Habib (2016) εξετάζει μια σειρά μοντέλων που αντιμετωπίζουν προβλήματα, όπως η μεγιστοποίηση των καλυπτόμενων θέσεων (π.χ. καθορισμός του αριθμού των θέσεων των κέντρων διανομής και του ποσού των περιουσιακών στοιχείων που πρόκειται να διανεμηθούν σε κάθε μία), ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου χρόνου για την αποστολή πόρων έκτακτης ανάγκης ή τη μεγιστοποίηση της σωρευτικής κάλυψης του πληθυσμού. Τέλος, ο Habib (2016) υπογραμμίζει μερικά μοντέλα που ασχολούνται με προβλήματα κατανομής θέσης, ειδικά για τις απαιτούμενες ιατρικές υπηρεσίες, κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής. Ο Πίνακας 2.1 παρέχει επισκόπηση των μελετών που εξετάστηκαν από τον Habib (2016) σχετικά με τα μοντέλα τοποθεσίας εγκατάστασης στις αλυσίδες εφοδιασμού ανθρωπιστικής βοήθειας. Αυτός ο πίνακας ενημερώνει τον αναγνώστη σχετικά με την αντικειμενική λειτουργία, τους περιορισμούς / αποφάσεις και τους τύπους προβλημάτων για τα μοντέλα από κάθε εξεταζόμενο συγγραφέα.

Πίνακας 2.1: Μοντέλα θέσης εγκαταστάσεων όπως εξετάστηκαν από τον Habib (2016)

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
Balcik και Beamon	Μεγιστοποίηση (κάλυψη ζήτησης από κέντρα διανομής)	Περιορισμός του προϋπολογισμού, επίπεδο απογραφής σε κέντρα διανομής	Μοντέλο μέγιστης κάλυψης θέσης
Bozorgi-Amiri	Ελαχιστοποίηση (κόστος για τη ρύθμιση πριν από την καταστροφή, προμήθεια, μεταφορά, κατοχή, έλλειψη)	Χωρητικότητα κέντρου διανομής βοήθειας, ροή εμπορευμάτων, προσφορά και ζήτηση	Μοντέλο κατανομής θέσης
Horner και Downs	Ελαχιστοποίηση (κόστος διάθεσης ανακουφιστικών αγαθών)	Περιορισμός της ζήτησης, αριθμός κέντρων διανομής	Μοντέλο μεσαίας εγκατάστασης διανομής
Dekle	Ελαχιστοποίηση (εγκαταστάσεις για κάθε περιοχή με δεδομένη απόσταση)	Προσδιορισμός της θέσης της εγκατάστασης για κάθε περιοχή	Μοντέλο κάλυψης θέσης

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
Hong	Ελαχιστοποίηση (συνολικό κόστος εφοδιαστικής αλυσίδας)	Απόσταση μεταξύ αποθήκης και εγκαταστάσεων, αριθμός εγκαταστάσεων, ζήτηση	Μοντέλο θέσης εγκαταστάσεων
Chang	Ελαχιστοποίηση (κόστος μεταφοράς, κόστος θέσης εγκατάστασης, απόσταση διάσωσης κόστος εξοπλισμού)	Αριθμός εγκαταστάσεων και χωρητικότητά τους, ιεράρχηση προτεραιοτήτων κατανομή της εγκατάστασης, αποθήκευση, έλλειψη, ποινές για πλεόνασμα	Μοντέλο τοποθεσίας-κατανομής
McCall	Ελαχιστοποίηση (θύματα ναυτικών μιλίων, έλλειψη)	Χωρητικότητα εγκατάστασης, αριθμός κουτιών πρώτων βοηθειών πριν από την καταστροφή, ανικανοποίητες απαιτήσεις	Μοντέλο θέσης εγκατάστασης
Rawls και Turnquist	Ελαχιστοποίηση (κόστος δημιουργίας εγκατάστασης, μη ικανοποιημένη ζήτηση, μεταφορά)	Τοποθέτηση και επιλογή αποθέματος σε κάθε εγκατάσταση	Μοντέλο τοποθεσίας-κατανομής
Zhang	Ελαχιστοποίηση (κόστος του συνολικού χρόνου αποστολής πόρων έκτακτης ανάγκης)	Η ισορροπία της προσφοράς και της ζήτησης για πρωτογενή καταστροφή, ισορροπία της προσφοράς και της ζήτησης για πιθανή δευτερογενή καταστροφή, πόροι διαθέσιμοι για δευτερεύουσα καταστροφή	Μοντέλο τοποθεσίας-κατανομής
Akgün	Ελαχιστοποίηση (κίνδυνος για μη ικανοποιήσιμη ζήτηση)	Χρόνος απόκρισης, απόσταση μεταξύ μονάδας και σημείο καταστροφής	Μοντέλο θέσης εγκατάστασης
Barzinpour και Esmaeili	Μεγιστοποίηση (σωρευτική κάλυψη του πληθυσμού) Ελαχιστοποίηση	Ζήτηση και προσφορά, μεταφορική ικανότητα, χωρητικότητα αποθήκευσης εγκατάστασης	Μοντέλο θέσης-κατανομής

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
	(συνολικό κόστος)		
Abounacer	Ελαχιστοποίηση (απόσταση από το κέντρο διανομής έως το σημείο ζήτησης, αριθμός εγκαταστάσεων, ανικανοποίητη ζήτηση)	Καθημερινές ώρες εργασίας, προσφορά και ζήτηση, χωρητικότητα των οχημάτων	Μοντέλο θέσης-μεταφοράς
Rawls και Turnquist	Ελαχιστοποίηση (κόστος της απόκτησης εμπορευμάτων, αποφάσεις για την αποθήκευση, μεταφορά, έλλειψη, κατοχή)	Η ζήτηση, ο αριθμός των εγκαταστάσεων, επίπεδα αποθεμάτων	Μοντέλο δυναμικής κατανομής
Murali	Μεγιστοποίηση (αριθμός ατόμων που θα λάβουν φάρμακα)	Προσφορά και ζήτηση, απόσταση, χωρητικότητα της εγκατάστασης	Μοντέλο μέγιστης κάλυψης θέσης
Lin	Ελαχιστοποίηση (κόστος ποινής έλλειψης, κόστος ποινής καθυστερημένης παράδοσης, το κόστος αποστολής, το κόστος από άδικη εξυπηρέτηση)	Αριθμός αποθηκών, οχημάτων, το χρόνο μεταφοράς, την ποσότητα προϊόντων παράδοσης	Μοντέλο θέσης εγκατάστασης

Σύμφωνα με το τρίτο από τα προαναφερθέντα παραδείγματα, χρησιμοποιούνται προβλήματα προσδιορισμού θέσης του νοικοκυριού όταν το πρόβλημα είναι η επιλογή ή η τοποθεσία καταφυγίων, κέντρων διανομής, αποθηκών και ιατρικών κέντρων μέσω του προσδιορισμού της τοποθέτησης και άλλων παραμέτρων εισόδου (π.χ. των ατόμων που πλήττονται, δυνατότητα στέγασης, έξοδα μεταφοράς κ.λπ.). Τέτοια προβλήματα, για τα οποία όλες οι παράμετροι είναι γνωστές και σταθερές με την πάροδο του χρόνου, αποτελούν τη βάση για τα δυναμικά, στοχαστικά και ισχυρά μοντέλα (Boonmee ,2017). Ο Boonmee(2017) διαφοροποιεί περαιτέρω τα προβλήματα προσδιορισμού θέσης των εγκαταστάσεων στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- Πρόβλημα θέσης της εγκατάστασης: Επιλογή ή τοποθεσία των εγκαταστάσεων, ενώ επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθεί η συνολική απόσταση

μεταφοράς (συμπεριλαμβανομένου του χρόνου ή του κόστους) μεταξύ σημείων ζήτησης και επιλεγμένων εγκαταστάσεων

- Πρόβλημα κάλυψης: Κάλυψη σημείων ζήτησης σε απόσταση ή χρονικά όρια (κατάλληλο για νοσοκομεία, πυροσβεστικούς σταθμούς κ.λπ.)
- Πρόβλημα εγκατάστασης: Ελαχιστοποίηση της χειρότερης απόδοσης του συστήματος σε ένα μέγιστο αριθμό εγκαταστάσεων. εστιάζει σε ένα σημείο ζήτησης που εξυπηρετείται από την πλησιέστερη εγκατάσταση και πώς μπορούν να καλύπτονται όλα τα σημεία ζήτησης
- Αντικειμενοστρεφές πρόβλημα θέσης εγκατάστασης: Αντί να βελτιστοποιήσει την απόσταση μεταξύ ενός σημείου ζήτησης και μιας επιλεγμένης θέσης, το πρόβλημα αυτό επιδιώκει να έχουν σημεία ζήτησης μακριά από εγκαταστάσεις και όσο το δυνατόν πλησιέστερα σε περιοχές που περιέχουν χημικά σχέδια, πυρηνικούς αντιδραστήρες, αποθήκες απορριμμάτων, κέντρα επεξεργασίας νερού.

Τα προβλήματα δυναμικής θέσης εγκαταστάσεων λαμβάνουν υπόψη ότι, σε πραγματικές συνθήκες, τα προβλήματα θέσης εγκατάστασης συνεπάγονται μακροπρόθεσμες αποφάσεις, με αποτέλεσμα την αλλαγή των παραμέτρων, όπως το λειτουργικό κόστος, το κόστος διανομής και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Επιπλέον, οι προσθήκες εγκαταστάσεων μπορούν να εμφανιστούν σε διαφορετικούς χρόνους (μοντέλα πολλαπλών περιόδων). Οι δύο κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της κατάλληλης θέσης για μια εγκατάσταση είναι: το κόστος και ο χρόνος (Boonmee , 2017). Τα προβλήματα θέσης της στοχαστικής εγκατάστασης βασίζονται σε ντετερμινιστικά μοντέλα στα οποία ασαφείς παράμετροι κατανέμονται σε μια κατανομή πιθανότητας και στοχεύουν στη βελτιστοποίηση υπό αβεβαιότητα (Boonmee , 2017). Μια άλλη βελτιστοποίηση με προσέγγιση αβεβαιότητας είναι αυτή της ισχυρής βελτιστοποίησης. Σε αυτή την περίπτωση οι πιθανότητες είναι άγνωστες και, ως εκ τούτου, εντοπίζονται αβέβαιες παράμετροι χρησιμοποιώντας διακριτά σενάρια ή συνεχή εύρη (Boonmee , 2017). Ο Πίνακας 2.2 παρέχει επισκόπηση των σχετικών μελετών που εξετάστηκαν από τον Boonmee (2017). Συγκεκριμένα, ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει τους στόχους που καθορίζονται από κάθε συγγραφέα και τους περιορισμούς στους οποίους συνδέονταν.

Πίνακας 2.2: Στόχοι και περιορισμοί για τα μοντέλα βελτιστοποίησης θέσης εγκατάστασης που εξετάστηκαν από τον Boonmee et al. (2017)

Συγγραφείς	Αντικείμενα	Περιορισμοί		
		Χωρητικότητα	Προϋποθέσεις και	Λοιπά

		α	Όρια	
Abounacer	Η απόσταση μεταφοράς, ο αριθμός των πρακτόρων που πρέπει να λειτουργεί με τα ανοικτά HADCs, ακάλυπτη ζήτηση	Εγκατάσταση, οχήματα, συνδέσεις	Αριθμός πρακτόρων, αριθμός πραγματοποιηθέντων ταξιδιών (όχημα), ημερήσιος χρόνος εργασίας για όχημα, χρονικό όριο	Μεταφορικό πρόβλημα
Afshar και Haghani	Ακάλυπτη ζήτηση	Εγκατάσταση, οχήματα, προμήθειες	Αριθμός εγκαταστάσεων	Ροή εμπορευμάτων, ροή οχημάτων, σχεδιασμός δικτύου μεταφοράς, σύνδεσμος μεταξύ οχήματος και εμπορευμάτων
Akgün	Κίνδυνος	-	Αριθμός εγκαταστάσεων	-
Aksen και Aras	Κόστος που δημιουργήθηκε πριν και μετά την απόπειρα παρεμπόδισης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων	-
Balcik και Beamon	Συνολική αναμενόμενη ζήτηση που καλύπτεται από τα κέντρα διανομής	Εγκατάσταση	Προϋπολογισμός	Πρόβλημα αποθεμάτων
Barzinpour και Esmaeili	Αθροιστική κάλυψη του πληθυσμού, κόστος εγκατάστασης, κόστος μεταφοράς, κόστος κατοχής εξοπλισμού, κόστος έλλειψης	Εγκατάσταση, μεταφορά	-	Ζήτηση και προσφορά
Bayram	Χρόνος εκκένωσης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων	Εκχώρηση κυκλοφορίας, ροή υπολοίπου, διαχείριση εκκένωσης
Bozorgi-Amiri	Η αναμενόμενη αξία και η	Εγκατάσταση	-	Ροή εμπορευμάτων,

	διακύμανση του συνολικού κόστους της αλυσίδας ανακούφισης, τα επίπεδα ικανοποίησης, οι ελλείψεις στις πληγείσες περιοχές			απογραφή
Chang	Μεταφορές, άνοιγμα εγκαταστάσεων, ενοικίαση εξοπλισμού, ποινές, απόσταση αποστολής του εξοπλισμού διάσωσης	Εγκατάσταση	-	Προτεραιότητα κατανομής εγκαταστάσεων
Chanta και Sangsawang	Αριθμός ζωνών ζήτησης, εκτίμηση αποστάσεων	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων, όρια αποστάσεων	-
Chen	Απόσταση	Εγκατάσταση	Αριθμός αναθέσεων	Οικονομικό πρόβλημα
Dar και Hanaoka	Συνολικό κόστος των περιστάσεων πριν και μετά από καταστροφή	Εγκατάσταση	υναμικότητα παράδοσης του προμηθευτή	-
Dekle	Εγκαταστάσεις για κάθε περιοχή με δεδομένη απόσταση	-	Προσδιορισμός της θέσης της εγκατάστασης για κάθε περιοχή	-
Dessouky	Αποστάσεις ανάλογες της ζήτησης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων, όρια αποστάσεων	-
Duran	Μέσος χρόνος ανταπόκρισης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων, συνολικός αριθμός επιτρεπτών αποθεμάτων	Πρόβλημα αποθεμάτων
Feng και Wen	Χρόνος μεταφοράς, Αριθμός ιδιωτικών οχημάτων	Συνδέσεις	Κυκλοφοριακό ζήτημα	Έλεγχος κυκλοφορίας
Fetter και	Σταθερό κόστος	Εγκατάσταση	Αριθμός	-

Rakes	και μεταβλητό κόστος εγκατάστασης, καθιστώντας την τεχνολογία, τη λειτουργία, τη μεταφορά και τα έσοδα	η	εγκαταστάσεων, η ικανότητα χαρακτηρισμού των συντριμμιών από συγκεκριμένες περιοχές	
Hale και Moberg	Αριθμός ανοιχτών εγκαταστάσεων	Εγκατάσταση η	Ελάχιστες και μέγιστες αποστάσεις	-
Hong	Συνολικό κόστος υλικοτεχνικής υποστήριξης	-	Απόσταση μεταξύ αποθήκης και εγκαταστάσεων, αριθμός εγκαταστάσεων, ζήτηση	-
Horner και Downs	Το κόστος διανομής ανακουφιστικών αγαθών	Εγκατάσταση η	Αριθμός εγκαταστάσεων	Περιορισμός της ζήτησης
Hu	Κόστος ανοίγματος, απόσταση εκκένωσης	Εγκατάσταση η	-	-
Irohara	Κόστος δημιουργίας κέντρων, κόστος διατήρησης των προκαθορισμένων αποθεμάτων, κόστος αποκατάστασης μετά από καταστροφή	Εγκατάσταση η	Απόσταση, αριθμός κέντρων εκκένωσης	Ανάθεση κοινοτήτων
Jabbarzadeh	Σταθερό κόστος και μεταβλητό κόστος εγκατάστασης, λειτουργικό κόστος, κόστος μεταφοράς, κόστος απογραφής	Εγκατάσταση η (προσωρινή και μόνιμη)	Η ποσότητα αίματος από δωρεές αιμοδοσίας, χωρητικότητα αποθήκευσης	-
Jia	Καλυπτόμενη ζήτηση	Εγκατάσταση η	Αριθμός εγκαταστάσεων	Επίπεδο ποιότητας
Kedchaikulrat και Lohatepanont	Δομή κόστους και βαθμολογία AHP	Εγκατάσταση η, οχήματα	Μέγεθος εγκαταστάσεων	-
Khayal	Σταθερό κόστος,	Εγκατάσταση	-	Ροή

	μεταφορικό κόστος κατανομής πόρων, κόστος διανομής, κόστος ποινής καθυστέρησης	η, προμήθειες		εμπορευμάτων, ανάθεση προμήθειας, μεταφορά πόρων, ικανοποίηση ζήτησης
Kilci	Εκτίμηση της λειτουργίας του υποψήφιου καταφυγίου	Εγκατάσταση	-	Αλληλεπίδραση στη διαφορά χρήσης
Klibi	Κόστος μεταφοράς και προμήθειας, Ποινή που συνδέεται ικανοποιητικά με αιτήματα διανομής	Εγκατάσταση, ποσότητα αποθεμάτων	Προϋπολογισμός, ποσότητες εφοδιασμού προμηθευτή	Επίπεδο αποθεμάτων, επίπεδο κινδύνου
Kongsomsaksakul	Χρόνος εκκένωσης	Εγκατάσταση, συνδέσεις	Συνδέσεις	Συνδυασμένη κατανομή, πρόβλημα αντιστοίχισης
Lin.	Κόστος ποινής, χρέωση ποινής παράδοσης, κόστος αποστολής, αδικαιολόγητο κόστος υπηρεσίας	Εγκατάσταση	Αριθμός αποθηκών, φορτηγών, χρόνος ταξιδιού, ποσότητα παραγγελίας	-
Manoriniwes και Irohara	Κόστος ανοίγματος, κόστος αποστολής, χρόνος απόκρισης	Εγκατάσταση, οχήματα	Αριθμός οχημάτων, Αριθμός κέντρων διανομής, διαθέσιμος χρόνος απόκρισης	-
Marcelin	Συνολικό κόστος μετακίνησης λόγω ζήτησης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων	-
McCall	Θύμα ναυτικών μιλίων, έλλειψη	Εγκατάσταση	Προϋπολογισμός, όριο παράδοσης, αριθμός αποθεμάτων, αριθμός κοινοτήτων	Ακάλυπτες απαιτήσεις
Mete και Zabinsky	Λειτουργία αποθήκης, χρόνος μεταφοράς	Οχήματα	Ανώτατο όριο έλλειψης αποθεμάτων	-
Moeini	Κόστος	-	Αριθμός	Πρόβλημα

	μετεγκατάσταση του οχήματος, καλυπτόμενη ζήτηση		ασθενοφόρων, χρόνος	μετεγκατάστασης
Murali	Αριθμός σημείων ζήτησης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων, διαθέσιμες προμήθειες κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης	-
Paul και Hariharan	Το κόστος θνησιμότητας, το κόστος διατήρησης ενός αποθέματος	Εγκατάσταση	Προϋπολογισμός	Νοημοσύνη, τύπος ιατρικής κατάστασης, μοναδική φύση κάθε τύπου καταστροφής
Psaraftis	Άνοιγμα εγκατάστασης, απόκτηση μετοχών, μεταφορά, εργασίες, αχρείαστη ζήτηση, καθυστέρηση	-	-	-
Ransikarbun και Mason	Δικαιοσύνη / ισότητα, ανεκπλήρωτη ζήτηση, κόστος δικτύου	Εγκατάσταση, οδικό δίκτυο	Αριθμός διακεκομμένων κόμβων και διακεκομμένων τόνων, Προϋπολογισμός	Διατήρηση ροής
Rawls και Turnquist	Κόστος απόκτησης αγαθών, απόκτηση αποθεμάτων, μεταφορά, έλλειψη, κατοχή	Εγκατάσταση, συνδέσεις	Απαιτήσεις, αριθμός εγκαταστάσεων, επίπεδο αποθεμάτων	Κατανομή των πόρων
Rawls και Turnquist	Άνοιγμα εγκατάστασης, μεταφορά, ανεκπλήρωτη ζήτηση, κατοχή	Εγκατάσταση, συνδέσεις	Αριθμός εγκαταστάσεων	-
Salman και Yücel	Καλυπτόμενη ζήτηση	-	Αριθμός εγκαταστάσεων	Πρόβλημα συντομότερης διαδρομής
Santos	Αριθμός σημείων ζήτησης	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων, όρια αποστάσεων	-
Talwar	Εκτίμηση απόστασης, μη	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων	-

	εκτιμήσιμη απόσταση			
Verma και Gaukler	Κόστος μεταφοράς	Εγκατάσταση	Αριθμός εγκαταστάσεων	Προμηθευτής
Wilhelm και Srinivasa	Άνοιγμα εγκατάστασης και επέκταση, απόκτηση μετοχών, εγχειρήματα	Εγκατάσταση	Χρονική κλιμάκωση απαίτησης καθαρισμού	-
Ye	Πλήθος αποθηκών	-	Αριθμός αποθηκών, όρια απόστάσεων	-

2.7 Η διάσταση της διαχείρισης αποθεμάτων

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ο ρυθμός ανάπτυξης των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων που αφορούν τη διαχείριση αποθεμάτων στον τομέα της ανθρωπιστικής εφοδιαστικής αλυσίδας έχει αυξηθεί σημαντικά. Η διαχείριση των αποθεμάτων μπορεί να οριστεί ως "η επίβλεψη και ο έλεγχος της παραγγελίας, της αποθήκευσης και της χρήσης εξαρτημάτων που θα χρησιμοποιεί η εταιρεία για την παραγωγή των ειδών που θα πουλήσει καθώς και την εποπτεία και τον έλεγχο των ποσοτήτων των τελικών προϊόντων προς πώληση" (Odisha State Open University). Με βάση αυτόν τον ορισμό, μια έκφραση της διαχείρισης αποθεμάτων, ήτοι η προετοιμασία των αποθεμάτων, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως αποτελεσματική στρατηγική για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας, ειδικά όταν τα επίπεδα τοπικών προμηθειών είναι περιορισμένα. Συγκεκριμένα, όπως αναφέρουν οι Long & Wood, "η διαχείριση των αποθεμάτων στις επιχειρήσεις έκτακτης ανάγκης είναι μοναδική δεδομένου ότι η χρονική αξία των εμπορευμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από το κόστος αποθεματοποίησης. Η κατοχή της διαθέσιμης τροφής και η ταχύτερη δυνατή μετακίνησή της είναι πολύ πιο σημαντική από την κατοχή ελάχιστων αποθεμάτων ». Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η φύση μιας καταστροφής για την οποία ένας οργανισμός σκοπεύει να προετοιμαστεί για να επηρεάσει την επιλογή και το ύψος του αποθέματος που θα αποθηκευτεί σε κάθε εγκατάσταση, καθώς και την πολιτική απογραφής (Richardson, 2010).

Ένας σημαντικός αριθμός ερευνητικών εργασιών που ασχολούνται με τον έλεγχο απογραφής και την ανθρωπιστική εφοδιαστική αλυσίδα είναι επί του παρόντος διαθέσιμα. Ένα πρώτο παράδειγμα μπορεί να βρεθεί σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Lodree και Taskin (2008), η οποία ασχολείται με την αβεβαιότητα της ζήτησης σε ένα πρόβλημα σχεδιασμού απογραφής έκτακτης ανάγκης. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορεί να βρεθεί σε μια μελέτη

που πραγματοποιήθηκε από τους Beamon και Kotleba (2008), η οποία εισάγει ένα μοντέλο πολλαπλών προμηθευτών με διακριτές τυχαίες απαιτήσεις και δύο τύπους παραγγελιών: κανονικές και επείγουσες παραγγελίες. Ένα άλλο παράδειγμα μπορεί να βρεθεί στην πρόταση του Qin (2012) ενός διαχρονικά ολοκληρωμένου μοντέλου απογραφής ενός χρόνου για τον προσδιορισμό της βέλτιστης ποσότητας προϊόντων έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση πλημμύρας.

Ο Πίνακας 2.3 παρέχει μια σειρά σχετικών μοντέλων, ενώ ακολουθείται η διάκριση σε μια στοχαστική ή αιτιοκρατική προσέγγιση.

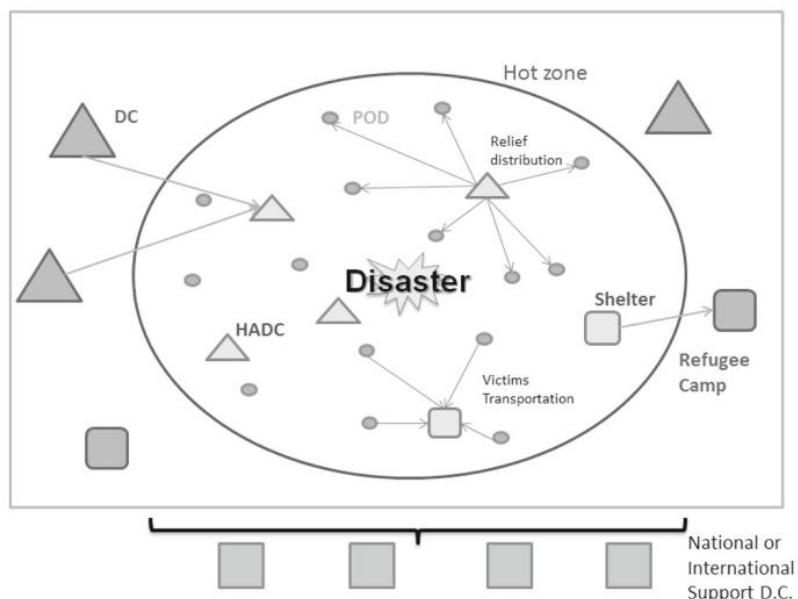
Πίνακας 2.3: Στοχαστικά και αιτιοκρατικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων

Συγγραφείς	Αιτιοκρατικό	Στοχαστικό
Akkihah (2006)	•	
Beamon και Kotleba (2006)	•	
Sheu (2007)		•
Balcik (2008)		•
Lodree και Taskin (2008)		•
Salmerón και Apte (2010)		•
Mete και Zabinsky (2010)		•
Rottkemper (2011)	•	
Taskin και Lodree (2011)		•
Qin (2012)		•

2.8 Η διάσταση της κατανομής της ανακούφισης

Η κατανομή ανακούφισης σημαίνει ότι φέρνουν διάφορα είδη ανακούφισης στους πληγέντες (συμπεριλαμβανομένων των ιατρικών ειδών, του ανθρώπινου δυναμικού, της αποχέτευσης κλπ.). Αυτή η διάσταση μπορεί να επεκταθεί για να συμπεριλάβει τη μεταφορά ατυχημάτων και το σχεδιασμό του δικτύου αφιερωμένου στην κατανομή ανακούφισης, μια τυπική αναπαράσταση της οποίας περιλαμβάνεται στο σχήμα 2. Σύμφωνα με τους Caunhye(2012), η πρώτη θεωρείται ως πρόσθετη θεώρηση για τα μοντέλα διανομής ανακούφισης από διάφορους άλλους ερευνητές. Η τελευταία, σύμφωνα με τους Habib(2016), αναφέρεται στο σχεδιασμό του δικτύου υπό ορισμένους περιορισμούς και στόχους. Τα περισσότερα μοντέλα έχουν περιορισμένη ποικιλία περιορισμών και στόχων και προσθέτοντας

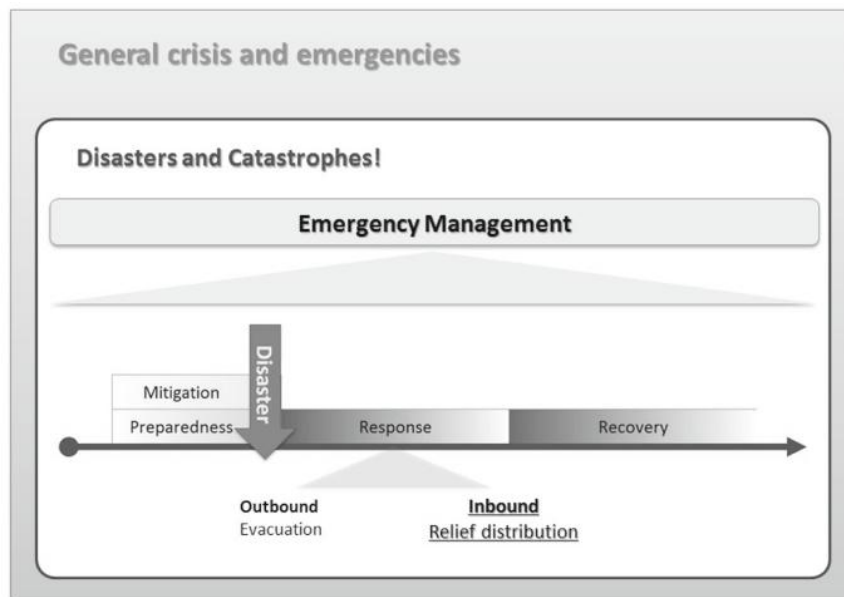
περισσότερες λεπτομέρειες σε ένα μοντέλο, αν και το καθιστούν πρακτικότερο, αυξάνει την πολυπλοκότητά του.



Σχήμα 2: Τυπικό δίκτυο απόκρισης εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης
[Προσαρμοσμένο από: Anaya-Arenas 2014]

Τα περισσότερα μοντέλα που ανήκουν στη διάσταση της κατανομής της ανακούφισης επικεντρώνονται στον προγραμματισμό μετά από καταστροφή και γενικά ακολουθούν μια αιτιοκρατική προσέγγιση πολλαπλών προϊόντων και πολλαπλών περιόδων (Caunhye, 2012, Habib, 2016). Το σχήμα 2.1 παρουσιάζει τη ροή εισερχόμενων (διανομένων ανακούφισης) και εξερχόμενων (μεταφορά ατυχημάτων) κατά τη διάρκεια του σταδίου αντίδρασης διαχείρισης έκτακτης ανάγκης. Στο πλαίσιο αυτό, ορισμένες κρίσιμες παράμετροι και περιορισμοί που περιλαμβάνονται στα μοντέλα που εμπίπτουν στο πεδίο αυτής της διάστασης είναι:

- χωρητικότητα διαθέσιμων οχημάτων
- αριθμός διαθέσιμων οχημάτων
- σύνθεση στόλου οχημάτων (ομοιογενής ή ετερογενής)
- ενιαίες ή πολλαπλές αποθήκες



Σχήμα 2.1: Περιοχή διανομής ανακούφισης και μεταφοράς ατυχημάτων [Προσαρμοσμένο από: Anaya-Arenas,2014]

Οι στόχοι αυτών των μοντέλων γενικά στοχεύουν στην αύξηση της απόκρισης και της αποδοτικότητας του κόστους. Ωστόσο, η ελαχιστοποίηση του κόστους μπορεί να μην είναι μια κατάλληλη αντικειμενική λειτουργία, ειδικά κάτω από ακραίες συνθήκες όταν η ζήτηση αυξάνεται εκθετικά και όταν ο μοναδικός πρωταρχικός στόχος είναι η διατήρηση της ζωής (Habib, 2016).

Οι περισσότερες έρευνες που διεξάγονται σε αυτόν τον τομέα ερμηνεύουν την κατανομή της ανακούφισης ως ροή εμπορευμάτων ή την κατανομή των πόρων και τη μεταφορά των ατυχημάτων ως ροή τραυματιών ή κατανομή πόρων και εργασιών (Caunhye, 2012). Σε αυτή τη βάση, μια διαφορά που βασίζεται στο περιεχόμενο προτείνεται από τον Caunhye(2012), και συγκεκριμένα εκείνων των μοντέλων για:

- κατανομή πόρων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη τις εργασίες ή τις αναθέσεις πόρων χωρίς να καθορίζουν ποσότητες ροής κατά μήκος τόξων με τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα να αποσκοπούν στην κατανομή εξοπλισμού για τον καθαρισμό των πετρελαιοκηλίδων ή την τροποποίηση άλλων ναυτικών καταστροφών.
- τη ροή των εμπορευμάτων, τα οποία καθορίζουν μόνο τις ροές των εμπορευμάτων κατά μήκος των τόξων και αποφασίζουν ποιες ποσότητες να ταξιδεύουν κατά μήκος συγκεκριμένων ζεύξεων χωρίς να τις αναθέτουν σε κάποιο συγκεκριμένο πόρο (π.χ. μεταφορικό όχημα).

- την κατανομή των πόρων και τη ροή των εμπορευμάτων, τα οποία είναι τα πιο κοινά είδη μοντέλων μεταφοράς καταστολής και ατυχημάτων. Τα μοντέλα πολλαπλών περιόδων πληρώνουν αυξημένη μέριμνα για τις αποφάσεις ροής εμπορευμάτων μαζί με επιλογές τρόπου μεταφοράς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι: α) τα μοντέλα αυτά επιτρέπουν την εξέταση των δραστηριοτήτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους για τρόπους μεταφοράς και εμπορεύματα, β) τα μοντέλα αυτά επιτρέπουν την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος της μη ικανοποιημένης ζήτησης πέραν του χρόνου, τη βελτιστοποίηση της επικαιρότητας της αντίδρασης και γ) τα μοντέλα αυτά θεωρούν τη διασπορά εμπορευμάτων, η οποία απαιτεί τόσο τη γνώση των μεταφερόμενων εμπορευμάτων όσο και τη γνώση της χωρητικότητας των οχημάτων. Από την άλλη πλευρά, για τα μοντέλα μιας περιόδου είναι δυσκολότερο να εξακριβωθούν οι συνήθεις λόγοι για τη συμπερίληψη τόσο της κατανομής των πόρων όσο και των ροών των εμπορευμάτων.

Πίνακας 2.4 Σειρά μελετών που προτείνουν μοντέλα που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα κατανομής της ανακούφισης όπως ανασκοπείται από τον Habib (2016).

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
Ahmadi	Ελαχιστοποίηση (χρόνος διανομής, κόστος ποινής ανικανοποίητης ζήτησης, σταθερό κόστος ανοίγματος τοπικής αποθήκης)	Άφιξη και προορισμός, αριθμός οχημάτων, ζήτηση, χρόνος εργασίας, χωρητικότητα αποθήκης	Μοντέλο δρομολόγησης θέσης πολλαπλών αποθηκών
Yi και Kuma	Ελαχιστοποίηση (σταθμισμένο άθροισμα ανικανοποίητης ζήτησης)	Ροή τραυματιών, αριθμός μη φροντισμένων τραυματιών, φορτίο και χωρητικότητα οχημάτων, αριθμός οχημάτων	Μοντέλο ροής δικτύου πολλαπλών χρήσεων
Vitoriano	Ελαχιστοποίηση (χρόνος, κόστος) Μεγιστοποίηση (ισότητα, αξιοπιστία)	Ισορροπία προσφοράς και ζήτησης σε κάθε κόμβο, τύπο οχήματος, εξάλειψη υποκύκλωσης, χωρητικότητα του οχήματος	Μοντέλο διανομής ανακούφισης
Tzeng	Ελαχιστοποίηση (κόστος μεταφοράς, απόσταση μετακίνησης) Μεγιστοποίηση	Περίοδος αποστολής, επιλογή αποθήκης, αβέβαιη ζήτηση	Μοντέλο διανομής ανακούφισης

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
	(ελάχιστη ικανοποίηση)		
Chen	Ελαχιστοποίηση (λήψη αποφάσεων και χρόνος μεταφοράς εξοπλισμού)	Ισορροπία εισροής και εκροής σε κάθε κόμβο, δρομολόγηση οχήματος	Μοντέλο διανομής εξοπλισμού ανακούφισης
Wang	Ελαχιστοποίηση (χρόνος ταξιδιού, κόστος διανομής ανακούφισης) Μεγιστοποίηση (αξιοπιστία διαδρομής)	Η άφιξη και ο προορισμός του οχήματος, η ποσότητα ανακούφισης, η ζήτηση και η παροχή ανακούφισης, η χωρητικότητα του οχήματος	Πολυλειτουργικό ανοιχτό μοντέλο δρομολόγησης θέσης
Jabbarzadeh	Ελαχιστοποίηση (κόστος τοποθέτησης εγκαταστάσεων αιματοδοσίας, μεταφοράς και κατοχής)	Θέση και αριθμός εγκαταστάσεων, ποσότητα αίματος που απαιτείται σε κάθε εγκατάσταση, επίπεδο απογραφής αίματος στο τέλος κάθε περιόδου	Ισχυρό μοντέλο σχεδιασμού δικτύου
Balcik	Ελαχιστοποίηση (κόστος υλικοτεχνικής υποστήριξης, κόστος ποινής και κόστος έλλειψης)	Εκπλήρωση ζήτησης, χωρητικότητα οχήματος	Μοντέλο διανομής τελευταίου μιλίου
Tirado	Ελαχιστοποίηση (απόκλιση της χορηγηθείσας ενίσχυσης σε σχέση με το προβλεπόμενο ποσό)	Δυναμικό ισοζύγιο ροής σε κάθε κόμβο, ισορροπία ροής για οχήματα, διαθεσιμότητα οχήματος, χωρητικότητα του οχήματος, ποσότητα φορτίου	Λεξικογραφικό μοντέλο δυναμικής ροής
Liberatore	Μεγιστοποίηση (ικανοποίηση της ζήτησης)	Χρόνος άφιξης, συνολική ζήτηση, μέγιστη πιθανότητα ανάκτησης, αξιοπιστία τόξου	Μοντέλο διανομής ανθρωπιστικής βοήθειας
Campbell	Ελαχιστοποίηση (μέγιστος και ελάχιστος μέσος χρόνος άφιξης)	Απομάκρυνση του στόλου, προορισμός διαδρομής οχήματος, ώρα άφιξης	Πρόβλημα μεταφοράς των πωλητών και πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων
Sheu	Μεγιστοποίηση (συλλογική)	Το μέγεθος του πληθυσμού, ο αριθμός	Μοντέλο διανομής ανακούφισης

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
	ανθεκτικότητα των επιζώντων κατά τη διάρκεια επιχειρήσεων επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας)	των επηρεαζόμενων περιοχών, το κόστος εγκατάστασης, το κόστος μεταφοράς, η ζήτηση και η παροχή ανακούφισης	
Afshar και Haghani	Ελαχιστοποίηση (το συνολικό ποσό της σταθμισμένης ανικανοποίητης ζήτησης)	Ροή εμπορευμάτων, ροή οχημάτων, θέση εγκατάστασης, χωρητικότητες προσωρινών εγκαταστάσεων	Μοντέλο διανομής ανακούφισης
Huang	Ελαχιστοποίηση (άθροισμα των ωρών άφιξης στους δικαιούχους)	Αριθμός οχημάτων, ισορροπία ροής, ώρα άφιξης	Μοντέλο δρομολόγησης αξιολόγησης
Bozorgi-Amiri	Ελαχιστοποίηση (συνολικό κόστος της αλυσίδας ανακούφισης, άθροισμα των μέγιστων ελλείψεων) Μεγιστοποίηση (επίπεδο ικανοποίησης)	Ροή εμπορευμάτων, όρια χωρητικότητας των κέντρων διανομής, αριθμός κέντρων διανομής	Μοντέλο διανομής ανακούφισης
Özdamar και Demir	Ελαχιστοποίηση (εκτιμώμενο συνολικό χρόνο μεταφοράς)	Ισοζύγιο ροής των εμπορευμάτων, ανεκπλήρωτες απαιτήσεις, επίπεδο αποθέματος στην αποθήκη, χωρητικότητα οχημάτων, αριθμός οχημάτων, αριθμός δρομολογίων	Μοντέλο δρομολόγησης οχήματος
Hu και Sheu	Ελαχιστοποίηση (κόστος υλικοτεχνικής υποστήριξης, κόστος περιβαλλοντικού και λειτουργικού κινδύνου και ψυχολογικό κόστος)	Ανακυκλωμένα ποσά για χρήση, αποθέματα των συντριμμιών που αποθηκεύονται, ανακυκλώνονται, μεταφέρονται και απορρίπτονται, μεταφορές υπολειμμάτων	Μοντέλο της αντίστροφης λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας για τα συντρίμια μετά την καταστροφή
Lin	Ελαχιστοποίηση (λειτουργία ποινής,	Μέγιστο επίπεδο εξυπηρέτησης,	Μοντέλο διανομής ανακούφισης

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
	απαράδεκτες απαιτήσεις και συνολικός χρόνος μεταφοράς)	δικαιοσύνη, χωρητικότητα του οχήματος, ώρες εργασίας	
Vitoriano	Ελαχιστοποίηση (κόστος λειτουργίας, μέγιστη πιθανότητα ανάκτησης) Μεγιστοποίηση (αξιοπιστία σε μια σύνδεση)	Διαθεσιμότητα εμπορευμάτων, ροή οχημάτων, φορτίο οχήματος, προϋπολογισμός	Σύστημα διανομής ανθρωπιστικής βοήθειας
Shen	Ελαχιστοποίηση (μη ικανοποιημένη ζήτηση)	Διαδρομή, εφικτότητα, χρόνος, υπηρεσία, ροή ζήτησης	Μοντέλο δρομολόγησης οχήματος
Chiou και Lai	Ελαχιστοποίηση (χρόνος της διαδρομής διάσωσης, συνολικός χρόνος διαδρομής, αριθμός ανεξάρτητων διαδρομών μη πληγέντων και αριθμός αστυνομικών)	Η αξιοπιστία της πρόσβασης, η κυκλοφοριακή ικανότητα, ο βαθμός βλάβης της εγκατάστασης μεταφοράς	Βέλτιστη διαδρομή διάσωσης και μοντέλο ελέγχου κυκλοφορίας
Berkoune	Ελαχιστοποίηση (συνολική διάρκεια όλων των μεταφορών)	Διαθεσιμότητα αγαθών αρωγής, προσφορά και ζήτηση, ημερήσιος χρόνος εργασίας, τύπος οχήματος, χωρητικότητα του οχήματος	Μοντέλο διανομής ανακούφισης
Adivar και Mert	Μεγιστοποίηση (ελάχιστη αξιοπιστία σε σχέση με κάθε στοιχείο) Ελαχιστοποίηση (συνολικό κόστος προμήθειας και μεταφοράς)	Διατήρηση των ροών, περιορισμοί δυναμικότητας των διαθέσιμων μεταφορικών μέσων, χρονική περίοδος κατά την οποία φθάνουν τα στοιχεία ασφαλείας, διαθέσιμος αριθμός οχημάτων	Διεθνές μοντέλο σχεδιασμού ανακούφισης
Camacho-Vallejo	Ελαχιστοποίηση (συνολικός χρόνος απόκρισης για την παροχή βοήθειας, κόστος μεταφοράς)	Διαθέσιμος χώρος σε κάθε κέντρο αποθήκευσης, ποσότητα ανακουφιστικών αγαθών, ζήτηση και προμήθεια	Διεθνές μοντέλο διανομής βοήθειας

2.9 Η διάσταση της μαζικής εκκένωσης

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της έκτακτης εφοδιαστικής που αποτελεί υποψήφιο για την ανάπτυξη μοντέλων και τεχνικών βελτιστοποίησης είναι αυτή της μαζικής εκκένωσης. Η μέθοδος εκκένωσης κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής εξαρτάται από διάφορες τοποθεσίες, μεγέθη και πληθυσμιακή πυκνότητα καθώς και υπάρχουσα υποδομή στην περιοχή που εκκενώνεται (Habib, 2016)[20]. Με βάση αυτές τις παραμέτρους, τα μοντέλα μαζικής εκκένωσης μπορούν να χωριστούν κυρίως σε πέντε κατηγορίες (Habib, 2016):

- Μοντέλα εκκένωσης των δημόσιων συγκοινωνιών: Αυτά τα μοντέλα επιδιώκουν κυρίως να βελτιστοποιούν τις στάσεις παραλαβής, τα καταφύγια και τις διαδρομές λεωφορείων για να φτάσουν στις αποθήκες.
- Μοντέλα εκκένωσης ιδιωτικών μεταφορών: το κύριο ζήτημα για αυτά τα μοντέλα είναι η διασφάλιση ομαλών ροών κυκλοφορίας.
- Μοντέλο εκκένωσης της αστικής περιοχής: τα μοντέλα αστικής εκκένωσης, λόγω της υψηλής πυκνότητας πληθυσμού, επιδιώκουν τη βελτιστοποίηση της διατήρησης της ροής, της ικανότητας εισροής, της χωρητικότητας του δρόμου και των συνεκτικών λωρίδων.
- Εκκένωση σύντομης ειδοποίησης: αυτοί οι τύποι εκκένωσης επιτρέπουν χρόνο παράδοσης 24 έως 72 ωρών πριν από την εμφάνιση ενός επικίνδυνου συμβάντος. οι αντικειμενικές λειτουργίες περιλαμβάνουν τη μεγιστοποίηση του αριθμού των αποβλήτων και των παροχών και την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και του χρόνου εκκένωσης.
- Εκκένωση χωρίς ειδοποίηση: παρόμοια με τις εκκρεμότητες της σύντομης προειδοποίησης, με τη διαφορά ότι οι εκκενώσεις αυτού του τύπου πρέπει να ξεκινήσουν αμέσως μετά από μια προειδοποίηση.

Ο Πίνακας 2.5 συνοψίζει μια σειρά μοντέλων που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της μαζικής εκκένωσης όπως ανασκοπείται από τον Habib(2016).

Πίνακας 2.5: Μοντέλα μαζικής εκκένωσης όπως περιγράφονται από τον Habib (2016)

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
Sheu and Pan	Ελαχιστοποίηση (απόσταση διαδρομής, λειτουργικό κόστος, ψυχολογικό κόστος)	Αριθμός διασωθέντων, αριθμός προσβεβλημένων ατόμων, ροή διασωθέντων σε	Κεντρικό μοντέλο δικτύου παροχής

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
		καταφύγιο, απόσταση που διανύθηκε από τον διασωθέντα	
Bish	Ελαχιστοποίηση (συνολική διάρκεια της εκκένωσης)	Σταθερότητα ροής στους κόμβους ζήτησης, χωρητικότητα του οχήματος, χωρητικότητα καταφυγίου, παράδοση των διασωθέντων στο καταφύγιο, πολλαπλές αποθήκες, πολλαπλά ταξίδια	Μοντέλο σχεδιασμού εκκένωσης με βάση το λεωφορείο
Bretschneider και Kimms	Ελαχιστοποίηση (σταθμισμένο άθροισμα ροής κατά την εκκένωση)	Διατήρηση ροής, χωρητικότητα εισροής, χωρητικότητα δρόμου, συνέπεια λωρίδας	Μοντέλο εκκένωσης αστικών περιοχών
Saygady και Eksioğlu	Ελαχιστοποίηση (συνολικός χρόνος εκκένωσης, αριθμός ατυχημάτων)	Χωρητικότητα οχήματος, διατήρηση ροής για τους πολίτες, αριθμός οχημάτων, θέση παραλαβής πολιτών	Μοντέλο εκκένωσης αστικών περιοχών
Chiu και Zheng	Ελαχιστοποίηση (συνολικός χρόνος διαδρομής όλων των ομάδων προτεραιότητας)	Διατήρηση ροής στην κυψέλη των πηγών, μέγιστη παροχή ροής, χωρητικότητα καταφυγίου	Κυψελωτό μοντέλο εκκένωσης
Naghawi και Wolshon	Μεγιστοποίηση (συνολικός αριθμός διασωθέντων)	Διαδρομές εκκένωσης, ροές	Μοντέλο εκκένωσης με βάση το λεωφορείο
Hsu και Peeta	Μεγιστοποίηση (συνολικός αριθμός διασωθέντων)	Αριθμός οχημάτων, διαθεσιμότητα πόρων	Μοντέλο εκκένωσης με βάση το στάδιο
Özdamar και Yi	Ελαχιστοποίηση (συνολική καθυστέρηση υπηρεσίας)	Ζήτηση και ισοζύγιο εφοδιασμού, ροή των διασωθέντων, αριθμός των τραυματιών που εξυπηρετούνται, αριθμός οχημάτων, χωρητικότητα του οχήματος	Κατανομή ανακούφισης καταστροφών και μοντέλο εκκένωσης

Συγγραφείς	Αντικειμενική Λειτουργία	Περιορισμοί / Αποφάσεις	Τύπος Προβλήματος
Yi και Özdamar	Ελαχιστοποίηση (σταθμισμένο άθροισμα ανικανοποίητης ζήτησης, σταθμισμένο άθροισμα τραυματιών που περιμένουν)	Η χωρητικότητα του οχήματος, ο τύπος του οχήματος, ο αριθμός των οχημάτων, ο αριθμός των τραυματιών που περιμένουν, ο αριθμός των τραυματιών που εξυπηρετούνται	Μοντέλο διανομής θέσης
Najafi	Ελαχιστοποίηση (σύνολο ανεπαρκώς φροντισμένων τραυματιών, ανικανοποίητες απαιτήσεις, χρησιμοποιούμενα οχήματα)	Μεταφορά εμπορευμάτων, τύπος οχήματος, χωρητικότητα νοσοκομείων	Κατανομή μετά από καταστροφή και μοντέλο εκκένωσης
Morgul	Ελαχιστοποίηση (κόστος για την ανικανοποίητη ζήτηση, κόστος για το μισθωμένο επιπλέον ανθρώπινο συμβούλιο)	Ποιότητα εξυπηρέτησης	Μοντέλο σχεδιασμού εκκένωσης με βάση το λεωφορείο
Kongsomsaksakul	Ελαχιστοποίηση (χρόνος διαδρομής)	Διατήρηση ροής, περιορισμός παραγωγής, ροής και ζήτησης	Μοντέλο διανομής και εκχώρησης
Hsu και Peeta	Ελαχιστοποίηση (απόλυτη διαφορά μεταξύ των επιθυμητών αναλογιών και των προβλεπόμενων αναλογιών των διασωθέντων που εκτελούν τις διαδρομές εκκένωσης)	Γλωσσικό μήνυμα, διατήρηση της ζήτησης, επιλογή διαδρομής απομάκρυνσης	Συμπεριλαμβανόμενο μοντέλο ελέγχου της κυκλοφορίας δικτύου βασισμένο στη συμπεριφορά
Özdamar και Demir	Ελαχιστοποίηση (συνολικός χρόνος διαδρομής, αποδοτική χρήση του οχήματος)	Ισορροπία ροής υλικού, μη ικανοποιημένη ζήτηση, επίπεδο αποθέματος στην αποθήκη, χωρητικότητα του οχήματος	Κατανομή μετά από καταστροφή και μοντέλο εκκένωσης

Κεφάλαιο 3

3.1 Διαφορές μεταξύ Ανθρωπιστικών και Εμπορικών εφοδιαστικών αλυσίδων

Όταν ερχόμαστε αντιμέτωποι με μία καταστροφή, τα άτομα που λειτουργούν τις εφοδιαστικές αλυσίδες στον ανθρωπιστικό τομέα πρέπει να έχουν επίγνωση αρκετών διαφορετικών προκλήσεων που τυπικά δεν υπάρχουν στο εμπορικό πλαίσιο των εφοδιαστικών αλυσίδων.

Τις περισσότερες φορές, οι κρίσεις έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις υποδομές της πληγείσας περιοχής. Με βάση τα θέματα των υποδομών, προκύπτουν χαοτικές συνθήκες. Επιπλέον, οι υψηλές προσπάθειες συνεργασίας, καθώς και οι αιφνίδιες και ασταθείς απαιτήσεις, κρατούν αυτά τα άτομα σε εγρήγορση.

Λόγω αυτών και πολλών άλλων χαρακτηριστικών, ο κύριος σκοπός των εφοδιαστικών αλυσίδων ανθρωπιστικής φύσεως διαφέρει από τον αντίστοιχο εμπορικό.

3.2 Καθορισμός του σκοπού της Ανθρωπιστικής και της Εμπορικής εφοδιαστικής αλυσίδας

Ο καθορισμός του βασικού σκοπού και των δύο ειδών εφοδιαστικής αλυσίδας οδηγεί στην κατανόηση της διαφοράς μεταξύ της ανθρωπιστικής και εμπορικής φύσεως της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η διαφορά εντοπίζεται στη σημασία της κερδοφορίας. Οι Langley και Rutner (2000) ανέφεραν στο έργο τους πως η αξία της εμπορικής εφοδιαστικής αλυσίδας έγκειται στη συμβολή στην κερδοφορία. Ως εκ τούτου, η εστίαση στην επιχειρησιακή εφοδιαστική αλυσίδα αφορά τη μείωση του κόστους, ενώ ο κύριος σκοπός εκείνων που δραστηριοποιούνται στις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες είναι η παροχή βοήθειας σε άτομα που βρίσκονται σε περιοχές κρίσης.

Για παράδειγμα, η αντίδραση όσον το δυνατόν γρηγορότερα σε μία καταστροφή απαιτεί συχνά τη χρήση αεροπλάνων, αλλά η εναέρια μεταφορά προκαλεί υψηλό κόστος. Έτσι η μείωση του κόστους διαδραματίζει δευτερεύοντα ρόλο στη φάση της άμεσης αντίδρασης.

Ο όρος “κέρδος” σε ανθρωπιστικό πλαίσιο συνδέεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχουν οι ευεργέτες, η αναποτελεσματική χρήση των πότων όμως μπορεί να

οδηγήσει σε απώλειες δωρεών, όπου στην προκειμένη περίπτωση ο δότης μένει ανικανοποίητος. Όπως αναφέρουν οι Chandes & Paché, 2010, για να εξασφαλιστεί υψηλή απόδοση, θα ήταν χρήσιμη μία προσέγγιση για την τυποποίηση των διαδικασιών.

Εικόνα 3: Συγκεντρωτικός πίνακας διαφορών εμπορικών και ανθρωπιστικών εφοδιαστικών αλυσίδων

	Εμπορικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες	Ανθρωπιστικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες	Συμπέρασμα
Εύρος εφοδιαστικής αλυσίδας	Από τον προμηθευτή στον πελάτη	Από τους δωρητές και τους προμηθευτές στους δικαιούχους	Η παραγωγή αγαθών δεν αφορά τους ανθρωπιστές. Γίνεται εστίαση στους τελικούς χρήστες, κι όχι στους δωρητές.
Ορισμός πελάτη	Τελικός χρήστης = Αγοραστής	Τελικός χρήστης(Δικαιούχος) ≠ Αγοραστής	
Διάρκεια ζωής	Μερικά χρόνια, αλλά τείνει να συντομευθεί	Μερικές εβδομάδες έως μερικούς μήνες. Προσανατολισμένο έργο.	Η βέλτιστη μεταφορά χρειάζεται επικύρωση της συνάφειας ανά επιχειρηματική περίπτωση, αλλά ταυριάζει με την τάση για μικρότερους κύκλους ζωής των προϊόντων.
Ροή πληροφοριών	Γενικώς καλά δομημένη	Υψηλή σημασία των Μ.Μ.Ε., συχνά η δυνατότητα επικοινωνίας μειώνεται (δεν υπάρχει πρόσβαση στο Internet, κλπ.)	Η ορατότητα είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί στις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες
Ροή ανθρώπινου δυναμικού		Ροή ανθρώπων + μεταφορά γνώσεων	
Ροή οικονομικών πόρων	Διμερείς και γνωστές	Μονομερείς (από τον δωρητή στον δικαιούχο) και αβέβαιοι	
Φορείς	Γνωστοί, με κοινά κίνητρα	Πολλαπλών φύσεων, με έλλειψη σε στελέχωση + μη ευθυγραμμισμένα κίνητρα	Υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας για τις ανθρωπιστικές εφοδιαστικές αλυσίδες, έτσι απαιτείται "ευκινησία" από τους φορείς.
Εφοδιασμός	Οι προμηθευτές είναι γνωστοί εκ των προτέρων.	Οι προμηθευτές και/ή οι δωρητές είναι αβέβαιοι.	
Ζήτηση	Συνήθως προβλέψιμη/γνωστή	Αβέβαιη	
Περιβάλλον	Όλο και πιο ασταθές	Πολύ ασταθές	

Κεφάλαιο 4

4.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

Το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα, χωρίς διακρίσεις ανάμεσα σε αναπτυγμένα ή μη κράτη. Την εμφάνισή του κάνει ακόμα και σε τεχνολογικά, ανεπτυγμένες χώρες, με εξελιγμένο αντιτυρικό σχεδιασμό. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, τα δάση είναι πιο επιρρεπή στην ανάφλεξη και πυροδοτούνται αρνητικές συνέπειες, τις οποίες υφίσταται το φυσικό περιβάλλον και κατ' επέκταση και ο άνθρωπος. Τέτοιες επιπτώσεις, είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η έκλυση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, γεγονός που ευαισθητοποίησε διεθνείς οργανισμούς και φορείς, για λήψη πρωτοβουλιών και ειδικών πολιτικών αντιτυρικής προστασίας, ώστε να αποτρέψουν τις καταστροφικές συνέπειες. Εξαιτίας της φύσης του θέματος, οι επιπτώσεις που προβάλλονται έχουν ως αντίκτυπο το τρίπτυχο της βιώσιμης ανάπτυξης, οικονομία-κοινωνία-περιβάλλον. Το σύνολο των κοινωνικοοικονομικών συνεπειών των δασικών πυρκαγιών, είναι συνάρτηση των λειτουργιών που ασκεί ο δασικός χώρος, αλλά και των σχέσεων που αναπτύσσουν οι συγκεκριμένες λειτουργίες με τον άνθρωπο και την κοινωνία. Διακρίνονται σε κατηγορίες όπως, τοπικές ή υπερτοπικές, μικρές ή μεγάλες και προσωρινές ή διαρκείς. Αυτό εξαρτάται από τη φύση του προβλήματος και το μέγεθός του, αλλά και από τη διαχρονική, γεωγραφική και κοινωνική εμβέλειά του (Στάμου, 2007).

Όσον αφορά στις επιπτώσεις στον ίδιο τον άνθρωπο και την κοινωνία, χαρακτηρίζονται ως άμεσες, καθώς σχετίζονται με την απώλεια ανθρώπινης ζωής και περιουσιών. Οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες, είναι μεγάλης σημασίας και οδηγούν σε ανεπανόρθωτες ζημιές, με μεγάλο αριθμό θυμάτων, αν δεν παρθούν έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι οι τεράστιες και καταστρεπτικές δασικές πυρκαγιές που συνέβησαν το 2007 στην Ελλάδα, όπου τα θύματα έφτασαν τα 64 και οι ζημιές ξεπέρασαν τα 5 δις. €. Οι συγκεκριμένες τιμές, αντιπροσωπεύουν μόνο την αξία των χαμένων εμπορεύσιμων αγαθών και υπηρεσιών. Επομένως, η συνολική αξία της καταστροφής, ξεπερνάει σε μεγάλο βαθμό την αξία που επισημοποιούν οι αρχές. Οι οικονομικές απώλειες λόγω της διαφορετικότητας που παρουσιάζουν οι πυρκαγιές, διαφέρουν και η κατηγοριοποίησή τους, στηρίζεται σ' αυτές που προκύπτουν ως απάντηση και συνέπεια στις πυρκαγιές (καταστολή και αποκατάσταση) και σ' αυτές που ασχολούνται με την πρόληψη (Birot & Mavsar, 2009). Επιπλέον, μια ακόμη κατηγοριοποίηση αναφέρεται στη διάκριση του κόστους σε άμεσο και έμμεσο. Τα άμεσα, σχετίζονται με υποδομές, οχήματα, εξοπλισμό κλπ., ενώ τα έμμεσα είναι τα κόστη, που προκύπτουν από απώλεια σε χρήσεις γης, μείωση του τουρισμού και των σχετικών δραστηριοτήτων και αποκατάσταση της βλάστησης. Η ακριβής αξιολόγηση του ποσού της οικονομικής απώλειας καθίσταται αρκετά δύσκολη και πολύπλοκη διαδικασία, κυρίως, όσον αφορά στα έμμεσα κόστη (FAO Forestry Department, 2013).

Από την άλλη πλευρά, οι πιέσεις που δέχεται η περιβαλλοντική διάσταση της φυσικής καταστροφής, οι οποίες δεν μπορούν να θεωρηθούν ως αμελητέες, μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε ερημοποίηση του ίδιου του τοπίου. Μετά από μελέτες, έχει παρατηρηθεί ότι μια δασική πυρκαγιά μπορεί να προκαλέσει αλλαγές και αρνητικές συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον και στις εδαφικές ιδιότητές του. Πιο συγκεκριμένα, επίδραση ασκεί στις φυσικές και εδαφικές ιδιότητες, στις οποίες συγκαταλέγονται το θερμοκρασιακό καθεστώς του εδάφους, η εδαφική δομή, το πορώδες, η θερμική αγωγιμότητα και θερμοχωρητικότητα, η συγκράτηση και απωθητικότητα του νερού. Ταυτόχρονα, ασκεί επίδραση στις χημικές εδαφικές ιδιότητες, όπως στο οργανικό υλικό, στην ικανότητα συγκράτησης και ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων(Ντάφης, 1986).Το δάσος έχει ανυπολόγιστη αξία και θεωρείται πηγή ζωής. Οι αρνητικές συνέπειες μιας δασικής πυρκαγιάς, εμφανίζονται στην περίπτωση που, οι εν λόγω πυρκαγιές, χαρακτηρίζονται ως επαναλαμβανόμενες στην ίδια περιοχή (Δημητρακόπουλος, 2008) [35]. Οι ζημιές που εντάσσονται στις επιπτώσεις με αντίκτυπο στην κοινωνία, στην οικονομία και στο περιβάλλον, παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί(πιν.4).

Πίνακας 4: Κατάταξη ζημιών δασικής πυρκαγιάς(Birot & Mavsar, 2009).

ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ
Ζημιά σε σπίτια και υποδομές	Ζημιά σε σπίτια και υποδομές	
Ατμοσφαιρική ρύπανση-επιπτώσεις στη δημόσια υγεία	Ατμοσφαιρική ρύπανση-επιπτώσεις στη δημόσια υγεία	Ατμοσφαιρική ρύπανση-επιπτώσεις στη δημόσια υγεία
Εκκένωση όμορων κοινοτήτων	Εκκένωση όμορων κοινοτήτων	
Καταστροφή πολιτισμικών και αρχαιολογικών θέσεων	Καταστροφή πολιτισμικών και αρχαιολογικών θέσεων	
Επιπτώσεις στις μεταφορικές υποδομές	Επιπτώσεις στις μεταφορικές υποδομές	
Ζημιές σε έδαφος, λεκάνες απορροής & αποθέματα νερού	Ζημιές σε έδαφος, λεκάνες απορροής & αποθέματα νερού	Ζημιές σε έδαφος, λεκάνες απορροής & αποθέματα νερού
Ζημιά στα όμορα γεωργικά συστήματα	Ζημιά στα όμορα γεωργικά συστήματα	
Κόστος καταστολής		
Ζημιά σε ξυλεία & άλλα δασικά προϊόντα	Ζημιά σε ξυλεία & άλλα δασικά προϊόντα	
Κόστος ασφάλειας & φόροι		
Ζημιές σε υποδομές αναψυχής	Ζημιές σε υποδομές αναψυχής	
Αλλαγή της βιοποικιλότητας & ενδιατημάτων άγριας ζωής		Αλλαγή της βιοποικιλότητας & ενδιατημάτων άγριας ζωής
Εκπομπές άνθρακα		Εκπομπές άνθρακα
Κόστος ανάπλασης & αποκατάστασης		

Σχετικά με τις θετικές επιδράσεις, η δασική πυρκαγιά μπορεί να επιφέρει στην ενίσχυση της φυσικής αναγέννησης μόνο, στην περίπτωση ελεγχόμενης πυρκαγιάς. Πέρα από τη φυσική αναγέννηση, από την καύση, υποβοηθείται και η υποβλάστηση, ευνοώντας τις φυτεύσεις. Αυτό συμβαίνει, γιατί καίγεται η άχρηστη και ξερή βιομάζα και η χαμηλή βλάστηση που εμποδίζει την ανάπτυξη των δέντρων. Ακόμα, βελτιώνεται η χλωρίδα των βοσκοτόπων, ενώ, καταστρέφει και τις φυτοπαθολογικές ασθένειες(Καϊλίδης & Καρανικόλας, 2004). Έτσι, λοιπόν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, η δημιουργία μιας τεχνητής πυρκαγιάς μπορεί να αποφέρει όχι μόνο αρνητικά αλλά και ορισμένα επιθυμητά αποτελέσματα.

4.2 Κλιματική αλλαγή και πυρκαγιές

Για ακόμη μία φορά, το καλοκαίρι στο Βόρειο και Νότιο Ημισφαίριο σημειώθηκαν μεγάλες πυρκαγιές. Όλες αυτές οι καμένες εκτάσεις, δάση, σπίνια και λοιπές υποδομές, οδήγησαν στη μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και ζώων, προκαλώντας έτσι μεγάλη αναστάτωση στις ζωές τους. Το τεράστιο βάρος που επωμίζονται οι πυροσβέστες κάθε χρόνο έχει μετατραπεί σε ένα καθήκον που πλέον κοστίζει δισεκατομμύρια, χωρίς να υπολογίζουμε το κόστος όλων αυτών των καταστροφών. Με το πέπλο του καπνού να εκτείνεται εκατοντάδες χιλιόμετρα από το σημείο που ξεσπά η πυρκαγιά, επηρεάζονται η ποιότητα του αέρα και κατ' επέκταση και η ορατότητα. Για πολλούς ανθρώπους, έχει καταστεί σαφές πως η κλιματική αλλαγή που προκαλείται άμεσα από τον άνθρωπο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση πυρκαγιών.

Ωστόσο, η συσχέτιση της κλιματικής αλλαγής με την εκδήλωση όλο και περισσότερων πυρκαγιών φαίνεται πως σπάνια αναφέρεται στα μέσα μαζικής επικοινωνίας. Εν μέρει οφείλεται στο γεγονός πως η κατανομή των πυρκαγιών δεν είναι σαφής, με βασικό επιχείρημα να αποτελεί το γεγονός πως πάντα υπήρχαν πυρκαγιές και επομένως πως θα τις αποδώσουμε στην κλιματική αλλαγή.

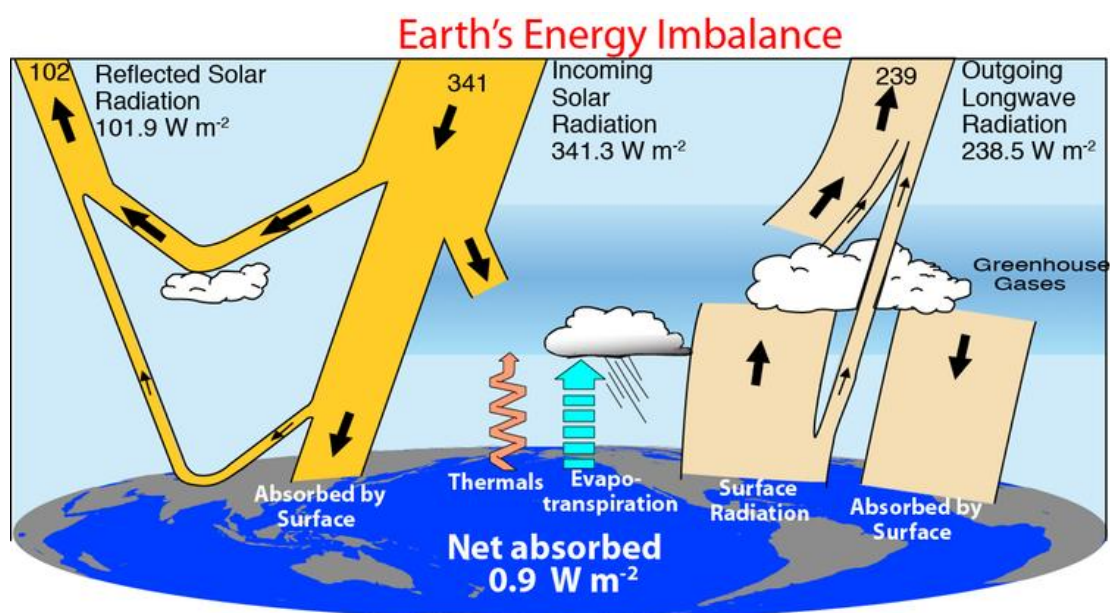
Σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα, το λάθος βρίσκεται στη διατύπωση του προβλήματος. Η υπερθέρμανση του πλανήτη δεν προκαλεί αυτή καθ' αυτή τις πυρκαγιές. Οι κύριες αιτίες είναι ο ανθρώπινος παράγοντας(τσιγάρα, φωτιές σε κατασκηνώσεις που δε σβήνονται σωστά, κ.ά.) και φυσικά φαινόμενα όπως οι αστραπές κατά τη διάρκεια μίας ξηρής καταιγίδας. Η υπερθέρμανση λοιπόν του πλανήτη καθώς αυξάνει την επικινδυνότητα και τη συχνότητα των παραπάνω, αυξάνει και τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Παρόλα αυτά, υπάρχει τεράστια πολυπλοκότητα και ποικιλότητα από τη μία πυρκαγιά στην άλλη, κι ως εκ τούτου η απόδοση των αιτιών που την προκάλεσαν αποτελεί ζήτημα. Ένα ζήτημα το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί αν ο τρόπος σκέψης προκύπτει μέσα από το πρίσμα της φυσικής.

4.2.1 Το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη

Για να κατανοήσουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και των πυρκαγιών, πρέπει να εξετάσουμε το τι συμβαίνει στον πλανήτη μας.

Η σύσταση της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Υπήρξε αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα άνω του 40%, κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων από το 1800, ενώ από το 1985 κι έπειτα η αύξηση αυτή παρατηρείται σε βαθμό άνω του μισού ποσοστού που αναφέραμε προηγουμένως. Άλλα αέρια που παγιδεύουν θερμότητα (μεθάνιο, νιτρώδες οξείδιο, κλπ.) επίσης αυξάνονται σε συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Τα ποσοστά αυτά δυστυχώς αυξάνονται αντί να μειώνονται, όπως ήλπιζαν πολλοί με την συνθήκη του Παρισιού. Όλο αυτό φυσικά οδηγεί σε μία ενεργειακή ανισορροπία του πλανήτη μας.



Εικόνα 4: Ροές ενέργειας του κλιματικού συστήματος σε σχηματική απεικόνιση με αριθμούς στην κορυφή της ατμόσφαιρας και η καθαρή ενεργειακή ανισορροπία στην επιφάνεια.

Trenberth, et al 2009

Τα αέρια που παγιδεύουν τη θερμότητα δρουν σαν κουβέρτα και εμποδίζουν την υπέρυθρη ακτινοβολία, δηλαδή τη θερμότητα από τη Γη, να διαφύγει πίσω στο

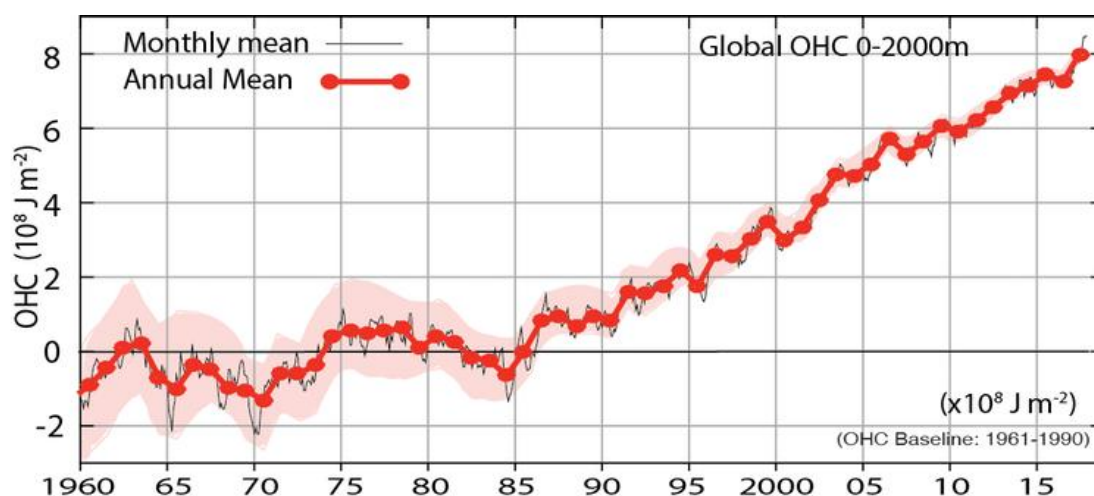
διάστημα έτσι ώστε να αντισταθμιστεί η συνεχής ακτινοβολία που προέρχεται από τον Ήλιο. Καθώς αυτά τα αέρια συσσωρεύονται, όλο και περισσότερο από αυτή την ενέργεια με τη μορφή θερμότητας παραμένει στην ατμόσφαιρα. Η ενέργεια αυξάνει τη θερμοκρασία της Γης, λιώνει τους πάγους, απομακρύνει το παγωμένο νερό και τροφοδοτεί τον κύκλο του νερού μέσω της εξάτμισης.

Επιπλέον, μπορούμε να εκτιμήσουμε την ενεργειακή ανισορροπία της Γης αρκετά καλά. Ανέρχεται σε περίπου 1 watt ανά τετραγωνικό μέτρο ή περίπου 500 terawatts παγκοσμίως.

Ενώ αυτός ο παράγοντας είναι μικρός σε σύγκριση με τη φυσική ροή ενέργειας μέσω του συστήματος όπου είναι 240 watt ανά τετραγωνικό μέτρο, είναι μεγάλος σε σύγκριση με όλες τις άλλες άμεσες επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ το περασμένο έτος ήταν κατά μέσο όρο 0,46 terawatts. Η επιπλέον θερμότητα είναι εξαπλωμένη σε όλο τον κόσμο.

4.2.2 Εντοπίζοντας την ενεργειακή ανισορροπία της Γης

Η θερμότητα συγκεντρώνεται κυρίως στον ωκεανό, σε ποσοστό πάνω από 90%. Αυτή η ενέργεια λοιπόν οδηγεί στη διαστολή του ωκεανού και έτσι αυξάνεται και η στάθμη των υδάτων. Επίσης η θερμότητα συσσωρεύεται κατά την τήξη των πάγων, με αποτέλεσμα την τήξη των πάγων της Αρκτικής και παγετώνων στη Γροιλανδία και την Ανταρκτική. Αυτό προσθέτει νερό στον ωκεανό κι έτσι αυξάνεται το επίπεδο της θάλασσας σε τιμές άνω των τριών χιλιοστών το χρόνο.



Εικόνα 4.1: Παγκόσμια ωκεανική θερμότητα για τα άνω 2000 μέτρα των ωκεανών, με εκτιμήσεις αβεβαιότητας από τη ροζ περιοχή. ScienceAdvances, CC BY-NC

Στην ξηρά, οι επιπτώσεις της ενεργειακής ανισορροπίας περιπλέκονται από το νερό. Εάν υπάρχει νερό σε οποιαδήποτε περιοχή, η θερμότητα οδηγεί στην εξάτμισή του και την ξήρανση, με αποτέλεσμα να τροφοδοτείται η υγρασία στις καταιγίδες, οι οποίες παράγουν πιο έντονη βροχόπτωση. Σε καταστάσεις ξηρασίας από την άλλη, η θερμότητα συσσωρεύεται στο έδαφος. Πρώτα στεγνώνει τα πράγματα και στη συνέχεια αυξάνονται οι θερμοκρασίες.

Έτσι το νερό λειτουργεί ως κλιματιστικό του πλανήτη μας. Αν υπάρχει απουσία νερού, οι θερμικές επιπτώσεις συσσωρεύονται στο έδαφος και προκαλούν ξήρανση της χλωρίδας κι έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία. Με τη σειρά του, αυτό οδηγεί σε κύματα καύσωνα με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς. Αυτοί οι παράγοντες ισχύουν σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα όπως και στις δυτικές ακτές των ΗΠΑ. Ως αποτέλεσμα έχουν σημειωθεί το τελευταίο διάστημα πολλές πυρκαγιές σε Πορτογαλία, Ισπανία, Ελλάδα και άλλα μέρη της Μεσογείου.



Εικόνα 4.2: Δορυφορική εικόνα της πυρκαγιάς του Carr στην Καλιφόρνια. Οι συνθήκες ξηρασίας συμβάλλουν σε άλλο ένα έτος έντονων πυρκαγιών, με πολλά νεκρά δάση και βλάστηση. NASA

Οι συνθήκες που περιγράψαμε μπορούν να αναπτυχθούν και σε άλλα μέρη του κόσμου όταν ισχυροί θόλοι υψηλών πιέσεων(αντικυκλώνες) παραμένουν στάσιμοι, που μπορεί να συμβούν εν μέρει τυχαία ή με αυξημένες πιθανότητες σε μερικά πρότυπα καιρικών συνθηκών, όπως εκείνα που διαπιστώθηκαν από το φαινόμενο

του El Niño. Αναμένεται ότι αυτές οι ξηρές κηλίδες κινούνται από έτος σε έτος, κι ότι η συχνότητα τους αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου όπως φυσικά έχει διαπιστωθεί.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε το πόσο μεγάλη είναι η επίδραση της ενεργειακής ανισορροπίας στη Γη. Ένα watt ανά τετραγωνικό μέτρο σε ένα μήνα, αν συσσωρευτεί, ισοδυναμεί με 720 watt ανά τετραγωνικό μέτρο για μία ώρα. 720 watt ισοδυναμούν με την πλήρη ισχύ ενός φούρνου μικροκυμάτων. Ως εκ τούτου, μετά από ένα μήνα αυτό ισοδυναμεί με ένα φούρνο μικροκυμάτων σε πλήρη ισχύ ανά 0,1 τετραγωνικό μέτρο για έξι λεπτά. Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω πως δεν είναι τόσο δύσκολο να ξεκινήσει μία πυρκαγιά.

4.2.3 Η συμβολή της επιστήμης

Επιστρέφοντας στο αρχικό ζήτημα των πυρκαγιών και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η πλεονάζουσα θερμότητα λόγω της κλιματικής αλλαγής, εξηγούν και ενισχύουν το όλο επιχείρημα.

Στην πραγματικότητα υπάρχει υγρασία στο έδαφος και τα φυτά με τον τρόπο λειτουργίας των ριζών τους ρίχνουν την υγρασία του εδάφους και καθυστερούν τα αποτελέσματα πριν αρχίσουν να μαραίνονται, έτσι ώστε να χρειάζονται περίπου περισσότεροι από δύο μήνες για να γίνουν τα αποτελέσματα αρκετά μεγάλα και να μπορούν να ρυθμίσουν πλήρως το σκηνικό μίας πυρκαγιάς. Σε καθημερινή βάση, το αποτέλεσμα αυτό είναι αμελητέο. Όμως μετά από ένα διάστημα ξηρασίας άνω του ενός μήνα, ο κίνδυνος είναι αισθητά υψηλότερος και φυσικά η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας του πλανήτη επίσης ανεβαίνει.

Όπως και στο παράδειγμα των πυρκαγιών, διαπιστώθηκε πως οι επιστήμονες που ασχολούνται με την κλιματική αλλαγή είναι σε θέση να κάνουν χρήσιμες δηλώσεις υποθέτοντας πως τα καιρικά φαινόμενα δεν επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Επίσης δε μπορούν να πουν πως τα ακραία καιρικά φαινόμενα οφείλονται στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Μπορούν όμως να πουν πως είναι πολύ πιθανό να μην υπήρχαν τέτοιες ακραίες επιπτώσεις λόγω των καιρικών φαινομένων από τη στιγμή που δε θα υπήρχε η υπερθέρμανση του πλανήτη.

Πράγματι, όλα τα καιρικά φαινόμενα επηρεάζονται από την αλλαγή του κλίματος, διότι το περιβάλλον στο οποίο εμφανίζονται είναι πιο ζεστό και υγρό από ότι προηγουμένως. Εστιάζοντας λοιπόν στην ενεργειακή ανισορροπία της Γης, οι

έρευνες αναμένεται να διευκολύνουν την κατανόηση του τι συμβαίνει, γιατί συμβαίνει και τι σημασία έχει για το μέλλον.

Κεφάλαιο 5

5.1 Περιγραφή πιλοτικής περιοχής

Για την εκπόνηση της παρούσης διπλωματικής εργασίας, μελετήσαμε τον ορεινό όγκο του δήμου Βοΐου, εστιάζοντας σε 6 απομακρυσμένα σημεία-χωριά και με ποιο τρόπο θα πραγματοποιηθεί αμφίδρομη επικοινωνία με σκοπό την εκκένωση και περίθαλψη των πληγέντων με τα τέσσερα σημεία-κωμοπόλεις που επιλέξαμε.

Σε αυτό το σημείο θα περιγράψω συνοπτικά τις 4 κωμοπόλεις σταθμούς. Ξεκινώντας από τη Σιάτιστα, πρόκειται για μία ορεινή περιοχή με υψόμετρο περίπου 920 μ., βρίσκεται στον νομό Κοζάνης και πιο συγκεκριμένα στις νότιες πλαγιές του Άσκιου όρους, πάνω από την κοιλάδα του Αλιάκμονα.

Η πρόσβαση στην κωμόπολη της Σιάτιστας γίνεται μέσω οδικού δικτύου που ανήκει στην εθνική οδό Κοζάνης-Ιωαννίνων, ενώ η άλλη διαδρομή πραγματοποιείται μέσω της επαρχιακής οδού Εράτουρας-Σιάτιστας-Νεάπολης.





Εικόνα 5: Πανοραμική εικόνα Σιάτιστας

Συνεχίζουμε με το Άργος Ορεστικό, κωμόπολη της Περιφερειακής Ενότητας Καστοριάς και σύνορο με τον νομό Κοζάνης. Δεύτερο σε πληθυσμό μετά την πόλη της Καστοριάς, σε υψόμετρο 660 μ. και κλίμα ηπειρωτικό, ενώ κλίνει συγχρόνως προς το μεσοευρωπαϊκό. Δριμύς χειμώνας, με τη θερμοκρασία να ξεπερνά τους 20°C μονάχα από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο.

Η πρόσβαση στην περιοχή αυτή μπορεί να γίνει μέσω της επαρχιακής οδού Άρ. Ορεστικού-Νεστορίου, Καστοριάς-Άρ. Ορεστικού, Άρ. Ορεστικού-Χιλιόδενδρου.



Εικόνα 5.1: Πανοραμική εικόνα του Άργους Ορεστικού

Η Καστοριά είναι πόλη της Μακεδονίας, έδρα του δήμου Καστοριάς και πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας Καστοριάς στην δυτική Μακεδονία. Είναι χτισμένη πάνω σε χερσόνησο της λίμνης Ορεστιάδας, σε υψόμετρο 703μ. από την επιφάνεια της θάλασσας, ανάμεσα στα βουνά Βίτσι και Γράμμο. Περιβάλλεται από τη λίμνη της και συνδέεται με την ξηρά μέσω μιας ευρύτερης λωρίδας γης από επιχωματώσεις, δίνοντας την εντύπωση νησιού.

Λίγο έξω από την πόλη διέρχεται ο αυτοκινητόδρομος 29 που συνδέει την Καστοριά με την Εγνατία Οδό και το συνοριακό σταθμό Κρυσταλλοπηγής. Ακόμα, η Καστοριά συνδέεται ανατολικά με το Αμύνταιο μέσω της Επαρχιακής οδού Καστοριάς - Αμυνταίου και βόρεια με τις Πρέσπες και τη Φλώρινα μέσω της Εθνικής Οδού 15 και της Εθνικής Οδού 2.



Εικόνα 5.2: Πανοραμική εικόνα της Καστοριάς

Η Νεάπολη (έως το 1928 *Λειψίστα* και *Ανασελίτσα*) είναι κωμόπολη της Δυτικής Μακεδονίας. Αποτελεί αγροτικό και οικονομικό κέντρο της πρώην Επαρχίας Βοΐου, και σήμερα είναι η ιστορική έδρα του Δήμου Βοΐου της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης. Βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του νομού, στα δεξιά του ποταμού Αλιάκμονα, 50 χλμ. δυτικά της Κοζάνης το υψόμετρό της είναι 669 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 5.3: Πανοραμική εικόνα της Νεάπολης

Σε αυτό το σημείο θα παραθέσουμε και λίγα λόγια για το όρος Βόιο, όπου βρίσκονται τα έξι σημεία χωριά που μελετάμε. Το κλίμα χαρακτηρίζεται υγιεινό εύκρατο, Πρόκειται για ένα από τα πιο δασωμένα και πυκνοκατοικημένα βουνά της Ελλάδας. Στα πλούσια οικοσυστήματά του, που περιλαμβάνουν πολλά μικτά δάση, κυριαρχούν η βελανιδιά, η καστανιά, η οξιά, το πεύκο, το έλατο, ενώ υπάρχουν επίσης και ρόμπολα. Η χαμηλή βλάστηση του βουνού περιλαμβάνει πλούσιο τσάι, σαλέπι και πολλές τριανταφυλλιές.

Το Βόιο αποτελεί βιότοπο για κάθε είδος άγριας πανίδας που μπορεί να συναντήσει κανείς στη Βόρεια Ελλάδα (ελάφια, ζαρκάδια, λύκοι, αγριόχοιροι, αρκούδες, αετοί, γεράκια, μπούφοι, σκίουροι, αλεπούδες, αγριόγατες, αλλά και ψάρια).



Εικόνα 5.4: Εικόνες από το όρος Βόιο



Εικόνα 5.5: Εικόνες από το όρος Βόιο



Εικόνα 5.6: Εικόνες από το όρος Βόιο

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να επισημάνουμε πως η ανάπτυξη μηχανισμών πρόληψης και πολιτικής προστασίας στις περιοχές που μελετάμε είναι ιδιαίτερως σημαντική. Σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, και πιο συγκεκριμένα κατά την εκδήλωση μεγάλης πυρκαγιάς, οι δυσκολίες που θα αντιμετωπιστούν θα είναι ιδιαίτερα έντονες καθώς ο μεγάλος αυτός ορεινός όγκος εμπεριέχει πλούσια πανίδα χωρίς αρκετή υγρασία λόγω υψομέτρου και το οδικό δίκτυο που συνδέει το ένα χωριό με το άλλο - πλην των τεσσάρων μεγαλύτερων σημείων που συμπεριλάβαμε – απαρτίζεται από επαρχιακή οδοποιία, με τις όποιες φθορές έχουν επέλθει στο πέρασμα του χρόνου και την περιορισμένη κίνηση που μπορεί να προσφέρει.

Επίσης, από τη στιγμή που ο πληθυσμός σε αυτά τα χωριά είναι κατά κύριο λόγο άτομα μεγάλα σε ηλικία και με τις υποθέσεις μας να υποδεικνύουν πως υπάρχει μεγάλο ποσοστό ατόμων που λόγω ηλικίας ή προβλημάτων υγείας έχουν περιορισμένη κινητικότητα και δυναμική ώστε σε κατάσταση κρίσης η εκκένωση να πραγματοποιηθεί όσο πιο ομαλά γίνεται, η ανάπτυξη ενός ισχυρού μηχανισμού πολιτικής προστασίας είναι κάτι το επιτακτικό.

5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

5.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φυσικές καταστροφές στις χώρες της ΕΕ, οι οποίες συμβαίνουν με ολοένα και εντονότερο βαθμό τα τελευταία χρόνια, καταδεικνύουν την ανάγκη για τον καλύτερο σχεδιασμό και λειτουργία των δικτύων μεταφορών, διανομών, ανεφοδιασμού και logistics. Η βελτίωση των δικτύων logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων (emergency logistics), σύμφωνα με έρευνες που διεξάγονται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εξέτασης διαφόρων παραμέτρων, που περιλαμβάνουν:

- τη λεπτομερή καταγραφή των σημαντικότερων προβλημάτων που σχετίζονται με τα logistics για τη διαχείριση φυσικών καταστροφών, όπως π.χ. η χωροθέτηση οχημάτων και διαθέσιμων πόρων που διαθέτουν οι σχετικές αρχές πολιτικής προστασίας
- την ανάπτυξη ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών βέλτιστων πρακτικών σε σχέση με τις διαδικασίες των logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων
- την ανάπτυξη ηλεκτρονικών εργαλείων που θα υποστηρίξουν την διαδικασία λήψης αποφάσεων στις διαδικασίες των logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων

Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο Melogic στοχεύει στην εξέταση των προβλημάτων που σχετίζονται με τις διαδικασίες των logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων, στοχεύοντας στην ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την βελτιστοποίηση των logistics. Πιο συγκεκριμένα, το έργο στοχεύει:

- στην κατηγοριοποίηση όλων των σχετικών προβλημάτων logistics από την πλευρά των αρχών πολιτικής προστασίας
- στη δημιουργία μιας ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης που περιλαμβάνει βέλτιστες πρακτικές στις διαδικασίες των logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων
- στη μοντελοποίηση των προβλημάτων logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων και στην ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων για την επίλυσή τους

- στην ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού εργαλείου, το οποίο θα βελτιώσει τα επίπεδα ετοιμότητας των σχετικών αρχών πολιτικής προστασίας σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών
- στην εκπαίδευση των εμπλεκόμενων αρχών
- στην ανάπτυξη ενός σχεδίου επικοινωνίας για τη διάχυση των αποτελεσμάτων του σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς

Στο πλαίσιο των παραπάνω δράσεων του έργου Melogic, σχεδιάζεται και αναπτύσσεται ένα διαδικτυακό εργαλείο WebGIS, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό δράσεων και διαδικασιών των εμπλεκόμενων φορέων σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών. Το διαδικτυακό εργαλείο WebGIS του έργου Melogic θα είναι σε θέση να παρέχει υποστήριξη σε σχετικούς φορείς σε θέματα βέλτιστης χωροθέτησης αποθηκών (warehouse facilities) και στη χωροθέτηση των απαραίτητων μέσων (reposition of supplies). Το εργαλείο, το οποίο στηρίζεται σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα (open source), είναι σε θέση να χρησιμοποιεί διαφόρους αλγορίθμους για την επίλυση διαφόρων σχετικών προβλημάτων επιχειρησιακής έρευνας, όπως: α) βέλτιστη χωροθέτηση μόνιμων εγκαταστάσεων, όπως π.χ. κέντρων logistics, και β) βέλτιστη χωροθέτηση προσωρινών πόρων και μέσων, όπως π.χ. τοπικών κέντρων διανομών.

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου WebGIS του έργου Melogic θα καταστήσει δυνατή την επίλυση των σχετικών προβλημάτων logistics με ένα συστηματικό τρόπο. Το λογισμικό (software) που θα αναπτυχθεί θα είναι σε θέση να ενσωματώσει τους αλγορίθμους επιχειρησιακής έρευνας (OR) που θα αναπτυχθούν στα πλαίσια του έργου. Το λογισμικό θα διαθέτει διαδικτυακή διεπαφή προς τους χρήστες, η οποία θα είναι φιλική, θα επιτρέπει την εισαγωγή όλων των απαραίτητων δεδομένων καθώς και θα διαθέτει δυνατότητες προβολής ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων για την παρουσίαση και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Το λογισμικό θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μετέπειτα δράσεις του έργου, οι οποίες σχετίζονται με την πρακτική εκπαίδευση δυνητικών χρηστών για την επίλυση προβλημάτων logistics σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών. Το λογισμικό θα συνοδεύεται από εγχειρίδιο χρήσης. Στη συνέχεια, θα διεξαχθούν δράσεις ελέγχου του λογισμικού (software testing), οι οποίες στόχο έχουν την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του συστήματος σε συγκεκριμένα προβλήματα logistics που θα προέρχονται από τη διεθνή βιβλιογραφία. Στόχο αποτελεί η επικύρωση της ορθότητας των αποτελεσμάτων του λογισμικού.

5.2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η μεθοδολογική προσέγγιση αποτελείται από τέσσερα στάδια, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Στάδιο 1ο: Διατύπωση τελικών σεναρίων χρήσης του λογισμικού

Στο στάδιο αυτό θα διατυπωθούν τα τελικά σενάρια χρήσης του λογισμικού (use cases). Τα σενάρια θα περιλαμβάνουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις πραγματικής λειτουργικής χρήσης του προς ανάπτυξη λογισμικού και θα αποτυπώνουν λεκτικά όλες τις παραμέτρους, από την πλευρά των χρηστών και σύμφωνα με τις ανάγκες αυτών.

Στάδιο 2ο: Διατύπωση λειτουργικών προδιαγραφών και τεχνικών απαιτήσεων – Αρχιτεκτονική εργαλείου

Στο στάδιο αυτό θα αναλυθούν τα τελικά σενάρια χρήσης του λογισμικού και θα διατυπωθούν οι τελικές λειτουργικές προδιαγραφές και οι τεχνικές απαιτήσεις του λογισμικού, οι οποίες θα είναι σε 1-1 συμφωνία με τα σενάρια χρήσης, καλύπτοντάς τα πλήρως.

Στάδιο 3ο: Ανάπτυξη Εργαλείο σχεδιασμού (software) – Λειτουργική έκδοση & Εγχειρίδιο χρήσης

Στο στάδιο αυτό θα διεξαχθούν οι δράσεις ανάπτυξης του λογισμικού για το διαδικτυακό εργαλείο WebGIS του έργου Melogic. Για την ανάπτυξη του λογισμικού θα ακολουθηθούν όλες οι τρέχουσες εξελίξεις στις τεχνολογίες ανάπτυξη software, λαμβάνοντας υπόψη τις λειτουργικές προδιαγραφές και τεχνικές απαιτήσεις του προηγούμενου σταδίου, καθώς και ειδικές απαιτήσεις, όπως η χρήση τεχνολογικών ανοικτού λογισμικού (open source), για το σύνολο των υποσυστημάτων του λογισμικού.

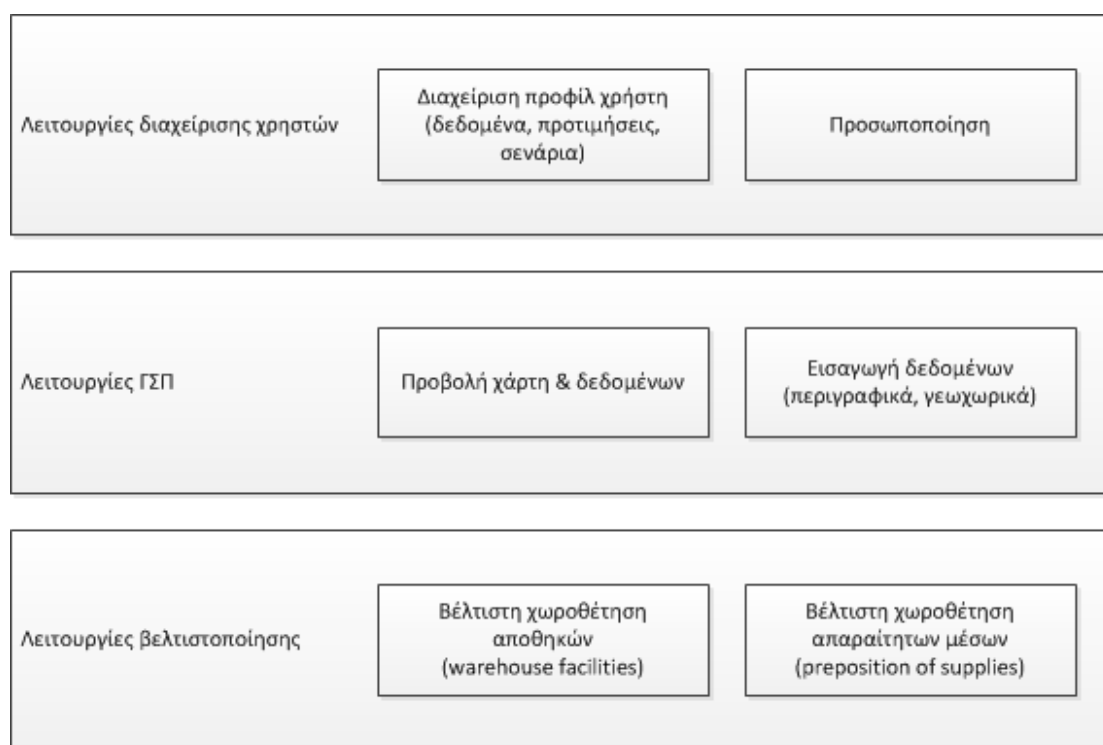
Η ανάπτυξη του εργαλείου θα ακολουθήσει τη μεθοδολογία Agile, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη του λογισμικού σε επαναληπτικές διαδικασίες, με στόχο την όσο το δυνατόν καλύτερη ενσωμάτωση όλων των αναγκών στο υπό ανάπτυξη λογισμικό.

Όλες οι τεχνολογίες ανάπτυξης λογισμικού που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι οι τελευταίες (κατά τη διάρκεια του σταδίου ανάπτυξης) διαθέσιμες, διασφαλίζοντας τη μέγιστη δυνατή επεκτασιμότητα και συμβατότητα.

5.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Οι λειτουργίες τους WebGIS εργαλείου Melogic παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα, και στη συνέχεια ακολουθεί περιγραφή των λειτουργικών απαιτήσεων.

Σχήμα 5. Λειτουργίες τους WebGIS εργαλείου Melogic



Γενικές λειτουργικές απαιτήσεις

ΛΑΓ1	Το WebGIS εργαλείο πρέπει να βασίζεται σε τεχνολογίες λογισμικών open-source
ΛΑΓ2	Το WebGIS εργαλείο πρέπει να βασίζεται σε τεχνολογίες cloud
ΛΑΓ3	Το WebGIS εργαλείο πρέπει να είναι προσβάσιμο από πλειάδα διαφορετικών συσκευών (π.χ. desktop PCs, Laptops, Smartphones, Tablets)

Λειτουργικές απαιτήσεις διαχείρισης χρηστών

ΛΑΔΧ1	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα
--------------	---

	δημιουργίας προσωπικού λογαριασμού πρόσβασης
ΛΑΔΧ2	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον φορέα στον οποίο ανήκει
ΛΑΔΧ3	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να εισάγει προσωπικές πληροφορίες κατά την εγγραφή του και να τις αποθηκεύει σε κατάλληλη βάση δεδομένων
ΛΑΔΧ4	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον για την εγγραφή του
ΛΑΔΧ5	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να τροποποιεί τις προσωπικές του πληροφορίες μετά την εγγραφή του
ΛΑΔΧ6	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει σε συγκεκριμένους χρήστες δυνατότητες διαχειριστή (administrator)

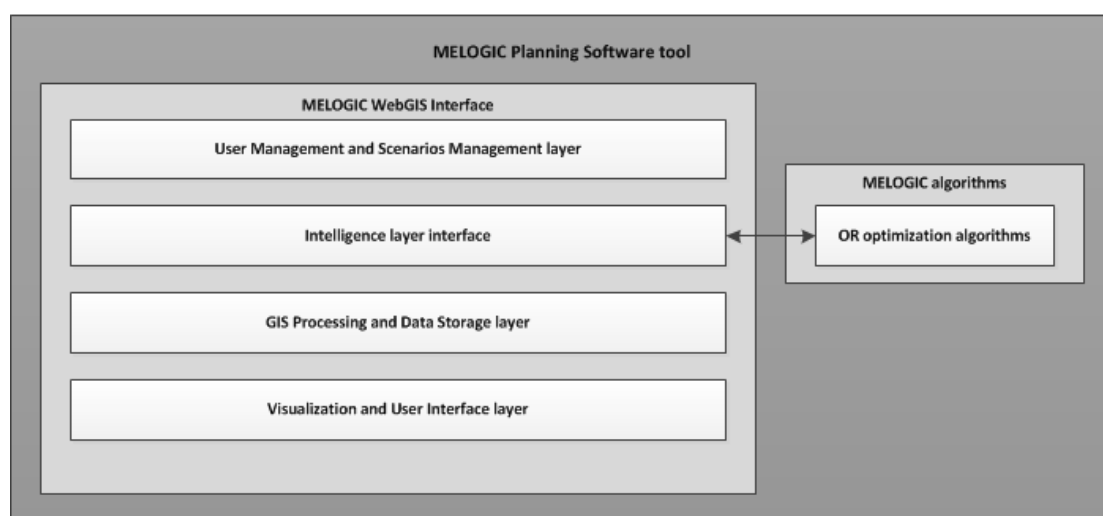
Λειτουργικές απαιτήσεις προβολής χαρτών και δεδομένων

ΛΑΠΧΔ1	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα εποπτείας μιας επιλεγμένης περιοχής σε ψηφιακό χάρτη με χρήση διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών
ΛΑΠΧΔ2	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα zoom και pan πάνω στο ψηφιακό χάρτη του διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών
ΛΑΠΧΔ3	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα επιλογής επιπέδων (Layers) για μια επιλεγμένη περιοχή σε ψηφιακό χάρτη με χρήση διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών
ΛΑΠΧΔ4	Το WebGIS εργαλείο θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα επιλογής οντοτήτων και παρουσίασης περιγραφικών πληροφοριών για την επιλεγμένη

5.2.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ WebGIS ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ MELOGIC

Στο ακόλουθο σχήμα αποτυπώνονται οι λειτουργικές δομές του εργαλείου.

Σχήμα 5.1. Λειτουργικές δομές του Melogic



Το διαδικτυακό εργαλείο WebGIS του έργου Melogic θα αποτελείται από όλα τα υποσυστήματα του Melogic WebGIS Interface, τα οποία θα διασφαλίζουν και τη διαλειτουργικότητα και ενσωμάτωση στο εργαλείο των αλγορίθμων βελτιστοποίησης που θα αναπτυχθούν στα πλαίσια του έργου Melogic. Συγκεκριμένα, στο στάδιο της ανάπτυξης θα δημιουργηθούν τα ακόλουθα:

User management & scenarios management layer

Το συγκεκριμένο υποσύστημα θα διασφαλίζει όλες τις απαραίτητες λειτουργικότητες σχετικά με τη διαχείριση χρηστών καθώς και με τη δημιουργία και αποθήκευση σεναρίων για κάθε χρήστη.

Intelligence layer interface

Το συγκεκριμένο υποσύστημα θα διασφαλίζει τη κλήση και λειτουργία όλων των αλγορίθμων βελτιστοποίησης των διαδικασιών logistics των logistics για τη διαχείριση καταστροφικών φαινομένων που θα αναπτυχθούν στο έργο Melogic. Ενδεικτικά

αναφέρονται οι αλγόριθμοι βέλτιστης χωροθέτησης, δρομολόγησης, εκκένωσης και άλλοι που θα παρασχεθούν από την Αναθέτουσα αρχή.

GIS processing & data storage layer

Το συγκεκριμένο υποσύστημα θα διασφαλίζει τις λειτουργικότητες χρήσης ψηφιακών υποβάθρων και δεδομένων γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) καθώς και τις λειτουργίες αποθήκευσης και επεξεργασίας όλων των απαιτούμενων δεδομένων. Η προτεινόμενη επίλυση βασίζεται σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα PostGIS και PostgreSQL αντίστοιχα, με τη χρήση του Geoserver. Η βάσεις δεδομένων θα φιλοξενούν γεω-χωρικές πληροφορίες που θα προέρχονται

από τη βάση δεδομένων Open Street Map, ενώ θα υπάρχει δυνατότητα χρήσης και άλλων δεδομένων GIS.

GIS processing & data storage layer

Το συγκεκριμένο υποσύστημα θα διασφαλίζει τις λειτουργικότητες χρήσης ψηφιακών υποβάθρων και δεδομένων γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) καθώς και τις λειτουργίες αποθήκευσης και επεξεργασίας όλων των απαιτούμενων δεδομένων. Η προτεινόμενη επίλυση βασίζεται σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα PostGIS και PostgreSQL αντίστοιχα, με τη χρήση του Geoserver. Η βάσεις δεδομένων θα φιλοξενούν γεω-χωρικές πληροφορίες που θα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Open Street Map, ενώ θα υπάρχει δυνατότητα χρήσης και άλλων δεδομένων GIS.

5.2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ WebGIS ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ MELOGIC

Διεπαφές χρηστών - Front End

Ajax

Η τεχνολογία Ajax είναι ένα εργαλείο το οποίο βασίζεται κυρίως στη γλώσσα javascript και συνδυάζεται με την XML και με το αντικείμενο JSON. Με την τεχνολογία Ajax καθίσταται δυνατή η φόρτωση μιας σελίδας στο πρόγραμμα περιήγησης και η ενημέρωση της σελίδας με δεδομένα χωρίς να απαιτείται η εκ νέου φόρτωσή της συνολικά από την αρχή.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιεί η Ajax βρίσκονται σε σέρβερ και μπορεί να είναι αποθηκευμένα σε ένα αρχείο κειμένου (text file), σε ένα αρχείο xml ή σε μια βάση δεδομένων. Αν τα δεδομένα βρίσκονται σε μια βάση δεδομένων, τότε η Ajax καλεί ένα αρχείο php ή asp ή όποιο άλλο script τρέχει στον σέρβερ το οποίο με ένα κατάλληλο SQL ερώτημα ανακτά τα δεδομένα από τη βάση και τα επιστρέφει στον χρήστη μέσω της εντολής Ajax.

jQuery

Η τεχνολογία jQuery εφαρμόζει σε μεγάλη έκταση χαρακτηριστική της javascript, όπως ανώνυμες συναρτήσεις, εσωτερικές συναρτήσεις, αντικείμενα json κ.α.

Το βασικό χαρακτηριστικό της jQuery, όπως και της javascript, είναι η διαχείριση και επεξεργασία ενός εγγράφου τύπου DOM (Document Object Model) όπως η html αλλά και δυνατότητα διάδρασης με αυτό, περιλαμβάνοντας:

- Ανάγνωση και γραφή (Read/Write) των τιμών ιδιοτήτων ενός αντικειμένου (ετικέτα). Οι ιδιότητες μπορεί να είναι ιδιότητες html ή css.

- Η πρόσθεση και αφαίρεση ιδιοτήτων σε ένα αντικείμενο (html ή css).
- Η πρόσθεση και αφαίρεση ετικετών σε ένα έγγραφο.
- Η ανάγνωση και γραφή (Read/Write) του περιεχομένου μιας ετικέτας, το οποίο μπορεί να είναι απλό κείμενο ή html περιεχόμενο.
- Ο ορισμός διαχειριστών συμβάντων και οι αντίστοιχες συναρτήσεις που θα τους συνοδεύουν.

HTML

Η html (HyperText Markup Language) αποτελεί προϊόν της SGML (Standard Generalized Markup Language).

Η html είναι μια γλώσσα τύπου markup και χρησιμοποιεί ετικέτες για να περιγράψει τη δομή ενός εγγράφου. Στο διαδίκτυο όλες οι ιστοσελίδες για την περιήγηση των οποίων χρησιμοποιείται πρόγραμμα περιήγησης όπως το Firefox ή ο Internet explorer αποτελούν έγγραφα html ή σελίδες html.

Κάθε έγγραφο html έχει μία αρχική ή βασική δομή πάνω στην οποία "χτίζεται" ένα πλήρες έγγραφο. Η html χρησιμοποιεί ετικέτες (tags) για να περιγράψει τη μορφή ενός αρχείου. Οι ετικέτες, μέσα σε ένα αρχείο html, μεταφέρουν τις πληροφορίες ή εντολές τις οποίες αναγνωρίζει ένα πρόγραμμα περιήγησης και σύμφωνα με αυτές μορφοποιεί και στη συνέχεια εμφανίζει τα περιεχόμενα του αρχείου.

nodejs

Το Node.js αποτελεί πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού χτισμένη σε περιβάλλον Javascript.

Στόχος του Node είναι να παρέχει ένα εύκολο τρόπο δημιουργίας κλιμακωτών διαδικτυακών εφαρμογών. Σε αντίθεση με τα περισσότερα σύγχρονα περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών δικτύων, μία διεργασία node δεν στηρίζεται στην πολυνηματικότητα αλλά σε ένα μοντέλο ασύγχρονης επικοινωνίας εισόδου/εξόδου. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση συμβάντων (events) που προσφέρει η Javascript (callbacks).

Βάσεις δεδομένων

Εισαγωγή

Τα δεδομένα αποτελούν συλλογές από πρωτογενείς κυρίως τιμές όπως: αριθμοί, χαρακτήρες, συμβολοσειρές κλπ. που αντιστοιχούν σε μετρήσιμες ή απαριθμήσιμες ποσότητες, χαρακτηριστικά, μεγέθη ή ιδιότητες που έχει μια οντότητα. Τα δεδομένα

ταξινομούνται σε τύπους, συμπεριλαμβανομένων των αριθμητικών τύπων δεδομένων, τύπο Boolean, date κ.λπ.

Η βάση δεδομένων είναι μια οργανωμένη συλλογή από σχετιζόμενα δεδομένα. Μοντέλο βάσης δεδομένων είναι η θεωρία και οι προδιαγραφές που περιγράφουν πως μια Βάση Δεδομένων είναι δομημένη. Το κύριο μοντέλο βάσης δεδομένων είναι το σχεσιακό.

PostgreSQL

Η PostgreSQL αποτελεί μια ανοιχτού κώδικα σχεσιακή βάση δεδομένων με πολλές δυνατότητες. Η ανάπτυξη της ήδη διαρκεί πάνω από 20 χρόνια και βασίζεται σε μια αποδεδειγμένα καλή αρχιτεκτονική η οποία έχει δημιουργήσει μια ισχυρή αντίληψη των χρηστών της γύρω από την αξιοπιστία, την ακεραιότητα δεδομένων και την ορθή λειτουργία. Η PostgreSQL τρέχει σε όλα τα βασικά λειτουργικά συστήματα, περιλαμβάνοντας Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64), και Windows. Είναι ACID συμβατή (ACID compliant), έχει ολοκληρωμένη υποστήριξη για foreign keys, joins, views, triggers, και stored procedures (σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού). Συμπεριλαμβάνει τα περισσότερα SQL92 και SQL99 data types, συμπεριλαμβανομένων INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, και TIMESTAMP. επίσης υποστηρίζει αποθήκευση binary large objects, όπως εικόνες, ήχοι ή video. Διαθέτει native programming interfaces για C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, κ.α. καθώς και τεκμηρίωση. Η PostgreSQL υλοποιεί χαρακτηριστικά όπως Multi-Version Concurrency Control (MVCC), point in time recovery, tablespaces, asynchronous replication, nested transactions (savepoints), online/hot backups, query planner/optimizer, write ahead logging for fault tolerance. Υποστηρίζει διεθνή σετ χαρακτήρων, κωδικοποίηση χαρακτήρων σε πολλά byte, Unicode καθώς και δυνατότητα ταξινόμησης δεδομένων ανεξάρτητα από το locale. Η PostgreSQL μπορεί να διαχειριστεί εύκολα μεγάλους αριθμούς ταυτόχρονων χρηστών καθώς και μεγάλο όγκο δεδομένων. Υπάρχουν ενεργές εγκαταστάσεις σε περιβάλλοντα παραγωγής που διαχειρίζονται πάνω από 4 terabytes δεδομένων. Μερικές Γενικές οριακές Τιμές συμπεριλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα:

Όριο	Τιμή
Maximum Database Size	Απεριόριστη
Maximum Table Size	32 TB
Maximum Row Size	1.6 TB
Maximum Field Size	1 GB

Maximum Rows per Table	Απεριόριστη
Maximum Columns per Table	250 - 1600 σε συνάρτηση με τους column types
Maximum Indexes per Table	Απεριόριστη

Η PostgreSQL είναι συνεπής με τις προδιαγραφές. Η υλοποίησή της είναι απολύτως σύμφωνη με τις προδιαγραφές ANSI-SQL 92/99. Έχει ολοκληρωμένη υποστήριξη για subqueries (συμπεριλαμβανομένων subselects μέσα από το FROM), read-committed και serializable transaction isolation levels. Η PostgreSQL αποτελεί ένα πλήρες σχεσιακό σύστημα που υποστηρίζει πολλαπλά σχήματα ανά database, ο κατάλογος (πληροφορίες σχετικά με τους πίνακες, στήλες, views, κ.α.) είναι διαθέσιμος διαμέσου του Information Schema όπως ορίζεται στο SQL standard.

Στα Data integrity χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνονται: primary keys, foreign keys με υποστήριξη restricting και cascading updates/deletes, check constraints, unique constraints, και not null constraints.

Η PostgreSQL έχει αρκετά προηγμένα χαρακτηριστικά όπως: auto-increment columns μέσω sequences, LIMIT/OFFSET που επιτρέπουν την επιστροφή partial result sets. Όσον αφορά τα indexes υποστηρίζει compound, unique, partial, και functional indexes τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιονδήποτε από τους B-tree, R-tree, hash, ή GiST αλγόριθμους.

Το GiST (Generalized Search Tree) indexing αποτελεί ένα προηγμένο σύστημα το οποίο συνδυάζει ένα μεγάλο εύρος από διαφορετικούς αλγόριθμους ταξινόμησης και αναζήτησης όπως B-tree, B+-tree, Rtree, partial sum trees, ranked B+-trees και αρκετούς ακόμα. Επίσης διαθέτει interface το οποίο επιτρέπει τόσο την δημιουργία custom data types όσο και επεκτάσιμους τρόπους ερωτήσεων (query) για την αναζήτηση τους. Το GiST προσφέρει την ευελιξία στον προσδιορισμό του τι και με πιο τρόπο να το αποθηκεύσεις, και την δυνατότητα να ορίσεις νέους τρόπους αναζήτησης.

Πάνω στο GiST και την PostgreSQL έχουν θεμελιωθεί πολλά projects όπως τα OpenFTS και PostGIS. Το OpenFTS (Open Source Full Text Search engine) παρέχει online indexing και relevance ranking για αναζήτηση. Το PostGIS αποτελεί ένα project το οποίο προσθέτει υποστήριξη για geographic objects στην PostgreSQL, επιτρέποντας την χρήση της σαν spatial database για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ).

Το rules system, επίσης καλείται the query rewrite system, επιτρέπει στον σχεδιαστή βάσεων να δημιουργήσει κανόνες που ορίζουν συγκεκριμένες

λειτουργίες για έναν πίνακα ή view, και να μετατρέπει δυναμικά την ώρα που εκτελούνται λειτουργίες σε άλλες εναλλακτικές.

Το events system αποτελεί ένα interprocess communication system στο οποίο μηνύματα και events μπορούν να μεταδοθούν μεταξύ πελατών (clients) χρησιμοποιώντας τις LISTEN και NOTIFY εντολές, επιτρέποντας από την απλή peer to peer επικοινωνία ως ένα εξελιγμένο συντονισμό βασισμένο σε database events. Εφόσον τα notifications μπορεί να προέρχονται από triggers και stored procedures, PostgreSQL clients μπορούν να επιβλέπουν λειτουργίες όπως: updates, inserts ή deletes πινάκων όταν αυτά γίνονται.

Η PostgreSQL υποστηρίζει stored procedures σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού συμπεριλαμβανομένων Java, Perl, Python, Ruby, Tcl, C/C++, και της PL/pgSQL. Στην βασική βιβλιοθήκη συναρτήσεων της PostgreSQL συμπεριλαμβάνονται εκατοντάδες built-in συναρτήσεις οι οποίες καλύπτουν από βασικές μαθηματικές συναρτήσεις και διαχείριση Συμβολοσειρών ως κρυπτογραφία. Triggers και stored procedures μπορούν να γράφουν σε c και να φορτωθούν μέσα στην database ως βιβλιοθήκη, επιτρέποντας μεγάλη ευελιξία στην επέκταση των δυνατοτήτων της βάσης. Παρομοίως η PostgreSQL περιλαμβάνει framework που επιτρέπει τον ορισμό και τη δημιουργία custom data types καθώς και βοηθητικές συναρτήσεις και τελεστές (operators) που θα περιγράφουν την λειτουργία τους. Σαν αποτέλεσμα ένα πλήθος από εξελιγμένα data types έχουν δημιουργηθεί από γεωμετρικά και spatial δεδομένα ως διεύθυνσης δικτύων και ISBN/ISSN (International Standard Book Number/International Standard Serial Number) data types, τα οποία μπορούν κατ' επιλογή να προστεθούν στο σύστημα.

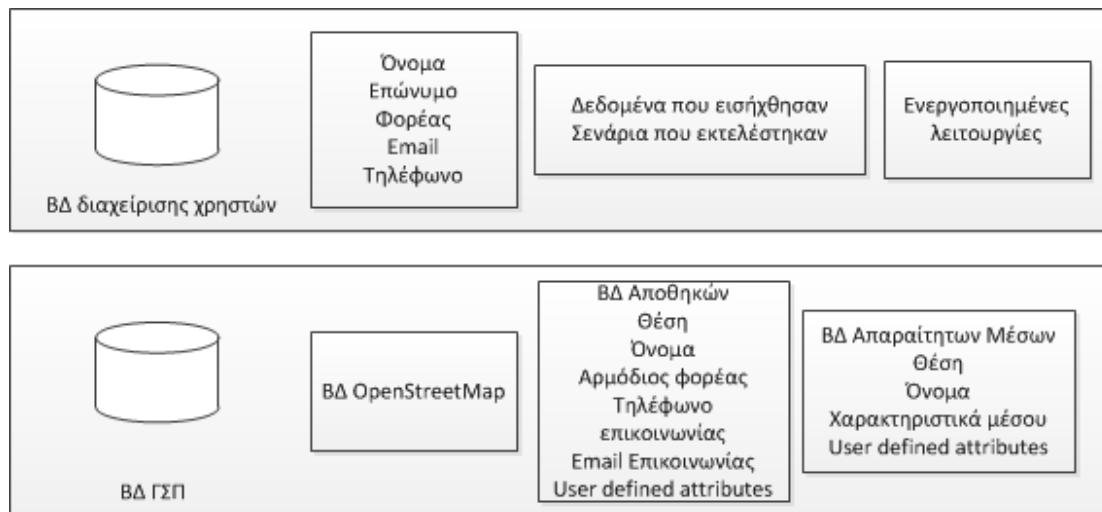
Η PostgreSQL όπως διαθέτει πολλές procedure languages έτσι διαθέτει και πολλά library interfaces ,επιτρέποντας πολλές γλώσσες προγραμματισμού είτε compiled είτε interpreted να επικοινωνούν με την PostgreSQL. Υπάρχουν interfaces για Java (JDBC), ODBC, Perl, Python, Ruby, C, C++, PHP, Lisp, Scheme, Qt, κ.α.

Τέλος ο πηγαίος κώδικας της PostgreSQL είναι διαθέσιμος κάτω από την πιο ελεύθερη open source άδεια: το BSD license. Αυτή η άδεια δίνει την δυνατότητα χρήσης, μετατροπής και διανομής της PostgreSQL σε οποιαδήποτε μορφή, ανοιχτού ή κλειστού κώδικα.

Βάσεις δεδομένων του WebGis εργαλείου Melogic

Στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται επιγραμματικά η δομή των βάσεων δεδομένων του WebGISεργαλείου Melogic.

Σχήμα 5.2 Δομή των βάσεων δεδομένων του WebGISεργαλείου Melogic



Application layer

Το REST (Representational State Transfer) αποτελεί ένα σύνολο από αρχές σχεδίασης μιας δικτυακής υπηρεσίας που επικεντρώνει στους πόρους (π.χ δεδομένα) ενός συστήματος. Η μεταβολή της κατάστασης των πόρων του συστήματος περιγράφεται και μεταφέρεται στο σύστημα μέσω του πρωτοκόλλου HTTP από διάφορους clients (ανεξαρτήτως της γλώσσας στην οποία έχουν υλοποιηθεί).

Η βασική αρχή σχεδίασης του REST είναι η ένα-προς-ένα αντιστοίχιση μεταξύ λειτουργιών CRUD (create, read, update, delete) και HTTP μεθόδων. Σύμφωνα με αυτή την αντιστοίχιση:

- Για τη δημιουργία ενός πόρου στον server χρησιμοποιείται η μέθοδος POST.
- Για την ανάσυρση ενός πόρου χρησιμοποιείται η μέθοδος GET.
- Για την αλλαγή της κατάστασης ενός πόρου ή την ενημέρωσή του χρησιμοποιείται η μέθοδος PUT.
- Για την απομάκρυνση ή διαγραφή ενός πόρου χρησιμοποιείται η μέθοδος DELETE.

Με βάση το REST το URI δεν χρησιμοποιείται πια για την περιγραφή της ενέργειας που πρέπει να εκτελεστεί, αλλά μόνο τον εντοπισμό του πόρου επί του οποίου θα ασκηθεί η ενέργεια, και τα δεδομένα δεν μεταφέρονται ως παράμετροι στο URI ενός

GET αιτήματος αλλά ως XML ή JSONformatted δεδομένα στο περιεχόμενο μιας POST ή PUT μεθόδου.

5.2.6 ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Διαχείριση δεδομένων

Σύμφωνα με τη DAMA, η διαχείριση δεδομένων αναφέρεται στην ανάπτυξη, εκτέλεση και επίβλεψη σχεδίων, πολιτικών, προγραμμάτων και πρακτικών που ελέγχουν, προστατεύουν, παραδίδουν και ενισχύουν την αξία των στοιχείων. Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις στη διαχείριση δεδομένων. Η διαχείριση δεδομένων περιλαμβάνει μια ποικιλία διαφορετικών τεχνικών που διευκολύνουν και διασφαλίζουν τον έλεγχο των δεδομένων και τη ροή από τη δημιουργία έως την επεξεργασία, τη χρήση και τη διαγραφή. Η διαχείριση δεδομένων υλοποιείται μέσω μιας συνεκτικής υποδομής τεχνολογικών πόρων και ενός πλαισίου διαχείρισης που καθορίζει τις διοικητικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των δεδομένων. Μια κοινή προσέγγιση στη διαχείριση δεδομένων είναι η χρήση ενός αρχείου βασικών δεδομένων, το οποίο ονομάζεται Master Data Management (MDM). Αυτό το αρχείο παρέχει έναν κοινό ορισμό ενός στοιχείου και όλων των ιδιοτήτων του σε μια προσπάθεια να εξαλείψει αμφιλεγόμενες ή ανταγωνιστικές πολιτικές δεδομένων και να δώσει στον οργανισμό πλήρη διαχείριση των δεδομένων του. Στο Melogic, ο διακομιστής βάσης δεδομένων αποθηκεύει όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με το αναπτυγμένο εργαλείο GIS στο διαδίκτυο. Οι διαθέσιμοι πόροι που παρέχονται από το διακομιστή και χρησιμοποιούνται από τους αλγόριθμους είναι χωριά (σημεία παραλαβής), καταφύγια, σουπερ μάρκετ, εμπορεύματα και ιδιωτικά ή δημόσια οχήματα. Γεωγραφικά γνωστές πληροφορίες, όπως η τοποθεσία ενός καταφυγίου ή ενός χωριού, αποθηκεύονται ως χωρικά δεδομένα προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στις υπηρεσίες προσανατολισμένες σε χάρτη. Η PostgreSQL χρησιμοποιείται ως ο κύριος διακομιστής βάσης δεδομένων. Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες: PostgreSQL

Web API

Ένα Web API είναι μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API) είτε για διακομιστή ιστού είτε για πρόγραμμα περιήγησης ιστού. Πρόκειται για μια έννοια ανάπτυξης ιστοσελίδων, η οποία συνήθως περιορίζεται στην πλευρά του πελάτη μιας εφαρμογής ιστού (συμπεριλαμβανομένων οποιωνδήποτε πλαισίων ιστού που χρησιμοποιούνται) και συνεπώς δεν περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση του διακομιστή ιστού ή του προγράμματος περιήγησης, όπως SAPI ή πρόγραμμα περιήγησης ιστού API εκτός εάν είναι προσβάσιμες δημοσίως από μια απομακρυσμένη εφαρμογή ιστού. Ως εκ τούτου, το Web API είναι ένα πλαίσιο για την κατασκευή υπηρεσιών HTTP που μπορούν να καταναλωθούν από ένα ευρύ φάσμα πελατών, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων περιήγησης και κινητών τηλεφώνων. Είναι πολύ παρόμοιο με το ASP.NET MVC, καθώς περιέχει τα χαρακτηριστικά MVC όπως δρομολόγηση, ελεγκτές, αποτελέσματα δράσης, φίλτρο, συνδετικά μοντέλα, δοχείο IOC ή ένεση εξάρτησης. Στο Melogic, το Web API παρέχεται μέσω πρωτοκόλλου υπηρεσιών REST εκθέτοντας λειτουργίες για την ανάκτηση και ενημέρωση των πληροφοριών που αποθηκεύονται στον εξυπηρετητή βάσης δεδομένων χρησιμοποιώντας το πλαίσιο PostgREST. Οι υπολογιστές-πελάτες ιστού μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα, μέσω του καθιερωμένου μηχανισμού ελέγχου ταυτότητας, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα υπηρεσιών REST.

Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται: PostgREST

Διασύνδεση Web-GIS

Στο Melogic, έχει αναπτυχθεί ένα έξυπνο και φιλικό προς το χρήστη εργαλείο GIS στο διαδίκτυο, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι αναπτυγμένοι αλγόριθμοι. Το εργαλείο GIS στο διαδίκτυο παρέχει λειτουργίες διαχείρισης χρηστών. Ένας χρήστης μπορεί να εγγραφεί και να συνδεθεί στο εργαλείο, ενώ ο διαχειριστής του επιπέδου του εργαλείου πρέπει να του δώσει πρόσβαση. Το κύριο πεδίο εφαρμογής του αναπτυγμένου εργαλείου είναι να παρέχει στις αρχές τη δυνατότητα να προσθέτουν πληροφορίες σχετικά με την περιοχή υπό την ευθύνη τους (χωριά, καταφύγια, σούπερ μάρκετ κ.λπ.) και κάθε άλλη πληροφορία, προκειμένου να αποκτήσει μια οπτική λύση για την εκκένωση και την παροχή των αποθεμάτων. Οι χρήστες πρέπει να υποβάλλουν όλες τις σχετικές πληροφορίες για κάθε οντότητα, προκειμένου να λάβουν τα βέλτιστα αποτελέσματα. Το εργαλείο ιστού παρέχει μια εύκολη και φιλική διεπαφή χρησιμοποιώντας φόρμες για την επεξεργασία των πληροφοριών και ένα διαδραστικό χάρτη για να εντοπίσετε τη θέση μιας οντότητας σε ένα χάρτη. Οι λύσεις για αμφότερα τα προβλήματα (εκκένωση και τροφοδότηση) έχουν τη μορφή διαδρομών (π.χ. από το χωριό 1 έως το καταφύγιο 1) που ακολουθούν / εκτελούνται από διαθέσιμα οχήματα. Ο

υπολογισμός της διαδρομής διοικείται από την υπηρεσία δρομολόγησης που περιγράφεται στη συνέχεια.

Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες: html, css, javascript, ανοικτοί χάρτες, φυλλάδιο api.

Υπηρεσία δρομολόγησης

Τόσο για τη λύση του προβλήματος εκκένωσης όσο και για το πρόβλημα του εφοδιασμού και μετά την ολοκλήρωση της αντιστοίχισης του οχήματος, τα οχήματα πρέπει να προχωρήσουν αμέσως στις τοποθεσίες έκτακτης ανάγκης (καταφύγια) ή τα σούπερ μάρκετ που τους έχει ανατεθεί. Κάθε όχημα μπορεί να προχωρήσει στον προορισμό, μόλις η πιο σύντομη διαδρομή προς τον τελικό προορισμό του παρέχεται από τη μηχανή δρομολόγησης. Η μικρότερη διαδρομή υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση ή τη διάρκεια της διαδρομής και απεικονίζεται στο στοιχείο χάρτη του εργαλείου GIS web. Η υπηρεσία δρομολόγησης OSRM χρησιμοποιείται για τη διευκόλυνση αυτής της υπηρεσίας. Επιπλέον, η υπηρεσία δρομολόγησης χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μήτρας απόστασης και διάρκειας πίνακα που χρησιμοποιείται ως είσοδος για τους δύο αλγόριθμους λύσης (εκκένωση και τροφοδοσία).

Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες: Σχεδιασμός δρομολογίων OSRM.

Αλγόριθμοι περιτύλιγματος

Οι δύο ανεπτυγμένοι αλγόριθμοι (τροφοδοσία και εκκένωση) αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας MATLAB. Οι λειτουργίες του MATLAB είναι τυλιγμένες σε μια βιβλιοθήκη .net. Ένα Web API είναι χτισμένο στην κορυφή της βιβλιοθήκης .net προκειμένου να παρέχει υπηρεσίες REST που χρησιμοποιούνται από το εργαλείο GIS στο διαδίκτυο για την παροχή των αποτελεσμάτων στους τελικούς χρήστες. Το περιτύλιγμα αλγορίθμου ανακτά όλα τα δεδομένα από τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας το παρεχόμενο Web API, μετασχηματίζει τα δεδομένα στην κατάλληλη δομή για να καλέσει τις λειτουργίες MATLAB. Το αποτέλεσμα του αλγορίθμου εξυπηρετείται ως απάντηση από το JSON στους πελάτες (web gis tool).

Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες: .net framework, .net REST API, matlab

5.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Ο σχεδιασμός εκκένωσης είναι κρίσιμης σημασίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως φυσικές καταστροφές, τρομοκρατικές επιθέσεις κ.λπ. Απαιτούνται αποτελεσματικά εργαλεία, τα οποία λαμβάνουν υπόψη διάφορες παραμέτρους και χαρακτηριστικά του προβλήματος εκκένωσης, για το σχεδιασμό σχεδίων εκκένωσης. Τα σχέδια αυτά προσδιορίζουν τις διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα για την εκκένωση των πληθυσμών και τη μεταφορά τους σε ασφαλή καταφύγια.

Ο πληθυσμός που πρόκειται να εκκενωθεί μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύριους τύπους ανάλογα με τη σωματική τους ικανότητα: α) πολίτες χωρίς κινητικά προβλήματα, οι οποίοι μπορούν να μεταφερθούν από οποιοδήποτε τύπο επιβατηγού οχήματος, β) άτομα με αναπηρία που χρησιμοποιούν αναπηρικές καρέκλες, που μεταφέρονται από προσιτά οχήματα με ικανότητα μεταφοράς αναπηρικών αμαξιδίων και iii) άτομα με ειδικές ανάγκες, τα οποία μπορούν να μετακινούνται μόνο σε φορεία, και επομένως μπορούν να μεταφέρονται μόνο με ασθενοφόρα.

Κατά συνέπεια, υπάρχουν οχήματα που μεταφέρουν αποκλειστικά τους πληγέντες χωρίς κινητικά προβλήματα, τα οχήματα που μπορούν να μεταφέρουν ταυτόχρονα τους πληγέντες χωρίς κινητικά προβλήματα και τους χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων και τα ασθενοφόρα που μπορούν να φέρουν άτομα με ειδικές ανάγκες σε φορεία ή χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων. Στην περίπτωση αυτή, τα δημόσια οχήματα έχουν προτεραιότητα έναντι των ιδιωτικών οχημάτων στη διαδικασία εκκένωσης.

Για την αντιμετώπιση αυτών των περιπτώσιολογικών μελετών αναπτύξαμε ένα μαθηματικό μοντέλο και μια προσέγγιση λύσης που επικεντρώνεται σε ένα πολύ γενικό πρόβλημα εκκένωσης πολλαπλών σημείων έως ενός σημείου με τρεις τύπους πληγέντων και μη ομοιογενή οχήματα. Το πρόβλημα σχεδιάζει την εκκένωση του πληθυσμού από όλες τις θέσεις παραλαβής και τη μεταφορά των εκτοπισμένων σε ένα μόνο καταφύγιο στον ελάχιστο χρόνο εκκένωσης.

5.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Το ΡΕΗΡΡ αποτελείται από τον προγραμματισμό της εκκένωσης του πληθυσμού από ένα σύνολο σημείων συλλογής και τη μεταφορά των πληγέντων σε ένα καταφύγιο στον ελάχιστο χρόνο εκκένωσης. Για κάθε σημείο συλλογής, ο αριθμός των ατόμων που πρόκειται να διασωθούν πρέπει να είναι γνωστός για να αποφασιστεί ο αριθμός και ο τύπος των οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τη διαδικασία εκκένωσης. Σημειώστε ότι για κάθε σημείο παραλαβής υποθέτουμε ότι θα υπάρχει ήδη ένα ενιαίο σημείο συναρμολόγησης. Επιπλέον, θεωρείται ότι είναι γνωστή η ακριβής γεωγραφική θέση όλων των σημείων συλλογής και του καταφυγίου για την υποδοχή των εκτοπισμένων. Μια επιπλέον παραδοχή είναι ότι η χωρητικότητα του καταφυγίου είναι απεριόριστη.

Η εκκένωση των θέσεων παραλαβής πραγματοποιείται με τη χρήση στόλου ετερογενών οχημάτων, για τα οποία δίδεται η ακριβής θέση των σημείων εκκίνησης και χωρητικότητά

τους για πληγέντες χωρίς κινητικά προβλήματα. Ο σχεδιασμός διαδρομής εκκένωσης λαμβάνει επίσης υπόψη το γνωστό οδικό δίκτυο που συνδέει όλα τα σημεία εκκίνησης με όλα τα σημεία συλλογής και το καταφύγιο. Σημειώστε ότι το οδικό δίκτυο μπορεί να προσφέρει την ευκαιρία για περισσότερες από μία διαδρομές μεταξύ οποιωνδήποτε δύο τοποθεσιών. Συνεπώς, πρέπει να παρέχονται όλοι οι κόμβοι δικτύου και τα τόξα, μαζί με τις αντίστοιχες αποστάσεις και τους χρόνους μετακίνησης.

Έχουμε αναπτύξει δύο ευριστικούς αλγορίθμους για το ΡΕΗΡΡ.

Και οι δύο ευριστικοί αλγόριθμοι που αναπτύχθηκαν για την επίλυση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιούν τις ακόλουθες πληροφορίες εισόδου.

α) Αριθμός διαθέσιμων οχημάτων και τις αντίστοιχες χωρητικότητες

β) Αριθμός των πληγέντων που συλλέγονται από κάθε θέση συλλογής (κόμβος)

γ) Το δίκτυο που αποτελείται από τα σημεία εκκίνησης του οχήματος, τα σημεία τερματισμού του οχήματος, το καταφύγιο και τις θέσεις περισυλλογής, καθώς και όλα τα τόξα που συνδέουν εφικτά αυτούς τους κόμβους

δ) Χρόνοι ταξιδιού για όλα τα τόξα στο δίκτυο.

Αρχικά, οι δύο αλγόριθμοι δημιουργούν έναν κατάλογο οχημάτων (List) διατεταγμένων κατά φθίνουσα σειρά σε σχέση με την (αρχική) χωρητικότητά τους.

Ευρετικός Αλγόριθμος 1

Στον πρώτο αλγόριθμο, τα οχήματα της λίστας δρομολογούνται ταυτόχρονα. Συγκεκριμένα, το πρώτο όχημα της λίστας οδηγείται στον κόμβο με την υψηλότερη ζήτηση (διατηρώντας πάντοτε ένα αρχείο του αντίστοιχου χρόνου μετακίνησης), το δεύτερο όχημα της λίστας στον δεύτερο κόμβο με τη μεγαλύτερη ζήτηση (χρόνος ταξιδιού εγγραφής) κ.λπ. , μέχρι να εξαντληθεί η λίστα ή να ικανοποιηθεί η ζήτηση στις τοποθεσίες παραλαβής. Αν ο κατάλογος εξαντληθεί και η ζήτηση δεν τηρηθεί, ο αλγόριθμος ταξινομεί τους χρόνους μετακίνησης του οχήματος σε αύξουσα σειρά και το όχημα με τον ελάχιστο χρόνο μετακίνησης δρομολογείται μετά την ολοκλήρωση της πρώτης ανάληψής του. Εάν το όχημα με ελάχιστο χρόνο μετακίνησης βρίσκεται στο καταφύγιο, κατευθύνεται προς τον κόμβο με τη μεγαλύτερη ζήτηση. Σε περίπτωση που αυτό το όχημα βρίσκεται σε οποιοδήποτε κόμβο ζήτησης, δρομολογείται στον πλησιέστερο κόμβο του.

Παρακάτω παρουσιάζουμε τον ευρετικό αλγόριθμο.

Nodes and vehicles

- Let $\{t\} \subset N$ be the shelter
- Let $C \subset N$ be the set of all nodes representing the evacuee locations, called *pick-up locations*. In particular: $C = \{1, 2, \dots, m\}$.
- Let $K = \{1, 2, \dots, v\}$ be the set of available vehicles
- Let $S^k \subset N$, $k \in K$ be the originating location of vehicle k . In particular: $S^k = \{s^1, s^2, \dots, s^v\}$
- Let $E^k \subset N$, $k \in K$ be the ending location of vehicle k . In particular: $E^k = \{e^1, e^2, \dots, e^v\}$

Arcs (travel times)

- Let l_{ij} be the traveling time from node i to node j , $i, j \in N, i \neq j$. In particular:

$$\mathbf{L} = \begin{cases} \begin{pmatrix} l_{s^1 1} & \dots & l_{s^1 m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{s^v 1} & \dots & l_{s^v m} \end{pmatrix}, & i \in S^k, j \in C \\ (l_{ts^1} \dots l_{ts^v}), & i \in \{t\}, j \in S^k \\ \begin{pmatrix} 0 & l_{12} & \dots & l_{1m} \\ l_{21} & 0 & \dots & l_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & 0 \end{pmatrix}, & i, j \in C, i \neq j \end{cases}$$

Arcs (distances)

- Let p_{ij} be the travel distance from node i to node j , $i, j \in N, i \neq j$. In particular:

$$\mathbf{P} = \begin{cases} \begin{pmatrix} p_{s^1 1} & \dots & p_{s^1 m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{s^v 1} & \dots & p_{s^v m} \end{pmatrix}, & i \in S^k, j \in C \\ (p_{ts^1} \dots p_{ts^v}), & i \in \{t\}, j \in S^k \\ \begin{pmatrix} 0 & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & 0 & \dots & p_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & 0 \end{pmatrix}, & i, j \in C, i \neq j \end{cases}$$

Other

- Let D_i be the demand of each pick up location $i \in C$
- Let Q_k be the capacity of vehicle $k \in K$
- Let $ICV = \{Q_k, k \in K\}$ be the set of initial vehicles' capacities
- Let *List* be the list of all the available vehicles $k \in K$ arranged in descending order with respect to capacity.
- Let *Time_List* be the list of the traveling times of the vehicles. Note that initially all the elements of *Time_List* are zero.
- Let *Capacity_List* be a list of vehicles with the same traveling time arranged in descending order with respect to their capacity.

- Let *Vehicles_List* be a set of vehicles $k \in K$ which have not returned to the shelter while the entire demand has been met
- Let T_{evac} be the time that the last evacuee is dropped off at shelter $\{t\}$
- Let *Demand_List* be a list with the demand of nodes arranged in descending order of demand.
- Let *Furthest_List* be a list of nodes of equal demand, arranged in descending order with respect to their distance from the starting location of current vehicle (or from the shelter).
- Let *Nearest_List* be a list with nodes of equal demand, arranged in ascending order with respect to their distance from the starting location of current vehicle (or from the shelter).
- Let *Total_Distance* be the list with the traveling distances of each vehicle. Note that initially all the elements in *Total_Distance* are equal to zero
- Let $st = 2$ minutes be the loading/unloading time of each vehicle
- Let *Distance* be the total traveling distance of all vehicles:
 $Distance = \sum_{k \in K} Total_Distance(k)$
- Let *node* be the last node that vehicle $k \in K$ visits during its last route

Heuristic algorithm 1 comprises the following steps:

Step 1 : Sort the vehicles in descending order with respect to their initial capacity (*List*).

Step 2 : Sort the demand of nodes in descending order (*Demand_List*).

Step 3 : Set the first vehicle k in *List* as current vehicle (*CV*), delete it from *List* and route it considering the following cases:

- **Case 1:** In case there are more than one nodes with the same highest demand in *Demand_List*
 - **Subcase 1:** If *CV*'s capacity is higher than the first element in *Demand_List*
 - Route *CV* to the furthest of the nodes with the same highest demand. Set this node as *CN*
 - **Subcase 2:** If *CV*'s capacity is less or equal to the first element in *Demand_List*
 - Route *CV* to the nearest of the nodes with the same highest demand. Set this node as *CN*
- **Case 2:** In case the first element in *Demand_List* is unique, route vehicle *CV* to the first node in *Demand_List* and set this node as current node (*CN*).

Step 4 : Record the travel time of *CV* (*Time_List*) and its travel distance (*Total_Distance*)

Step 5 : Update the capacity of current vehicle (*CV*) and the demand of current node (*CN*) as follows:

- **Case 1:** In case that *CN*'s demand is greater than *CV*'s capacity
 - *CV* picks up Q_k evacuees and returns to the shelter
 - update the travel time of *CV* :
 $Time_List(CV) = Time_List(CV) + L_{CN\{t\}} + 2 \cdot st$
 - update the demand of *CN*: $D_{CN} = D_{CN} - Q_{CV}$,
 - update the capacity of *CV*: $Q_{CV}=0$
 - update the traveling distance of *CV*:
 $Total_Distance(CV) = Total_Distance(CV) + P_{CN\{t\}}$

- **Case 2:** In case that CN 's demand is lower than CV 's capacity
 - CV picks up D_{CN} evacuees
 - update the travel time of CV : $Time_List(CV) = Time_List(CV) + st$
 - update the capacity of CV : $Q_{CV} = Q_{CV} - D_{CN}$,
 - update the demand of CN : $D_{CN} = 0$.

Step 6:

- **Case 1:** If $List$ is not exhausted and demand is not met go to **Step 2**
- **Case 2** If demand is met
 - route all vehicles (those which are not at the shelter) to the shelter
 - update their traveling time and their travel distance
 - set T_{evac} = maximum element in $Time_List$
 - set $Distance = sum(Total_Distance)$
 - **END**
- **Case 3:** If $List$ is exhausted and demand is not met, sort $Time_List$ in ascending order
 - **Subcase 1:** In case there are more than one vehicles with the same minimum traveling time in $Time_List$
 - Select among the vehicles with the same minimum travel time, the one that has the highest capacity and set it as current vehicle(CV)
 - **Subcase 2:** In case the first element in $Time_List$ is unique, set the corresponding vehicle as CV .
 - **Subcase 2.1:** In case that CV is at the shelter
 - restore its capacity
 - repeat **Step 2**
 - repeat **Case 1** or **Case 2** of **Step 3** (depends on CV 's capacity)
 - repeat **Steps 4-6**.
 - **Subcase 2.2:** In case that CV is not at the shelter
 - find its current node and route it to its nearest node (nn) with nonzero demand
 - update its travel time and its travel distance:

$$Time_List(CV) = Time_List(CV) + L_{CN\{nn\}}$$

$$Total_Distance(CV) = Total_Distance(CV) + P_{CN\{nn\}}$$
 - Set the nearest node as CN and go to **Step 5**.

Ευρετικός αλγόριθμος 2

Στο ευρετικό αλγόριθμο 2, το πρώτο όχημα της λίστας οδηγείται στον κόμβο με τη μεγαλύτερη ζήτηση (διατηρώντας πάντοτε ένα αρχείο του αντίστοιχου χρόνου μετακίνησης) και στη συνέχεια, εάν η χωρητικότητα του οχήματος δεν εξαντληθεί, οδηγείται στον πλησιέστερο κόμβο. Η διαδικασία συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο μέχρις ότου εξαντληθεί η χωρητικότητά της ή ικανοποιηθεί η συνολική ζήτηση. Το όχημα επιστρέφει στην αποθήκη. Αν ολοκληρωθεί η διαδικασία δρομολόγησης του πρώτου οχήματος και η συνολική ζήτηση δεν είναι ικανοποιημένη, ο αλγόριθμος συνεχίζει με το δεύτερο όχημα της λίστας ακολουθώντας την ίδια διαδικασία έως ότου η λίστα είναι κενή. Σε περίπτωση που ο κατάλογος είναι άδειος και η ζήτηση δεν ικανοποιείται, τότε ο αλγόριθμος προσδιορίζει το όχημα που θα επιστρέψει πρώτα στο καταφύγιο και συνεχίζει την εκτέλεση της διαδικασίας που περιγράφεται παραπάνω μέχρις ότου ικανοποιηθεί η συνολική ζήτηση.

Παρακάτω παρουσιάζουμε τον ευρετικό αλγόριθμο.

Ο συμβολισμός για τον δεύτερο ευρετικό αλγόριθμο είναι ακριβώς ο ίδιος όπως για τον προηγούμενο αλγόριθμο, εκτός από τον *Arrival_List*, ο οποίος είναι ένας κατάλογος με τους χρόνους άφιξης του οχήματος στο καταφύγιο. Σημειώστε ότι αρχικά όλα τα στοιχεία του *Arrival_List* είναι μηδέν. Επιπλέον, σημειώστε ότι ο τελευταίος κόμβος που επισκέπτεται το όχημα $k \in K$ κατά την τελευταία του διαδρομή, που προηγουμένως υποδείχθηκε ως κόμβος, δεν χρησιμοποιείται στον δεύτερο αλγόριθμο.

Ο ευρετικός αλγόριθμος 2 περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

Step 1 : Sort the vehicles in descending order with respect to their initial capacity (*List*).

Step 2 :

- **Case 1:** If *List* is not empty and demand is not met
 - Set the first vehicle k in *List* as current vehicle (*CV*) and delete it from *List*
- **Case 2:** If *List* is empty and demand is not satisfied
 - Sort *Time_List* in ascending order
 - **Subcase 2.1:** In case there are more than one vehicles with the same minimum traveling time in *Time_List*
 - Select among the vehicles with the same minimum travel time the one that has the highest capacity and set it as current vehicle(*CV*)
 - **Subcase 2.2:** In case that the first element in *Time_List* is unique, set the corresponding vehicle as *CV*.

Step 3 : Sort the demand of nodes in descending order (*Demand_List*).

- **Case 1:** In case there are more than one nodes with the same highest demand in *Demand_List*:
 - **Subcase 1.1:** If *CV*'s capacity is higher than the first element in *Demand_List*
 - Route *CV* to the furthest of the nodes with the same highest demand and set this node as *CN*

- **Subcase 1.2:** If CV 's capacity is less or equal to the first element in $Demand_List$
 - Route CV to the nearest of the nodes with the same highest demand and set this node as CN
- **Case 2:** In case the first element in $Demand_List$ is unique, route vehicle CV to the corresponding node (with the highest demand) and set this node as current node (CN)
- Step 4 :** Record CV 's traveling time ($Time_List$) and its travel distance ($Total_Distance$)
- Step 5 :** Update the capacity of CV and the demand of CN as follows:
 - **Case 1:** In case CN 's demand is higher than CV 's capacity
 - CV picks up Q_{CV} evacuees and returns to the shelter
 - update the demand of CN : $D_{CN} = D_{CN} - Q_{CV}$
 - update the capacity of CV : $Q_{CV} = 0$
 - CV returns to the shelter
 - update the travel distance of CV :

$$Total_Distance(CV) = Total_Distance(CV) + P_{CN\{t\}}$$
 - update the travel time of CV :

$$Time_List(CV) = Time_List(CV) + L_{CN\{t\}} + 2 \cdot st$$
 - **Case 2:** In case CN 's demand is lower than CV 's capacity
 - CV picks up D_{CN} evacuees
 - update the capacity of CV : $Q_{CV} = Q_{CV} - D_{CN}$
 - update the demand of CN : $D_{CN} = 0$
 - update the traveling time of CV :

$$Time_List(CV) = Time_List(CV) + st.$$
 - the last visited node is CN

Step 6:

- **Case 1:** If demand is not met
 - **Subcase 1.1:** If the remaining capacity of CV is higher than zero:
 - route CV from its CN to the nearest node (nn) with nonzero demand
 - update travel distance of CV :

$$Total_Distance(CV) = Total_Distance(CV) + P_{CN\{nn\}}$$
 - update traveling time of CV :

$$Time_List(CV) = Time_List(CV) + L_{CN\{nn\}}$$
 - Repeat **Steps 5-6**
 - **Subcase 1.2:** If the remaining capacity of CV is equal to zero
 - Repeat **Steps 2-6**
- **Case 2:** If demand is met
 - route all the vehicles to the shelter
 - update their traveling time and their travel distance
 - set T_{evac} = maximum element in $Time_List$
 - set $Distance = sum(Total_Distance)$
 - **END**

5.3.2 Η συμβολή μας στην βελτίωση του λογισμικού

Για την ιδανικότερη εξαγωγή αποτελεσμάτων, ήταν καθήκον μας στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας να επέμβουμε στη λειτουργικότητα του λογισμικού προσομοίωσης εκκένωσης. Ενώ λοιπόν με την κατάλληλη εισαγωγή δεδομένων μπορούσαμε να λάβουμε αναλυτικά όλα τα στοιχεία βάσει βέλτιστων διαδρομών και διαθέσιμων οχημάτων-καταφυγίων, αυτό που επιπλέον μας ενδιέφερε ήταν να ληφθεί υπόψη και η κρισιμότητα της κατάστασης λόγω της εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς. Μοναδικός τρόπος ήταν η λήψη σεναρίων εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς(σε προσομοίωση πραγματικού χρόνου θα ληφθούν στοιχεία επίσης πραγματικού χρόνου), επιλέγοντας τις κατευθύνσεις των ανέμων, την τρέχουσα θερμοκρασία και λοιπά στοιχεία που κρίνονται καθοριστικά.

Συνεπώς η βελτιστοποίηση του λογισμικού σε αυτό το κομμάτι μας βοήθησε σημαντικά στη δημιουργία κατάλληλων πινάκων που περιέχουν με φθίνουσα σειρά τα σημεία-χωριά συναρτήσει της επικινδυνότητας λόγω εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς. Έχοντας λοιπόν εκχωρήσει το σενάριο εξάπλωσης και τις ακριβείς συντεταγμένες των σημείων-χωριών στο λογισμικό εκκένωσης, εκείνο με τη σειρά του επανυπολογίζει τις βέλτιστες διαδρομές και καθορίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια ποια οχήματα θα κινητοποιηθούν αλλάζοντας πολλές φορές και τον τελικό προορισμό(καταφύγιο) εξαιτίας φυσικά της πυρκαγιάς. Γίνεται αντιληπτό πως η χρήση αυτού του εξελιγμένου λογισμικού στις προσομοιώσεις που πραγματοποιήσαμε μας έδωσε χρηστικά αποτελέσματα, όπου με κατάλληλες περαιτέρω μελέτες και επανάληψης προσομοιώσεων από τις υπηρεσίες ασφαλείας μπορούν να προκύψουν συμπεράσματα που στο μόνο που μπορεί να οδηγήσει είναι η βελτίωση της πολιτικής προστασίας και η ασφαλής διαβίωση όλων των πολιτών, σε απομακρυσμένα και μη αστικά κέντρα.

5.4 Εκτέλεση-Αποτελέσματα προσομοίωσης

1^ο ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

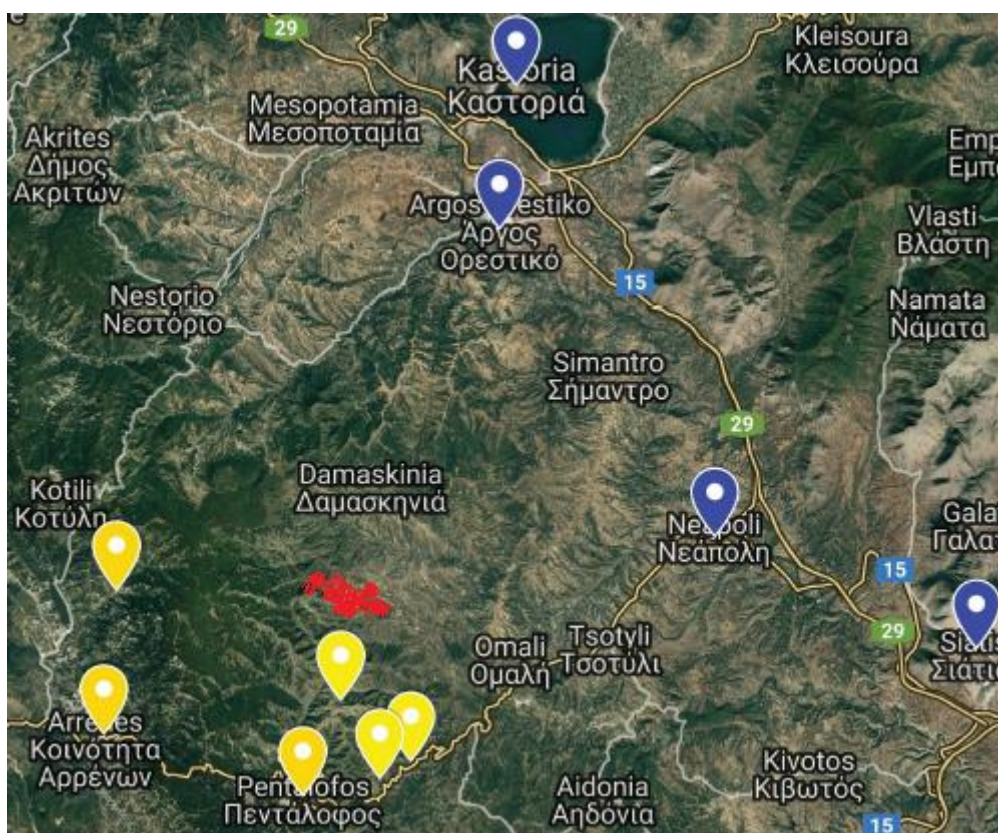
Σε αυτό το σενάριο, η εξάπλωση της πυρκαγιάς λόγω βορειοδυτικών ανέμων μας οδηγεί στη μη χρησιμοποίηση του οδικού δικτύου που συνδέει τα χωριά που μελετάμε στον ορεινό όγκο του Βοΐου με τις κωμοπόλεις Νεάπολη και Σιάτιστα, οι οποίες διαθέτουν οχήματα, καταφύγια και δομές υγείας διαθέσιμα για χρήση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Συνεπώς οχήματα, καταφύγια και δομές υγείας από

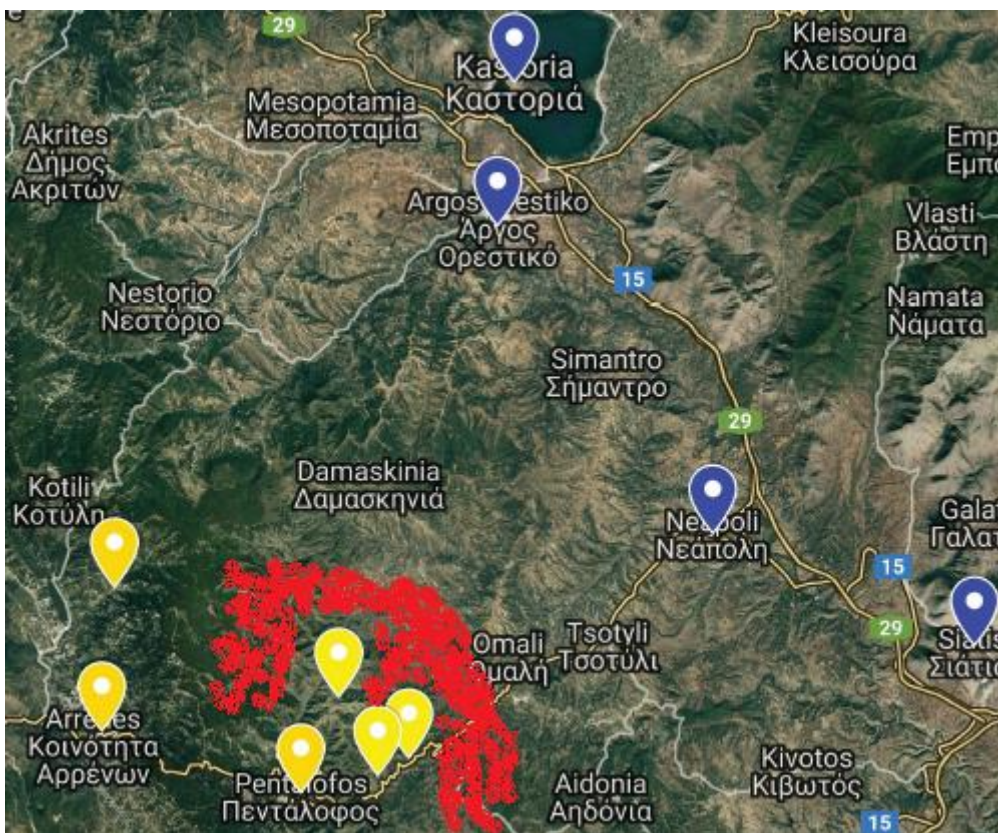
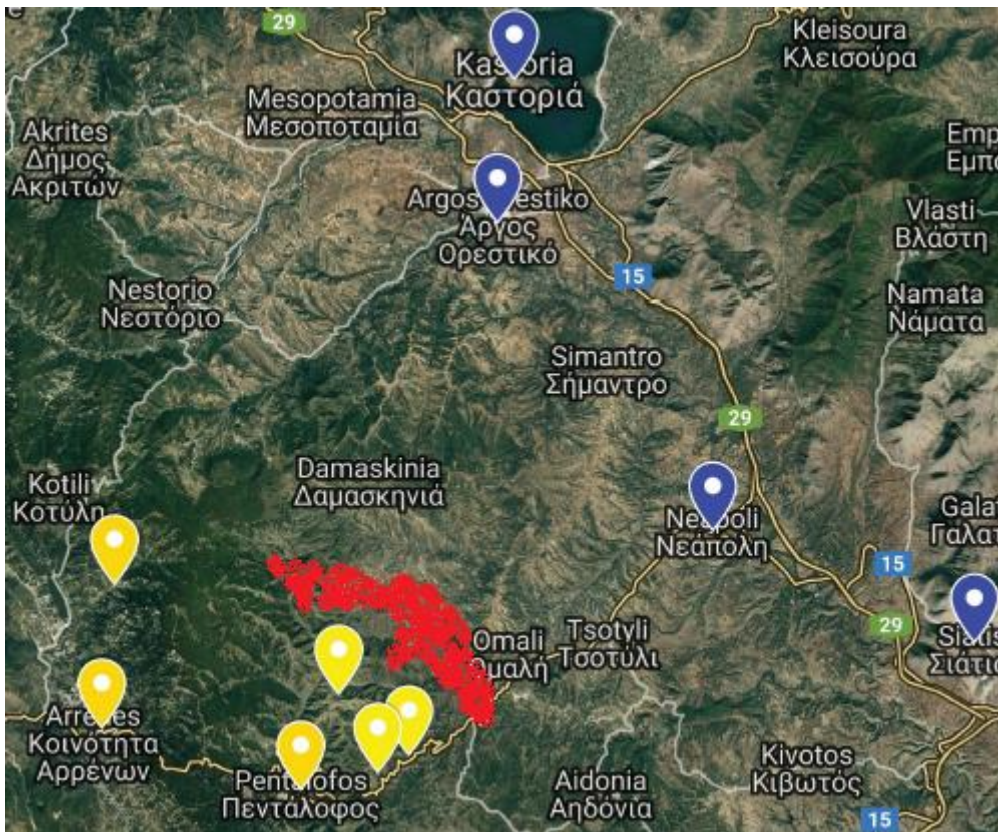
την Καστοριά και το Άργος Ορεστικό θα συμβάλλουν καταλυτικά στην εκκένωση και διανομή των πληγέντων με μερική αναπηρία σε καταφύγια.

Οι κάτοικοι των χωριών αυτών χωρίς κινητικά προβλήματα, έχοντας λάβει τη σχετική ενημέρωση για το πώς θα εγκαταλείψουν τις περιοχές, δεν προσμετρούνται στην προσομοίωση.

Επίσης γνωρίζουμε λόγω της εξάπλωσης της πυρκαγιάς τη σειρά των χωριών με την οποία πρέπει να εξυπηρετηθεί η εκκένωση.

Παρακάτω παραθέτονται εικόνες με την εξάπλωση της πυρκαγιάς σε διάστημα 3ωρών.





Στον κάτω πίνακα παραθέτονται με φθίνουσα σειρά κρισιμότητας τα χωριά προς εκκένωση.

Πίνακας 5. Σειρά κρισιμότητας εκκένωσης

ΛΙΣΤΑ ΧΩΡΙΩΝ ΜΕ ΦΘΙΝΟΥΣΑ ΣΕΙΡΑ ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ
<p style="text-align: center;">Αυγερινός Μορφή Αγ. Σωτήρα Πεντάλοφος Επταχώρι Κυψέλη</p>

Με τη χρήση λοιπόν του λογισμικού εκκένωσης, το οποίο βελτιώσαμε ως προς τον κώδικα για πλήρη εξυπηρέτηση του έργου μας, λάβαμε τα βέλτιστα αποτελέσματα εκκένωσης και διανομής σε καταφύγια με βάση τα ενεργά οχήματα και καταφύγια που διαθέτουμε. Τα διαθέσιμα οχήματα, οι χρόνοι εκκένωσης κάθε χωριού, ο αριθμός των διασωθέντων και οι χρόνοι που διάνυσαν τα οχήματα κατά τη διάρκεια της επιχείρησης παραθέτονται στους κάτωθι πίνακες. (** Ως χρόνος εξυπηρέτησης κάθε ενός ατόμου με μερική αναπηρία έχει οριστεί 1 λεπτό**)

Πίνακας 5.1 Σύνολα πληθυσμών

Ον. Περιοχής	Πληθυσμός(Απογραφή 2011)	Πληθυσμός χωρίς κινητικά προβλήματα	Πληθυσμός με μερική αναπηρία
Μορφή	74	59	15
Αγ. Σωτήρα	28	22	6
Αυγερινός	236	189	47
Πεντάλοφος	446	357	89
Επταχώρι	295	252	43
Κυψέλη	56	45	11
		ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
		924	211

Πίνακας 5.2 Κατάλογος διαθέσιμων οχημάτων

Τύποι Οχημάτων	ΚΤΕΛ Καστοριάς	Γενικό Καστοριάς	Νοσοκείο	
Bus Ambulance	Bus 1	Ambulance 1		
	Bus 2			
	Bus 3			
	Bus 4			
	ΚΤΕΛ Ορεστικού	Άρ.	Κέντρο υγείας Ορεστικού	Άρ.
	Bus 5	Ambulance 2		
	Bus 6			
	ΚΤΕΛ Νεάπολης		Κέντρο υγείας Νεάπολης	
Bus 7	Ambulance 3			
ΚΤΕΛ Σιάτιστας		Κέντρο υγείας Σιάτιστα		
Bus 8	Ambulance 4			

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Όχημα	Προς Χωριό	Απόσταση(χρόνος)	Χρόνος εκκένωσης	Καταφύγιο	Απόσταση προς καταφύγιο(χρόνος)
<i>Bus 5</i>	Αυγερινός	1 ώρα και 4 λεπτά	45 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Άρ. Ορεστικού	1 ώρα και 5 λεπτά
<i>Ambulance 2</i>	Αυγερινός	1 ώρα και 2 λεπτά	2 λεπτά		
<i>Bus 6</i>	Μορφή	1 ώρα και 25 λεπτά	15 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Άρ. Ορεστικού	
<i>Bus 6</i>	Αγ. Σωτήρα	6 λεπτά(από Μόρφη)	6 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Άρ. Ορεστικού	1 ώρα και 20 λεπτά
<i>Bus 1</i> <i>Bus 2</i>	Πεντάλοφος	1 ώρα και 30 λεπτά	45 λεπτά	Κλειστό γήπεδο Μπάσκετ Άρ. Ορεστικού	1 ώρα και 19 λεπτά
<i>Bus 3</i>	Επταχώρι	1 ώρα και 13 λεπτά	43 λεπτά	Κλειστό Γήπεδο Μπάσκετ Καστοριάς	1 ώρα και 15 λεπτά
<i>Bus 4</i>	Κυψέλη	1 ώρα και 7 λεπτά	11 λεπτά	Κλειστό Γήπεδο Μπάσκετ Καστοριάς	1 ώρα και 9 λεπτά

Πίνακας 5.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης

ΧΩΡΙΟ	ΕΚΚΕΝΩΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΡΑΤΩΣΗΣ(ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ)
Αυγερινός	2 ώρες και 34 λεπτά	3 ώρες και 39 λεπτά
Μορφή	1 ώρα και 40 λεπτά	3 ώρες και 12 λεπτά
Αγ. Σωτήρα	1 ώρα και 52 λεπτά	3 ώρες και 12 λεπτά
Πεντάλοφος	2 ώρες και 15 λεπτά	3 ώρες και 34 λεπτά
Επταχώρι	1 ώρα και 56 λεπτά	3 ώρες και 11 λεπτά
Κυψέλη	1 ώρα και 18 λεπτά	2 ώρες και 27 λεπτά

Τα άνωθι αποτελέσματα μας δίδουν τις παρακάτω γνώσεις:

1. Η εκκένωση όλων των πληθυσμών ολοκληρώθηκε σε 2 ώρες και 34 λεπτά
2. Η διανομή όλων των εκκενωθέντων ατόμων με μερική αναπηρία, αφού περατώθηκε η εκκένωση, ολοκληρώθηκε έπειτα από 1 ώρα και 5 λεπτά
3. Ο συνολικός χρόνος της επιχείρησης ήταν 3 ώρες και 39 λεπτά
4. Εξυπηρετήθηκαν όλοι οι πληγέντες με μερική αναπηρία

2^ο ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

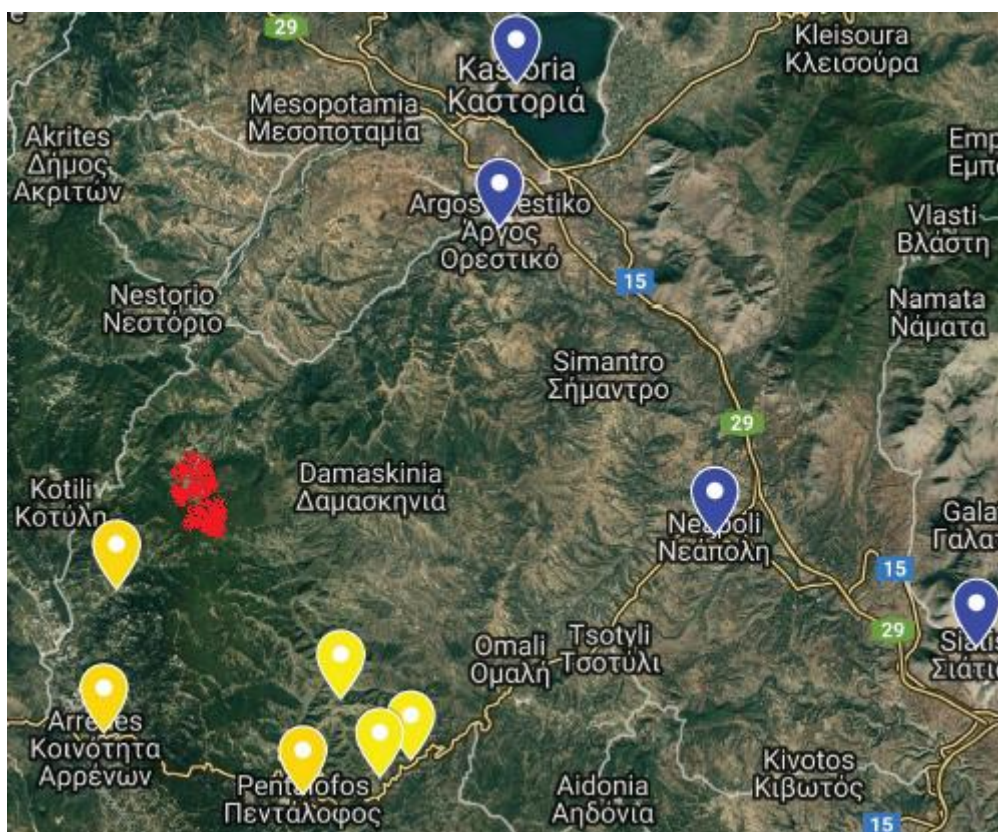
Σε αυτό το σενάριο, η εξάπλωση της πυρκαγιάς λόγω νοτιοανατολικών ανέμων μας οδηγεί στη μη χρησιμοποίηση του οδικού δικτύου που συνδέει άμεσα τα χωριά που μελετάμε στον ορεινό όγκο Βοΐου με την Καστοριά και το Άργος Ορεστικό. Ωστόσο λόγω της επικινδυνότητας της κατάστασης και της έλλειψης οχημάτων και καταφυγίων στις κωμοπόλεις της Νεάπολης και της Σιάτιστας, η χρήση οχημάτων, καταφυγίων και δομών υγείας από την Καστοριά και το Άργος Ορεστικό κρίνεται επιτακτική, έστω κι αν χρησιμοποιηθούν χρονοβόρες διαδρομές.

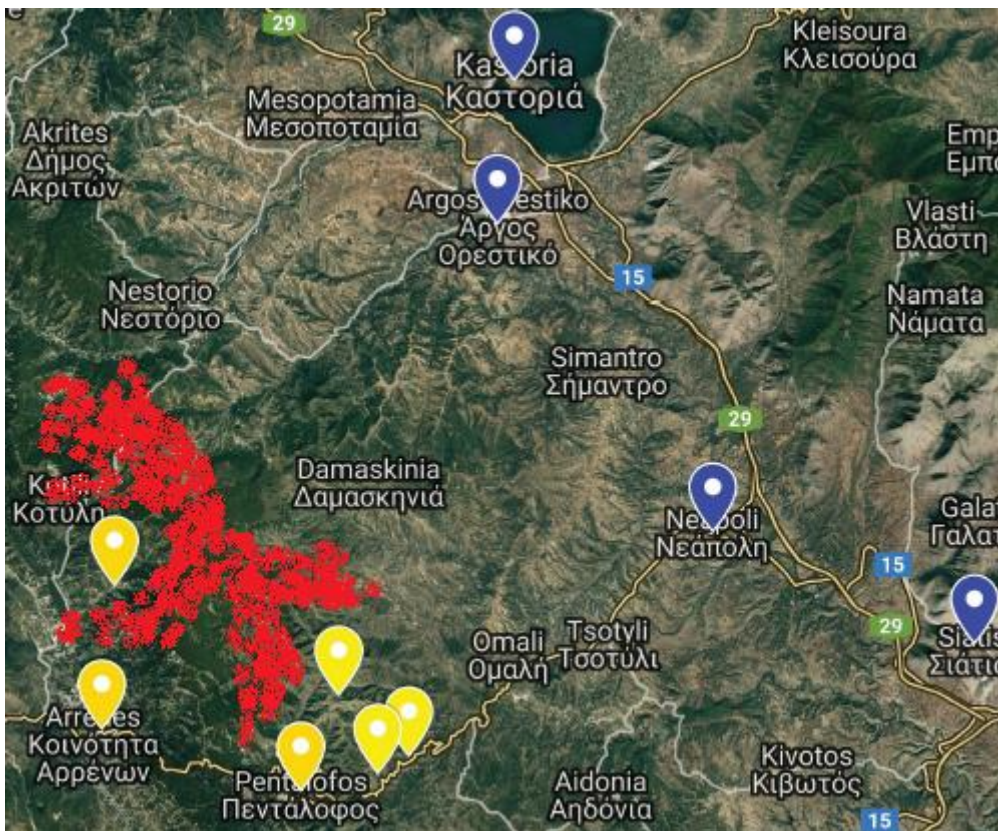
Οι κάτοικοι των χωριών αυτών χωρίς κινητικά προβλήματα, έχοντας λάβει τη σχετική ενημέρωση για το πώς θα εγκαταλείψουν τις περιοχές, δεν προσμετρούνται στην προσομοίωση.

Επίσης γνωρίζουμε λόγω της εξάπλωσης της πυρκαγιάς τη σειρά των χωριών με την οποία πρέπει να εξυπηρετηθεί η εκκένωση.

Παρακάτω παραθέτονται εικόνες με την εξάπλωση της πυρκαγιάς σε διάστημα 3ωρών.

Στον κάτω πίνακα παραθέτονται με φθίνουσα σειρά κρισιμότητας τα χωριά προς εκκένωση.





ΛΙΣΤΑ ΧΩΡΙΩΝ ΜΕ ΦΘΙΝΟΥΣΑ ΣΕΙΡΑ ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Κυψέλη
 Επταχώρι
 Αυγερινός
 Πεντάλοφος
 Αγ. Σωτήρα
 Μορφή

Πίνακας 5.5 Σειρά κρισιμότητας εκκένωσης

Με τη χρήση λοιπόν του λογισμικού εκκένωσης, το οποίο βελτιώσαμε ως προς τον κώδικα για πλήρη εξυπηρέτηση του έργου μας, λάβαμε τα βέλτιστα αποτελέσματα εκκένωσης και διανομής σε καταφύγια με βάση τα ενεργά οχήματα και καταφύγια που διαθέτουμε. Τα διαθέσιμα οχήματα, οι χρόνοι εκκένωσης κάθε χωριού, ο αριθμός των διασωθέντων και οι χρόνοι που διάνυσαν τα οχήματα κατά τη διάρκεια της επιχείρησης παραθέτονται στους κάτωθι πίνακες. (** Ως χρόνος εξυπηρέτησης κάθε ενός ατόμου με μερική αναπηρία έχει οριστεί 1 λεπτό**)

Πίνακας 5.6 Σύνολα πληθυσμών

Ον. Περιοχής	Πληθυσμός(Απογραφή 2011)	Πλυθησμός χωρίς κινητικά προβλήματα	Πλυθησμός με μερική αναπηρία
Μορφή	74	59	15
Αγ. Σωτήρα	28	22	6
Αυγερινός	236	189	47
Πεντάλοφος	446	357	89
Επταχώρι	295	252	43
Κυψέλη	56	45	11
		ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
		924	211

Πίνακας 5.7 Κατάλογος διαθέσιμων οχημάτων

Τύποι Οχημάτων	ΚΤΕΛ Καστοριάς	Γενικό Καστοριάς	Νοσοκείο	
Bus Ambulance	Bus 1	Ambulance 1		
	Bus 2			
	Bus 3			
	Bus 4			
	ΚΤΕΛ Ορεστικού	Άρ.	Κέντρο υγείας Ορεστικού	Άρ.
	Bus 5	Ambulance 2		
	Bus 6			
	ΚΤΕΛ Νεάπολης		Κέντρο υγείας Νεάπολης	
Bus 7	Ambulance 3			
ΚΤΕΛ Σιάτιστας		Κέντρο υγείας Σιάτιστας		
Bus 8	Ambulance 4			

Πίνακας 5.8 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Όχημα	Προς Χωριό	Απόσταση(χρόνος)	Χρόνος εκκένωσης	Καταφύγιο	Απόσταση προς καταφύγιο(χρόνος)
Bus 7	Κυψέλη	1 ώρα και 32 λεπτά	11 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Νεάπολης	1 ώρα και 32 λεπτά
Bus 8	Επταχώρι	1 ώρα και 22 λεπτά	43 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Νεάπολης	1 ώρα και 1 λεπτό
Bus 5	Αυγερινός	55 λεπτά	45 λεπτά	Δημοτικό Γήπεδο Ποδοσφαίρου Σιάτιστας	53 λεπτά
Ambulance 3		35 λεπτά			
Bus 6	Πεντάλοφος	59 λεπτά	45 λεπτά	Κλειστό γήπεδο Μπάσκετ Άρ. Ορεστικού	59 λεπτά
Bus 1		1 ώρα και 7 λεπτά			
Bus 2	Αγ. Σωτήρα	54 λεπτά	6 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Άρ. Ορεστικού	
Bus 2	Μορφή	6 λεπτά(μέσω Αγ. Σωτήρας)	15 λεπτά	Γήπεδο Ποδοσφαίρου Άρ. Ορεστικού	46 λεπτά

Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα προσομοίωσης

ΧΩΡΙΟ	ΕΚΚΕΝΩΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΡΑΤΩΣΗΣ(ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ)
Κυψέλη	1 ώρα και 43 λεπτά	3 ώρες και 16 λεπτά
Επταχώρι	2 ώρες και 5 λεπτά	3 ώρες και 6 λεπτά
Αυγερινός	1 ώρα και 40 λεπτά	2 ώρες και 33 λεπτά
Πεντάλοφος	1 ώρα και 51 λεπτά	2 ώρες και 50 λεπτά
Αγ. Σωτήρα	1 ώρα	2 ώρες και 7 λεπτά
Μορφή	1 ώρα και 21 λεπτά	2 ώρες και 7 λεπτά

Τα άνωθι αποτελέσματα μας δίδουν τις παρακάτω γνώσεις:

1. Η εκκένωση όλων των πληθυσμών ολοκληρώθηκε σε 2 ώρες και 5 λεπτά
2. Η διανομή όλων των εκκενωθέντων ατόμων με μερική αναπηρία, αφού περατώθηκε η εκκένωση, ολοκληρώθηκε έπειτα από 1 ώρα και 11 λεπτά
3. Ο συνολικός χρόνος της επιχείρησης ήταν 3 ώρες και 16 λεπτά
4. Εξυπηρετήθηκαν όλοι οι πληγέντες με μερική αναπηρία

Κεφάλαιο 6

6.1 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Οι απομακρυσμένες από τα αστικά κέντρα περιοχές δεν έχουν τύχει της απαραίτητης προσοχής από την άποψη της επικινδυνότητας ως προς τις φυσικές καταστροφές, παρά το γεγονός ότι η ερημοποίηση τους και η μείωση του πληθυσμού (και ιδιαίτερα των νέων ηλικιακά ομάδων) απαιτεί ιδιαίτερους χειρισμούς σε περίπτωση μιας καταστροφής. Λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική κατάσταση στην παρούσα διπλωματική εστίασαμε κατά την εφαρμογή της θεωρίας και των εργαλείων της εφοδιαστικής αλυσίδας στην εκκένωση χωριών σε ορεινό όγκο, μακριά από τα αστικά κέντρα. Μικροί πληθυσμοί, υπερήλικες με προβλήματα υγείας και με κινητικά προβλήματα, κακοσχεδιασμένο και κακοσυντηρημένο οδικό δίκτυο, ήταν μερικά από τα στοιχεία που λάβαμε υπόψη μας.

Το οδικό δίκτυο, όπου αν εξαιρέσουμε τις τρεις κωμοπόλεις, Σιάτιστα-Άργος Ορεστικό-Νεάπολη Βοΐου, η ποιότητα του οδοστρώματος μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα στη μη εξυπηρέτηση των κατοίκων των ορεινών χωριών σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Συνεπώς πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες μελέτες από μηχανικούς, να συνταχτούν τεκμηριωμένες τεχνικές εκθέσεις ώστε να χρηματοδοτηθούν τα εν λόγω έργα οδοποιίας από ανάλογα προγράμματα(της Ε.Ε.) και να προχωρήσουν στην διόρθωση ή ακόμα και δημιουργία νέων δρόμων, εξυπηρετώντας καλύτερα τις μετακινήσεις των κατοίκων αλλά και των υπηρεσιών ασφαλείας σε παν ενδεχόμενο.

Αν και λάβαμε υπόψη μας εύλογες για την πληθυσμιακή δυναμικότητα και τις πραγματικές δυνατότητες των γύρων κωμοπόλεων διαθεσιμότητες μεταφορικών μέσων και ασθενοφόρων, καθώς και το γεγονός ότι ο πληθυσμός των χωριών που κινδυνεύουν μπορεί να φύγει με δικά του μεταφορικά μέσα θα ειδοποιηθεί έγκαιρα, αυτό δεν είναι σίγουρο σε μια ξαφνική δασική πυρκαγιά μεγάλης έντασης.

Λείπει ένα ηλεκτρονικό σύστημα που θα επιτρέπει στις αρχές πολιτικής προστασίας να γνωρίζουν σε πραγματικό χρόνο τις διαθεσιμότητες μεταφορικών μέσων στις περιοχές που κινδυνεύουν και πιθανόν να χρειαστούν εκκένωση. Διαφορετικά μπορεί κάποια ασθενοφόρα να βρίσκονται σε επισκευή σε διακομιδή ασθενών, κάποια να είναι εφεδρεία στα νοσοκομεία ή τα κέντρα υγείας. Το ίδιο ισχύει και με τα λεωφορεία ιδιωτών, δήμων και άλλων φορέων.

Επίσης, οι πληγείσες περιοχές μπορεί να είναι ευρείες και ενδεχομένως να περιλαμβάνουν μεγάλους πληθυσμούς (π.χ. την τουριστική περίοδο χειμώνα ή καλοκαίρι ανάλογα τον προορισμό), αν υπάρχουν γιορτές ή εκδηλώσεις που προσελκύουν πολύ κόσμο σε περιόδους που ο κίνδυνος είναι αυξημένος. Ως εκ τούτου, οι απαιτήσεις της σε πραγματικό χρόνο σχεδίασης και υλοποίησης επείγουσας εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να είναι πολύπλοκες και περίπλοκες και να περιλαμβάνουν αλληλένδετα καθήκοντα που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν μεμονωμένα χωρίς να εξεταστούν οι αλληλεπιδράσεις τους. Καθώς η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί μία (1) γραμμή στα υφιστάμενα σχέδια αντιλαμβανόμαστε ότι πολλά πράγματα μπορεί να εξελιχθούν άσχημα σε ένα πραγματικό συμβάν.

Επιπλέον, τα συναφή φαινόμενα ενδέχεται να μην έχουν κατάλληλες μεθοδολογίες για την αντιμετώπισή τους ή ακόμη και να μην μπορούν να υλοποιηθούν από μαθηματική άποψη την ώρα της έκτακτης ανάγκης αλλά να πρέπει να έχουν γίνει από την φάση του σχεδιασμού ρεαλιστικά σενάρια που θα μας υποβοηθήσουν στην λήψη των βέλτιστων αποφάσεων όταν απαιτηθεί.

Η εφοδιαστική αλυσίδα έκτακτης ανάγκης έχει ως κύριο στόχο τη διατήρηση της ζωής, τη μείωση του ανθρώπινου πόνου και την πρόληψη των υλικών ζημιών και της καταστροφής του περιβάλλοντος αντί των στόχων των παραδοσιακών εφοδιαστικών αλυσίδων, όπως η μείωση του λειτουργικού κόστους ή η αύξηση των κερδών. Επιπλέον, οι στόχοι μπορεί να διαφέρουν ή ακόμη και να είναι αντιφατικοί για τα διάφορα εμπλεκόμενα μέρη. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι οι επιχειρήσεις διάσωσης μπορεί να έρχονται σε σύγκρουση με τους στόχους ελέγχου ζημιών. Επιπλέον, η επίτευξη των στόχων δεν είναι σαφώς καθορισμένη και μπορεί να είναι δύσκολο να μετρηθεί. Ως εκ τούτου απαιτείται ιεράρχηση αναγκών που δεν γίνεται σήμερα.

Οι καταστροφές, και ιδιαίτερα η μεγάλης κλίμακας, απαιτούν τη συνεργασία διάφορων φορέων (π.χ. αστυνομία, πυροσβεστική υπηρεσία, ιατρικές ομάδες, Ερυθρός Σταυρός, εθελοντές κ.λπ.) και του ιδιωτικού τομέα. Λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές στους ρόλους και την κουλτούρα του κάθε εμπλεκόμενου φορέα / οργανισμού, είναι προφανές ότι κάθε διαδικασία συντονισμού είναι πολύπλοκη. Αυτό μπορεί να επιδεινωθεί περαιτέρω από το γεγονός ότι οι διαθέσιμοι πόροι θα πρέπει κατά κάποιον τρόπο να διανεμηθούν μεταξύ αυτών των μερών, πράγμα που μπορεί να συνεπάγεται σε ανταγωνισμό μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, η στενή συνεργασία αυτών των μερών θεωρείται απαραίτητη και απαιτητική, η οποία περιλαμβάνει την ανταλλαγή πληροφοριών, την ανταλλαγή πόρων και τη σωστή κατανομή ρόλων, γεγονός που δεν συμβαίνει σήμερα.

Οι χρονικοί περιορισμοί που είναι εγγενείς στη διαδικασία διαχείρισης καταστροφών και συγκεκριμένα, εάν ληφθεί υπόψη ότι οι καθυστερήσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού ανθρωπιστικής βοήθειας ενδέχεται να έχουν σοβαρές συνέπειες (συμπεριλαμβανομένης της απώλειας της ζωής), γίνεται εμφανές ότι υπάρχουν πρόσθετες πιέσεις για τη λήψη γρήγορων αποφάσεων και την παροχή γρήγορων απαντήσεων. Υπό μια τόσο αυστηρή χρονική πίεση, οι δύο κύριες προκλήσεις που τίθενται είναι η ανάγκη να επιταχυνθούν οι επιχειρήσεις αντίδρασης και, αφετέρου, η ανάγκη επιτάχυνσης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Για τους πρώτους, μπορεί να χρειαστεί να υιοθετήσουν γρήγορες και εφικτές λύσεις και όχι εξελιγμένες βέλτιστες λύσεις. Για τους τελευταίους, η συλλογή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και η υποστήριξη αποφάσεων είναι κρίσιμη.

Η κατανομή πόρων έκτακτης ανάγκης είναι μια διαδικασία που πρέπει να εξετάζει ταυτόχρονα διάφορους παράγοντες, όπως σενάρια ζημιών, αριθμός ατυχημάτων, επίπεδο σημαντικότητας ή συνέπειες καθυστέρησης. Εξακολουθεί να υπάρχει διαρκής συζήτηση και έλλειψη συναίνεσης σχετικά με τις αρχές και τις προτεραιότητες με τις οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν οι παράγοντες αυτοί.

Η έλλειψη πρόδρομων φαινομένων μεγάλων καταστροφικών γεγονότων, παρεμποδίζει σημαντικά μια πιθανή πρόβλεψη. Η εγγενής αβεβαιότητα τέτοιων γεγονότων καθιστά αναγκαία τη δημιουργία στοχαστικών μοντέλων ή μοντέλων εφοδιαστικής αλυσίδας έκτακτης ανάγκης που βασίζονται σε σενάρια.

Μεγάλης κλίμακας επικίνδυνα συμβάντα μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές και συνεπώς να καταστήσουν μη διαθέσιμη επικοινωνία, τροφοδοσία, μετακίνηση και ακίνητες υποδομές. Μια τέτοια διαταραχή μπορεί να παρεμποδίσει τη μεταφορά των πόρων, τη συλλογή και τη μετάδοση πληροφοριών, την ανταπόκριση κλπ. Επομένως, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πρόσθετοι περιορισμοί κατά τις επιχειρήσεις αλυσίδων εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης που αντιμετωπίζουν δυνητική έλλειψη συγκεκριμένων τμημάτων υποδομής.

Επιπρόσθετα υπάρχει ανάγκη εκπαίδευσης των πληθυσμών στα χωριά των ορεινών όγκων ώστε να γνωρίζουν τι μπορεί να προκύψει, πως θα ειδοποιηθούν, ποιες ενέργειες πρέπει να κάνουν κ.λπ.

Η ύπαρξη ρεαλιστικών σεναρίων για ενδεχόμενα συμβάντα (π.χ. δασικών πυρκαγιών) και πραγματικών δεδομένων για τους διαθέσιμους πόρους δείχνει τις πραγματικές διαστάσεις των προκλήσεων προς αντιμετώπιση.

Στον υπό εξέταση ορεινό όγκο του Βοΐου για τα δύο ρεαλιστικά σενάρια εκτεταμένης δασικής πυρκαγιάς, είδαμε να υφίστανται όλες τις προαναφερθείσες ελλείψεις και προβλήματα.

Υπάρχει μια ευκαιρία. Η συζήτηση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την νέα προγραμματική περίοδο 2021 – 2027 σχετικά με τον ρόλο και την ενδυνάμωση των απομακρυσμένων περιοχών από τα αστικά κέντρα έχει ξεκινήσει. Θεωρούνται ως έχουσες υψηλό περιβαλλοντικό δυναμικό και αναζητούνται τρόποι να αναστραφεί η πληθυσμιακή αποδυνάμωση που οδήγησε και σε λιγότερες επενδύσεις σε υποδομές, προσφερόμενες υπηρεσίες κ.λπ. Ουσιαστικά η κατεύθυνση είναι οι απομακρυσμένες από τα αστικά κέντρα περιοχές να προσφέρουν ένα ελάχιστο υπηρεσιών (δίκτυα τηλεφωνίας και δεδομένων 5G, μεταφορών, χώρων εργασίας κ.λπ.) ώστε να αποσυμφορήσουν τις πόλεις και να υπάρξει ισορροπημένη ανάπτυξη.

Η διασφάλιση ενός επαρκούς συστήματος πολιτικής προστασίας στις περιοχές αυτές είναι μια από τις προϋποθέσεις. Η απαιτήσις της εφοδιαστικής αλυσίδας εκτάκτων αναγκών θα συνδιαμορφώσει τις σχετικές απαιτήσεις και θα βοηθήσει στην ορθολογική χρήση και αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, βελτιστοποιώντας συνολικά την πολιτική προστασία στις απομακρυσμένες περιοχές. Η παρούσα διπλωματική είναι ένα 1^ο μικρό βήμα σε αυτή την κατεύθυνση. Η διενέργεια ασκήσεων (επί χάρτου και επί πεδίου) με βάση την παρούσα δουλειά είναι ένα επόμενο βήμα.

Κεφάλαιο 7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Tatham, P.; Houghton, L. (2011) The wicked problem of humanitarian logistics and disaster relief aid. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 1 No. 1, pp. 15-31.
- [2] Moore, D M and Antill, P D. (2000) Contractor Logistic Support: Privatising the Tail to Pay for the Tooth. In: *Global Logistics for the New Millennium*, 272-278.
- [3] Oloruntoba, R.; Gray, R. Humanitarian aid: An agile supply chain? *Supply Chain Manag.* 2006, 11, 115–120.
- [4] Benini, A.; Conley, C.; Dittmore, B.; Waksman, Z. (2006) Survivor needs or logistical convenience? Factors shaping decisions to deliver relief to earthquake-affected communities. *Pakistan*, 2005-06.
- [5] United States Agency for International Development (USAID) (2019). Best Practices in Supply Chain Preparedness for Public Health Emergencies. Retrieved from: <https://www.ghsupplychain.org/best-practices-supply-chain-preparedness-public-health-emergencies>
- [6] Wilson, M. M. J., Tatham, P., Payne, J., L’Hermitte, C., & Shapland, M. (2018). Best practice relief supply for emergency services in a developed economy. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 8(1), 107–132. <https://doi.org/10.1108/jhlscm-03-2017-0008>
- [7] Altay, N., & Green, W. G. (2006). OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 475–493. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.05.016>
- [8] Thomas, A. S., & Kopczak, L. R. (2005). From Logistics to Supply Chain Management: The Path Forward in the Humanitarian Sector. Fritz Institute. Retrieved from: <http://www.fritzinstitute.org/PDFs/WhitePaper/FromLogisticsto.pdf>
- [9] Jiang, Y., & Yuan, Y. (2019). Emergency logistics in a large-scale disaster context: Achievements and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph16050779>
- [10] Danish Refugee Council (DRC). Programmes Handbook, Emergency Logistics and Transport Management; DRC: Copenhagen, Denmark, 2008; Chapter 8i; pp. 1-9

- [11] Afshar, M. A., & Haghani, A. (2010). Logistics Modeling in Large-Scale Disaster Relief Operations. Presented at Transportation Research Board 89th Annual Meeting (No. 10-3557).
- [12] Pujawan, I. N., Kurniati, N., & Wessiani, N. A. (2009). Supply chain management for disaster relief operations: principles and case studies, *International Journal of Logistics Systems and Management*, 5(6), 679-692
- [13] Fawcett E Stanley, June 2013, Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management
- [14] Chandès, J., Paché, G. (2006), La coordination des chaînes logistiques multi-acteurs dans un contexte humanitaire: quels cadres conceptuels pour améliorer l'action? *Logistique & Management*. Vol. 14, No. 1, pp. 39-48.
- [15] Kovacs, G., Spens, K. (2007), Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 37, No. 2, pp. 99-114.
- [16] Kovacs, G., Spens, K. (2009), Identifying challenges in humanitarian logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 39, No. 6, pp. 506-528.
- [17] Yan Chang, Suzanne Wilkinson, Regan Potangaroa, Erica Seville, 2012. Resourcing for post-disaster reconstruction: A comparative study of Indonesia and China
- [18] Scholten, K, Sharkley-Scott, P and Fynes, B(2010) (Le)agility in humanitarian aid (NGO) supply chains, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 40(8/9), pp 623-35
- [19] Abidi, H., de Leeuw, S. L. J. M., & Klumpp, M. (2014). Humanitarian supply chain performance management: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(5/6), 592-608. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2013-0349>
- [20] Habib, M. S., Lee, Y. H., & Memon, M. S. (2016). Mathematical Models in Humanitarian Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3212095>
- [21] Caunhye, A. M., Nie, X., & Pokharel, S. (2012). Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(1), 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2011.04.004>
- [22] Boonmee, C., Arimura, M., & Asada, T. (2017). Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24(June 2016), 485–498. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.01.017>

- [23] Odisha State Open University (n.d.). Retrieved from: <http://osou.ac.in/eresources/DIM-06-BLOCK-03.pdf>
- [24] Long, D.C. and Wood, D.F. (1995), "The logistics of famine relief", *Journal of Business Logistics*, Vol. 16 No. 1, pp. 213-29.
- [25] Richardson. D.. S. Leeuw. and I.A. Vis. (2010). Conceptualising inventory prepositioning in the humanitarian sector. in *Collaborative Networks for a Sustainable World*. L. Camarinha-Matos. X. Boucher. and H. Afsarmanesh. Editors. Springer Berlin Heidelberg. p. 149-156.
- [26] Lodree, E. J. and Taskin, S. (2008). An insurance risk management framework for disaster relief and supply chain disruption inventory planning, *Journal of Operational Research Society* 59, 5, pp. 674–684.
- [27] Beamon B. M, & Kotleba S. A. (2006). Inventory modelling for complex emergencies in humanitarian relief operations. *International Journal of Logistics: Research and Applications* 29, 1, pp. 1–18.
- [28] Qin, J., Xing, Y., Wang, S., Wang, K. and Chaudhry, S. S. (2012). An inter-temporal resource emergency management model, *Computer operational Research* 39, 8, pp. 1909–1918.
- [29] Anaya-Arenas, A. M., Renaud, J., & Ruiz, A. (2014). Relief distribution networks: a systematic review. *Annals of Operations Research*, 223(1), 53–79. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1581-y>
- [30] Rutner, S. and Langley, C. (2000), "Logistics Value: Definition, Process and Measurement", *International Journal of Logistics Management, The*, Vol. 11 No. 2, pp. 73-82.
- [31] Στάμου, Ν. Ι., 2007. Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών, Αθήνα: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
- [32] Birot & Mavsar, 2009. Επιπτώσεις δασικών πυρκαγιών σε τρεις διαστάσεις: περιβάλλον, οικονομία, κοινωνία. In: *Η ζωή μας με τις δασικές πυρκαγιές: η άποψη της επιστήμης*. Φινλανδία: European Forest Institute, p. 90.
- [33] FAO Forestry Department, 2013. Fire effects on the natural environment. In: *International handbook on forest fire protection*. France: FAO, p. 163.
- [34] Ντάφης, 1986. Δασική Οικολογία. σ.λ.:Γιαχούδης-Γιαπούλης.
- [35] Δημητρακόπουλος, 2008. Η συμβολή της δασολογικής επιστήμης στην αντιμετώπιση της καταστροφής από τις πυρκαγιές. Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ.
- [36] Καϊλίδης & Καρανικόλας, 2004. Δασικές πυρκαγιές 1900-2000. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη.

[37]Harms, H. B. (2012). EUropean Assistance teams for Citizens in AReas of Evacuation. Presentation in Coordination meeting of projects selected under the Civil Protection Instrument, Brussels.