



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**Ανιχνευτές αντιμετώπισης χημικών, βιολογικών,
ραδιολογικών και πυρηνικών απειλών (CBRN)**

ΚΙΟΣΕΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Αριθμός Μητρώου: 48016041

**Επιβλέπων Καθηγητής,
Μιχαήλ Χρήστος
Αναπληρωτής Καθηγητής**

Αθήνα 11/03/2024

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Μιχαήλ Χρήστος

Αναπληρωτής Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Βαλαής Ιωάννης

Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Φούντος Γεώργιος

Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπογράφων Κιοσές Δημήτριος του Ευαγγέλου, με αριθμό μητρώου 48016041 φοιτητής του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗΣ της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ημερομηνία
11/03/2024

Ο Δηλών



Ευχαριστίες:

Πίσω από κάθε απόπειρα προσπάθειας, βρίσκονται κάποια άτομα τα οποία με στήριξαν, άλλα νοερά και άλλα έμπρακτα. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο και εγώ, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή, τον διευθυντή, τους αρμόδιους για την υπομονή τους. Το αζημίωτο ζήλο τους ώστε να πετύχω τον στόχο μου, αλλά και τις κατευθυντήριες οδηγίες τους χάρη στις οποίες κατάφερε να πραγματοποιηθεί η παρακάτω εργασία.

Τέλος θα ήταν αδιανόητο να μην αναφερθώ στην οικογένειά μου, στους φίλους αλλά και στους διδασκάλους όλων αυτών των χρόνων, των οποίων το λιθαράκι ήταν εξέχοντα σημαντικό για την πορεία μου, αλλά και για την ολοκλήρωση αυτού εδώ του πονήματος.

Ευχαριστώ από καρδιάς.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η εργασία διερευνά το εξελισσόμενο τοπίο των ανησυχιών για την ασφάλεια και την επιτακτική ανάγκη για ισχυρούς μηχανισμούς ανίχνευσης ενόψει των χημικών, βιολογικών, ραδιολογικών και πυρηνικών απειλών (CBRN). Καθώς το παγκόσμιο τοπίο είναι μάρτυρας μιας έκρηξης αντισυμβατικών απειλών, η ανάπτυξη αποτελεσματικών ανιχνευτών CBRN έχει καταστεί υψίστης σημασίας για την προστασία των κοινωνιών και τη διασφάλιση ικανοτήτων ταχείας απόκρισης. Η εργασία εμβαθύνει στις τεχνολογικές προόδους και καινοτομίες στον τομέα της ανίχνευσης CBRN, εξετάζοντας τη διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει τη χημεία, τη βιολογία, τη φυσική και τη μηχανική για τη δημιουργία εξαιρετικά ευαίσθητων και ειδικών συστημάτων ανίχνευσης. Αρχικά, παρέχεται πρώτα μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των διαφόρων παραγόντων χημικών, βιολογικών, ραδιολογικών και πυρηνικών απειλών, των πιθανών συνεπειών τους και των προκλήσεων που σχετίζονται με την ανίχνευσή τους. Ταυτοχρόνως, τονίζονται τα διάφορα περιστατικά απειλών ΧΒΡΠ κατά την διάρκεια των χρόνων και οι επιπτώσεις τους στην κοινωνία και στον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, παρέχεται μια πλήρης ενημέρωση σχετικά με τις απειλές ΧΒΡΠ σε νοσοκομειακό περιβάλλον, την ετοιμότητα και τους τρόπους αντιμετώπισης που θα πρέπει να υπάρχουν σε ένα τέτοιο γεγονός. Συμπερασματικά, αυτή η εργασία συνθέτει την τρέχουσα κατάσταση των ανιχνευτών μετρητών ΧΒΡΠ, ρίχνοντας φως στα βήματα που έγιναν στην τεχνολογία και την έρευνα για τον μετριασμό των επιπτώσεων των πιθανών απειλών. Με την προώθηση της κατανόησης της δυναμικής φύσης των ΧΒΡΠ απειλών και της συνεχούς εξέλιξης των τεχνολογιών ανίχνευσης, αυτή η εργασία στοχεύει να συμβάλει στη συζήτηση για την ενίσχυση της παγκόσμιας ετοιμότητας για την ασφάλεια σε μια εποχή συνεχώς εξελισσόμενων κινδύνων.

Λέξεις Κλειδιά

ΧΒΡΠ - Ραδιολογικοί Κίνδυνοι – Ετοιμότητα – Νοσοκομειακό Περιβάλλον

ABSTRACT

This thesis explores the evolving landscape of security concerns and the imperative for robust detection mechanisms in the face of chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) threats. As the global landscape witnesses an explosion of unconventional threats, the development of effective CBRN detectors has become paramount to protect societies and ensure rapid response capabilities. This thesis delves into the technological advances and innovations in CBRN detection, examining the interdisciplinary approach that combines chemistry, biology, physics and engineering to create highly sensitive and specific detection systems. First, a comprehensive overview of the various CBRN factors, their potential consequences, and the challenges associated with their detection is first provided. At the same time, the various incidents of CBRN threats over the years and their effects on society and the human organism are highlighted. In addition, a full briefing is provided on the threats of CBRN in a hospital environment, the ways to deal with it but also the preparedness that should exist in such an event. In conclusion, this thesis summarizes the current state of CBRN counter detectors, shedding light on the strides made in technology and research to mitigate the impact of potential threats. By advancing the understanding of the dynamic nature of CBRN threats and the continuous evolution of detection technologies, this thesis aims to contribute to the debate on strengthening global security preparedness in an era of ever-evolving risks.

Keywords

CBRN - Radiological Hazards - Preparedness - Hospital Environment

Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1. CBRN Απειλές	12
1.1 Χημική Απειλή	14
1.2 Βιολογική Απειλή.....	23
1.3 Ραδιολογική - Πυρηνική Απειλή.....	26
2. Αρχές Διαχείρισης ΧΒΡΠ Συμβάντων	31
2.1 Αρχές / Οργανισμοί Αντιμετώπισης και Διαχείρισης Συμβάντων ΧΒΡΠ.....	31
2.2 Βασικές αρχές χειρισμού/απόκρισης σε συμβάντα ΧΒΡΠ.....	36
3. Εφαρμογή σε Νοσοκομειακό Περιβάλλον.....	38
3.1 Σχεδιασμός	41
3.2 Εκπαίδευση	42
3.3 Διαχείριση / Συντονισμός.....	44
3.4 Ασφάλεια.....	46
3.5 Ειδικός Εξοπλισμός.....	47
3.6 Απολύμανση.....	49
3.7 Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ).....	52
3.8 Νοσηλεία	55
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χημικές ουσίες που είναι επιβλαβείς για την υγεία του γενικού πληθυσμού

Εικόνα 2: Μετρητής Geiger–Müller

Εικόνα 3: Αλγόριθμος για το χειρισμό ύποπτου υλικού ή περιστατικών

Εικόνα 4: Επιχειρησιακή οργάνωση Πολιτικής Προστασίας

Εικόνα 5: Σχέδιο «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ»

Εικόνα 6: ΧΒΡΠ και συμβατικές ζώνες.

Εικόνα 7: Η ακολουθία γεγονότων σε καταστάσεις ΧΒΡΠ

Εικόνα 8: Απολύμανση σε νοσοκομειακό περιβάλλον

Εικόνα 9: Μέθοδος Ξηρής Απολύμανσης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χημικές ενώσεις οι οποίες αποτελούν αντικείμενο παγκόσμιων πρωτοβουλιών για τη μείωση της διαθεσιμότητας και της ποσότητας τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μετασχηματισμός των σύγχρονων κοινωνιών που έχει συντελεστεί για διάφορους λόγους, ασκεί σημαντικές επιδράσεις σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αρωγός του παραπάνω στέκεται και το γεγονός πως και η κατάσταση της ειρήνης στις μέρες μας δυστυχώς, δεν θεωρείται και τόσο αυτονόητη. Διαρκώς, παρατηρούμε ότι γίνεται λόγος για την απειλή κατά της ζωής και της κοινωνικής ευημερίας, ενώ συχνό είναι και το φαινόμενο της καταπάτησης οποιουδήποτε ίχνους ειρήνης, εφόσον ληφθούν υπόψιν οι διάφορες επιθέσεις, που χαρακτηρίζονται ως εξτρεμιστικές ή τρομοκρατικές. Επίσης, στην σημερινή κοινωνία παρατηρούμε και το εξής παράδοξο: ότι παρόλο που η τεχνολογία και η επιστήμη έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις που παρατηρούμε ανασταλτικότητα όσον αφορά την αντιμετώπισή τους, διότι ας μην ξεχνάμε ότι τα CBRN ατυχήματα δεν οφείλονται μόνο σε ανθρώπους, αλλά και σε φυσικά αίτια, τα οποία ίσως θα έπρεπε πλέον, αν όχι να τα αντιμετωπίζουμε, ίσως θα έπρεπε να τα προλαμβάνουμε για να μην έχουν τόσο μεγάλο αντίκτυπο. Παραδείγματος χάριν μία επιδημία. Θα αναφερθούμε εκτενέστερα όμως και μετέπειτα σε αυτές τις παραμέτρους. Πιο αναλυτικά, οι Χημικές, Βιολογικές, Ραδιολογικές και Πυρηνικές (CBRN) απειλές γίνονται όλο και περισσότερο διαδεδομένες, ένα φαινόμενο που είναι δυνατόν να ερμηνευθεί τόσο από την ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας (Carter et al., 2020), αλλά και της ολοένα αυξανόμενης ανάπτυξης της βιομηχανίας, όσο και από το γεγονός ότι η πρόσβαση σε σύγχρονους εξοπλισμούς όπλων τείνει να διευρύνεται (Sutlieff et al., 2021). Επίσης, η εύκολη πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία αλλά και γνώση μέσω του διαδικτύου, χωρίς να επικρατεί ο γνώμονας της κρίσης του τι διαβάζουμε, αλλά και η τύχη και το ανθρώπινο λάθος, δημιουργούν ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο μπορούν να καρποφορήσουν όλα τα CBRN ατυχήματα. Με βάση τα παραπάνω, τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον έχει στραφεί στην αντιμετώπιση και στην πρόληψη μίας τέτοιας καταστάσεως προκειμένου να μειωθεί το ποσοστό των θυμάτων αλλά και των πληγμένων, αλλά και να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το ποσοστό της αναταραχής που θα προκληθεί. Πιο συγκεκριμένα, η δράση αυτή εστιάζει περισσότερο εκτός των άλλων στη δημιουργία ανιχνευτών μέσω των οποίων καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση των οικείων φαινομένων και η προστασία της ανθρώπινης ζωής. Με πιο απλά λόγια, γίνεται προσπάθεια η προαναφερόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας να

δράσει αντίστροφα, και από τον παραπάνω αρνητικό αντίκτυπο να λειτουργήσει διαφορετικά και να έχει πλέον θετικά αποτελέσματα. Κατανοούμε λοιπόν ότι η πρόκληση της κατανόησης, της πρόληψης και της αντιμετώπισης εκτός από πάρα πολύ σημαντική, είναι και ιδιαίτερα μεγάλη, και προϋποθέτει συνεχή εξέλιξη των γνώσεων, αλλά και των μεθόδων, διότι διακυβεύονται τα πιο σημαντικά πράγματα. Δηλαδή, οι ανθρώπινες ζωές και το φυσικό περιβάλλον, τα δύο πιο σημαντικά πράγματα για την απαρχή όλων. Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες εφαρμογές, όπως είναι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας drone (Rabajczyk et al., 2020), η αξιοποίηση των δεδομένων που συλλέγονται από τους δορυφόρους (Sutlieff et al., 2021) ή ακόμα και η εφαρμογή τους στο πεδίο της βιοϊατρικής επιστήμης. Όλα τα προαναφερθέντα λοιπόν, θα αποτελέσουν τους άξονες γύρω από τους οποίους θα κινηθεί η παρούσα διπλωματική εργασία, και πιο συγκεκριμένα θα επιχειρηθεί αρχικά η παρουσίαση των υφιστάμενων απειλών, οι οποίες σχετίζονται με το προαναφερθέν θέμα, θα εστιάσουμε στην εξέταση των ανιχνευτών CBRN. Ειδικότερα, πρόκειται να αναφερθούν ορισμένα κομβικά σημεία της εξέλιξης τους στη διάρκεια του χρόνου, οι τεχνολογικές και φυσικές αρχές που διέπουν τους ανιχνευτές, και εν συνεχεία θα αφιερωθεί ένα κεφάλαιο αναφορικά με τις εφαρμογές τους, καθώς και τις υφιστάμενες προκλήσεις κατά τη χρήση τους, επίσης, θα γίνει προσπάθεια, να καταλήξουμε σε ένα αποτέλεσμα, για το αν τελικά η χρήση τους είναι θετική ή αρνητική, και αν υπάρχει προοπτική εξέλιξής τους. Στο τέλος, θα πραγματοποιηθεί συζήτηση των αποτελεσμάτων και θα διατυπωθούν τα συμπεράσματα, ενώ θα γίνει λόγος για τις μελλοντικές προοπτικές των οικείων ανιχνευτικών συστημάτων.

1. CBRN Απειλές

Η συντομογραφία για τη φράση που περιέχει τις έννοιες Chemical, Biological, Radiological και Nuclear είναι CBRN και ο όρος CBRN απειλές και/ή συμβάντα προέρχεται από τον αντίστοιχο αγγλικό όρο. Η προαναφερθείσα φράση αντικατέστησε το αντίστοιχο του Ψυχρού Πολέμου, NBC (Nuclear, Biological and Chemical), το οποίο είχε αντικαταστήσει το ABC (Atomic, Biological and Chemical), μια λέξη που χρησιμοποιήθηκε κυρίως στη δεκαετία του 1950. Ουσιαστικά, τα συμβάντα ΧΒΡΠ είναι εκείνα που σχετίζονται με τους τομείς που αναφέρθηκαν προηγουμένως και έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν βλάβη σε οποιοδήποτε μέρος της κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων ασθενειών, τραυματισμών, θανάτου ή διασποράς. Οι απειλές ΧΒΡΠ συχνά περιορίζονται σε μεμονωμένα περιστατικά (συνήθως τρομοκρατικές επιθέσεις) που περιλαμβάνουν τη χρήση χημικού, βιολογικού, ραδιολογικού ή πυρηνικού παράγοντα. Αυτή η άποψη βασίζεται στην αναμφισβήτητη στενή ομοιότητα του όρου με τα όπλα μαζικής καταστροφής (weapons of mass destruction: WMD), η οποία ορίζεται συχνότερα στη διεθνή βιβλιογραφία ως η χρήση όπλων ΧΒΡΠ με σκοπό την πρόκληση αναταραχής, μαζικής καταστροφής και απωλειών. Πιο συγκεκριμένα, ένα όπλο ή συσκευή που έχει σχεδιαστεί για να προκαλέσει μαζική καταστροφή, θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό θεωρείται όπλο μαζικής καταστροφής (WMD). Μπορεί επίσης να οριστεί ως οποιαδήποτε συσκευή ή όπλο που εκλύει ραδιενέργεια ή πυρηνική ακτινοβολία, διαδίδει επιβλαβείς χημικές ουσίες (τοξικές, δηλητηριώδεις κ.λπ.) ή απελευθερώνει βιολογικούς παράγοντες (παθογόνους μικροοργανισμούς, ιούς κ.λπ.) προκειμένου να επιτευχθεί αυτό το είδος επίδραση (Carus, 2012; Markopoulos, 2015). Από την άλλη πλευρά, ο όρος περιστατικό HazMat (Επικίνδυνα Υλικά) αναφέρεται σε περιπτώσεις που περιγράφουν την εμφάνιση ενός ακούσιου συμβάντος (ατύχημα), στο οποίο λείπει το στοιχείο της κακίας αλλά υπάρχουν στοιχεία ΧΒΡΠ. Ωστόσο, τα περιστατικά ΧΒΡΠ δεν θεωρούνται κατηγορηματικά ως απειλές ή επιθέσεις στο πλαίσιο αυτής της εργασίας. Αντιθέτως, γίνεται προσπάθεια να τονιστούν και να αναδειχθούν εξίσου εκείνες οι πτυχές του φαινομένου που συνδέονται με την πιθανότητα ατυχήματος, εξαλείφοντας έτσι τον κακόβουλο παράγοντα από την εξίσωση. Ως αποτέλεσμα, τα περιστατικά ΧΒΡΠ που ακολουθούν είναι το αποτέλεσμα τόσο εχθρικών κυβερνοεπιθέσεων όσο και βιομηχανικών ατυχημάτων ή καταστροφών «ανθρώπινου λάθους». Επιπλέον, παρέχεται μια συνοπτική επισκόπηση κάθε ΧΒΡΠ που αναπτύχθηκε ξεχωριστά, αντλούμενη από τη διεθνή βιβλιογραφία, για να βοηθήσει στην απεικόνιση της

βαρύτητας και του πιθανού εύρους ενός γεγονότος ή επίθεσης χρησιμοποιώντας στοιχεία ΧΒΡΠ.

1.1 Χημική Απειλή

Γενικές Πληροφορίες

Ένα συμβάν που περιλαμβάνει την ανεξέλεγκτη απελευθέρωση ενός επικίνδυνου υλικού, η ποσότητα και τα χαρακτηριστικά του οποίου μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία, άλλα έμβια όντα ή το περιβάλλον στο σύνολό του, αναφέρεται ως χημική απειλή. Αυτού του είδους τα περιστατικά μπορεί να συμβούν γρήγορα, απροσδόκητα ή σταδιακά, λειτουργώντας στην αρχή διακριτικά. Αυτά μπορεί να προκληθούν από φυσική καταστροφή ή φαινόμενα, καθώς και από σκόπιμη ή ακούσια ανθρώπινη ή μηχανική ενέργεια. Η σοβαρότητα και η έκτασή τους μπορεί επίσης να ποικίλλει (WHO, 2018). Ως αποτέλεσμα, ούτε η σοβαρότητα του περιστατικού ούτε ο λόγος που προκλήθηκε είναι αυτά που καθορίζουν εάν χαρακτηρίζεται ως χημικό ατύχημα ή όχι. Είναι αυτονόητο ότι η έκθεση σε ένα περιστατικό αυτής της φύσης, ανεξάρτητα από το πόσο μικρό ή μεγάλο είναι σε κλίμακα, μπορεί να έχει καταστροφικές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον. Το πρωταρχικό ζήτημα είναι η μόλυνση που εμφανίζεται όταν το σώμα δέχεται επίθεση από χημικά επιβλαβείς ουσίες. Αυτό συμβαίνει κυρίως μέσω της αναπνευστικής ή γαστρεντερικής οδού, μέσω των βλεννογόνων, αλλά μπορεί επίσης να συμβεί μέσω της επαφής με το δέρμα (λόγω της ικανότητας του δέρματος να διαλύει και να απορροφά βλαβερές ουσίες από αυτό). Η μόλυνση μπορεί να οδηγήσει σε ταχεία δηλητηρίαση και θάνατο για το άτομο, αλλά είναι επίσης πολύ πιθανό να προκληθεί από μακροχρόνια έκθεση σε λιγότερο ισχυρές χημικά επικίνδυνες ουσίες. Είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε ότι η έκθεση σε συμβάντα ΧΒΡΠ γενικά, ή τουλάχιστον η πεποίθηση ότι κάποιος έχει εκτεθεί σε έναν παράγοντα ΧΒΡΠ (ακόμα και αν δεν υπήρξε άμεση συνέπεια στην υγεία που σχετίζεται με το συμβάν), προκαλεί φόβο και άγχος. Λόγω του πανικού και της «φρενίτιδας» που συνοδεύουν τέτοιες καταστάσεις, είναι επίσης πολύ πιθανό να παρατηρηθούν ακραίες κοινωνικές αντιδράσεις και φαινόμενα (Σταματόπουλος, 2021).

Το Chemical Warfare Agents (CWA) και το Toxic Industrial Chemicals (TIC) είναι δύο διακρίσεις που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση χημικού συμβάντος, επιπλέον της διάκρισης μεταξύ της σκόπιμης ή μη χρήσης/απελευθέρωσης του χημικού παράγοντα. Στην πρώτη περίπτωση, η πρόθεση είναι να χρησιμοποιηθούν δηλητηριώδεις ουσίες ως όπλο, προκειμένου είτε να προκληθεί μόνιμη βλάβη ή θάνατος ή προσωρινή ανικανότητα. Μπορούν να είναι στερεά, υγρά, αέρια ή και σκόνη, οι κύριοι τρόποι λειτουργίας τους

περιλαμβάνουν χημικούς, σαρίν για παράδειγμα, καυστικές/φλυκταινογόνες φυσαλίδες όπως θειικός υπερίτης, αιμοτοξικοί παράγοντες όπως υδροκυάνιο και ασφυκτικοί παράγοντες όπως χλώριο (χλωρίνη). Τα ζιζανιοκτόνα, ο καπνός, οι φλόγες και οι παράγοντες ελέγχου του πλήθους δεν θεωρούνται χημικά όπλα (Bakowski, 2015; WHO, 2017). Αντίθετα, όσον αφορά το TBX, τα χημικά στοιχεία, οι ενώσεις και τα συνθετικά που παράγονται κατά την παραγωγή μπορούν να ταξινομηθούν ως χημικά (International Labor Organization, 1990, Convention No. 170, όπως αναφέρεται στο International Labor Organization, 2014). Επιπλέον, οι χημικοί παράγοντες μπορούν να χωριστούν σε πέντε κύριες ομάδες, οι οποίες έχουν όλες την ικανότητα να αδρανοποιούν, να βλάπτουν σοβαρά ή ακόμη και να σκοτώνουν: ασφυξιογόνες, αιμοτοξικές ουσίες, παράγοντες αδρανοποίησης, καυστικές ουσίες ή φλυκταινογόνες ουσίες και νευροτοξικές ή νευρικές ουσίες (όπως η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας). Παρά το σύνολο του διαχωρισμού, ανεξάρτητα από το κριτήριο που χρησιμοποιείται, υπάρχουν περιπτώσεις χημικών ουσιών που είναι τόσο επικίνδυνες για τους ανθρώπους ή το περιβάλλον που δεν έχει σημασία αν δημιουργήθηκαν για στρατιωτικούς ή βιομηχανικούς σκοπούς, έχουν υψηλό ή χαμηλό κόστος απόκτησης, είναι δύσκολο να αποκτηθούν ή να προσπελαστούν εύκολα ή είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά ή θανατηφόρα. Ο βαθμός στον οποίο οι χημικοί παράγοντες έχουν διεισδύσει στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων και πόσο απλό είναι να αποκτηθούν αποδεικνύεται από το γεγονός ότι, για τα έτη 2004 έως 2018:

- ❖ Πάνω από 70 εκατομμύρια τόνοι επικίνδυνων για το περιβάλλον χημικών ουσιών παράγονται και καταναλώνονται παγκοσμίως κάθε χρόνο.
- ❖ Η συνολική ποσότητα παραγωγής και κατανάλωσης επικίνδυνων χημικών είναι σταθερά πάνω από 200 εκατομμύρια τόνους, με εξαίρεση το 2009.

Ως σημείο εκκίνησης, παρατίθενται οι ακόλουθες θεμελιώδεις χημικές ουσίες και χημικοί παράγοντες, πολλοί από τους οποίους αποτελούν αντικείμενο παγκόσμιων πρωτοβουλιών για τη μείωση της διαθεσιμότητας και της ποσότητας τους στον παρακάτω πίνακα 1:

ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ
Αμμωνία	NH_3
Φωσγένιο	COCl_2
Φωσφίνη	PH_3
Λευκός φώσφορος	P_4
Υδροκυάνιο	HCN
Ισοκυανικός μεθυλεστέρας	CH_3NCO
Ενώσεις κυανίου	CN^-
Αιθανόλη	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
Σαρίν	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{FO}_2\text{P}$
Αέριο Μουστάρδας	$\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2\text{S}$
VX	$\text{C}_{11}\text{H}_{26}\text{NO}_2\text{PS}$

Πίνακας 1: Χημικές ενώσεις οι οποίες αποτελούν αντικείμενο παγκόσμιων πρωτοβουλιών για τη μείωση της διαθεσιμότητας και της ποσότητας τους.

Τα ακόλουθα είναι περαιτέρω ενδεικτικά παραδείγματα χημικών εμφανίσεων (WHO, 2018):

- ❖ Χημικές ενώσεις που απελευθερώνονται από βιομηχανική εγκατάσταση λόγω φυσικής καταστροφής (πυρκαγιά, σεισμός, πλημμύρα).
- ❖ Διαρροή χημικών αποβλήτων.
- ❖ Πιθανή έκρηξη σε εργοστάσιο που χειρίζεται ή έχει χημικά.
- ❖ Χημική μόλυνση του νερού (ορίζοντας του υδροφόρου ορίζοντα, λίμνες, θάλασσες, φράγματα, ταμιευτήρες ή το σύστημα ύδρευσης μιας πόλης κοκ), τρόφιμα (αποθήκη ή εργοστάσιο παραγωγής/αποθήκευσης τροφίμων, καλλιέργειες, κτηνοτροφικές μονάδες μιας περιοχής) ή αέρα (στο σύστημα κλιματισμού ενός χώρου με μεγάλο αριθμό ατόμων, που προκαλεί μόλυνση της ατμόσφαιρας σε τοπικό επίπεδο λόγω διαρροής ή έκρηξης σε μονάδα χημικών).
- ❖ Διαρροή κατά τη μετακίνηση ενός δοχείου αποθήκευσης χημικών.
- ❖ Η σκόπιμη απόρριψη χημικών εντός ή κατά τη διάρκεια μιας μάχης, τρομοκρατικής επίθεσης ή άλλης πολεμικής δραστηριότητας.
- ❖ Η εμφάνιση μιας ασθένειας που συνδέεται με την έκθεση σε ένα συγκεκριμένο χημικό συμβάν ή επίθεση.



Εικόνα 1: Χημικές ουσίες που είναι επιβλαβείς για την υγεία του γενικού πληθυσμού (WHO, 2020)

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Στον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο είδαμε την πρώτη γνωστή χρήση χημικών στη μάχη ή στις ένοπλες δυνάμεις στη σύγχρονη ιστορία. Έτσι, στις 22 Απριλίου 1915, στη δεύτερη μάχη του Ypres (Βέλγιο, Δυτική Φλάνδρα), οι Γερμανοί επιτέθηκαν στους Γάλλους και τους Άγγλους, αναπτύσσοντας για πρώτη φορά χημικά όπλα. Στην προαναφερθείσα ρίψη συμπεριλήφθηκαν 168 τόνοι χλωρίου που κατασκευάστηκαν από τον Γερμανό ερευνητή Fritz Haber, συνολικά 1.200 στρατιώτες έχασαν τη ζωή τους ως αποτέλεσμα. Χημικές ουσίες όπως το καυστικό αέριο μουστάρδας (χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1917, στην Τρίτη Μάχη του Ypres) και το φωσγένιο (αρχικά χρησιμοποιήθηκε από τους Γερμανούς, για να καταλήξουν στα χέρια των Βρετανών, οι οποίοι το χρησιμοποίησαν εκτενώς για να το κάνουν το κύριο χημικό τους όπλο) θα αξιοποιηθούν τα επόμενα χρόνια. Ως αποτέλεσμα των προαναφερθέντων, 113.000 τόνοι χημικών ρίχτηκαν μόνο κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου, επηρεάζοντας άμεσα περισσότερους από 1.000.000 στρατιώτες, με πάνω από το 10% των επηρεαζόμενων να πεθαίνουν (Nathan, 2020).

Για παράδειγμα, οι κάτοικοι της Meda, κοντά στο Seveso της Ιταλίας, εκτίθενται σε διοξίνη στις 10 Ιουλίου 1976, όταν συμβαίνει μια έκρηξη χημικού εργοστασίου [τετραχλωροδιβενζο-παρα-διοξίνη (TCDD)]. Σε μια περιοχή 18 τετραγωνικών χιλιομέτρων, εκτιμάται ότι απορρίφθηκαν 15 έως 30 kg TCDD. Φαίνεται επίσης ότι εκπέμπονταν υδροξείδιο του νατρίου, αιθυλενογλυκόλη και τριχλωροφαινικό νάτριο. Δεκαεννέα παιδιά νοσηλεύτηκαν στην περιοχή λόγω δερματικών βλαβών που προέκυψαν από την έκλυση χημικών ουσιών και πολλά άλλα είχαν συμπτώματα πονοκεφάλους, ναυτίας και ερεθισμών. Η χλωρίδα και η πανίδα της περιοχής παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας στον απόηχο της έκρηξης, και πάνω από 200 περιπτώσεις χλωρακίνης αναφέρθηκαν στον τοπικό πληθυσμό (Eskenaazi et al., 2018).

Αυτό που αναγνωρίζεται παγκοσμίως ως η μεγαλύτερη και πιο καταστροφική βιομηχανική (χημική) καταστροφή στην ιστορία συνέβη στις 2 Δεκεμβρίου 1984. Η αιτία της έκρηξης στο εργοστάσιο της Union Carbide στην πόλη Μποπάλ της Ινδίας. Τρεις χιλιάδες άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους ακαριαία από τη διαρροή 40 τόνων επικίνδυνου αερίου της έκρηξης, η οποία περιελάμβανε ισοκυανικό μεθύλιο. Εκατοντάδες χιλιάδες ακόμη μολύνθηκαν. Περισσότερα από 20.000 άτομα έχουν πεθάνει από τότε από ασθένειες ή προβλήματα που συνδέονται με κάποιο τρόπο (άμεσα ή έμμεσα) με αυτήν την καταστροφή, από τα 574.000

περίπου άτομα που μολύνθηκαν εκείνη την ημέρα. Η μόλυνση που έπληξε τόσο τους επιζώντες εκείνης της εποχής όσο και τις γενιές που ακολούθησαν άφησε ανοιχτές τις «πληγές» από το ατύχημα, προκαλώντας όλες τις παθήσεις που συνοδεύουν μια χημική δηλητηρίαση (μακροχρόνιος πόνος, διαφορετικοί τύποι καρκίνου, προβλήματα θυρεοειδούς, θνησιγένεια και αποβολές, πνεύμονες, καρδιά και άλλες ασθένειες κοκ). Το περιστατικό στο εργοστάσιο της Union Carbide εξακολουθεί να προκαλεί ανησυχία τόσο για την τοπική όσο και για τη διεθνή κοινότητα λόγω των σοβαρών προβλημάτων υγείας που προκάλεσε η χημική δηλητηρίαση στους κατοίκους της περιοχής και στις επόμενες γενιές, καθώς και στο περιβάλλον κοντά στο εργοστάσιο και όχι μόνο. Είναι χαρακτηριστικό ότι υπάρχουν ακόμη πολλά τέτοια περιστατικά (χημικά ατυχήματα μικρότερης έντασης και εμβέλειας) στην Ινδία μέχρι σήμερα. (Ellis-Petersen, 2019).

Μία από τις μεγαλύτερες χημικές επιθέσεις συνέβη στις 20 Μαρτίου 1995. Για πολλούς, αυτή η επίθεση σηματοδότησε ένα σημείο καμπής, και μετά από αυτήν, έγιναν προετοιμασίες και προσπάθειες για να διασφαλιστεί ότι τα ιατρικά ιδρύματα θα μπορούσαν να χειριστούν ένα περιστατικό ΧΒΡΠ. Το αέριο Sarin χρησιμοποιείται από μέλη της αίρεσης Aum Shinrikyo για να επιτεθούν στο μετρό του Τόκιο στην Ιαπωνία κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής. Δεκατρείς άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στην επίθεση, ενώ άλλοι 6.300 υπέστησαν σοβαρά προβλήματα υγείας (CNN Greece, 2018). Όταν το σαρίν εγχύθηκε μέσω διάτρητων σακουλών, η τοξίνη άρχισε να δρα αμέσως, παραλύοντας, τυφλώνοντας και πνίγοντας επιβάτες και προσωπικό (BBC, 2018).

Η μεγαλύτερη πετρελαιοκηλίδα στην ιστορία των ΗΠΑ σημειώθηκε στον Κόλπο του Μεξικού στις 20 Απριλίου 2010 και είχε ως αποτέλεσμα μια από τις χειρότερες οικολογικές και περιβαλλοντικές καταστροφές που έχουν δει ποτέ. Η αιτία της έκρηξης στην πλατφόρμα Deepwater Horizon της British Petroleum (BP), η οποία είχε ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση 130 εκατομμυρίων γαλονιών αργού πετρελαίου σε ένα θαλάσσιο οικοσύστημα γνωστό για τη βιοποικιλότητά του παγκοσμίως. Έντεκα άνθρωποι χάθηκαν σε αυτή την τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή και εκατομμύρια υδρόβια πλάσματα του κόλπου ξεβράστηκαν στις ακτές είτε νεκρά είτε παλεύοντας για τη ζωή τους. Ενώ τα ζητήματα σχετικά με τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της πετρελαιοκηλίδας και τον βαθμό στον οποίο επηρεάστηκε η βιοποικιλότητα της περιοχής παραμένουν αναπάντητα, τα ζώα υπό εξαφάνιση τίθενται σε δοκιμή. (Meiners, 2020) Εξαιτίας αυτού του συγκεκριμένου

περιστατικού, η BP υπόκειται σε κυρώσεις και πρόστιμα από το Υπουργείο Δικαιοσύνης των ΗΠΑ, τα οποία ανήλθαν συνολικά σε περισσότερα από 4 δισεκατομμύρια δολάρια. Όσον αφορά το Υπουργείο Δικαιοσύνης, αυτό είναι το υψηλότερο πρόστιμο στην ιστορία των ΗΠΑ (Turley, 2012).

Το A234 (ένας στρατιωτικός νευροτοξικός παράγοντας που ανήκει στην οικογένεια Novichok) δηλητηρίασε τον Sergei Skripal, πρώην διπλό πράκτορα της Ρωσίας, και την κόρη του Yulia, η οποία βρέθηκε αναισθητη στο The Maltings Park στις 4 Μαρτίου 2018 στο Salisbury του Ηνωμένου Βασιλείου. Τελικά, οι δύο κατάφεραν να αποφύγουν το κακό. Ωστόσο, στις 8 Ιουλίου, η Dawn Sturgess κατέληξε στο νοσοκομείο αφού ήρθε σε επαφή με τον χημικό παράγοντα. Μαζί με αυτά και τη διπλωματική κρίση που ξέσπασε μεταξύ Ρωσίας και Ηνωμένου Βασιλείου, το εστιατόριο όπου έφαγαν οι Σκριπάλ και ο χώρος με τον οποίο ήρθαν σε επαφή έκλεισαν για λίγο πριν ανοίξει ξανά για το κοινό μετά από εκτεταμένο και σχολαστικό καθαρισμό και ο πάγκος όπου ανακαλύφθηκαν αναισθητικοί κατεδαφίστηκε για λόγους ασφαλείας (Sheridan, 2020).

Στο λιμάνι της Βηρυτού του Λιβάνου, στις 4 Αυγούστου 2020, σημειώθηκε έκρηξη σε αποθήκες που περιείχαν περίπου 2.750 μετρικούς τόνους νιτρικού αμμωνίου που φυλάσσονταν εκεί από το 2014. Πάνω από 6.500 άνθρωποι τραυματίστηκαν και 191 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους συνολικά. Τεράστιες υλικές ζημιές είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή ολόκληρων γειτονιών, την έξωση χιλιάδων ανθρώπων και τη ριζική αλλοίωση του λιμανιού της Βηρυτού. Από τη στιγμή που γράφτηκε αυτή η έκθεση, οι προσπάθειες για τον εντοπισμό πιθανών επιζώντων συνεχίζονται ακόμη (Bennett, Blanco, Kelly, Sohyun Lee, & Mirza, 2020).

Στις 20 Αυγούστου 2020, ενώ ταξίδευε από τη Σιβηρία στη Μόσχα, ο ηγέτης της ρωσικής αντιπολίτευσης και δικηγόρος Alexei Navalny—ο οποίος άσκησε έντονη κριτική στον Βλαντιμίρ Πούτιν— παρουσιάζει σημάδια τροφικής ασθένειας. Αφού μεταφέρθηκε στο Βερολίνο για δύο ημέρες, ανακαλύπτεται ότι έχει εκτεθεί σε έναν νευρικό παράγοντα που ανήκει στην οικογένεια Novichok. Η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και οι ΗΠΑ έδωσαν μεγαλύτερο βάρος στη ρωσική πλευρά και απαίτησαν έγκαιρες απαντήσεις, ενώ η Ρωσία αμφισβήτησε τα ιατρικά αποτελέσματα και απέκλεισε τη χρήση χημικού όπλου από την οικογένεια Novichok. Όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη έχουν εμπλακεί σε μια αναταραχή δηλώσεων και διπλωματικών διαπραγματεύσεων (Walker and Ottermann, 2020). Το tweet

του Economist από τις 3 Σεπτεμβρίου, το οποίο αναφέρει ότι «Είναι πολύ απίθανο η δηλητηρίαση του Αλεξέι Ναβάλνι να μπορούσε να γίνει χωρίς τη γνώση, την εντολή ή την έγκριση του Βλαντιμίρ Πούτιν», είναι ενδεικτικό της κατάστασης των πραγμάτων. μεταξύ της Ρωσίας και άλλων παραδοσιακά ισχυρών δυτικών δυνάμεων (The Economist, 2020).

Το γεγονός ότι τα ατυχήματα και τα περιστατικά με χημικά συμβαίνουν τόσο συχνά είναι ένδειξη του πόσο σοβαρή είναι η κατάσταση. Μπορούν να προκληθούν από ανθρώπινο λάθος, ανεπαρκείς διαδικασίες ασφαλείας και εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού, φυσικές καταστροφές ή αδυναμία να δοθεί η κατάλληλη βαρύτητα στους ελέγχους ή στις βιομηχανικές διαδικασίες. Ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των θανάτων και των τραυματισμών αυξάνεται, οι επιπτώσεις ενός χημικού συμβάντος γίνονται πιο διαδεδομένες και η περιβαλλοντική ζημιά που συμβαίνει κάθε φορά που συμβαίνει ένα από αυτά τα γεγονότα είναι τεράστια.

1.2 Βιολογική Απειλή

Γενικές Πληροφορίες

Μια βιολογική απειλή ή γεγονός είναι όταν εμφανίζονται βιολογικοί παράγοντες -δηλαδή, ζωντανά πράγματα και ουσίες. Αυτά περιλαμβάνουν μικροοργανισμούς (συμπεριλαμβανομένων των γενετικά τροποποιημένων), κυτταροκαλλιέργειες και παράσιτα. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν οποιοδήποτε είδος μόλυνσης, αλλεργίας ή τοξικότητας σε οποιοδήποτε ζωντανό πλάσμα ή σε οποιοδήποτε υλικό και μπορεί να προκαλέσουν βλάβη σε ανθρώπους, ζώα ή φυτά ως αποτέλεσμα.

Οι βιολογικοί παράγοντες μπορούν να υπάρχουν σε τρεις διαφορετικές μορφές: στερεά (ξηρά σκόνη), υγρά (σταγονίδια) και αέρια (αεροζόλ). Ακολουθούν ορισμένες κύριες κατηγορίες βιολογικών παραγόντων (EPA, 2023):

- ❖ Βακτήρια: βρουκέλλωση, πυρετός Q, άνθρακας και τουλαραμία.
- ❖ Οι ιικοί παράγοντες, συχνά γνωστοί ως ιοί, περιλαμβάνουν το πνευμονικό σύνδρομο Hantavirus, τον αιμορραγικό πυρετό, την ευλογιά και την ιογενή επιδημική εγκεφαλίτιδα.
- ❖ Βιοτοξίνες - Τοξίνες: ρικίνη και αμπρίνη

Κάθε ιός που έχει τη δυνατότητα να εξαπλωθεί σε επίπεδα επιδημίας ή πανδημίας μπορεί να χαρακτηριστεί ως βιολογικός παράγοντας. Ουσιαστικά, η ταξινόμηση ενός ιού ως βιολογικού παράγοντα ή όχι εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του επιπέδου δυσκολίας που πρέπει να ξεπεράσει το σύστημα υγείας για να χειριστεί την απειλή ή την κατάσταση, τον αριθμό των θυμάτων ή των προσβεβλημένων ατόμων και την ταχύτητα με την οποία ο ιός εξαπλώνεται. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του ιού SARS-CoV-2, του ιού Έμπολα ή του ιού Lassa, ιδιαίτερα εάν αυτοί οι ιοί χρησιμοποιούνται σκόπιμα ως βιολογικά όπλα με σκοπό να τραυματίσουν θύματα (βιοτρομοκρατία) (WHO, 2013).

Οι βιολογικοί παράγοντες χαρακτηρίζονται από τη διάρκεια δράσης τους και τον χρόνο που απαιτείται για να γίνει η διάγνωση (η στιγμή που εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα). Αυτό επιτρέπει στους βιολογικούς παράγοντες να «επιάσουν», δίνοντάς τους αρκετό χρόνο για να μολύνουν και να διασκορπιστούν. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι επίσης μια θεμελιώδης διαφορά μεταξύ χημικών και βιολογικών παραγόντων. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις - όπως η λήψη μιας επιστολής που περιέχει σκόνη άνθρακα - το ζήτημα και ο βιολογικός παράγοντας εντοπίζονται αμέσως, ή τουλάχιστον, χωρίς να χρειάζεται να καθυστερήσει η περίοδος επώασης ή η εμφάνιση των συμπτωμάτων (Federation of American Scientists, 2022)

Τα βιολογικά συμβάντα μπορούν να υποδειχθούν με τα ακόλουθα παραδείγματα:

- ❖ Μόλυνση τροφίμων σε περίπτωση μαζικής εστίασης, λόγω παρουσίας μικροοργανισμών.
- ❖ Μόλυνση της παροχής νερού μιας περιοχής.
- ❖ Η αποστολή πακέτων γεμάτα σκόνη άνθρακα
- ❖ Η εσκεμμένη ή μη αποτυχία απομόνωσης ή περιορισμού ενός ιού που έχει μολύνει μια ομάδα ανθρώπων, γεγονός που επιτρέπει στον ιό να εξαπλωθεί στην υπόλοιπη κοινωνία.
- ❖ Η τυχαία ή ανθρωπογενής απελευθέρωση ενός ιού που δημιουργήθηκε σε εργαστήριο και προοριζόταν για ιατρική χρήση.

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Οι βιολογικοί παράγοντες έχουν χρησιμοποιηθεί και αναπτυχθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τα χημικά. Έχοντας κατά νου την σκόπιμη χρήση βιολογικών όπλων (κυρίως επιθέσεις), οι Τάταροι στην περιοχή της Κριμαίας χρησιμοποιούσαν θύματα πανώλης ως όπλα ήδη από το 1346, πετώντας τα μέσα από τα τείχη της πόλης σε μια προσπάθεια να μολύνουν τον πολιορκημένο πληθυσμό, όπως συνέβαινε στην περίπτωση του Kaffa (American Scientists Federation, 2023).

Τα βρετανικά στρατεύματα του στρατηγού Jeffrey Amherst παρουσίασαν κουβέρτες ως δώρο στους Ινδιάνους του Ντέλαγουερ το 1763. Οι κουβέρτες είχαν χρησιμοποιηθεί νωρίτερα από ασθενείς με ευλογιά (American Scientists Federation, 2023). Ως αποτέλεσμα, η ασθένεια εξαπλώθηκε γρήγορα στο ινδικό χωριό, αποδεκατίζοντάς τα γρήγορα και αναγκάζοντάς τους να υπογράψουν μια συνθήκη ειρήνης "χωρίς (ευνοϊκούς) όρους" με τους Βρετανούς αποίκους.

Όταν η Janet Parker, μέλος του προσωπικού στο Τμήμα Ανατομίας της Ιατρικής Σχολής του Μπέρμιγχαμ (Ηνωμένο Βασίλειο), εμφανίζει για πρώτη φορά συμπτώματα ασθένειας στις 11 Αυγούστου 1978, οι γιατροί αρχικά πιστεύουν ότι έχει ανεμοβλογιά. Η Τζάνετ Πάρκερ είχε προσβληθεί από ευλογιά, ασθένεια που περισσότερα από 500 άτομα είχαν προσβληθεί έως τις 28 Αυγούστου. Στις 16 Οκτωβρίου 1978, το ξέσπασμα περιορίστηκε και δεν αναφέρθηκαν άλλα κρούσματα στο Μπέρμιγχαμ. το επόμενο έτος, 1980, η ευλογιά κηρύσσεται επίσημα εξοντωμένη (Rimmer, 2018).

Στο Τόκιο της Ιαπωνίας, κατά τα πρώτα πέντε χρόνια της δεκαετίας του 1990 (1990–1995), υπήρξαν αρκετές αποτυχημένες προσπάθειες για τη βιοτρομοκρατία που περιελάμβαναν τη χρήση άνθρακα και αλλαντοτοξίνης. Αυτές οι ενέργειες πραγματοποιήθηκαν από μέλη της αίρεσης Aum Shinrikyo, η οποία ήταν επίσης υπεύθυνη για τις επιθέσεις με αέριο σαρίν το 1995 στο μετρό της ίδιας πόλης (Bakowski, 2015).

Οι επιθέσεις με άνθρακα είναι μια άλλη μορφή τρομοκρατίας. Περιλαμβάνουν βασικά την αποστολή δεμάτων που περιέχουν σκόνη άνθρακα σε διαφορετικά άτομα (δημοσιογράφους, πολιτικούς κ.λπ.) με σκοπό να τους βλάψουν καθώς και να διαδώσουν φόβο σε όλη την κοινωνία. Με αυτούς τους φακέλους ή δέματα πιστεύεται ότι ήρθαν σε επαφή 22 άτομα, εκ των οποίων τα 5 δυστυχώς κατέληξαν (Bakowski, 2015).

1.3 Ραδιολογική - Πυρηνική Απειλή

Γενικές Πληροφορίες

Ένα περιστατικό όταν εκλύεται ραδιενέργεια ή ακόμα και αν υπάρχει πιθανότητα κάποιος να εκτεθεί σε ραδιενεργή ακτινοβολία χαρακτηρίζεται ως ραδιολογική ή πυρηνική απειλή. Σε οποιαδήποτε από τις προαναφερθείσες καταστάσεις, το συμβάν μπορεί να έλαβε χώρα είτε λόγω ατυχήματος είτε σκόπιμα, ενώ ο βαθμός των φαινομένων μπορεί να ποικίλλει από ένα μεμονωμένο περιστατικό σε ένα μεγάλης κλίμακας καταστροφικό γεγονός. Όποια και αν είναι η περίπτωση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα ραδιολογικά και τα πυρηνικά ατυχήματα έχουν τη λυπηρή ικανότητα να επηρεάσουν σημαντικά την ανθρώπινη ζωή και υγεία, το περιβάλλον, την ιδιωτική ιδιοκτησία ή και τα τρία ταυτόχρονα.

Ιοντίζουσα ακτινοβολία ή η ενέργεια που παράγεται κατά την κίνηση των ατόμων, είτε από ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ακτίνες γ, ακτίνες Χ) είτε μέσω σωματιδίων (α-σωματίδια, β-σωματίδια, νετρόνια), παίζει σημαντικό ρόλο σε εμφανίσεις αυτού του τύπου. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι με τις οποίες εκτίθεται η ακτινοβολία και μπορεί να συμβεί εσωτερικά ή εξωτερικά. Ανάλογα με την έκθεση σε αυτό και την ποσότητα που απορροφάται (από τον ανθρώπινο οργανισμό), μπορεί να προκαλέσει την καταστροφή ανθρώπινων ιστών και ακόμη και ολόκληρων οργάνων. Μαζί με την αντίσταση ή την έλλειψη των προσβεβλημένων ιστών ή οργάνων, έχει επίσης σημασία και ο τύπος της ακτινοβολίας. Η υπερβολική έκθεση σε αυτού του είδους την ακτινοβολία ή η απορρόφηση τεράστιων και/ή πιο επικίνδυνων επιπέδων της, αντίστοιχα, έχει σοβαρές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (καταστροφή ιστών/οργάνων, εγκαύματα, ερεθισμούς του δέρματος, τριχόπτωση, ανάπτυξη κακοηθειών κόκκου)(WHO, 2016).

Τα ακόλουθα είναι ενδεικτικά περιστατικά ραδιολογικών-πυρηνικών συμβάντων:

- ❖ Η ακούσια χορήγηση στους ασθενείς της λανθασμένης δόσης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας ακτινοθεραπείας μέσω της χρήσης του Ηλεκτρονικού Συστήματος Διαχείρισης Ακτινοθεραπείας (ERMS).
- ❖ Όταν χρησιμοποιούν το ακτινολογικό μηχάνημα, ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό δεν τηρούν τα πρωτόκολλα ασφάλειας και ακτινοπροστασίας.
- ❖ Ατύχημα που συμβαίνει κατά τη μεταφορά ή απόθεση ραδιολογικών ή ραδιενεργών αποβλήτων (από νοσοκομεία).
- ❖ Τεχνικό πρόβλημα με μηχανική αιτία που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διαρροή

ακτινοβολίας.

- ❖ Η αποστολή ταχυδρομικών δεμάτων ή φακέλων που περιέχουν ραδιενεργό υλικό θεωρείται τρομοκρατική ενέργεια.
- ❖ Η έκρηξη ή η εφαρμογή μιας «βρώμικης βόμβας» (συσκευή διασποράς ραδιενέργειας είναι υποθετικό ραδιενεργό όπλο που συνδυάζει ραδιενεργό υλικό με συμβατικά εκρηκτικά).
- ❖ Χρήση πυρηνικού όπλου, όπως ατομική βόμβα, κατά τη διεξαγωγή πολέμου.
- ❖ Ατύχημα σε πυρηνικό σταθμό.

Πολλοί άνθρωποι, σκεπτόμενοι την ανίχνευση ακτινοβολίας, τείνουν να τους ομαδοποιούν όλους κάτω από τον όρο «μετρητές Geiger», μια εσφαλμένη αντίληψη που ενθαρρύνεται θερμά από δημοφιλείς τηλεοπτικές εκπομπές και ταινίες. Ενώ ένας από τους πιο συνηθισμένους τύπους ανιχνευτών ακτινοβολίας ονομάζεται στην πραγματικότητα «σωλήνας Geiger Mueller (G-M), η φράση «Geiger Counter» δεν είναι πάντα η πιο κατάλληλη. Ισχύει για έναν πολύ συγκεκριμένο τύπο ανιχνευτή, και γενικά για μια συγκεκριμένη εφαρμογή αυτού του ανιχνευτή. Οι συσκευές ανίχνευσης ακτινοβολίας κατηγοριοποιούνται τυπικά είτε με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου στοιχείου ανιχνευτή είτε από την εφαρμογή που εμπλέκεται. Οι άνθρωποι θα αναφέρονται στα όργανα ως θάλαμος ιόντων, ή μετρητής έρευνας, ή μετρητής μόλυνσης ή ανιχνευτής Frisker. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί κύριοι τύποι ανιχνευτών ακτινοβολίας. Αυτοί είναι ανιχνευτές που βασίζονται σε ιονισμό αερίου, ανιχνευτές σπινθηρισμού και ανιχνευτές ημιαγωγών. Οι ανιχνευτές που βασίζονται στον ιονισμό αερίου είναι ο θάλαμος ιονισμού, ο αναλογικός μετρητής και ο μετρητής Geiger–Müller (P. Viitanen, 2005).

Ο σωλήνας Geiger–Müller ή σωλήνας G–M είναι το αισθητήριο στοιχείο του οργάνου μέτρησης Geiger που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ιονίζουσας ακτινοβολίας, όπως και ο πιο κοινός ανιχνευτής ραδιενέργειας στην αγορά. Είναι ένας ανιχνευτής ιονισμού αερίου και χρησιμοποιεί το φαινόμενο της χιονοστιβάδας Townsend για να παράγει έναν εύκολα ανιχνεύσιμο ηλεκτρονικό παλμό από ένα μόνο γεγονός ιονισμού λόγω ενός σωματιδίου ακτινοβολίας. Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ακτινοβολίας γάμμα, ακτίνων X και σωματιδίων άλφα και βήτα. Μπορεί επίσης να προσαρμοστεί για την ανίχνευση νετρονίων. Ο σωλήνας λειτουργεί στην περιοχή "Geiger" παραγωγής ζευγών ιόντων. Αν και είναι ένας ισχυρός και φθηνός ανιχνευτής, ο G-M δεν μπορεί να μετρήσει αποτελεσματικά υψηλούς

ρυθμούς ακτινοβολίας, έχει πεπερασμένη ζωή σε περιοχές υψηλής ακτινοβολίας και δεν μπορεί να μετρήσει την ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Ένας άλλος τύπος ανιχνευτή, που χρησιμοποιείται πολύ για τις ακτίνες γ, είναι ο μετρητής σπινθηρισμού. Οι ανιχνευτές σπινθηρισμού λειτουργούν μέσω της σύνδεσης ενός υλικού σπινθηριστή με ένα σωλήνα φωτοπολλαπλασιαστή (PM). Ο σωλήνας PM χρησιμοποιεί ένα υλικό φωτοκάθοδος για να μετατρέψει κάθε παλμό φωτός σε ηλεκτρόνιο και στη συνέχεια ενισχύει σημαντικά αυτό το σήμα προκειμένου να δημιουργήσει έναν παλμό τάσης που μπορεί στη συνέχεια να διαβαστεί και να ερμηνευτεί. Ο αριθμός αυτών των παλμών που μετρώνται με την πάροδο του χρόνου υποδεικνύει την ισχύ της μετρούμενης ραδιενεργής πηγής, ενώ οι πληροφορίες για την ειδική ενέργεια της ακτινοβολίας, όπως υποδεικνύεται από τον αριθμό των φωτονίων του φωτός που συλλαμβάνονται σε κάθε παλμό, δίνουν πληροφορίες για την είδος ραδιενεργού υλικού που υπάρχει (P. Viitanen, 2005).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ακτινοπροστασίας το όριο της ενεργού δόσης για επαγγελματική έκθεση είναι 20 mSv ανά έτος. Σε ειδικές περιπτώσεις, ή σε συγκεκριμένες καταστάσεις έκθεσης οι οποίες έχουν γίνει προηγουμένως αποδεκτές από την ΕΕΑΕ, είναι δυνατό να επιτραπεί ενεργός δόση υψηλότερη, έως 50 mSv, για ένα μεμονωμένο έτος, με την προϋπόθεση ότι η μέση ετήσια δόση κατά τη διάρκεια πέντε συνεχόμενων ετών, συμπεριλαμβανομένων των ετών για τα οποία το όριο έχει ξεπεραστεί, δεν υπερβαίνει τα 20 mSv (ΕΕΑΕ, 2024).



Εικόνα 2: Μετρητής Geiger–Müller (Wikipedia, 2023)

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Η πιο διάσημη εφαρμογή της πυρηνικής ενέργειας ήταν η έκρηξη του 1945 των ατομικών βομβών στη Χιροσίμα και στο Ναγκασάκι της Ιαπωνίας. Πιο συγκεκριμένα, στις 6 Αυγούστου 1945, το αμερικανικό βομβαρδιστικό Επολα Gay πυροδότησε την πρώτη ατομική βόμβα στη Χιροσίμα στην καταγεγραμμένη ιστορία. Γνωστό ως Little Boy, η έκρηξη του όπλου ήταν περίπου ίση με την παροχή 12.000–15.000 λιβρών εκρηκτικής ύλης TNT. Η έκρηξη είχε τεράστιο αντίκτυπο. Υπολογίζεται ότι καταστράφηκαν 13 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πιστεύεται ότι πέθαναν 140.000 άνθρωποι. Δυστυχώς, στις 9 Αυγούστου 1945 επαναλαμβάνεται η ίδια σκηνή. Μετά τη ρίψη της δεύτερης ατομικής βόμβας στο Ναγκασάκι, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τον θάνατο σχεδόν 74.000 ανθρώπων, ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος φτάνει στο τέλος του.

Η καταστροφή του πυρηνικού εργοστασίου του Τσερνομπίλ στις 26 Απριλίου 1986 είναι το πιο γνωστό πυρηνικό ατύχημα (Ουκρανία). Μεγάλοι όγκοι ραδιενεργού ιωδίου και καισίου χύθηκαν στον αέρα κατά τη διάρκεια της έκρηξης και της πυρκαγιάς, μολύνοντας όχι μόνο την περιοχή της εγκατάστασης αλλά και μεγάλο μέρος της Λευκορωσίας, της Ουκρανίας και της Ρωσίας. Πολλά προβλήματα υγείας προκλήθηκαν από το περιστατικό, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του θυρεοειδούς, διαφόρων μορφών καρκίνου, λευχαιμίας, θόλωσης καταρράκτη, καρδιαγγειακών διαταραχών, παραμορφώσεων και ψυχολογικών ζητημάτων. Εν τω μεταξύ, οι μολυσματικές συνέπειες του ατυχήματος εξακολουθούν να αποτελούν λόγο ανησυχίας. Τελικά, το ατύχημα κατέστρεψε το τοπικό περιβάλλον για πολλά χρόνια (μολύνοντας τον αέρα, τη γη, τις καλλιέργειες, τα ζώα, το νερό κ.λπ.) και προκάλεσε επίσης μια σειρά κοινωνικοοικονομικών ζητημάτων στους ντόπιους εργαζόμενους και κατοίκους, που στιγματίστηκαν από το περιστατικό και οι γενιές που ακολούθησαν (WHO, 2016). Στις 13 Σεπτεμβρίου 1987, ένα ξεχωριστό είδος ατυχήματος συμβαίνει στην Goiânia, Goiás (Βραζιλία). Ένα μηχάνημα ακτινοβολίας από εγκαταλελειμμένο νοσοκομείο εκλάπη από δύο άτομα, κομμάτια του μηχανήματος μεταφέρθηκαν στην κατοικία των δύο ληστών μαζί με την πηγή ραδιενέργειας. Προχώρησαν και μεταπώλησαν τη ραδιενεργή κάψουλα στις 18 Σεπτεμβρίου και ο αγοραστής κάλεσε τους συγγενείς και τους φίλους του να δουν τη νέα του ιδιοκτησία. Όλα τα άτομα με τα οποία ήρθε σε επαφή είχαν εκτεθεί στην ακτινοβολία. Τέσσερα άτομα έχασαν τη ζωή τους ως αποτέλεσμα αυτού του περιστατικού και διαπιστώθηκε ότι 240 από αυτούς είχαν υψηλά

επίπεδα ραδιενεργού υλικού. Η καταστροφή κατοικιών και η εξέταση 112.000 ανθρώπων ήταν απαραίτητες για να προσδιοριστεί το μέγεθος της μόλυνσης και της εξάπλωσης. Επιπλέον, το περιστατικό χαρακτηρίστηκε ως ένα από τα χειρότερα ραδιενεργά περιστατικά στον κόσμο από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ) και το περιοδικό TIME (Cherkevoi, 2017).

Ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους εννέα βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ, γνωστός ως ο μεγάλος σεισμός της Ανατολικής Ιαπωνίας, έπληξε την περιοχή της Ιαπωνίας στις 11 Μαρτίου 2011. Κατά συνέπεια, οι πυρηνικοί αντιδραστήρες του πυρηνικού σταθμού Fukushima Daiichi κλείνουν σύμφωνα με τις διαδικασίες ασφαλείας. Ωστόσο, μια ώρα μετά τον σεισμό, χτυπάει ένα τσουνάμι, το οποίο με τη σειρά του δημιουργεί πρόβλημα στο σύστημα ψύξης των εν λειτουργία πυρηνικών αντιδραστήρων. Το συγκεκριμένο πρόβλημα οδηγεί σε υπερθέρμανση και έκρηξη, εκλύοντας μεγάλες ποσότητες ραδιενεργού υλικού στο περιβάλλον (αρχικά στον αέρα και εν συνεχεία και στη θάλασσα, λόγω του νερού που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να γίνουν προσπάθειες αποφυγής της υπερθέρμανσης). Μετά από αυτό, μια ακτίνα 20 χιλιομέτρων γύρω από την τοποθεσία εκκενώνεται, αναγκάζοντας 160.000 ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης είναι σοβαρές. παρόμοια με το Τσερνόμπιλ, η Φουκουσίμα έχει ταξινομηθεί από τον ΔΟΑΕ ότι έχει μολύνει τον Ειρηνικό Ωκεανό και η εκκένωση είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πόλεων φαντάσματα. Οι συνέπειες στη δημόσια υγεία είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως, και σε μόλις 25 χρόνια, η παγκόσμια κοινότητα έχει μείνει έκπληκτη για άλλη μια φορά από τα λάθη και την ανεπαρκή προετοιμασία που οδήγησαν στο προαναφερθέν πυρηνικό περιστατικό. (WHO, 2012; Κολέμπας, 2016)

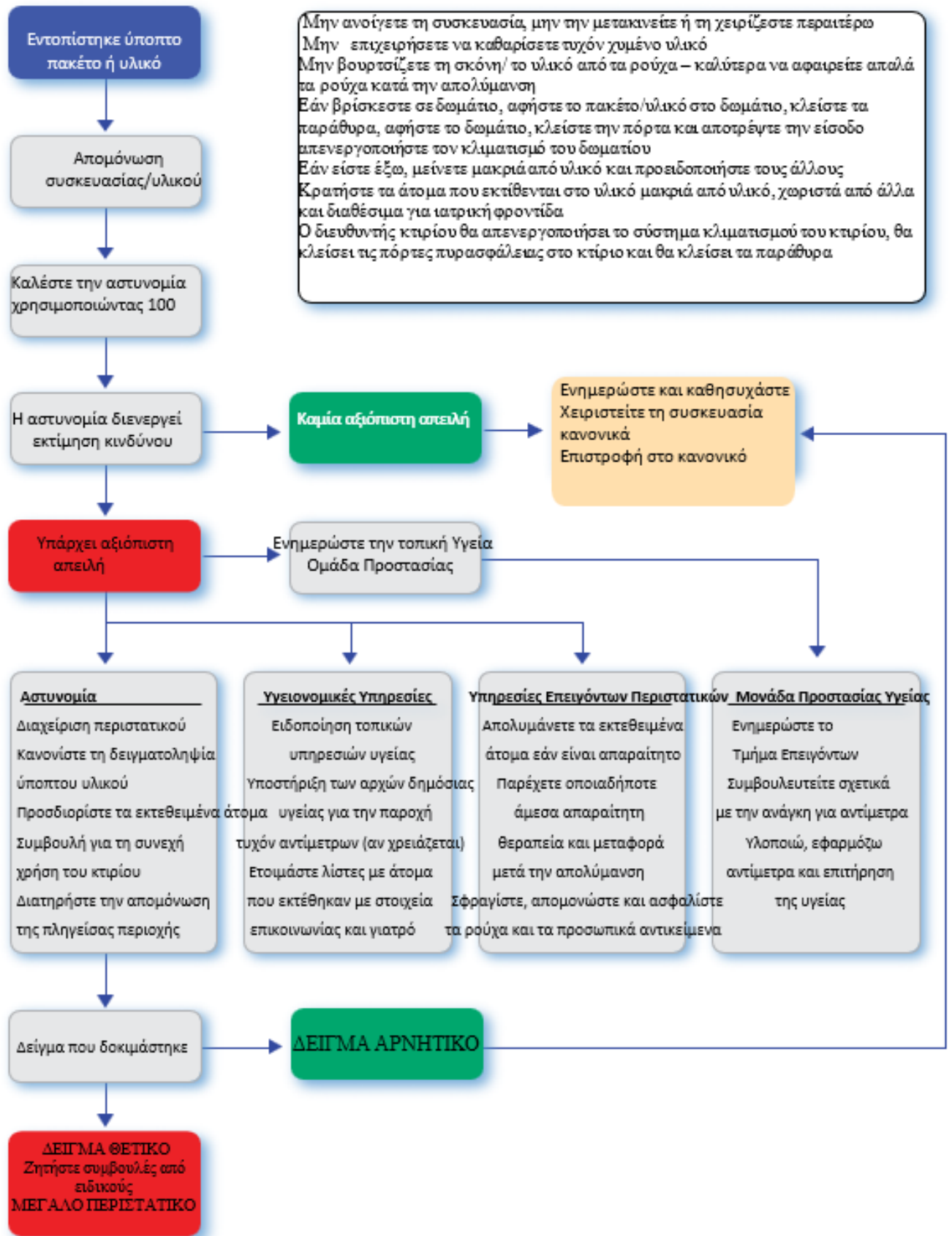
2. Αρχές Διαχείρισης ΧΒΡΠ Συμβάντων

Μετά την παράθεση πληροφοριών σχετικά με το τι συνιστά ένα γεγονός ή/και απειλή ΧΒΡΠ, και δεδομένου ότι μερικά από τα πιο αξιοσημείωτα περιστατικά στην παγκόσμια ιστορία, τόσο πρόσφατα όσο και ιστορικά, απεικονίστηκαν παραπάνω, είναι προφανές ότι αυτό εμπίπτει σε μια μοναδική κατηγορία έκτακτων γεγονότα και καταστροφές που, ως επί το πλείστον, απαιτούν άμεση προσοχή και ανταπόκριση. Όταν πρόκειται για τη διαχείριση των επιπτώσεων από ένα περιστατικό, η ταχύτητα είναι συχνά το πιο κρίσιμο στοιχείο. Αυτό μπορεί τελικά να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται το συμβάν όσον αφορά την έκταση των φαινομένων, τον αριθμό των θυμάτων και των τραυματιών, καθώς και τις υλικές και περιβαλλοντικές καταστροφές.

2.1 Αρχές / Οργανισμοί Αντιμετώπισης και Διαχείρισης Συμβάντων ΧΒΡΠ

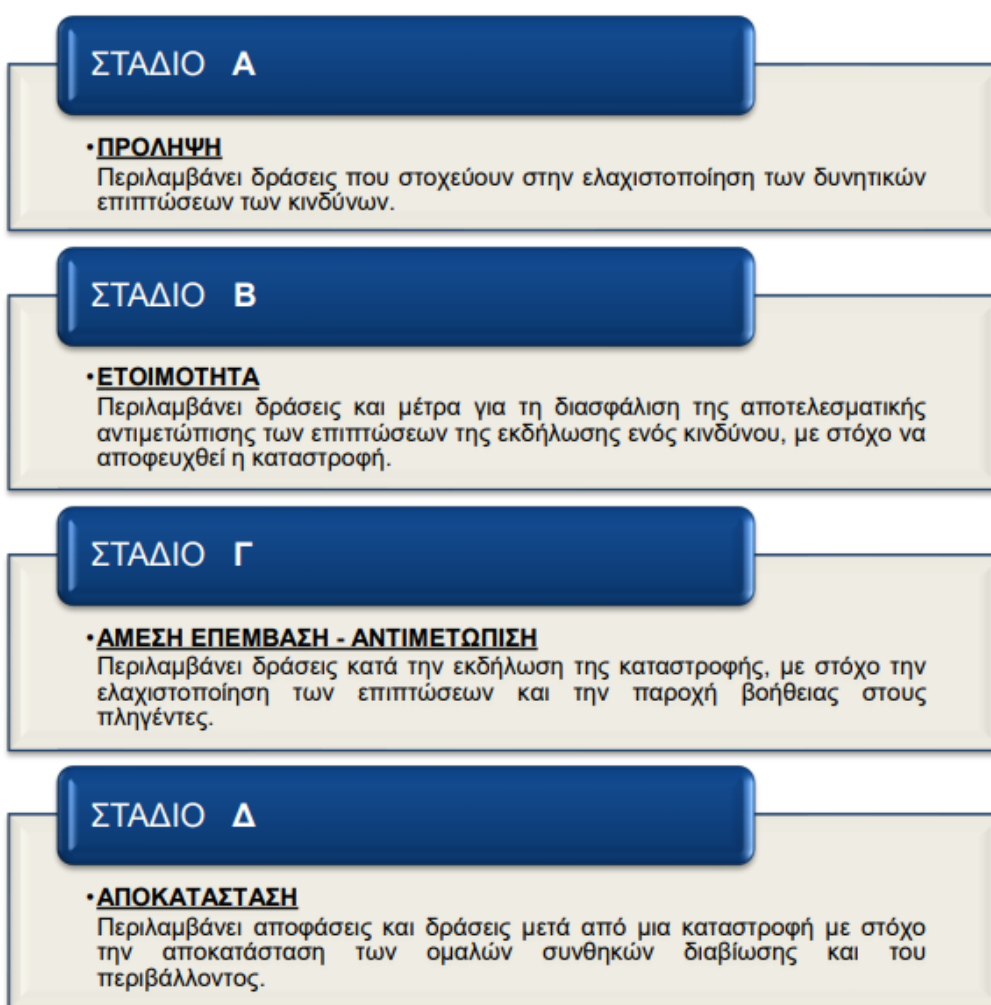
Όπως φαίνεται ξεκάθαρα παρακάτω στην εικόνα 2, η ταχύτητα απόκρισης σε ένα περιστατικό ΧΒΡΠ καθορίζεται επίσης από την ύπαρξη και τον βαθμό των αρχών, φορέων, οργανισμών, οργανωμένων ομάδων και παραγόντων που:

- ❖ έχουν καθορισμένο πρωτόκολλο για την απόκριση και το χειρισμό ενός τέτοιου συμβάντος.
- ❖ διαθέτει τη γνώση και την τεχνογνωσία για να χειριστεί μια τέτοια κατάσταση, μαζί με τα απαιτούμενα εργαλεία και πόρους.
- ❖ έχουν επίγνωση της δουλειάς τους, η οποία είναι σαφώς καθορισμένη και για την οποία είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι και εκπαιδευμένοι.
- ❖ έχουν την εξουσία να ενεργούν στην περιοχή όπου συμβαίνει το συμβάν.
- ❖ προετοιμάζονται, κατέχοντας τον απαραίτητο συνδυασμό θεωρητικών και πρακτικών γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων (Νάκα, 2017), εκπαίδευση, πληροφόρηση και πρόσβαση στις απαραίτητες πληροφορίες.
- ❖ Έχουν στη διάθεσή τους ανθρώπους και αποθέματα πόρων.



Εικόνα 3: Αλγόριθμος για το χειρισμό ύποπτου υλικού ή περιστατικών (Public Health of England, 2018)

Ως αποτέλεσμα, τα προαναφερθέντα μέρη αποτελούν μέρος του πλαισίου χειρισμού ενός περιστατικού ΧΒΡΠ και λειτουργούν ως διαχειριστικές αρχές. Η Ελλάδα έχει πρωτοστατήσει σε όλα αυτά όσον αφορά την πολιτική προστασία. Σε μια περίοδο ειρήνης, η «πολιτική προστασία» αναφέρεται σε όλους τους φορείς και τις δραστηριότητες που αποσκοπούν στην προστασία των ανθρώπων και του δομημένου περιβάλλοντος τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς καταστροφές. (Γκίκα, 2017). Όταν υπάρχει αντίστοιχη περίοδος μη ειρήνης, οι Ένοπλες Δυνάμεις της Ελλάδας, συνεργαζόμενες με άλλους φορείς και ομάδες, είναι αρμόδιες για τη διαχείριση τέτοιων καταστάσεων. Αυτό γίνεται είτε μέσω δράσεων και δομών που είναι ήδη μέρος του πλαισίου και των κύκλων των ΕΔ είτε μέσω της διαδικασίας των εντολών (για τα ελληνικά δεδομένα), όταν πρόκειται για αμιγώς πολιτικές/μη στρατιωτικές (πολιτικές) δομές ή δραστηριότητες.



Εικόνα 4: Επιχειρησιακή οργάνωση Πολιτικής Προστασίας (Γκίκα, 2017).

Σύμφωνα με το πλαίσιο της πολιτικής προστασίας και τον χειρισμό αυτού του είδους γεγονότων, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η πολιτική προστασία είναι μια παγκόσμια, διαρκώς κυκλική διαδικασία που περιλαμβάνει τα βήματα που φαίνονται επίσης στην εικόνα 3 παραπάνω (Λέκκας, 2011). Επιπλέον, ενώ η πολιτική προστασία περιλαμβάνει την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και τη διαχείριση καταστροφών στην Ελλάδα και σε άλλα ευρωπαϊκά έθνη, αυτό δεν συμβαίνει διεθνώς. Για παράδειγμα, η διαχείριση καταστροφών εμπίπτει στην αρμοδιότητα του μηχανισμού Εσωτερικής Ασφάλειας στις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ υπάγεται στην αρμοδιότητα της Πολιτικής Άμυνας στην Κύπρο και των Επιχειρήσεων Ευρωπαϊκής Πολιτικής Προστασίας και Ανθρωπιστικής Βοήθειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γκίκα, 2017).

Ο όρος «πολιτική προστασία» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1995, μαζί με την ίδρυση της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ), της οποίας τα καθήκοντα περιελάμβαναν την οργάνωση, τον σχεδιασμό, τον συντονισμό και την προετοιμασία θεμάτων που αφορούσαν την προετοιμασία και την αντιμετώπιση τεχνολογικών φυσικές καταστροφές. Η διάκριση μεταξύ Πολιτικής Προστασίας και Σχεδιασμού Έκτακτης Ανάγκης (CEP) καθιερώθηκε το 1997 και τα καθήκοντα του CGPP θεσπίστηκαν νόμιμα το 2002. Η δημιουργία του οργανωμένου κρατικού επιχειρησιακού σχεδίου, γνωστού ως «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ», το 2003, το οποίο λεπτομερώς κάθε τύπος πιθανής καταστροφής καθώς και οι δυνάμεις και οι φορείς που εμπλέκονται σε τέτοια περιστατικά, ήταν ένα από τα σημαντικότερα σημεία καμπής στην εξέλιξη του ζητήματος (βλ. επίσης εικόνα 4).



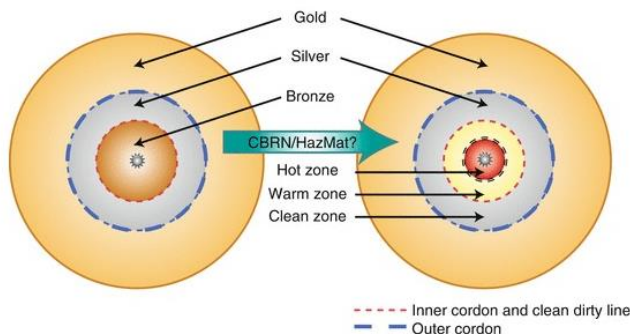
Εικόνα 5: Σχέδιο «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ» (Μαρκόπουλος, 2015)

Αυτό το σχέδιο σηματοδότησε την πρώτη φορά που σχηματίστηκε ένας διακριτός διαχωρισμός μεταξύ των πιθανών καταστροφών και τα περιστατικά ΧΒΡΠ έλαβαν ιδιαίτερη προσοχή. Η ομάδα υποστήριξης διαχείρισης απειλών και συμβάντων ΧΒΡΠ ιδρύθηκε επίσημα το 2006 και είναι άμεσα υπόλογη στον επικεφαλής του Γενικού Γραμματέα Πολιτικής Προστασίας (CPP). Στη συνέχεια, το 2007 άρχισε να λειτουργεί ο ευρωπαϊκός αριθμός έκτακτης ανάγκης (112) και ανατέθηκαν αρμοδιότητες και στους ΟΤΑ (Δήμοι, Νομαρχίες). Αλλαγές στη δομή του ΓΠΣ έγιναν το 2014 με τον Ν. 4249/2014 (ΦΕΚ Α'73). Ο νόμος αυτός προσέθεσε στο προσωπικό του ΓΠΣ όλες τις κρατικές υπηρεσίες «που είναι υπεύθυνες σε επιχειρησιακό επίπεδο για την ατομική Πολιτική Προστασία και κυρίως για την ετοιμότητα και αντιμετώπιση καταστροφών» (άρθρο 110 του Ν. 4249/2014). Οι πιο αξιόλογες ενέργειες ήταν αυτές του Πυροσβεστικού Σώματος (ΠΣ), του Λιμενικού Σώματος (ΠΣ) - Ελληνικής Ακτοφυλακής, της Ελληνικής Αστυνομίας (ΕΛ.ΑΣ.), των Ενόπλων Δυνάμεων, του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (ΕΚΑΒ), οι υπηρεσίες που παρέχονται από την Αποκεντρωμένη Διοίκηση, την Περιφέρεια, τους Δήμους, τις Κοινοφελείς Οργανώσεις κ.λπ. Οι οργανώσεις αυτές καλούνται να δράσουν γρήγορα στην περιοχή όπου αναπτύσσεται ή έχει εξελιχθεί ένα τέτοιο περιστατικό στην Ελλάδα, ο Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός και η Ελληνική Ομάδα Διάσωσης είναι δύο πιο κοινά παραδείγματα. Οι πρωταρχικές τους αρμοδιότητες περιλαμβάνουν τη συγκέντρωση νεκρών θυμάτων από επείγοντα περιστατικό και την αναζήτηση και διάσωση ατόμων που έχουν τραυματιστεί ή εγκλωβιστεί. Για την αντιμετώπιση τέτοιων περιστάσεων, αποτελούνται από ομάδες εθελοντών που έχουν παρακολουθήσει εξειδικευμένη εκπαίδευση εκτός από ειδικούς από τις υπηρεσίες ασφάλειας και υγείας (Μαρκόπουλος, 2015).

2.2 Βασικές αρχές χειρισμού/απόκρισης σε συμβάντα ΧΒΡΠ

Ωστόσο, οι αρχές διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο ως πρωταρχικοί άξονες διαχείρισης/αντιμετώπισης αυτών των περιστατικών, εκτός από τους φορείς που είτε είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση ενός περιστατικού ΧΒΡΠ είτε εμπλέκονται με οποιονδήποτε τρόπο στην αντιμετώπιση τέτοιων περιστατικών, καθώς και μαζικές καταστροφές. Επειδή έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου και μέσω εμπειριών που αποκτήθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά από ένα περιστατικό ΧΒΡΠ, αυτές οι διαδικασίες χρησιμεύουν ως θεμελιώδεις κατευθυντήριες γραμμές για τον χειρισμό τέτοιων καταστάσεων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι αυτές οι θεμελιώδεις ιδέες συνεχώς αναθεωρούνται και βελτιώνονται λόγω της προόδου της εμπειρίας και της κατανόησης του ΧΒΡΠ από την ανθρωπότητα, καθώς και των μεθόδων χειρισμού απειλών και επικίνδυνων περιστατικών (Burns, 2018). Επιπλέον, καθώς τα γεγονότα ΧΒΡΠ συμβαίνουν πιο συχνά, υπάρχει μεγαλύτερη «ευκαιρία» να δοκιμαστούν στρατηγικές, πόροι, ακόμη και προσωπικό στο έδαφος. Αυτό επιτρέπει τη συσσώρευση μεγάλης εμπειρίας και τη μάθηση από τα λάθη, τις ελλείψεις και τις παραλείψεις που έγιναν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, όλα αυτά ενώ θέτει τις βάσεις για μελλοντικά περιστατικά αυτού του είδους. Ως αποτέλεσμα, αυτές οι οδηγίες μπορούν να χωριστούν σε εκείνες που πρέπει να τηρούνται τόσο πριν όσο και μετά από ένα περιστατικό ΧΒΡΠ, καθώς και σε εκείνες που ισχύουν τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά το συμβάν (Burns, 2018). Ο σχεδιασμός, η πρόληψη, η εκπαίδευση, η ετοιμότητα και η διαθεσιμότητα ανθρώπων και πόρων περιλαμβάνονται σε πρώτη φάση, όπως και ο διακριτός καταμερισμός των καθηκόντων και των ευθυνών μεταξύ των Αρχών (δηλ. των φορέων) που είναι αρμόδιες για τη διαχείριση τέτοιων περιστατικών, καθώς και συνεχής παρατήρηση και διασταύρωση όλων των προαναφερθέντων στοιχείων. Οι αρχές που διέπουν την εμφάνιση ή/και την ανάπτυξη ενός περιστατικού ΧΒΡΠ επικεντρώνονται στον τρόπο αντίδρασης στον πληττόμενο πληθυσμό καθώς και στο περιβάλλον και τα υλικά/μέσα που επηρεάζονται. Αυτές οι αρχές συνοψίζονται με τους ακόλουθους τρόπους: σωστή διαλογή, δειγματοληψία, παρακολούθηση, απολύμανση, εκκαθάριση, διαχείριση απορριμμάτων (EPA) και απάντηση σε ερωτήματα όπως τα ακόλουθα (Burns, 2018):

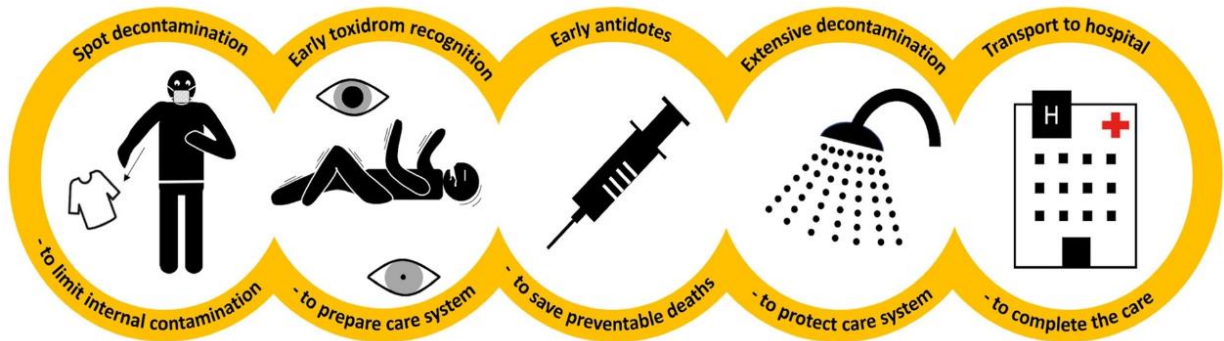
- ❖ Υπάρχει χημικό, βιολογικό, ραδιολογικό, πυρηνικό ή συνδυασμός τέτοιου είδους περιστατικών;
- ❖ Υπάρχουν απώλειες (θάνατοι, τραυματισμοί, καταστροφές) και πόσες και πόσο μεγάλες είναι;
- ❖ Έχουν ανατεθεί όλοι οι πόροι και το προσωπικό; Ταιριάζουν αρκετά καλά στην κατάσταση; Το προσωπικό που είναι διαθέσιμο έχει αρκετή εκπαίδευση και κατάρτιση; Είναι οι λύσεις κατάλληλες για την κατάσταση ή είναι ακατάλληλες;
- ❖ Υπάρχει χρονοδιάγραμμα για απάντηση;
- ❖ Πώς αξιολογείται η περιοχή που χρησιμοποιείται για εμφανίσεις συμβάντων; Προσφέρει προστασία; Υπάρχουν εμπόδια; Είναι οι δυνάμεις σε θέση να φτάσουν; Υπάρχουν άλλες επιλογές για να πάτε προς ή μακριά από την περιοχή;
- ❖ Έχουν ληφθεί όλες οι απαιτούμενες προφυλάξεις ασφαλείας; Έχει σταματήσει η μόλυνση;
- ❖ Έχει λάβει κανείς ιατρική φροντίδα, συμπεριλαμβανομένων των πρώτων βοηθειών;
- ❖ Πού βρίσκονται οι πλησιέστερες κατάλληλες ιατρικές εγκαταστάσεις;



Εικόνα 6: ΧΒΡΠ και συμβατικές ζώνες. Η συμβατική χάλκινη ζώνη στο διάγραμμα περιέχεται από έναν εσωτερικό κλοιό. Θα χωριστεί σε ΧΒΡΠ ζεστές και θερμές ζώνες (απολύμανσης). Η καυτή ζώνη είναι μια μη επιτρεπτή περιοχή όπου υπάρχει άμεσος κίνδυνος από το περιβάλλον (εκρηκτικός κίνδυνος ή ΧΒΡΠ). Αυτή η ζώνη αναφέρεται μερικές φορές ως ζώνη αποκλεισμού. Η θερμή ζώνη είναι μια ημι-επιτρεπτή (ενδιάμεση ζώνη) ρύθμιση περιοχής που συνήθως οφείλεται σε συνεχή κίνδυνο μόλυνσης από θύματα ή εξοπλισμό που βγαίνει από την καυτή ζώνη (Bland SA, 2013).

3. Εφαρμογή σε Νοσοκομειακό Περιβάλλον

Οι Αρχές / Οργανισμοί Αντιμετώπισης και Διαχείρισης Συμβάντων ΧΒΡΠ που επισημάνθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο επειδή είναι οι φορείς που είναι επιφορτισμένες με το χειρισμό και τον έλεγχο μιας μαζικής καταστροφής ή/και ενός περιστατικού ΧΒΡΠ—δηλαδή ενός περιστατικού που περιλαμβάνει πολλά θύματα ή/και τραυματίες (αδικήματα ανθρώπινου παράγοντα), καθώς και υλική ή/και περιβαλλοντική ζημιά (ζημιά στο περιβάλλον, τα υλικά και τις εγκαταστάσεις). Μεταξύ άλλων, ένα σημαντικό μέρος του εργατικού δυναμικού του τομέα της υγείας εργάζεται σε αυτές τις Αρχές, κυρίως εκτός νοσοκομείων, είτε ως επικουρικό είτε εξ ολοκλήρου ως ιατρικό, νοσηλευτικό και συνδεδεμένο προσωπικό (εικόνα 6).



Εικόνα 7: Η ακολουθία γεγονότων σε καταστάσεις ΧΒΡΠ εμφανίζεται σχηματικά με τη μεταφορά "CBRN chain of survival" (Calamai, F 2019).

Αυτό το κεφάλαιο στοχεύει να περιγράψει συνοπτικά τους βασικούς τομείς στους οποίους πρέπει να επικεντρωθεί ένα νοσοκομείο προκειμένου να μπορέσει να διαχειριστεί ένα περιστατικό ΧΒΡΠ στο τέλος του. Για να το θέσουμε διαφορετικά, αναφέρεται στα κατάλληλα ενδονοσοκομειακά πρωτόκολλα που, σύμφωνα με την παγκόσμια βιβλιογραφία, θα κάνουν το νοσοκομείο προετοιμασμένο για ένα περιστατικό ΧΒΡΠ. Καλύπτει επίσης τη βελτιωμένη φροντίδα των ασθενών, ελαχιστοποιώντας τον αριθμό των θυμάτων και αντιμετωπίζοντας τόσο τις άμεσες όσο και τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις ενός περιστατικού. Σημειώνεται ότι οι μέθοδοι και τα πρωτόκολλα που πρέπει να τηρεί ένα νοσοκομείο από την άποψη αυτή επεκτείνονται και επανεξετάζονται συνεχώς, δεδομένης της διαρκώς μεταβαλλόμενης φύσης των ΧΒΡΠ απειλών, οι οποίες παρουσιάζουν ολοένα και μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης, με ολοένα έντονα και καταστροφικά αποτελέσματα. Υπό αυτό το πρίσμα, η ετοιμότητα του

νοσοκομείου για ένα περιστατικό ΧΒΡΠ επικεντρώνεται γενικά στα ακόλουθα στοιχεία/θέματα, τα οποία εξετάζονται στη συνέχεια στο κεφάλαιο (Nekoie-Moghadam et al., 2016; Mortelmans, 2017):

- ❖ Κατά τη δημιουργία διακριτών διαδικασιών, όπως αυτές για τον χειρισμό χημικών, βιολογικών ή ραδιολογικών-πυρηνικών απειλών, ή ακόμη και ενός μείγματος ορισμένων ή όλων αυτών, για την αντιμετώπιση των απειλών ΧΒΡΠ ιδιαίτερα.
- ❖ Η διαθεσιμότητα ειδικά διαμορφωμένων χώρων και εγκαταστάσεων για την απολύμανση των μολυσμένων ασθενών, οι οποίοι είτε προσέρχονται στο νοσοκομείο με τα ίδια μέσα (περιπατητές, μη ασθενείς κοκ) είτε μεταφέρονται εκεί οργανωμένα και προκαθορισμένα (με ασθενοφόρο, από αεροπορικές μεταφορές, μέσω της ΕΔ ή/και άλλων φορέων, από παραϊατρικούς).
- ❖ Στη σωστή επικοινωνία τόσο εντός όσο και εκτός νοσοκομείου (δηλαδή ποιοι και πόσοι από τους ασθενείς είναι μολυσμένοι, τι είδους ιατρική φροντίδα και αντίδοτα έχουν δοθεί, υπάρχουν συνέπειες).
- ❖ Ετοιμότητα του προσωπικού και των μέσων, τόσο ως προς τη δυνατότητα πρόσβασης στον χώρο του νοσοκομείου όσο και για την εκκένωση του.
- ❖ Σχετικά με τη διαθεσιμότητα εξειδικευμένου ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού (ΑΠΕ) για καταστάσεις ΧΒΡΠ, καθώς και τη γενική ασφάλεια προσώπων, εγκαταστάσεων και πόρων.
- ❖ Άμεσα διαθέσιμο στα μέσα ενημέρωσης και το εξειδικευμένο προσωπικό σχετικά με προβλήματα ΧΒΡΠ.
- ❖ Η άμεση διαθεσιμότητα ή δυνατότητα άμεσης πρόσβασης στα κατάλληλα αντίμετρα.
- ❖ Εξοπλισμένο με εξειδικευμένα μηχανήματα και εξοπλισμό, όπως αυτά που χρειάζονται για μετρήσεις ραδιενέργειας, και σχετικά συστήματα αυτόματης ειδοποίησης σε περίπτωση μόλυνσης από παράγοντα ΧΒΡΠ (κυρίως ραδιοανιχνευτές).
- ❖ Η παροχή κατάλληλων εγκαταστάσεων και χώρων, που να περιλαμβάνουν κρεβάτια και χώρους απομόνωσης, είναι απαραίτητη για τη φροντίδα και την παρακολούθηση των ασθενών που εκτίθενται στον παράγοντα ΧΒΡΠ.
- ❖ Κατάλληλη διοικητική διαχείριση της κατάστασης, που περιλαμβάνει επαρκή προγραμματισμό (που έπρεπε εκ των προτέρων) καθώς και επίλυση θεμάτων που

ανακύπτουν και αφορούν διοικητικά και οικονομικά θέματα (π. νερό για το νοσοκομείο, ενημέρωση αποθεμάτων ή/και πρόσθετου εξειδικευμένου ιατρικού προσωπικού, συντονισμός με άλλους φορείς και αρχές, διαχείριση μέσω ενημέρωσης κ.λπ.).

❖ Στη διατήρηση (όσο είναι εφικτό) των λειτουργιών του νοσοκομείου χωρίς διακοπή, τόσο σε όλη τη διάρκεια όσο και ιδιαίτερα μετά το περιστατικό ΧΒΡΠ.

Όλα τα παραπάνω περιέχονται ουσιαστικά στο πλαίσιο της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (FEMA), το οποίο αντιμετωπίζει τα ακόλουθα: χρηματοδότηση, διακριτές λειτουργίες, διαδικασίες και καθήκοντα, σαφής οριοθέτηση των ευθυνών, κατάλληλη διαχείριση, έλεγχο και εποπτεία, διαχείριση και διανομή πληροφοριών, διαβιβάσεις και σαφή σκοπό σχεδιασμού (Yarmonhammadian, 2018). Μερικές περισσότερες πληροφορίες για αυτά τα θέματα περιλαμβάνονται παρακάτω σε μια προσπάθεια να επισημανθούν τα βασικά στοιχεία που συμβάλλουν στην ετοιμότητα του νοσοκομείου για χειρισμό μίας ΧΒΡΠ απειλής.

3.1 Σχεδιασμός

Ο προγραμματισμός είναι το πρώτο βήμα σε όλα. Το σημαντικότερο κατά τον χειρισμό μιας ΧΒΡΠ απειλής είναι να υπάρχουν στρατηγικές πολύ πριν από οποιοδήποτε πιθανό περιστατικό. Δηλαδή, με βάση το ισχύον σύστημα υγείας, κάθε νοσοκομείο θα πρέπει να διαθέτει μέτρα για την αντιμετώπιση τέτοιων κινδύνων, είτε ανεξάρτητα είτε ως μέρος μιας ευρύτερης, τυπικά εθνικής, στρατηγικής για τη δημόσια υγεία (Σταματόπουλος, 2021).

Όλα τα εμπλεκόμενα μέρη πρέπει να γνωρίζουν αυτά τα σχέδια, τα οποία πρέπει να είναι καλά καθορισμένα. Πρέπει να είναι συνοπτικά και να προσαρμόζονται για την αντιμετώπιση ποικίλων κινδύνων. Είναι επίσης κρίσιμο να έχουν τοποθετηθεί σε ένα πρακτικό πλαίσιο, λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες του συστήματος καθώς και τις εγκαταστάσεις, το προσωπικό και άλλους πόρους που θα χρειαστούν για δράση σε κάθε τέτοια περίπτωση. Είναι προφανές ότι σε περίπτωση περιστατικού ΧΒΡΠ, μια μερίδα της ιατρικής κοινότητας καθώς και του ευρύτερου κοινού - επηρεασμένο και ανεπηρέαστο - θα συμπεριφερθεί (πιθανότατα) με τρόπο που χαρακτηρίζεται από πανικό, άγχος και έλλειψη ψυχραιμίας. Ως αποτέλεσμα, αυτοί οι παράγοντες πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά στη φάση του σχεδιασμού για να δημιουργηθούν διαδικασίες που είναι εφικτές να εκτελεστούν και να τηρηθούν σύμφωνα με τις πραγματικές αναμενόμενες αντιδράσεις και όχι από μια εξιδανικευμένη αναπαράστασή τους (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 2023).

Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, ο διαρκής έλεγχος και η ευαισθητοποίησή τους μέσω της εκπαίδευσης του προσωπικού είναι βασικά στοιχεία του προγραμματισμού που πρέπει πάντα να υπάρχουν. Αυτό καθιστά εύκολη τη συνεχή ενημέρωση και βελτίωση αυτών, παρέχοντας λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης τέτοιων καταστροφών και ολοκληρώνοντας σταδιακά τις λεπτομέρειες πολλών καταστάσεων. Τα σχέδια θα τροποποιηθούν ως αποτέλεσμα της ανατροφοδότησης που λαμβάνεται από καθεμία από αυτές τις εκπαιδευτικές συνεδρίες, με στόχο να προσεγγίσουν όσο το δυνατόν περισσότερο τις πραγματικές συνθήκες που θα δημιουργηθούν σε ένα νοσοκομείο κατά την ανάπτυξη μιας εκδήλωσης ΧΒΡΠ (Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 2023).

3.2 Εκπαίδευση

Το πιο κρίσιμο «όπλο» για την επίτευξη του υψηλότερου επιπέδου ετοιμότητας και ευαισθητοποίησης είναι η εκπαίδευση και η προετοιμασία των εργαζομένων και των μέσων ενημέρωσης που εμπλέκονται, τόσο πριν όσο και μετά από κάθε είδους περιστατικό ΧΒΡΠ. Έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία που καταλήγουν όχι μόνο στην αξία της εκπαίδευσης αλλά και στο πώς οι επαγγελματίες υγείας που συμμετέχουν στην έρευνα εκμεταλλεύονται εύκολα τις δυνατότητες για συνεχή εκπαίδευση. Η μόνη προσέγγιση για την εξασφάλιση του υψηλότερου επιπέδου προετοιμασίας του νοσοκομείου είναι μέσω της συνεχούς, όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικής, εκπαίδευσης σχετικά με τα σχέδια αντιμετώπισης των ΧΒΡΠ απειλών, όπως θα συζητηθεί στο επόμενο κεφάλαιο αυτής της εργασίας. Ως εκ τούτου, τα ακόλουθα αποτελέσματα επιτυγχάνονται ενδεικτικά με την εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας σχετικά με στρατηγικές για τον χειρισμό των ΧΒΡΠ απειλών, τόσο εντός νοσοκομείου όσο και μέσω εθνικών ή συλλογικών διανοσοκομειακών ασκήσεων (Agboola, 2013; Walsh, 2015):

- ❖ Ευαισθητοποίηση των ανθρώπων που εργάζονται στα σχέδια.
- ❖ Βελτίωση της εμπειρίας και των επιπέδων συμμετοχής, μαζί με την ετοιμότητα.
- ❖ Επεξήγηση του πώς επικαλύπτονται τα καθήκοντα, οι διαδικασίες και οι δραστηριότητες σε ένα ή περισσότερα έργα.
- ❖ Προσδιορισμός της βιωσιμότητας των σχεδίων, κυρίως με πόρους, ανθρώπινο δυναμικό και απαιτήσεις χρόνου.
- ❖ Εύρεση των κενών στον προγραμματισμό.
- ❖ Εκτίμηση της ανεπάρκειας υλικών, πόρων και μέσων.
- ❖ Αναγνώριση νέων απαιτήσεων.
- ❖ Ενίσχυση της αίσθησης ενότητας μεταξύ των ενδιαφερομένων, αυτοματοποίηση διαδικασιών και λειτουργιών και βελτίωση του συντονισμού.
- ❖ Εξοικείωση με μεθόδους και προϋποθέσεις.
- ❖ Ανάπτυξη ικανοτήτων και δεξιοτήτων.

Σε κάθε περίπτωση, δεδομένου ότι η ανθρώπινη αλληλεπίδραση είναι το πιο σημαντικό και κρίσιμο «εργαλείο» από αυτή την άποψη, η συνεχής εκπαίδευση είναι τελικά αυτό που προσθέτει αξία στην ανταπόκριση στις ΧΒΡΠ απειλές. Σε έρευνά (Agboola et al., 2013)

ανακάλυψαν ότι το νοσοκομειακό προσωπικό με λιγότερες δοκιμές και εκπαίδευση είχε σημαντικά χειρότερα αποτελέσματα σε όλες τις κατηγορίες από τα νοσοκομεία που είχαν πραγματοποιήσει τρεις ή περισσότερες ασκήσεις τα προηγούμενα τρία χρόνια. Ωστόσο, μια σειρά από μελέτες, (Gowing et al., 2017), έχουν δείξει ότι οι επαγγελματίες υγείας συχνά στερούνται τον απαραίτητο βαθμό γνώσης και ικανότητας όταν πρόκειται για μαζικές καταστροφές και απειλές ΧΒΡΠ. Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν πολλά εκπαιδευτικά προγράμματα για τα περιστατικά ΧΒΡΠ παγκοσμίως και ότι οι επαγγελματίες υγείας έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε αυτά, όπως φαίνεται από τους (Kako et al., 2018), είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει σε αυτό. Άλλοι παράγοντες περιλαμβάνουν τον μικρό αριθμό ασκήσεων που διεξάγονται για τις συγκεκριμένες απειλές.

3.3 Διαχείριση / Συντονισμός

Ο πλήρης συντονισμός μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων είναι απαραίτητος κατά τη διάρκεια της «κρίσης» ή όταν εκδηλώνονται τα φαινόμενα. Η διαχείριση της όλης κατάστασης, από έμπειρους και εξειδικευμένους επαγγελματίες κάτω από τέτοιες συνθήκες, είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη αυτού του στόχου. Είναι προφανές ότι η εκπαίδευση και ο προγραμματισμός είναι ζωτικής σημασίας και σε αυτό το στάδιο. Πρέπει να έχουν προκύψει με τέτοιο τρόπο ώστε τα εμπλεκόμενα όργανα να συντονίζονται με μηχανικό και απολύτως φυσικό τρόπο. Κάθε ιατρική μονάδα που συμμετέχει στην απόκριση σε μια απειλή ΧΒΡΠ πρέπει να αντιμετωπίσει και αυτή τη διαχείριση της κατάστασης (Gale et al. 2017). Το γεγονός ότι τα νοσοκομεία υποχρεούνται να χειριστούν γρήγορα μια μαζική εισροή «απαίτησης» ασθενών και θυμάτων για θεραπεία και ιατρική περίθαλψη είναι αρκετός λόγος για να αναγνωριστεί η «αξία» της διαχείρισης και του συντονισμού όλων των διαδικασιών που συμβαίνουν σε ένα περιβάλλον νοσηλείας. Η αυξημένη «ζήτηση» συνοδεύεται από την ανάγκη συντονισμού στις διαδικασίες διαχείρισης, όπως αυτές που αφορούν νεκρούς και μολυσμένους ασθενείς που φτάνουν στο νοσοκομείο, διαχείριση απορριμμάτων, διαθέσιμους χώρους και εγκαταστάσεις, πόρους, ιατρικό προσωπικό, ασθενείς και τις οικογένειές τους, ενημέρωση και σωστή αξιολόγηση και διανομή τους, διαβούλευση με άλλους φορείς εκμετάλλευσης και εταιρείες επικοινωνιών. Έτσι, η προσεκτική παρακολούθηση όλων των διαδικασιών που εκτελούνται από εξειδικευμένο προσωπικό κατά τη θεραπεία ενός περιστατικού ΧΒΡΠ σε νοσοκομειακό περιβάλλον, μαζί με τον κατάλληλο συντονισμό, αποτελούν βασικά στοιχεία της συνολικής προσπάθειας για την πρόληψη πρόσθετων κινδύνων και ζητημάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν σε περίπτωση που το νοσοκομείο δεν μπορεί να εξασφαλιστεί (Olivieri et al. 2016).

Προκειμένου να διασφαλιστούν τουλάχιστον τα ακόλουθα, η διοίκηση και το αρμόδιο προσωπικό του νοσοκομείου πρέπει ουσιαστικά να συντονίζουν όλες τις διαδικασίες (WHO, 2011):

- ❖ Οι βασικές λειτουργίες του νοσοκομείου θα συνεχιστούν.
- ❖ Η βέλτιστα συντονισμένη εκτέλεση όλων των νοσοκομειακών πρωτοκόλλων, σε όλα τα επίπεδα.
- ❖ Αδιάλειπτη και ακριβής επαφή με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, εντός και εντός του νοσοκομείου (εσωτερικό και εξωτερικό δίκτυο επικοινωνιών).

- ❖ Οι ταχύτερες δυνατές προσαρμογές σε σχέδια, διαδικασίες, προσωπικό και πόρους ως απάντηση στις νέες απαιτήσεις.
- ❖ Η καλύτερη χρήση των σπάνιων πόρων, υλικών και άυλων.
- ❖ Δημιουργία ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος για τους εργαζόμενους στα νοσοκομεία (τόσο ιατρικούς όσο και μη).

Σε κάθε περίπτωση, για τον συντονισμό όλων των διαδικασιών που θα πραγματοποιούνταν σε κανονική κατάσταση καθώς και εκείνων που έχουν προκαθοριστεί να ενεργοποιηθούν σε περίπτωση ΧΒΡΠ περιστατικού, η διοίκηση του νοσοκομείου πρέπει να είναι κατάλληλα ενημερωμένη και προετοιμασμένη. Τέλος, θα πρέπει να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται γρήγορα και ευκίνητα για να διασφαλίσουν ότι όλα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως είναι δυνατά με τον εντοπισμό και/ή την ενεργοποίηση εναλλακτικών δυνατοτήτων.

3.4 Ασφάλεια

Κατά τον χειρισμό και την απόκριση σε ένα περιστατικό ΧΒΡΠ, οι κορυφαίες προτεραιότητες για τα άτομα που εμπλέκονται είναι η ασφάλεια και αυτό δεν επηρεάζει μόνο τους πρώτους ανταποκριτές ή το προσωπικό που φθάνει στον τόπο του συμβάντος, αλλά και το ιατρικό προσωπικό που αναλαμβάνει όταν οι ασθενείς μεταφερθούν στο νοσοκομείο και σε άλλες τοποθεσίες. Δίνοντας κορυφαία προτεραιότητα στην ασφάλεια των ανθρώπων και του εξοπλισμού, ο απώτερος στόχος της διασφάλισης της επιβίωσης όλων των εμπλεκόμενων—όσων επηρεάζονται από έναν παράγοντα ΧΒΡΠ και χρειάζονται ιατρική φροντίδα και νοσηλεία, καθώς και εκείνων που θα κληθούν να παρέχουν αυτού του είδους τη φροντίδα. Ως αποτέλεσμα, για να επιτευχθεί ασφάλεια, είναι απαραίτητο να είναι δυνατή η άμεση εφαρμογή όλων των σχεδίων που δημιουργήθηκαν, εξετάστηκαν και επαληθεύτηκαν για την αντιμετώπιση της απειλής ΧΒΡΠ κατά το στάδιο του σχεδιασμού (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και παραπάνω). Επιπλέον, είναι απαραίτητη η χρήση ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού (ΑΠΕ) που είναι κατάλληλος για το είδος της απειλής. Επιπλέον, όπως θα συζητηθεί παρακάτω, μια διεξοδική και κατάλληλη διαδικασία απολύμανσης παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της μόλυνσης της περιοχής του νοσοκομείου και στην αποτροπή από το να τεθεί "εκτός μάχης" (σε περίπτωση μόλυνσης). Επιπλέον, σε περίπτωση που τα μέλη του ιατρικού προσωπικού εκτεθούν σε μολυσματικό παράγοντα, λάθη ή παραλείψεις που σχετίζονται με τον έγκαιρο και κατάλληλο χειρισμό της κατάστασης—που συζητείται παρακάτω— μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα τον άμεσο παροπλισμό του νοσοκομείου και ίσως την έξωση ασθενών (Olivieri et al., 2016).

3.5 Ειδικός Εξοπλισμός

Οι εργαζόμενοι που ανταποκρίνονται σε ένα περιστατικό ΧΒΡΠ μπορεί να έρθουν σε επαφή με ουσίες που θα μπορούσαν να είναι επιβλαβείς για την υγεία τους, επομένως η χρήση εξειδικευμένου ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού (ΑΠΕ) είναι απαραίτητη. Τα ΑΠΕ αποτελούνται από τον προστατευτικό εξοπλισμό και τα ρούχα που φορούν οι συμμετέχοντες σε ένα περιστατικό ΧΒΡΠ για να αποτρέψουν την επαφή με τον μολυσματικό παράγοντα. Ανάλογα με το είδος της προστασίας που προσφέρουν, υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγορίες ΑΠΕ:

Προστασία των αεραγωγών

Οι δύο κύριες κατηγορίες αναπνευστικού προστατευτικού εξοπλισμού είναι ο καθαρισμός αέρα και ο εξοπλισμός παροχής αέρα. Στο πρώτο είδος, το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως σε περιβάλλοντα με χαμηλά επίπεδα οξυγόνου, η συσκευή αντλεί φρέσκο αέρα από μία μόνο εξωτερική πηγή (δεξαμενή ή συμπιεστή αέρα) που διατηρείται μακριά από τη μολυσμένη περιοχή. Όταν υπάρχει αρκετό ατμοσφαιρικό οξυγόνο, ο καθαριστής αέρα χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των σωματιδίων ακαθαρσιών από τον αέρα. Υπάρχουν διάφορες ποικιλίες των προαναφερθέντων συσκευών. Οι μάσκες για ολόκληρο το πρόσωπο πιστεύεται ότι είναι οι πιο ασφαλείς, καθώς θωρακίζουν τα μάτια και το δέρμα του προσώπου εκτός από τον αεραγωγό (Holland MG, 2015).

Προστασία για το πρόσωπο και τα μάτια

Όταν αντιμετωπίζουμε οποιοδήποτε είδος χημικού, βιολογικού ή ραδιενεργού παράγοντα, η προστασία των ματιών και του προσώπου είναι ζωτικής σημασίας (υγρό, στερεό, αέριο). Απλά γυαλιά, γυαλιά ασφαλείας, προσωπίδες ή συστήματα full-face που προστατεύουν ταυτόχρονα τον αεραγωγό είναι μεταξύ των επιλογών. (Holland MG, 2015)

Προστασία για τα χέρια και τα πόδια

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία γαντιών για προστασία χεριών και κάθε τύπος γαντιών προσφέρει ποικίλο επίπεδο προστασίας από τις σχετικές μεταβλητές με βάση το υλικό που χρησιμοποιείται στην κατασκευή. Αλουμινόχαρτο, βουτυλικό καουτσούκ, βινύλιο, πολυουρεθάνη, νιτρίλιο, λατέξ και νεοπρένιο είναι μερικά δημοφιλή υλικά. Ως αποτέλεσμα, μια σειρά από μπότες που αποτελούνται από διάφορα υλικά είναι επίσης διαθέσιμες για

προστασία των ποδιών, ανάλογα με την πτυχή από την οποία θέλουμε να προστατευτούμε. Με το ίδιο υλικό κατασκευής, οι μπότες συχνά προσφέρουν καλύτερη προστασία από τα γάντια λόγω των ισχυρότερων εσωτερικών τους τοιχωμάτων. (Holland MG, 2015)

Προστασία σώματος

Οι ολόσωμες προστατευτικές στολές προσφέρουν προστασία από κάθε είδους κινδύνους και σε οποιοδήποτε σχήμα εμφανίζονται επειδή διατίθενται σε ποικιλία μορφών και υλικών. Επειδή οι χημικές προστατευτικές στολές δεν παρέχουν προστασία έναντι των ραδιονουκλεϊδίων γάμμα και των νετρονίων, πρέπει να δίνεται προσοχή κατά το χειρισμό αυτών των ουσιών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι σημαντικό να προσδιοριστεί το επίπεδο ραδιενέργειας (Holland MG, 2015). Ο ΑΠΕ χωρίζεται σε τέσσερα επίπεδα προστασίας με βάση το είδος της προστασίας των αεραγωγών και την προστατευτική στολή που φοριέται.

Επίπεδο Α: Χρησιμοποιώντας μια αυτόνομη αναπνευστική συσκευή συνδεδεμένη με μια μεταφερόμενη πηγή πεπιεσμένου αέρα, μαζί με μια εντελώς κλειστή στολή, γάντια και μπότες, προσφέρει την καλύτερη δυνατή προστασία από τους περισσότερους κινδύνους για το δέρμα, τα μάτια, το αναπνευστικό σύστημα και τους βλεννογόνους.

Επίπεδο Β: Χρήση αυτόνομης αναπνευστικής συσκευής μαζί με κλειστό κοστούμι, μπότες και γάντια. Παρέχει την καλύτερη προστασία για τον αεραγωγό αλλά υπολείπεται του Α όσον αφορά την προστασία του δέρματος και των ματιών.

Επίπεδο Γ: Χρήση αναπνευστικής συσκευής καθαρισμού αέρα, αδιάβροχη στολή, γάντια και μπότες. Παρέχει μειωμένη αναπνευστική προστασία αλλά συγκρίσιμη προστασία δέρματος και ματιών με την προηγούμενη κατηγορία. Όταν είναι γνωστά το είδος και η ποσότητα του ατμοσφαιρικού ρύπου, επιλέγεται.

Επίπεδο Δ: Χρήση τυπικού εξοπλισμού ασφάλειας εργασίας, όπως αδιάβροχο κοστούμι, γυαλιά, γάντια και μπότες. Παρέχει ελάχιστη άμυνα έναντι ουσιών που έρχονται σε επαφή με το δέρμα ή τα μάτια, αλλά δεν παρέχει αναπνευστική άμυνα. (Yeung R, 2002).

3.6 Απολύμανση

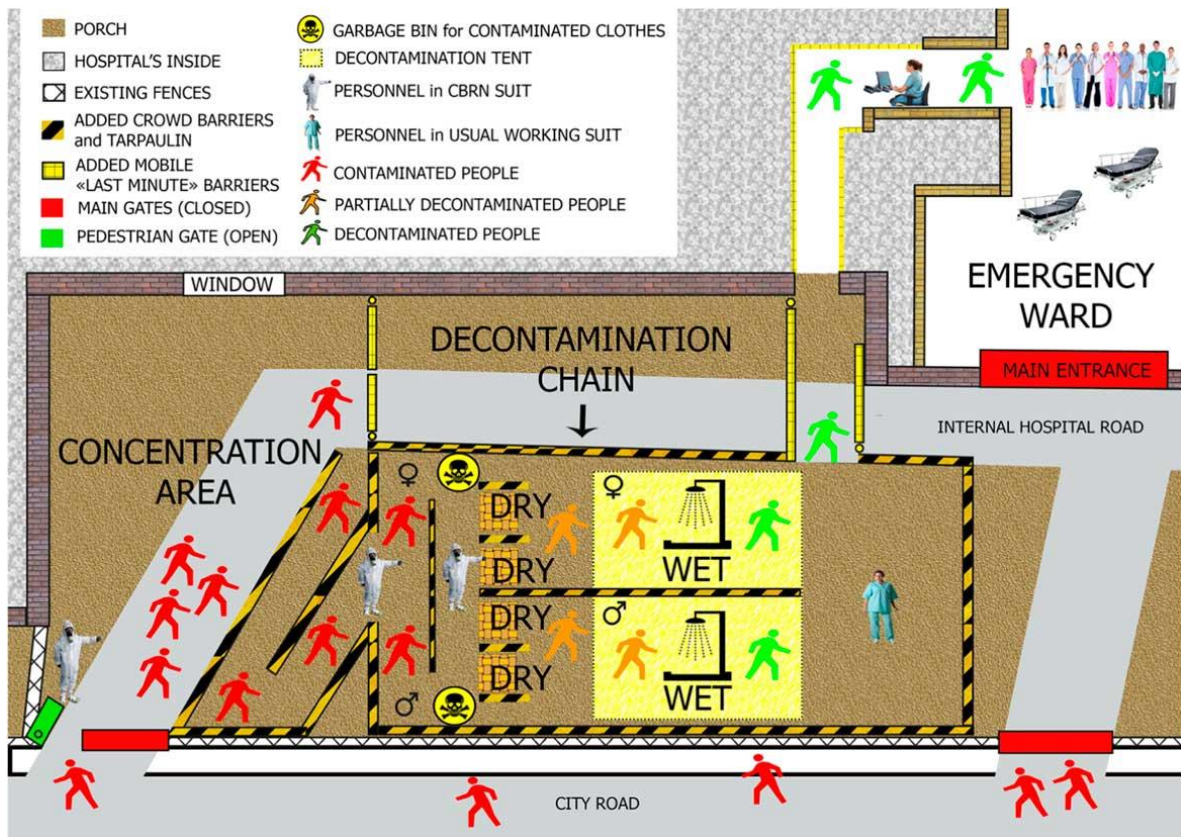
Όταν πρόκειται για πληγέντες από τον παράγοντα ΧΒΡΠ που υποβάλλονται σε θεραπεία ή που προσέρχονται στο νοσοκομείο, η διαδικασία απολύμανσης είναι το πρώτο κρίσιμο βήμα που κάνει το νοσοκομείο. Η απολύμανση πραγματοποιείται σε διάφορους βαθμούς ανάλογα με τον τύπο του παράγοντα ΧΒΡΠ που χρησιμοποιείται, την τοποθεσία, τον καιρό, την απόσταση, την ένταση/έκταση του συμβάντος ΧΒΡΠ, τους διαθέσιμους πόρους και τον χρόνο απόκρισης. Πολυάριθμες οδηγίες (από τον ΠΟΥ, τον ΔΟΑΕ και άλλους οργανισμούς) είναι διαθέσιμες στη διεθνή βιβλιογραφία, που απαριθμούν όλα τα απαραίτητα βήματα και πρωτόκολλα για κάθε τύπο απολύμανσης (Cibulsky et al, 2015).

Η διαδικασία απολύμανσης αποσκοπεί στην άμεση προστασία των πληγέντων και την προετοιμασία τους για ιατρική περίθαλψη, όσο και για την απολύμανση ιατρικού εξοπλισμού και προσωπικού. Επιπλέον, η κοινωνία στο σύνολό της προστατεύεται έμμεσα από αυτή τη διαδικασία, καθώς η απολύμανση σταματά τη μετάδοση της μόλυνσης και προστατεύει τόσο τα άτομα εκτός νοσοκομείου όσο και τα άτομα που νοσηλεύονται για λόγους που δεν σχετίζονται με την εμφάνιση ΧΒΡΠ. Ωστόσο, οι συνέπειες είτε της μη εφαρμοζόμενης απολύμανσης είτε της ανεπαρκούς απολύμανσης υπερβαίνουν τα πιθανά οφέλη από την πρόληψη της μόλυνσης εξαρχής:

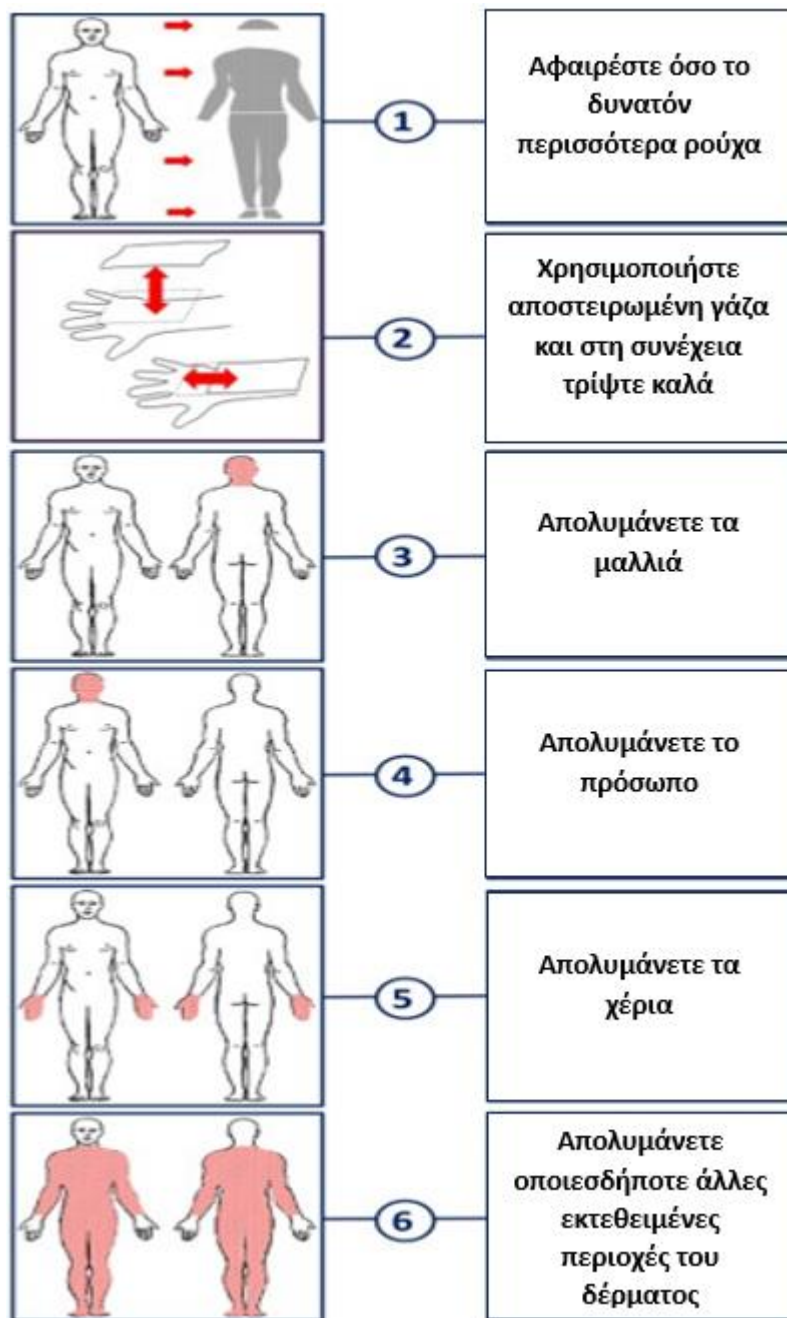
- μαζική μόλυνση του ανθρώπινου δυναμικού και του περιβάλλοντος,
- σημαντική αύξηση της πιθανότητας θανάτου ή μόνιμης βλάβης στους πληγέντες,
- καθυστέρηση σε όλα τα στάδια που απαιτούνται για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού ΧΒΡΠ,
- πλήρης παροπλισμός εργαζομένων στον τομέα της υγείας και εγκαταστάσεων κοκ. (Cibulsky et al., 2015; Leary et al., 2014)

Υπό το πρίσμα των προαναφερθέντων, είναι σημαντικό για ένα νοσοκομείο να έχει όσο το δυνατόν περισσότερα σχέδια σχετικά με τις διαδικασίες απολύμανσης, όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στην εικόνα 9, προετοιμασμένα εκ των προτέρων, να έχει πάντα σε ετοιμότητα εξειδικευμένο προσωπικό για να ξεκινήσει αμέσως το έργο απολύμανσης και να έχει καταχωρημένο όλο τον προστατευτικό εξοπλισμό για άμεση χρήση. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το νοσοκομείο θα πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στην προετοιμασία για αυτό το στάδιο, δοκιμάζοντας πολλαπλά σενάρια ακόμη και πριν από την εμφάνιση οποιασδήποτε

τέτοιας απειλής, και ότι η απολύμανση πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν άμεσα (κυρίως έγκαιρα) σε σχέση με την ανάπτυξη της απειλής ΧΒΡΠ, καθώς και όλες οι ιδιαιτερότητες που συνδέονται με αυτό. Μια εξαιρετική απεικόνιση του τρόπου εγκατάστασης ενός συστήματος απολύμανσης σε ένα ιατρικό περιβάλλον είναι η κατάσταση στη Γαλλία από το 2016 όταν φιλοξένησαν το Ευρωπαϊκό Πρωτάθλημα Ποδοσφαίρου. Ο στόχος επιτεύχθηκε σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, με πολύ χαμηλό κόστος και με αστραπιαία εκπαίδευση προσωπικού σχετικά με τη διαχείριση απειλών ΧΒΡΠ, τα πρωτόκολλα απολύμανσης και τη σωστή χρήση ΜΑΠ, όπως αποδεικνύεται από μια μελέτη των (Brizio A et al., 2018) (εικόνα 8).



Εικόνα 8: Απολύμανση σε νοσοκομειακό περιβάλλον (Brizio A, 2018).



Εικόνα 9: Μέθοδος Ξηράς Απολύμανσης (Dry Decontamination) (Chilcott, 2019)

3.7 Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ)

Όσον αφορά το Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) του νοσοκομείου, οι πρωταρχικές ανησυχίες/ζητήματα για τα οποία προορίζεται να αποτρέψει, να περιορίσει ή να προετοιμάσει συνδέονται στενά με τις προηγούμενες φάσεις - τους τομείς ενδιαφέροντος/σημασίας. Παρόλο που τα ΤΕΠ είναι ένας από τους πιο κρίσιμους κρίκους στην αλυσίδα διοίκησης για τον χειρισμό των επιπτώσεων από ένα περιστατικό ΧΒΡΠ (πρώτοι «δέκτες»), οι διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτό το σημείο βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη σωστή εκτέλεση των διαδικασιών απολύμανσης και των διαδικασιών που σχετίζονται με τα μέτρα ασφαλείας του νοσοκομείου, καθώς και η ετοιμότητα και εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού τους σε τέτοιες περιστάσεις. (Hignett, Barnes, and Razak, 2018)

Πιο συγκεκριμένα, τα ζητήματα που τίθενται συνήθως για να ξεπεραστούν τα ΤΕΠ σε καταστάσεις συμβάντων ΧΒΡΠ έχουν να κάνουν με το επίπεδο ετοιμότητάς τους, την ικανότητά τους να ανταποκριθούν στο συμβάν (που επηρεάζουν όχι μόνο το προσωπικό αλλά επίσης τα μέσα και η υλικοτεχνική υποδομή), οι προηγούμενες διαδικασίες απολύμανσης και ανησυχίες για την ασφάλεια (που αφορούν κυρίως τον εξοπλισμό ατομικής προστασίας). Πιο συγκεκριμένα, σε μια μελέτη των (Razak, 2018), κατέληξαν στα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τις πιο κρίσιμες προκλήσεις που αντιμετώπισαν τα ΤΕΠ κατά τον χειρισμό ενός περιστατικού ΧΒΡΠ:

- ❖ **Επίπεδο ετοιμότητας:** Επειδή οι διεργασίες ΤΕΠ είναι εγγενώς πολύπλοκες, γίνονται ακόμη περισσότερο σε καταστάσεις που αφορούν απειλές ΧΒΡΠ, γεγονός που έχει επιζήμια επίδραση στην ετοιμότητά τους.
- ❖ **Ο βαθμός ανταπόκρισης σε μια ΧΒΡΠ απειλή εξαρτάται από την «προθυμία» των ατόμων που αντιμετωπίζουν το φαινόμενο «πρώτη γραμμή» να ανταποκριθούν στις άγνωστες και εξαιρετικά επικίνδυνες εκδηλώσεις του. Είναι προφανές ότι το ανθρώπινο στοιχείο είναι ζωτικής σημασίας σε αυτές τις συνθήκες, επειδή το ιατρικό προσωπικό των ΤΕΠ απαιτείται να λειτουργεί υπό εξαιρετικά στρεσογόνες και γεμάτες πίεση συνθήκες (λόγω της ψυχολογικής κατάστασης του προσωπικού) και επειδή ορισμένοι αντικειμενικοί παράγοντες επιδεινώνουν την πίεση και δυσκολίες (δυσκολίες που προκύπτουν από προστατευτικό εξοπλισμό, θερμικό στρες, δυσκολίες επικοινωνίας, γενικός πανικός, παρατεταμένες ώρες εργασίας με ιδιαίτερα υψηλό ρυθμό και ένταση, σε δυσμενείς συνθήκες, που οδηγεί σε υπερκόπωση και εξάντληση).**

❖ Απολύμανση: Εάν η διαδικασία απολύμανσης δεν ακολουθηθεί σωστά, μπορεί να οδηγήσει σε «καταστροφικά» προβλήματα.

❖ Εξοπλισμός προστασίας (ΜΑΠ): Τα βασικά μειονεκτήματα του ΜΑΠ είναι ότι δεν υπάρχει, είναι ανεπαρκής, δεν ανανεώνεται ή ελέγχεται και έχει προβλήματα με την εκπαίδευση χρήσης. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η πλευρά του ΤΕΠ είναι καλά προετοιμασμένη και ανταποκρίνεται, αυτή η μελέτη συνεχίζει, εστιάζοντας στους ακόλουθους τομείς:

❖ Τομέας του οργανισμού (κανόνες και πρακτικές).

❖ Τεχνολογικός τομέας (υγιεινή, αλληλογραφία, ασφάλεια, ιατρική φροντίδα, θεραπεία).

❖ Τομέας προσωπικού (ικανότητες, γνώσεις, ικανότητες, ΜΑΠ, ετοιμότητα συμμετοχής, συνεισφοράς και ανταπόκρισης).

Εκτός από τα προαναφερθέντα, τα τμήματα επειγόντων περιστατικών έχουν επίσης μια νέα πρόκληση όταν εκτυλίσσεται ένα περιστατικό χρόνιας νεφρικής νόσου: ασθενείς που φθάνουν από την ίδια διαδρομή χωρίς προηγούμενη άδεια, δηλαδή μεταφέρονται μέσω νοσοκομειακής «ελεγχόμενης» μεθόδου (Razak, Hignett & Barnes, 2018). Τα πράγματα είναι λίγο πιο ελεγχόμενα σε περίπτωση μεγάλου περιστατικού που περιλαμβάνει τη χρήση παράγοντα ΧΒΡΠ, καθώς, ευτυχώς, οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (EMS) είχαν ειδοποιηθεί εκ των προτέρων και ήταν έτοιμες να χειριστούν τα θύματα.

Σε αυτήν την περίπτωση, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο χωροταξικός σχεδιασμός όπου βρίσκεται ή θα κατασκευαστεί το ΤΕΠ σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης είναι ένα κρίσιμο ζήτημα (μαζί με ζητήματα που σχετίζονται με τη διαδικασία ασφάλειας και απολύμανσης). Από την άλλη πλευρά, οι ασθενείς που αναζητούν ιατρική φροντίδα για τον εαυτό τους χωρίς προηγουμένως να λάβουν τις απαιτούμενες προφυλάξεις και χωρίς να επικαλεστούν οποιοδήποτε σχέδιο ή προετοιμασία από την πλευρά του νοσοκομείου, διατρέχουν τον κίνδυνο εκτεταμένης μόλυνσης εάν αναπτυχθεί ένα μικρότερο περιστατικό ΧΒΡΠ και δεν έχουν παρασχεθεί πληροφορίες σχετικά με αυτό στο ΤΕΠ (Razak, Hignett & Barnes, 2018; Larson et al., 2015).

Τέλος, η δευτερογενής μόλυνση είναι ένα επίμονο πρόβλημα στα νοσοκομεία, ιδιαίτερα στο ED. Εάν οι μέθοδοι απολύμανσης δεν εφαρμοστούν πλήρως, μπορεί να προκληθεί δευτερογενής μόλυνση, επίσης είναι πιθανό οι ανεπαρκείς προστατευτικές προφυλάξεις που λαμβάνονται από το ιατρικό προσωπικό να οδηγήσουν σε δευτερογενή μόλυνση. Το

υγειονομικό προσωπικό και άλλα τμήματα του νοσοκομείου μπορεί να μείνουν "εκτός δράσης" λόγω αυτού του τύπου λοίμωξης, γεγονός που αυξάνει επίσης τον κίνδυνο (επανα)μόλυνσης μεταξύ των ασθενών, άλλων τμημάτων του νοσοκομείου και πιθανών επισκεπτών στην εγκατάσταση ιατρικής εγκατάστασης. Παρόλο που η δευτερογενής μόλυνση είναι ένα ασυνήθιστο φαινόμενο, έχει συμβεί κατά καιρούς, καθιστώντας αναγκαία την εκκένωση και το κλείσιμο των επηρεαζόμενων ιατρικών εγκαταστάσεων (Larson et al., 2015).

3.8 Νοσηλεία

Όσο οι ασθενείς βρίσκονται στο νοσοκομείο, η έμφαση μετατοπίζεται σε δύο άξονες. Ο πρώτος άξονας περιστρέφεται κυρίως γύρω από τη διαθεσιμότητα των κατάλληλων ανθρώπινων πόρων και των υλικοτεχνικών υποδομών. Αντίθετα, ο δεύτερος άξονας αφορά την πρόληψη λαθών ή κακής μεταχείρισης που θα μπορούσαν να μολύνουν εκ νέου τη γύρω περιοχή, τους εργαζόμενους που ασχολούνται ή ακόμα και τους ασθενείς που υποβάλλονται σε παρακολούθηση και ανάκαμψη. Έτσι, η διαθεσιμότητα εγκαταστάσεων, αλλά και χώρων όπως απομόνωση, θάλαμοι αρνητικής πίεσης, ΜΕΘ κ.λπ., πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προτεραιότητα στην περίπτωση της υλικοτεχνικής υποδομής και του προσωπικού. Ως εκ τούτου, η ικανότητα θεραπείας ασθενών στις κατάλληλες τοποθεσίες και εγκαταστάσεις—η φροντίδα για πράγματα όπως η διαθεσιμότητα του σωστού αριθμού κλινών, για παράδειγμα—είναι μια κρίσιμη προϋπόθεση. Επιπλέον, προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος (επανα)μόλυνσης, που θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές και να παραλύσει το νοσοκομείο εξ ολοκλήρου ή εν μέρει, το ιατρικό προσωπικό που θα εργάζεται με τους ασθενείς κατά τη διάρκεια της νοσηλείας ή/και της παρακολούθησής τους εξακολουθεί να τηρεί αυστηρά πρωτόκολλα ασφαλείας. Τέλος, υπάρχουν οι ανησυχίες σχετικά με τη διαχείριση αποθεμάτων, τα υγειονομικά υλικά, τα αναλώσιμα, τη μεταφορά και την αποθήκευση και την αλυσίδα εφοδιασμού οπτάνθρακα όσον αφορά την έγκαιρη και τις απαραίτητες ποσότητες όλης της υλικοτεχνικής υποδομής (Olivieri Carlo et al., 2017).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, από όλα τα παραπάνω κατανοούμε ότι τα διάφορα περιστατικά ατυχημάτων CBRN τις περισσότερες φορές δεν έχουν αθώα σκοπιά. Τις περισσότερες φορές ο ανθρώπινος παράγοντας είναι αυτός που μεσολαβεί ώστε να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο, είτε εκούσια, είτε ακούσια. Κατανοούμε επίσης ότι τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται ως πρόληψη και αντιμετώπιση είναι αναγκαίο να είναι μέχρι και την τελευταία στιγμή και την παραμικρή λεπτομέρεια άρτια, διότι δεν υπάρχουν περιθώρια για λάθη. Αφού λοιπόν αναφερθήκαμε παραπάνω λεπτομερώς σχετικά με τα CBRN και το τι μπορεί να θεωρηθεί, από τι μπορεί να προκληθεί και το τι μπορεί να προκαλέσει, καθίσταται σαφές ότι αποτελούν μία ιδιόζουσα κατηγορία έκτακτων συμβάντων, τα οποία στο μεγαλύτερο κομμάτι τους χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Η αμεσότητα μάλιστα της αντιμετώπισής τους είναι τόσο σημαντική αφού αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα για την αντιμετώπιση των συνεπειών ενός τέτοιου περιστατικού. Αν και είναι ένα μάλλον παλιό αντικείμενο μελέτης, η επιστήμη της διαχείρισης περιστατικών ΧΒΡΠ φαίνεται να επιταχύνει με γοργούς ρυθμούς. Ωστόσο, σύντομα αρχίζει να συμμετέχει ενεργά σε αυτού του είδους τις ασκήσεις με τις δομές υγείας, δείχνοντας πόσο ανεπαρκώς προετοιμασμένοι είναι να χειριστούν τέτοιες καταστάσεις. Για να καλυφθεί αυτό το κενό χρειάζεται περισσότερη μελέτη και ανταλλαγή πληροφοριών για τα αίτια του καθώς και τα απαραίτητα βήματα για να καλυφθεί. Συμπερασματικά, η αντιμετώπιση των χημικών, βιολογικών, ραδιολογικών και πυρηνικών απειλών (ΧΒΡΠ) σε νοσοκομειακό περιβάλλον είναι πρωταρχικής σημασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ευημερίας τόσο των επαγγελματιών υγείας όσο και των ασθενών. Οι μοναδικές προκλήσεις που τίθενται από τα περιστατικά ΧΒΡΠ απαιτούν μια ολοκληρωμένη και συντονισμένη προσέγγιση, που να περιλαμβάνει μέτρα ετοιμότητας, απόκρισης και ανάκτησης. Τα νοσοκομεία πρέπει να επενδύσουν σε ισχυρά εκπαιδευτικά προγράμματα, εξοπλισμό τελευταίας τεχνολογίας και αποτελεσματικά συστήματα επικοινωνίας για να ενισχύσουν την ικανότητά τους να ανιχνεύουν, να διαχειρίζονται και να μετριάσουν τον αντίκτυπο των ΧΒΡΠ συμβάντων. Η ενσωμάτωση των ΧΒΡΠ πρωτοκόλλων στον προγραμματισμό ετοιμότητας ρουτίνας έκτακτης ανάγκης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση ενός ανθεκτικού συστήματος υγειονομικής περίθαλψης. Το προσωπικό του νοσοκομείου θα πρέπει να είναι έμπειρο στον εντοπισμό των ΧΒΡΠ απειλών, στην εφαρμογή κατάλληλων διαδικασιών απολύμανσης και στη συνεργασία άψογα με τις τοπικές αρχές και

άλλες εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης. Οι τακτικές ασκήσεις και προσομοιώσεις μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση αυτών των πρωτοκόλλων και να εξασφαλίσουν μια ταχεία και συντονισμένη απόκριση σε ένα πραγματικό περιστατικό ΧΒΡΠ. Επιπλέον, δεν μπορεί να υπερεκτιμηθεί η σημασία της συνεργασίας μεταξύ ιδρυμάτων υγειονομικής περίθαλψης, κυβερνητικών φορέων και πρώτων βοηθών. Η δημιουργία ισχυρών συνεργασιών και μηχανισμών ανταλλαγής πληροφοριών θα διευκολύνει μια ενιαία απάντηση, θα ελαχιστοποιήσει τη σύγχυση και θα ενισχύσει τη συνολική αποτελεσματικότητα του χειρισμού περιστατικών ΧΒΡΠ. Συνοπτικά, η προστασία των νοσοκομείων από απειλές ΧΒΡΠ απαιτεί μια πολύπλευρη στρατηγική που συνδυάζει επενδύσεις σε εκπαίδευση, εξοπλισμό και συνεργασία. Δίνοντας προτεραιότητα στην ετοιμότητα και ενισχύοντας μια κουλτούρα επαγρύπνησης, τα νοσοκομεία μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στον μετριασμό των επιπτώσεων των ΧΒΡΠ συμβάντων και στη διασφάλιση της υγείας και της ασφάλειας των κοινοτήτων τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agboola, F., McCarthy, T. & Biddinger, P. (2013). Impact of Emergency Preparedness Exercise on Performance. *Journal Public Health Management Practice*, 19(5), 77-83. doi: 10.1097/PHH.0b013e31828ecd84

Bakowski, P. (2015). CBRN terrorism: threats and the EU response (PE 545.724). Ανακτήθηκε από: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/545724/EPRS_BRI\(2015\)545724_REV1_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/545724/EPRS_BRI(2015)545724_REV1_EN.pdf)

Bland SA. Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Casualty Management Principles. *Conflict and Catastrophe Medicine*. (2013). doi: 10.1007/978-1-4471-2927-1_46.

British Broadcasting Corporation (BBC). (2018). Aum Shinrikyo: Images from the 1995 Tokyo Sarin attack. Ανακτήθηκε από <https://www.bbc.com/news/in-pictures-43629706>

British Broadcasting Corporation (BBC). (2020). Hiroshima and Nagasaki: 75th anniversary of atomic bombings. Ανακτήθηκε από <https://www.bbc.com/news/inpictures-53648572>

Brizio, A., Hubert, J. C., Hennequin, B., Bouchez, J. & Kouka, M. C. (2018). Swift and Low-Cost Surge in Chemical Threat Response: Is It Possible? The Experience of a French Hospital. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. doi: 10.1017/dmp.2017.119

Burns, D. (2018). Industrial Chemical Incidents. Ανακτήθηκε από: <https://www.rcemlearning.co.uk/reference/industrial-chemical>

Carter, H., Drury, J. and Amlôt, R. (2020) 'Recommendations for improving public engagement with pre-incident information materials for initial response to a chemical, biological, radiological or nuclear (CBRN) incident: A systematic review', *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, p. 101796. doi:10.1016/j.ijdrr.2020.101796.

Calamai, F., Derkenne, C., Jost, D. et al (2019). The chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) chain of survival: a new pragmatic and didactic tool used by Paris Fire Brigade. *Crit Care* 23, 66. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2364-2>

Carus, W.S. (2012). Defining "Weapons of Mass Destruction". Center for the Study of Weapons of Mass Destruction, Occasional Paper, No. 8. https://wmdcenter.ndu.edu/Portals/97/Documents/Publications/Occasional%20Papers/08_Defining%20Weapons%20of%20Mass%20Destruction.pdf

Chepkemoi, J. (2017). The Goiânia Radioactivity Accident of 1987. WorldAtlas. Ανακτήθηκε από https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub815_web.pdf

Chilcott, R., Lerner, J. & Matar, H. (2019). The United Kingdom's initial operational response and specialist operational response to CBRN and HazMat incidents: a primer on decontamination protocols for healthcare professionals. *Emergency Medicine Journal*, 36, 117-123. doi:10.1136/emmermed-2018-207562

Cibulsky, S., Sokolowski, D., Lafontaine, et al (2015). Mass Casualty Decontamination in a Chemical or Radiological/Nuclear Incident with External Contamination: Guiding Principles and Research Needs. *PLoS Currents*. doi: 10.1371/currents.dis.9489f4c319d9105dd0f1435ca182eaa9

Ellis-Petersen, H. (2019) "Bhopal's tragedy has not stopped": the urban disaster still claiming lives 35 years on. *The Guardian*. Ανακτήθηκε από <https://www.theguardian.com/cities/2019/dec/08/bhopals-tragedy-has-not-stopped-the-urban-disaster-still-claiming-lives35-years-on>

Environmental Protection Agency (2023). Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Quick Reference Guides. Διαθέσιμο στο: <https://www.epa.gov/emergency-response/chemical-biological-radiological-and-nuclear-quick-reference-guides>

Eskenazi, B., Warner, M., Brambilla, P., Signorini, S., Ames, J. & Mocarelli, P. (2018). The Seveso accident: A look at 40 years of health research and beyond. *Environment International*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.051>

Eurostat. (2020). Chemicals production and consumption statistics. Ανακτήθηκε από https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Chemicals_production_and_consumption_statistics#Total_consumption_of_chemicals

Federation of American Scientists. (2023) Introduction to Biological Weapons. Ανακτήθηκε από <https://irp.fas.org/threat/cbw/index.html>

Gale, S., Shiroff, A., Donovan, C., Rhodes, S., Rhodes, J. & Gracias, H. (2017). Medical Management at the Health Care Facility. *Annals of Emergency Medicine*, Vol. 69, No. 18, 36-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.09.009>

Gowing, J., Walker, K., Elmer, S. & Cummings, E. (2017). Disaster Preparedness among Health Professionals and Support Staff: What is Effective? An Integrative Literature Review. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(3), 1-8. doi: 10.1017/S1049023X1700019X

Holland MG, Cawthon D (2015). Personal protective equipment and decontamination of adults and children. *Emerg Med Clin North Am*. 2015 Feb;33(1):51–68.

Kako, M., Hammad, K., Mitani, S. & Arbon, P. (2018). Existing Approaches to Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Education and Training for Health Professionals: Findings from an Integrative Literature Review. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33(2), 182-190. doi: 10.1017/S1049023X18000043

Larson, T., Maureen, O., Auf der Heide, E., Wu, J., Mukopadhyay, S. & Horton, K. (2015). Threat of Secondary Chemical Contamination of Emergency Departments and Personnel: An Uncommon but Recurrent Problem. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. doi: 10.1017/dmp.2015.127

Leary, A., Schwartz, M., Kirk, M., Ignacio, J., Wencil, E. & Cibulsky, S. (2014). Evidence-Based Patient Decontamination: An Integral Component of Mass Exposure Chemical Incident Planning and Response. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, Vol. 8, No. 3, 260-266. doi: 10.1017/dmp.2014.41

Meiners, J. (2020). Ten years later, BP oil spill continues to harm wildlife-especially dolphins. *National Geographic*. Ανακτήθηκε από <https://www.nationalgeographic.com/animals/2020/04/how-is-wildlife-doing-now--ten-years-after-the-deepwater-horizon/>

Mortelmans, L., Gaaker, M., Dieltiens, G., Anseeuw, K. & Sabbe, M. (2017). Are Dutch Hospitals Prepared for Chemical, Biological, or Radionuclear Incidents? A Survey Study. *Prehospital and Disaster Medicine*. doi: 10.1017/S1049023X17006513

Nekoie-Moghadam, M., Kurland, L., Moosazadeh, M., Ingrassia, P. L., Della Corte, F. & Djalali, A. (2016). Tools and Checklists Used for the Evaluation of Hospital Disaster Preparedness: A Systematic Review. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. doi: 10.1017/dmp.2016.30

Nathan H. Johnson, Joseph C. (2020) Historical perspective of chemical warfare agents <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819090-6.00002-7>.

Olivieri, C., Ingrassia, P., Della Corte, F., Carezzo, et al (2016). Hospital preparedness and response in CBRN emergencies: TIER assessment tool. *European Journal of Emergency Medicine*. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000399

P. Viitanen, RADIOCHEMICAL METHODS | Radiotracers, Editor(s), (2005) *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)*, Elsevier, Pages 50-58. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00522-7>.

Public Health of England, Chemical, biological, radiological and nuclear incidents: clinical management and health protection p21 (2018). Ανακτήθηκε από: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5b10120c40f0b634d14c21ed/Chemical_biological_radiological_and_nuclear_incidents_clinical_management_and_health_protection.pdf

Razak, S., Hignett, S. & Barnes, J. (2018). Emergency Department Response to Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosive Events: A Systematic Review. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33(5), 543-549. doi: 10.1017/S1049023X18000900

Rabajczyk, A. et al. (2020) 'Monitoring of selected CBRN threats in the air in industrial areas with the use of unmanned aerial vehicles', *Atmosphere*, 11(12), p. 1373. doi:10.3390/atmos11121373.

Rimmer, M. (2018). How smallpox claimed its final victim. BBC. Ανακτήθηκε από <https://www.bbc.com/news/uk-england-birmingham-45101091>

Sheridan, D. (2020). Sergei and Yulia Skripal said to have started new life in New Zealand. The Telegraph. Ανακτήθηκε από <https://www.telegraph.co.uk/news/2020/06/07/sergei-yuliaskripal-said-have-started-new-life-new-zealand/>

Sutcliffe, G., Berthoud, L. and Stinchcombe, M. (2021) 'Using satellite data for CBRN (chemical, biological, radiological, and nuclear) threat detection, monitoring, and modelling', *Surveys in Geophysics*, 42(3), pp. 727–755. doi:10.1007/s10712-021-09637-5.

The Economist. (2020). It is highly unlikely that the poisoning of Alexei Navalny could have been carried out without the knowledge, order or approval of Vladimir Putin. Germany says that Alexei Navalny was poisoned with Novichok - Vladimir Putin's fingerprints are now even more obvious: <https://t.co/OD3oxrGK9c?amp=1> [Tweet]. Ανακτήθηκε από <https://twitter.com/TheEconomist/status/1301451540843106307?s=09>

Turley, A. (2012). BP to pay £4.5 billion for disaster. Ανακτήθηκε Αύγουστος 28, 2020, από <https://www.chemistryworld.com/news/bp-to-pay-45-billion-for-disaster/5644.article>

Walsh, L., Craddock, H., Gulley, K., Strauss-Riggs, K. & Schor K. (2015). Building health care system capacity: training health care professionals in disaster preparedness health care coalitions. *Prehospital and Disaster Medicine*, 30(2), 123-130. doi: 10.1017/S1049023X14001460

World Health Organization. Biological weapons (2023). Ανακτήθηκε από https://www.who.int/health-topics/biological-weapons#tab=tab_1

World Health Organization. Chemical Incidents (2023). Ανακτήθηκε από https://www.who.int/health-topics/chemical-incidents#tab=tab_1

World Health Organization. Radiation Emergencies (2023). Ανακτήθηκε από https://www.who.int/health-topics/radiation-emergencies#tab=tab_1

World Health Organization. (2011). Hospital emergency response checklist: An all-hazards tool for hospital administrators and emergency managers. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Ανακτήθηκε από: <https://www.who.int/publications/i/item/hospital-emergency-response-checklist>

World Health Organization. (2012). International Programme on Chemical Safety - Poisons Information, Prevention and Management - Poisoning Prevention and Management. Ανακτήθηκε από <https://www.who.int/ipcs/poisons/en/>

World Health Organization. (2012). Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami (WN 665). Ανακτήθηκε από http://eeae.gr/docs/files/_WHO%20report%20on%20Fukushima.pdf World Health

Organization. (2016). 1986-2016: CHERNOBYL at 30. An update.

World Health Organization. (2016). Ionizing radiation, health effects and protective measures. Ανακτήθηκε από <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

World Health Organization. (2017). Deliberate chemical release. Ανακτήθηκε Αύγουστος 20, 2020, από <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/deliberate-chemical-release>

World Health Organization. (2020). Timeline: WHO's COVID-19 response. Ανακτήθηκε από <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactivetimeline>

World Health Organization, 10 chemicals of public health concern (2020). Ανακτήθηκε από: <https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/10-chemicals-of-public-health-concern>

Wikipedia. (2023). Geiger–Müller tube. Ανακτήθηκε από https://en.wikipedia.org/wiki/Geiger%E2%80%93M%C3%BCller_tube

Yeung R, Chan J, Lee L, Chan Y. (2002). The use of Personal Protective Equipment in Hazmat Incidents. Hong Kong J Emerg Med.

CNN Greece. (2018). Ιαπωνία: Εκτελέστηκε ο γκουρού της σχέτας που έκανε την επίθεση με σαρίν το 1995. Ανακτήθηκε από: <https://www.cnn.gr/kosmos/story/137575/iaponia-ektelestike-o-gkoyroy-tis-sextas-poy-ekane-tin-epithesi-me-sarin-to-1995>

Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. (2023). Οδηγίες Προστασίας - ΧΒΡΠ συμβάντα - Φαινόμενο Καταστροφής. Ανακτήθηκε από <https://civilprotection.gov.gr/odigies-prostasias/himika-biologika-radiologika-pyrinika-peristatika>

Γκίκα, Δ. (2017). Σχέδιο Επιχειρησιακής ετοιμότητας σε επίπεδο Νοσοκομειακής Μονάδας για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων. Ανακτήθηκε από: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1332514/file.pdf>

Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (2023). Ραδιολογικά και πυρηνικά συμβάντα, Άλλα περιστατικά - Ειδικοί έλεγχοι από την ΕΕΑΕ. Ανακτήθηκε από <https://eeae.gr/%CE%BC%CE%B5-%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%AC/%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%85%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CE%AC%CE%BB%CE%BB%CE%B1-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%E2%80%93%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF-%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%BF%CE%B9-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%B5%CE%B1%CE%B5>

Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (2024), Όρια δόσεων. Ανακτήθηκε από:
<https://eeae.gr/%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%8E%CE%BD/%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%B3%CE%B3%CE%B5%CE%BB%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AD%CE%BA%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7/%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD>

Κολέμπας, Γ. (2016). Πέντε χρόνια μετά τη Φουκουσίμα, οι πόλεις φάντασμα. TVXS. Ανακτήθηκε από <https://tvxs.gr/news/kosmos/pente-xronia-meta-ti-foykoysima-oi-poleisfantasma>

Λέκκας Ε. (2011). Επιχειρησιακή οργάνωση των Δήμων του ΑΣΔΑ για την Πολιτική Προστασία & την αντιμετώπιση φυσικών & περιβαλλοντικών κινδύνων. Γ' Φάση: Επιχειρησιακά σχέδια εκτάκτων αναγκών. Ανακτήθηκε από <https://docplayer.gr/227330-Epiheirisiaki-organositon-dimon-toy-asda-gia-tin-politiki-prostasia-tin-antimetopisi-fysikon-perivallontikon-kindynon.html>

Μαρκόπουλος, Α. (2015). Πυρηνική, βιολογική, χημική τρομοκρατική ενέργεια στην Ελλάδα και βαθμός προετοιμασίας της χώρας. Ανακτήθηκε από: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1313775/file.pdf>

Νάκα, Σ. (2017). Μετάφραση στα ελληνικά και στάθμιση του ερωτηματολογίου ΑΕΡΙQ σχετικά με την ετοιμότητα του νοσηλευτικού προσωπικού σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ανακτήθηκε από: <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/bitstream/123456789/28114/1/%ce%9c.%ce%95.%20%ce%9d%ce%91%ce%9a%ce%91%20%ce%a3%ce%a4%ce%a5%ce%9b%ce%99%ce%91%ce%9d%ce%97%202017.pdf>

Σταματόπουλος, Δ. (2021). Νοσοκομειακή Ετοιμότητα στην Αντιμετώπιση Χημικών, Βιολογικών, Ραδιολογικών, Πυρηνικών (ΧΒΡΠ) Συμβάντων Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση. Ανακτήθηκε από: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/2961792/theFile>