



**Μεθοδολογία Αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας Εγκαταστάσεων  
Υψηλού Κινδύνου στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Οδηγίας  
SEVESO II**

Διατριβή που υπεβλήθη για τη μερική  
ικανοποίηση των απαιτήσεων για την απόκτηση  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από τη

**Σταμπουλή Μαρία**

Χανιά  
Ιανουάριος 2008

© Σταμπουλή Μαρία, 2008

Επιτρέπεται η αντιγραφή μέρους ή όλης  
της ερευνητικής εργασίας με την  
προϋπόθεση να γίνεται αναφορά στην  
πηγή

Η διατριβή της Μαρίας Σταμπούλη εγκρίνεται από τους κ.κ.

Παπαδάκης Γεώργιος

Επιστ. Υπεύθ. Εργασίας

Ματσατσίνης Νικόλαος

Αναπληρωτής Καθηγητής

Κοντογιάννης Θωμάς

Αναπληρωτής Καθηγητής

Γρηγορούδης Ευάγγελος

Επίκουρος Καθηγητής

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Σκοπός της εργασίας.....	3
1.3 Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME) .....	5
1.4 Δομή της εργασίας.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	10
ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ Την αντιμετώπιση των κινδύνων Απο BAME .....	10
2.1 Γενικά.....	10
2.2 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	11
2.2.1 Η Κοινοτική Οδηγία SEVESO .....	11
2.2.2 Η Κοινοτική Οδηγία SEVESO II .....	13
2.2.3 Η νέα Οδηγία 2003/105/EK.....	19
2.3 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο στις ΗΠΑ.....	22
2.4 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο και εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με τις Κοινοτικές Οδηγίες.....	28
2.4.1 Γενικά .....	28
2.4.2 Εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία SEVESO II (ΚΥΑ 5697) .....	29
2.4.3 Η νέα ελληνική νομοθεσία για την εναρμόνιση με την Οδηγία 2003/105/EK.....	32
2.4.4 Η εφαρμογή της Οδηγίας SEVESO II και της ΚΥΑ 5697/590 στην Ελλάδα .....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	38
Η ΜΕΛΕΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	38
3.1 Γενικά.....	38
3.2 Σκοπός και Ρόλος της Μελέτης Ασφάλειας.....	38
3.3 Νομοθετικές απαιτήσεις της Μελέτης Ασφάλειας σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/590/00 .....	40
3.4 Σύνταξη και περιεχόμενα της Μελέτης Ασφάλειας.....	44
3.4.1 Περιγραφή της εγκατάστασης .....	44
3.4.2 Προσδιορισμός κινδύνου και εκτίμηση επικινδυνότητας.....	47
3.4.3 Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας .....	54
3.4.4 Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης .....	56
3.4.5 Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	62
Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	62
4.1 Η έννοια της αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας.....	62
4.2 Υφιστάμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης στην ΕΕ .....	65
4.2.1 Αξιολόγηση Μελετών Ασφάλειας με βάση τις αρχές του COMAH .....	65
4.2.2 Η Ιταλική προσέγγιση αξιολόγησης .....	67
4.2.3 Η γαλλική μεθοδολογία αξιολόγησης.....	68
4.2.4 Η βελγική μεθοδολογία αξιολόγησης “Metatechnical Evaluation System” .....	69
4.2.5 Η γερμανική μεθοδολογία αξιολόγησης.....	70
4.2.6 Το Μοντέλο Αξιολόγησης και Επιθεώρησης AVRIM 2 .....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	79
Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	79
5.1 Εισαγωγή.....	79
5.2 Περιγραφή της Μεθοδολογίας Αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας .....	80
5.3 Προκαταρκτικοί έλεγχοι .....	82
5.4 Έλεγχος Πληρότητας .....	85

5.5 Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας.....	89
5.5.1. Περιγραφή της εγκατάστασης .....	90
5.5.2 Εντοπισμός εστιών κινδύνου .....	92
5.5.3 Εκτίμηση αιτιών ατυχημάτων.....	101
5.5.4 Λειτουργίες και συστήματα ασφαλείας .....	105
5.5.5 Συστήματα υποστήριξης των συστημάτων ασφαλείας.....	107
5.5.6 Εκτίμηση ακολουθιών ατυχημάτων (σενάρια ατυχημάτων) .....	109
5.5.7 Προσδιορισμός και εκτίμηση επιπτώσεων των ακολουθιών ατυχημάτων .....	115
5.5.8 Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και καταστολής ατυχημάτων .....	119
5.5.9 Ανάλυση Bow-tie.....	122
5.5.10 Αξιολόγηση Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας .....	124
5.5.11 Συνολική παρουσίαση των κριτηρίων της μεθοδολογίας αξιολόγησης .....	128
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	136
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	136
6.1 Εισαγωγή.....	136
6.2 Προκαταρκτικοί έλεγχοι .....	138
6.3 Φάση Α: Έλεγχος Πληρότητας της Μελέτης Ασφάλειας.....	139
6.4 Φάση Β: Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας της Μελέτης Ασφάλειας.....	141
6.4.1. Περιγραφή της εγκατάστασης .....	141
6.4.2 Εντοπισμός κρίσιμου εξοπλισμού .....	145
6.4.3 Ανάλυση κινδύνου.....	146
6.4.4 Κατηγορίες εκλύσεων.....	146
6.4.5 Παρελθόντα ατυχήματα.....	148
6.4.6 Εκτίμηση αιτιών ατυχημάτων.....	148
6.4.7 Εκτίμηση σεναρίων ατυχημάτων.....	151
6.4.8 Προσδιορισμός και εκτίμηση επιπτώσεων των ακολουθιών ατυχημάτων .....	152
6.4.9 Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και καταστολής ατυχημάτων .....	155
6.4.10 Αξιολόγηση Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας .....	158
6.5 Συμπεράσματα αξιολόγησης.....	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	161
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ .....	161
7.1 Ανασκόπηση και συμπεράσματα από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας .....	161
7.2 Μελλοντικές κατευθύνσεις και προοπτικές .....	164
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	166
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΜΕΣΩΝ ΑΙΤΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΗΜΑΤΟΣ .....	166
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ .....	173
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ Ή ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΕΝΑΥΣΗΣ ΕΥΦΛΕΚΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ .....	173
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ .....	178
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ από ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	178
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV .....	185
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ (DOMINO EFFECTS).....	185
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V .....	188
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	188
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI.....	200
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ EFFECTS .....	200
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	211

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω την εκτίμηση μου και τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Γεώργιο Παπαδάκη, για τη στήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας μου και τις γνώσεις που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την πολύτιμη συμπαράστασή της και την ηθική και υλική υποστήριξή της όλα αυτά τα χρόνια που λείπω από κοντά της και να της αφιερώσω την παρούσα εργασία.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όλους τους φίλους οι οποίοι με στήριξαν και μου συμπαραστάθηκαν κατά τη διάρκεια της προσπάθειας μου.

*Στην οικογένεια μου  
και στους φίλους που στάθηκαν δίπλα μου*

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 1.1 Γενικά

Την τελευταία εικοσαετία παρατηρείται σημαντική αύξηση της συνειδητοποίησης του γεγονότος ότι τα πολύπλοκα τεχνολογικά συστήματα παρουσιάζουν, εκτός από τα προφανή ωφελήματά τους, και ανεπιθύμητες συνέπειες. Μεγάλος αριθμός σύγχρονων χημικών και πετροχημικών εγκαταστάσεων, εγκαταστάσεων φυτοφαρμάκων καθώς και διυλιστηρίων περιλαμβάνουν διεργασίες και διαδικασίες παραγωγής, οι οποίες αφορούν τεράστια ποσά ενέργειας και ενέχουν τον κίνδυνο καταστροφικών ατυχημάτων. Ο κίνδυνος από τη λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων συνίσταται στη δυνατότητα απελευθέρωσης μεγάλων ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών ως αποτέλεσμα κάποιου ατυχήματος, που δύνανται να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία του κοινού, στο περιβάλλον καθώς και οικονομικές ή υλικές ζημιές.

Τα μεγάλα ατυχήματα των τελευταίων ετών κατέδειξαν ότι υπάρχει ανάγκη για μια συστηματική εκτίμηση, προσδιορισμό και στάθμιση των κινδύνων που συνεπάγεται η υιοθέτηση πολύπλοκων τεχνολογικών συστημάτων και εν γένει η εγκατάσταση και λειτουργία βιομηχανικών εγκαταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο εκδήλωσης *Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης (BAME)*, παράλληλα με την ανάγκη για εγκατάσταση αξιόπιστων και κατάλληλα σχεδιασμένων συστημάτων ασφάλειας με σκοπό την αποτελεσματική προστασία από την καταστροφή του εξοπλισμού, την απώλεια ανθρωπίνων ζωών, καθώς και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνία.

Ως εκ τούτου, επιτακτική κατέστη η ανάγκη για τη θέσπιση νέων νομοθετικών κανονισμών και διεθνών προτύπων για τη διαχείριση της βιομηχανικής ασφάλειας και την προστασία του πληθυσμού από τους τεχνολογικούς κινδύνους. Ως αποτέλεσμα, η διαχείριση των κινδύνων που συνδέονται με τη λειτουργία μιας εγκατάστασης αποτελεί πλέον γεγονός συνεχώς αυξανόμενης σημασίας, ενώ οι ίδιοι οι βιομηχανικοί οργανισμοί έχουν πλέον στραφεί από



την προσπάθεια καταστολής και ελέγχου των συνεπειών ατυχημάτων στην προληπτική διαχείριση της ασφάλειας, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο βαθμός ασφάλειας μιας εγκατάστασης καθορίζεται τόσο από τη φύση και το είδος των επικίνδυνων ουσιών που διαχειρίζεται, όσο και από τον σχεδιασμό, τη διαχείριση, την οργάνωση και τη συνολική της λειτουργία (Santos-Reyes, Beard, 2002).

Το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την προστασία του πληθυσμού από τον κίνδυνο μεγάλων ατυχημάτων είναι σχετικά πρόσφατο. Οι διάφορες χώρες, ανάλογα με την τεχνολογική τους πρόοδο και το βαθμό που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα του κινδύνου, έχουν αναπτύξει και την αντίστοιχη νομοθεσία. Προς την κατεύθυνση αυτή, απαιτείται πλέον και νομοθετικά για όλες τις επικίνδυνες εγκαταστάσεις στην Ελλάδα η σύνταξη *Μελέτης Ασφαλείας* (ΜΑ) και η υποβολή της στις αρμόδιες αρχές σύμφωνα με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις ΚΥΑ 18187/272 του 1988, ΚΥΑ 5697/590 του 2000 και πρόσφατα της ΚΥΑ 12044/613 του 2007, οι οποίες αποτελούν την ενσωμάτωση στην Ελληνική νομοθεσία της σχετικής Οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (82/501/EEC) και της θεμελιώδους αναθεώρησης 96/82/EE, γνωστής και ως Οδηγία SEVESO II, εκτενής αναφορά στις οποίες θα πραγματοποιηθεί στα επόμενα κεφάλαια.

Η Μελέτη Ασφαλείας περιέχει στοιχεία και πληροφορίες σχετικά με το σύστημα διαχείρισης και οργάνωσης της εγκατάστασης για την πρόληψη των μεγάλων ατυχημάτων, παρουσίαση του περιβάλλοντος της εγκατάστασης, προσδιορισμό των εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων που ενδέχεται να εγκλείουν κίνδυνο μεγάλου ατυχήματος, περιγραφή των περιοχών όπου μπορεί να συμβεί μεγάλο ατύχημα και περιγραφή των επικίνδυνων ουσιών. Οφείλει επιπλέον να εστιάζει στην αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων ατυχήματος και τα προληπτικά μέτρα που λαμβάνονται για το σκοπό αυτό, στη λεπτομερή περιγραφή των σεναρίων για πιθανά μεγάλα ατυχήματα και των συνθηκών υπό τις οποίες μπορούν να συμβούν, στην περιγραφή των τεχνικών μέτρων και του εξοπλισμού που έχει εγκατασταθεί για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων, καθώς και τα μέτρα προστασίας και επέμβασης για τον περιορισμό των συνεπειών ενός ατυχήματος.

Η σημασία και βαρύτητα μιας Μελέτης Ασφάλειας είναι ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς μέσω αυτής καταδεικνύεται ότι:

- Ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία και η συντήρηση των εγκαταστάσεων, των χώρων αποθήκευσης του εξοπλισμού και της υποδομής που συνδέονται με τη λειτουργία της, οι οποίες έχουν σχέση με τους κινδύνους μεγάλου ατυχήματος εντός της εγκατάστασης παρέχουν επαρκή αξιοπιστία και ασφάλεια.
- Υπάρχουν εσωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης και παρέχονται τα στοιχεία που επιτρέπουν την εκπόνηση του εξωτερικού σχεδίου ώστε να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος
- Έχει εξασφαλιστεί επαρκής πληροφόρηση των αρμοδίων αρχών ώστε να μπορούν να αποφασίζουν για την εγκατάσταση των δραστηριοτήτων ή για διευθετήσεις γύρω από υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

## **1.2 Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και αναλυτική περιγραφή μιας ολοκληρωμένης εθνικής μεθοδολογίας αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας στα πλαίσια της ΚΥΑ 5607/590/2000, η οποία θα ενσωματώνει και θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Seveso II, και η οποία έχει πρόσφατα αναπτυχθεί από το Πολυτεχνείο Κρήτης σε συνεργασία με το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και αποτελεί μέρος του έργου που έχει ανατεθεί στους παραπάνω φορείς από το Υπουργείο Ανάπτυξης.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης αποτυπώνει τις αρχές και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, τα οποία θα αποτελούν τη βάση για τη στήριξη των σχετικών αποφάσεων αναφορικά με ενδεχόμενες ελλείψεις της Μελέτης Ασφάλειας, τη λήψη τυχόν πρόσθετων μέτρων ασφαλείας, τον καθορισμό της απόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και τον καθορισμό χρήσεων γης γύρω από την εγκατάσταση. Η μεθοδολογία είναι ευρέως αποδεκτή από τις ελληνικές Αρμόδιες Αρχές και τη βιομηχανία και παρέχει σημαντικά στοιχεία για την σύνταξη των εθνικών κατευθυντήριων οδηγιών αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας, που συντάσσονται επί του παρόντος.

Στα πλαίσια της εργασίας πραγματοποιείται εκτενής περιγραφή των βημάτων της μεθοδολογίας αξιολόγησης. Η ασφάλεια των εγκαταστάσεων εξετάζεται από την σκοπιά της δυνατότητας εκδήλωσης σοβαρών ατυχημάτων με σημαντικές συνέπειες για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Σκοπός μιας τέτοιας μελέτης είναι ο καθορισμός και η περιγραφή των γεγονότων και των μηχανισμών που μπορούν να προκαλέσουν τέτοια ατυχήματα, ο καθορισμός της έκτασης και της πιθανότητας των δυνατών συνεπειών, καθώς και η εκτίμηση και αξιολόγηση των υπαρχόντων μέτρων πρόληψης και καταστολής των ατυχημάτων και των συνεπειών τους.

Η αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας αποτελεί μια σύνθετη και ζωτικής σημασίας διαδικασία, καθώς παρέχει χρήσιμα συμπεράσματα σε ότι αφορά στην πληρότητα των δεδομένων και την αξιοπιστία των στοιχείων των Εκθέσεων Ασφάλειας σχετικά με την αναγνώριση όλων των πιθανών επιπτώσεων από BAME, την ιεράρχηση των σεναρίων ατυχημάτων καθώς και την πληρότητα και επάρκεια των μέτρων πρόληψης, ελέγχου και καταστολής για κάθε ένα σενάριο και για το σύνολο των επιπτώσεων τους στον εξοπλισμό, τον άνθρωπο και το ευρύτερο περιβάλλον. Η αξιολόγηση είναι ένα αναπόσπαστο και κρίσιμο κομμάτι της εφαρμογής της νομοθεσίας που αφορά στην προληπτική και κατασταλτική αντιμετώπιση των μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποιότητα του περιεχομένου της Έκθεσης Ασφάλειας, την ακρίβεια και πληρότητα των στοιχείων της σε συνάρτηση με την επαρκή τεκμηρίωση τους, ενώ αποτελεί τη βάση ικανοποίησης ή μη ικανοποίησης των απαιτήσεων και κριτηρίων που ορίζει η ευρωπαϊκή οδηγία Seveso II και η σχετική ελληνική νομοθεσία από την Μελέτη Ασφάλειας.

Η διαδικασία αξιολόγησης αποτελεί ένα εξαιρετικά ευαίσθητο μέρος της όλης διαδικασίας εφαρμογής της παραπάνω νομοθεσίας, καθώς απαιτεί εμπειρία και τεχνογνωσία και σε ορισμένες περιπτώσεις ιδιαίτερη επιστημονική γνώση και εξειδίκευση, την οποία μέχρι σήμερα δε διαθέτουν –τουλάχιστον στο βαθμό επάρκειας που απαιτείται– οι αρμόδιες αρχές

που εμπλέκονται στα ζητήματα αυτά. Αυτό οφείλεται κυρίως στην έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού και στελέχωσης των σχετικών υπηρεσιών, όπως και στην έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης και κατάρτισης των στελεχών που εμπλέκονται στις διαδικασίες αξιολόγησης και ελέγχων εγκαταστάσεων που μπορούν να προκαλέσουν βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης (Μαυρούκας, 2007).

Για την αντιμετώπιση των κρίσιμων αυτών ζητημάτων, το Υπουργείο Ανάπτυξης ανέθεσε στα πλαίσια του ΕΠΑΝ<sup>1</sup> στο Πολυτεχνείο Κρήτης (Εργαστήριο Εργονομίας και Ασφάλειας της Εργασίας), σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Μονάδα Υπολογιστικής Ρευστομηχανικής) και το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος (Εργαστήριο Αξιοπιστίας Συστημάτων και Βιομηχανικής Ασφάλειας) την υποστήριξη της αρμόδιας υπηρεσίας του (Διεύθυνση Βιομηχανικής Χωροθεσίας και Περιβάλλοντος) στα θέματα αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας για την περίοδο 2004-2006. Στα πλαίσια του έργου αυτού πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση 46 Μελετών Ασφάλειας και η έκδοση αντίστοιχων εκθέσεων αξιολόγησης που αφορούν σε χημικές βιομηχανίες, εγκαταστάσεις φυτοφαρμάκων και εγκαταστάσεις εκρηκτικών από κάθε ερευνητικό ίδρυμα αντίστοιχα, με απώτερο στόχο την από κοινού διαμόρφωση μιας ενιαίας εθνικής μεθοδολογίας αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας.

Η μεθοδολογία αξιολόγησης που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην πληρότητα των ελαχίστων νομοθετικών κριτηρίων και την επάρκεια της παρεχόμενης τεκμηρίωσης για την αναγνώριση των κινδύνων, τα σενάρια ατυχημάτων και τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται από τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι η μεθοδολογία αξιολόγησης αφορά κυρίως στην ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, τα οποία δύνανται να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία των πολιτών ή των εργαζομένων στην εγκατάσταση και στο περιβάλλον.

Στη μεθοδολογία περιλαμβάνονται τα σημαντικότερα βήματα, όπως αυτά έχουν αναγνωριστεί σε βιομηχανικές πρακτικές και μεθοδολογίες και ακολουθούνται κατά περίπτωση από αρμόδιους φορείς αξιολόγησης σε χώρες - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η σύνταξη της μεθοδολογίας πραγματοποιείται λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τις αρχές των κατευθυντήριων γραμμών της ΕΕ για την σύνταξη των Μελετών Ασφάλειας και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) σύμφωνα με την Οδηγία 96/82/ΕΕ, καθώς και άλλων σχετικών προσεγγίσεων π.χ. μεθοδολογία AVRIM του Ολλανδικού Υπουργείου Κοινωνικών Υποθέσεων, αγγλική μεθοδολογία κτλ..

Η πραγματοποίηση της εν λόγω ανάλυσης, αναμένεται να καταδείξει ότι πρόκειται για μια ευέλικτη και εύκολα προσαρμόσιμη μεθοδολογία σε διαφορετικές βιομηχανικές πρακτικές με διαφορετικό βαθμό επικινδυνότητας, μέσω της οποίας θα παρέχεται μια ολοκληρωμένη εικόνα για την σύγκριση των στοιχείων των Μελετών Ασφάλειας με τις γενικές αρχές των κατευθυντήριων οδηγιών.

<sup>1</sup> Το έργο του ΕΠΑΝ έχει τον τίτλο 'Υποστήριξη της Δημόσιας Διοίκησης στον έλεγχο Μελετών Ασφάλειας, τον καθορισμό των μέτρων που πρέπει να εφαρμόζονται και τη μεθοδολογία ελέγχου αυτών για εγκαταστάσεις που ενέχουν κίνδυνο BAME, και ενέργειες αναλυτικής παρουσίασης της μεθοδολογίας στους αρμόδιους φορείς. Εκπόνηση μελέτης καθορισμού των βασικών αρχών επιθεωρήσεων και ελέγχων εγκαταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο BAME.

### 1.3 Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME)

Ένα *Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης* ορίζεται ως ένα συμβάν μεγάλης έκτασης, όπως η διάχυση ή διαρροή, η πυρκαγιά ή η έκρηξη, η οποία προκύπτει από ανεξέλεγκτη εξέλιξη μιας βιομηχανικής δραστηριότητας, που προκαλεί σοβαρό κίνδυνο άμεσο ή έμμεσο, για τον άνθρωπο, στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό της εγκατάστασης ή και στο περιβάλλον, και στην οποία εμπλέκονται μία ή περισσότερες επικίνδυνες ουσίες όπως αυτές ορίζονται στη σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΥΑ 5607/590). Σύμφωνα με τον ορισμό του Ο.Ο.Σ.Α.: «Σοβαρά τεχνολογικά (βιομηχανικά) ατυχήματα είναι εκείνα τα οποία προκαλούν περισσότερους από 25 θανάτους ή περισσότερους από 125 τραυματίες ή κατά τα οποία προκύπτει ανάγκη για μετακίνηση περισσότερων από 10.000 ατόμων ή προκαλούνται ζημιές σε τρίτους μεγαλύτερες των 10 εκατομμυρίων \$». Ο κίνδυνος πρόκλησης τέτοιων ατυχημάτων συνίσταται στη δυνατότητα απελευθέρωσης μεγάλων ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών (τοξικές, εύφλεκτες) που στη συνέχεια δύνανται να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία των εργαζομένων και του πληθυσμού, στο περιβάλλον καθώς και οικονομικές ζημιές.

Τα BAME συνίστανται σε ξαφνική διαρροή χημικών ουσιών, που στην περίπτωση που είναι πτητικές συνοδεύονται από εξάτμιση και διασπορά. Οι διαρροές αυτές οφείλονται σε δυσλειτουργίες, όπως η αύξηση της πίεσης, της θερμοκρασίας ή αποκλίσεις από τις κανονικές διαδικασίες λόγω λαθών, παραλείψεων ή και δολιοφθοράς. Μπορεί ακόμη να οφείλονται και σε φυσικά αίτια όπως σεισμοί, πλημμύρες ή υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος.

Μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα μπορεί γενικά να οφείλονται σε ανεξέλεγκτη εξέλιξη επικίνδυνης δραστηριότητας σε εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των απορριμματικών πολφών, παραδείγματος χάρι κατά την κατασκευή, χρήση, αποθήκευση, διακίνηση ή διάθεση επικίνδυνων ουσιών, κατά τη μεταφορά ουσιών στον τόπο επικίνδυνης δραστηριότητας ή κατά τη μεταφορά επικίνδυνων ουσιών εκτός της εγκατάστασης με αγωγούς. Στα πλαίσια της ελληνικής νομοθεσίας εξαιρείται η οδική, σιδηροδρομική, θαλάσσια κλπ. μεταφορά ουσιών όπως και η μεταφορά επικίνδυνων ουσιών εκτός της εγκατάστασης με αγωγούς. Τονίζεται επιπλέον ότι το είδος των εκλύσεων στο οποίο γίνεται αναφορά στην παρούσα εργασία, είναι τέτοιου μεγέθους που δεν έχουν προβλεφθεί σαν μέρος της κανονικής λειτουργίας της εγκατάστασης, αλλά σαν αποτέλεσμα αστοχίας ενός ή περισσότερων συστημάτων κανονικής λειτουργίας ή ασφάλειας,

Βασικά χαρακτηριστικά των Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης είναι (Γεωργιάδου, 2001):

- Ο μεγάλος αριθμός νεκρών και τραυματιών, για τους οποίους απαιτείται ειδική νοσοκομειακή περίθαλψη. Οι συνέπειες ενός BAME για τους εργαζομένους και τους κατοίκους σε μια επικίνδυνη βιομηχανική περιοχή, μπορεί να είναι θάνατοι, εγκαύματα, αναπνευστικά προβλήματα, τραυματισμοί από βίαιη μετατόπιση σώματος ή από εκτινάξεις θραυσμάτων, από κτίρια που έχουν καταρρεύσει, ενοχλήσεις στα μάτια κ.λπ.
- Μεγάλη πιθανότητα για δημιουργία αλυσιδωτών ατυχημάτων (φαινόμενο *domino*).

- Μεγάλη πιθανότητα επέκτασης των καταστροφών (υλικές ζημιές και θύματα) εκτός του χώρου εγκατάστασης σε γειτνιάζουσες κατοικημένες περιοχές, μεγάλες οδικές αρτηρίες κλπ.
- Συχνά, η απαίτηση για εκκένωση του πληθυσμού σε μεγάλη απόσταση γύρω από το ατύχημα.
- Απαίτηση για συνεργασία πολλών διαφορετικών ομάδων παρέμβασης (πυροσβεστική, τροχαία, ασθενοφόρα, τοπικές αρχές, εθελοντικές ομάδες) για την αποτελεσματική αντιμετώπιση τους.
- Καταστροφικές επιπτώσεις για το περιβάλλον που περιλαμβάνουν ρύπανση της ατμόσφαιρας, των υδάτων (λίμνες, ρέματα, υδροφόροι ορίζοντες κ.λπ.) του εδάφους (αγροτικές καλλιέργειες, κτίρια, αντικείμενα) και του υπεδάφους.
- Άλλες οικονομικές επιπτώσεις όπως καταστροφή εξοπλισμού, κτιρίων, απώλεια παραγωγής κλπ.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί σοβαρά βιομηχανικά ατυχήματα, από τις αρχές κιόλας του 20<sup>ου</sup> αιώνα, τα οποία κατέδειξαν με τον πιο δραματικό τρόπο την ανάγκη για συστηματική ανάλυση και μελέτη των προβλημάτων που σχετίζονται με την ασφάλεια των εγκαταστάσεων. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες ονόματα πόλεων, όπως Seveso (1976), Flixborough (1974), Mexico City (1984), Bhopal (1984), κ.ά., έχουν γίνει συνώνυμα με βαρύτατες επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε ανθρώπινες ζωές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται το μεγάλο ατύχημα που συνέβη το 1976 στην πόλη Seveso της Βόρειας Ιταλίας, το οποίο προήλθε από την αστοχία μιας βαλβίδας, σε βιομηχανία φαρμάκων επιτρέποντας την διαφυγή στην ατμόσφαιρα της επικίνδυνης τοξικής ουσίας TCDD σε ασυνήθιστα υψηλές ποσότητες (εκτιμάται ότι η ποσότητα που εκλύθηκε στην ατμόσφαιρα ήταν 2kg και κάλυψε την πόλη με ένα λευκό νέφος, το οποίο στην συνέχεια λόγω της ισχυρής βροχής επικάθισε στο χώμα). Αν και κανείς δεν έχασε την ζωή του άμεσα, το ατύχημα έδωσε την αφορμή για συνειδητοποίηση των κινδύνων από τοξικές ουσίες και η Ευρώπη οδηγήθηκε εκ των πραγμάτων στην ανάγκη αντιμετώπισης του φαινομένου των BAME τόσο σε επίπεδο πρόληψης, όσο και σε επίπεδο καταστολής και αντιμετώπισης των συνεπειών παρόμοιων ατυχημάτων.

Στην Ελλάδα έχουν συμβεί αρκετά ατυχήματα με σοβαρές συνέπειες, όπως η πυρκαγιά στην Jet Oil στη Θεσσαλονίκη (1987), το ατύχημα στην ΠΕΤΡΟΛΑ (1992) με 14 νεκρούς και 24 τραυματίες, το ατύχημα στην ΕΚΟ στη Θεσσαλονίκη (1998) με 4 νεκρούς, κ.ά. Το πιο πρόσφατο μεγάλο ατύχημα στην Ελλάδα, αφορά την πυρκαγιά που σημειώθηκε τον Ιούλιο του 2006 σε εγκατάσταση αποθήκευσης και διακίνησης χημικών υλών στο Λαύριο και είχε ως αποτέλεσμα την καύση 2000 περίπου τόνων διαλυτών, κετόνων, εστέρων και άλλων εύφλεκτων ουσιών, καθώς και την ολοσχερή ή μερική καταστροφή 40 από τις 54 δεξαμενές αποθήκευσης της εγκατάστασης (Σακκαλής, 2007). Παρά το γεγονός ότι δε σημειώθηκαν θύματα, πραγματοποιήθηκε εκκένωση δύο γειτονικών εγκαταστάσεων για προληπτικούς λόγους, ενώ ζητήθηκε από τους κατοίκους της περιοχής να παραμείνουν στα σπίτια τους με κλειστά παράθυρα, επισημαίνοντας για μια ακόμα φορά την ανάγκη για αυστηρή εφαρμογή της νομοθεσίας σε θέματα διαχείρισης της βιομηχανικής ασφάλειας.

Τα ατυχήματα αυτά συνέβησαν κατά τη χρήση, αποθήκευση ή μεταφορά επικίνδυνων ουσιών (τοξικών, εύφλεκτων, εκρηκτικών) με καταστροφικές συνέπειες σε θύματα και υλικές ζημιές, τόσο στην περιοχή γύρω από τον τόπο του ατυχήματος, όσο και μακριά από αυτή και με βαρύτατες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Κάθε ένα από αυτά τα ατυχήματα και ανεξάρτητα από τις άμεσες επιπτώσεις, χρίζει ιδιαίτερης επιστημονικής προσέγγισης και ενδιαφέροντος αναφορικά με τις πηγές κινδύνου και τις αιτίες που τα προκάλεσαν, όπως και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τον τρόπο εξέλιξης του ατυχήματος, την αποτελεσματικότητα και τα αδύνατα σημεία των συστημάτων ασφαλείας των εγκαταστάσεων. Η άποψη αυτή ενισχύεται επίσης από το γεγονός ότι κατά το Health and Safety Executive (HSE, 1997) της Μ. Βρετανίας, το 70% των ατυχημάτων σε βιομηχανικό περιβάλλον είναι προβλέψιμο. Σημαντική επίσης είναι και η απεικόνιση της ακολουθίας των ατυχημάτων, η οποία είναι απαραίτητο να γίνεται κατά τρόπο ώστε να εντοπίζονται τα σημεία στα οποία υστερούν ή δεν εφαρμόζονται σωστά τα μέτρα προστασίας, σε συνδυασμό με την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα, αλλά και με ευέλικτο τρόπο ούτως ώστε τα αποτελέσματα των ενδεχόμενων αλλαγών και διορθώσεων να είναι ορατά. Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και διεθνώς (πχ. ΗΠΑ), η νομοθεσία για τα BAME επιβάλλει την προετοιμασία και δημοσιοποίηση επίσημων αναφορών για κάθε βιομηχανικό ατύχημα με στόχο τη διάδοση πληροφοριών σε νομικό και επιστημονικό επίπεδο σχετικά με τα αίτια, την αντιμετώπιση και τον έλεγχο των συνεπειών, καθώς και την πρόληψη μελλοντικών παρόμοιων καταστάσεων κλπ (Γεωργιάδου, 2001). Στο πλαίσιο αυτό, στο σχετικό οργανισμό JRC της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ατυχήματα μεγάλης έκτασης που εδρεύει στην Ispra της Ιταλίας, έχει αναπτυχθεί η βάση δεδομένων MARS (Major Accident Reporting System), η οποία μέχρι το 1999 περιλάμβανε στοιχεία 300 Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης με 230 μεταβλητές δεδομένων για το καθένα, παρέχοντας χρήσιμα συμπεράσματα και μαθήματα από παρελθοντικά ατυχήματα, τόσο για τις αρμόδιες αρχές κάθε κράτους-μέλους, όσο και για τις εμπλεκόμενες εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου (Kirchsteiger et al., 1999).

## **1.4 Δομή της εργασίας**

Η ανάλυση που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία οργανώνεται σε επτά κεφάλαια ως εξής:

Στο δεύτερο κεφάλαιο που ακολουθεί πραγματοποιείται μια γενική περιγραφή της νομοθεσίας για την πρόληψη των κινδύνων από βιομηχανικά ατυχήματα. Συγκεκριμένα, γίνεται ανασκόπηση της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τον έλεγχο των κινδύνων εκδήλωσης μεγάλων ατυχημάτων και ειδικότερα γίνεται αναφορά στην Οδηγία SEVESO. Επίσης, γίνεται αναφορά στην υφιστάμενη ελληνική νομοθεσία και τα βασικότερα θέματα που περιλαμβάνονται σε αυτή. Τέλος περιγράφεται συνοπτικά η νομοθεσία για τη βιομηχανική ασφάλεια που ισχύει στις ΗΠΑ.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο γνωστικό πεδίο της Μελέτης Ασφάλειας (ΜΑ) σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/590/2000, η οποία ενσωματώνει στο ελληνικό δίκαιο τις

απαιτήσεις της Οδηγίας SEVESO II, με σκοπό την πλήρη κατανόηση του ρόλου και των περιεχομένων αυτής της μελέτης, καθώς και της σημαντικότητας εφαρμογής της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η σημασία και ο ρόλος της αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας και περιγράφονται συνοπτικά ορισμένες υφιστάμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης που έχουν υιοθετηθεί και εφαρμόζονται σε χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας που αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Εργονομίας και Ασφάλειας της Εργασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, στα πλαίσια ερευνητικού έργου του Υπουργείου Ανάπτυξης για την σύνταξη εθνικών Κατευθυντήριων Γραμμών Αξιολόγησης. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα βήματα της μεθοδολογικής προσέγγισης όσον αφορά στην αξιολόγησης της Μελέτης Ασφάλειας και το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας, ενώ περιγράφονται συγκεντρωτικά τα κριτήρια της μεθοδολογίας αξιολόγησης.

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η παρουσίαση της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης σε μονάδα υψηλού κινδύνου ενός ελληνικού διυλιστηρίου, καθώς και τα αποτελέσματα και συμπεράσματα από την αποκομισθείσα εμπειρία της εφαρμογής αυτής.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα σχετικά με την μεθοδολογία αξιολόγησης, πραγματοποιείται σύγκριση με άλλες μεθοδολογίες αλλά και με τη νέα νομοθεσία που αφορά στον έλεγχο των BAME, και προτείνονται μελλοντικές προοπτικές και κατευθύνσεις, οι οποίες θα συμβάλλουν στη βελτίωση και επέκταση του υπάρχοντος πλαισίου αξιολόγησης.

Η εργασία περιλαμβάνει επιπλέον ένα σύνολο παραρτημάτων, ως πηγές συμπληρωματικών πληροφοριών, για την καλύτερη κατανόηση του κειμένου.

Στο παράρτημα I πραγματοποιείται προσδιορισμός των πιθανών άμεσων αιτιών ατυχημάτων που δύνανται να οδηγήσουν σε απώλεια περιβλήματος και έκλυση επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον, όπως και των αντίστοιχων προληπτικών μέτρων, τα οποία λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας από την προτεινόμενη μεθοδολογία.

Στο παράρτημα II περιγράφονται αναλυτικά τα απαιτούμενα μέτρα ασφάλειας για τον περιορισμό των συνεπειών και την αποφυγή έναυσης εύφλεκτων ουσιών μετά την απώλεια περιβλήματος, με στόχο τον έλεγχο και την καταστολή των ατυχημάτων, όπως και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από μεγάλο ατύχημα.

Στο παράρτημα III παρατίθενται ορισμένα εργαλεία και τεχνικές που χρησιμοποιούνται από την μεθοδολογία αξιολόγησης, όπως ο Δείκτης κινδύνου Dow, η Ανάλυση Κινδύνου και Λειτουργικότητας HAZOP, η ανάλυση των Δέντρων Σφαλμάτων (Fault Tree Analysis -FTA) και τα Δενδρογράμματα Γεγονότων (Event Trees).

Στο παράρτημα IV γίνεται αναφορά στην εκτίμηση των πολλαπλασιαστικών φαινομένων (Domino effects) και παρουσιάζονται οι πιθανές ζημιές στον εξοπλισμό από θερμική ακτινοβολία και υπερπίεση ως αποτέλεσμα τέτοιων φαινομένων.

Στο παράρτημα V παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας με τα κριτήρια που αναπτύχθηκαν πρόσφατα από το Πολυτεχνείο Κρήτης στα πλαίσια της ανάπτυξης εθνικών Κατευθυντήριων Γραμμών για τις επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων υψηλού κινδύνου στη χώρα μας.

Τέλος, στο παράρτημα VI δίνονται μερικά παραδείγματα εφαρμογής του λογιστικού πακέτου EFFECTS, το οποίο χρησιμοποιείται από την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης για την εκτίμηση και τον έλεγχο των επιπτώσεων από τη διαρροή τοξικών και εύφλεκτων ουσιών στο περιβάλλον, την ανάφλεξη εκρηκτικού νέφους, την υπερπίεση λόγω έκρηξης εκρηκτικού νέφους, καθώς και τη θερμική ακτινοβολία από φωτιές, ως συνέπεια εκδήλωσης μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟ ΒΑΜΕ

---

#### 2.1 Γενικά

Τα μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα οδήγησαν τη διεθνή κοινότητα στη δημιουργία της αντίστοιχης νομοθεσίας και στη θέσπιση πολιτικών με στόχο την πρόληψη αλλά και την αντιμετώπιση τέτοιων ατυχημάτων. Το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την προστασία του πληθυσμού από τους τεχνολογικούς κινδύνους είναι σχετικά πρόσφατο. Οι διάφορες χώρες ανάλογα με την τεχνολογική τους πρόοδο και το βαθμό που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα του κινδύνου, αναπτύσσουν και την αντίστοιχη νομοθεσία.

Το 1988 το Διεθνές Γραφείο Εργασίας εξέδωσε τον κώδικα για την πρακτική της πρόληψης των βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης. Επίσης, για την πρόληψη των σοβαρών βιομηχανικών ατυχημάτων υπογράφηκε η 174 Διεθνής Σύμβαση Εργασίας και η 181 Διεθνής Σύσταση Εργασίας τον Ιούνιο του 1993 στη Γενεύη. Σκοπός της Σύμβασης είναι η πρόληψη των σοβαρών ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες, όπως και ο περιορισμός των συνεπειών από τέτοιου είδους ατυχήματα. Από τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου, όπου εφαρμόζεται η Σύμβαση αυτή, εξαιρούνται οι πυρηνικές εγκαταστάσεις, οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις και οι μεταφορές εκτός εγκατάστασης με άλλο τρόπο πλην αγωγού. Στα επιμέρους άρθρα αναλύονται η ευθύνη των εργοδοτών, οι υποχρεώσεις των αρμόδιων αρχών, τα δικαιώματα και καθήκοντα των εργαζομένων και των εκπροσώπων τους, κ.α. Σύμφωνα τη Διεθνή Σύσταση Εργασίας, οι διατάξεις της θα πρέπει να εφαρμόζονται σε συνδυασμό με εκείνες της Σύμβασης. Επίσης, η Διεθνής Οργάνωση Εργασίας σε συνεργασία με άλλες σχετικές διεθνείς διακυβερνητικές και μη κυβερνητικές οργανώσεις θα πρέπει να φροντίζει για μια διεθνή ανταλλαγή πληροφοριών σε θέματα (Γεωργιάδου 2001):

- Κατάλληλων πρακτικών ασφάλειας σε εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων της διοίκησης και της διαδικασίας ασφάλειας.

- Σοβαρών ατυχημάτων.
- Διδαγμάτων που αντλήθηκαν από παρ' ολίγον ατύχημα.
- Τεχνολογιών και διαδικασιών που απαγορεύονται για λόγους ασφάλειας και υγιεινής.
- Ιατρικής οργάνωσης και τεχνικών που αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των συνεπειών ενός σοβαρού ατυχήματος.
- Μηχανισμών και διαδικασιών που χρησιμοποιούνται από τις αρμόδιες αρχές για να δοθεί ισχύς στην εφαρμογή της Σύμβασης και της Σύστασης.

## 2.2 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση

### 2.2.1 Η Κοινοτική Οδηγία SEVESO

Σε ότι αφορά στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι κρατικοί φορείς επιφορτίζονται με την έκθεση προδιαγραφών, τον καθορισμό των ανωτάτων ορίων και τον έλεγχο των επικίνδυνων εγκαταστάσεων, ενώ οι ασκούντες την εκμετάλλευση των εγκαταστάσεων οφείλουν να συμμορφωθούν με τις παραπάνω απαιτήσεις για να τους χορηγηθεί τελικά άδεια λειτουργίας.

Οι αρχές για τη σύγχρονη ευρωπαϊκή νομοθεσία αντιμετώπισης βιομηχανικών ατυχημάτων τέθηκαν με την Οδηγία του 1967 για τις επικίνδυνες ουσίες (Directive 67/548/EEC). Το 1976 η Ευρωπαϊκή Κοινότητα χρηματοδότησε τη μελέτη των κινδύνων που σχετίζονται με επικίνδυνες βιομηχανικές δραστηριότητες. Η μελέτη αυτή αποκάλυψε ότι οι περισσότεροι υφιστάμενοι νόμοι και κανονισμοί σχετικά με τις επικίνδυνες βιομηχανικές δραστηριότητες απευθύνονταν κυρίως στη διασφάλιση της προστασίας των εργαζομένων, την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και τον έλεγχο της ρύπανσης, αλλά μόνο κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Έτσι, η συγκεκριμένη μελέτη επιβεβαίωσε το γεγονός ότι δεν υπήρχε νομοθετική κάλυψη για την περίπτωση μη κανονικών συνθηκών λειτουργίας μιας εγκατάστασης, ανεξάρτητα από το γενεσιουργό τους αίτιο (Γεωργιάδου, 2001).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνοντας υπόψη τη βιομηχανική και οικιστική ανάπτυξη, τα βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης που συνέβησαν, όπως η έκρηξη στο Flixbourgh (Ηνωμένο Βασίλειο 1974) και η διαρροή προπυλενίου στο Beek (Ολλανδία 1975), αλλά και την πολυπλοκότητα των νέων βιομηχανικών εγκαταστάσεων και την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, προχώρησε στη δημιουργία της Οδηγίας 82/501/EC, γνωστής και ως SEVESO (24/6/1982) “Για τον έλεγχο των κινδύνων ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, που περιλαμβάνουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες” (EC 82/501 Directive SEVESO). Ονομάστηκε έτσι με αφορμή το ατύχημα στην ομώνυμη πόλη της Β. Ιταλίας το 1976, το οποίο προκάλεσε τη διαφυγή στην ατμόσφαιρα μιας εξαιρετικά τοξικής ουσίας. Η Οδηγία αυτή τέθηκε σε ισχύ στις 8/1/1984, έπειτα από τρία χρόνια μελέτης και διαπραγματεύσεων στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και καθόριζε ένα σύστημα αναγνώρισης εκείνων των βιομηχανικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν βιομηχανικό ατύχημα μεγάλης έκτασης (διασπορά τοξικής ουσίας, μεγάλη φωτιά ή έκρηξη). Οι λεπτομερείς απαιτήσεις της Οδηγίας περιελάμβαναν μέτρα για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των μεγάλων ατυχημάτων. Επίσης, ο κατάλογος των επικίνδυνων ουσιών που περιελάμβανε η Οδηγία ήταν

ονομαστικός, με αποτέλεσμα οι επικίνδυνες ουσίες για τις οποίες ίσχυε η Οδηγία να προσδιορίζονται κυρίως με βάση το όνομά τους και σε μικρότερο βαθμό με βάση την κατηγορία όπου ανήκε η κάθε ουσία. Οι σημαντικότερες απαιτήσεις της SEVESO ήταν οι εξής (European Council Directive 82/501 1982, Papadakis, 2001):

- Κάθε Κράτος Μέλος πρέπει να διορίζει μία αρμόδια αρχή.
- Ο ασκών την εκμετάλλευση της εγκατάστασης υποχρεούται να μπορεί να αποδεικνύει οποιαδήποτε στιγμή στην αρμόδια αρχή ότι έχουν αναγνωριστεί όλοι οι μεγάλοι κίνδυνοι που συνδέονται με την εγκατάσταση και ότι εφαρμόζονται επαρκή μέτρα ασφάλειας για την πρόληψη των ατυχημάτων.
- Οι εγκαταστάσεις στις οποίες υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες μεγαλύτερες από συγκεκριμένες οριακές τιμές (κατώφλια) είναι υποχρεωμένες να υποβάλλουν στην αρμόδια αρχή Γραπτή Κοινοποίηση Ασφάλειας ή *Μελέτη (Εκθεση) Ασφάλειας*, να συντάσσουν εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης και να παρέχουν στην αρμόδια αρχή όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την προετοιμασία του εξωτερικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.
- Η υποβολή της *Μελέτης Ασφάλειας* στις αρμόδιες αρχές είναι μία από τις σημαντικότερες απαιτήσεις της Οδηγίας. Η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει να περιλαμβάνει λεπτομέρειες για την εγκατάσταση, τις επικίνδυνες ουσίες που αυτή διαχειρίζεται, τα πιθανά ατυχήματα που μπορεί να συμβούν και τα μέτρα που εφαρμόζονται για την πρόληψη, τον έλεγχο και τον περιορισμό των επιπτώσεων από τα ατυχήματα αυτά. Έτσι, οι εγκαταστάσεις οφείλουν να εφαρμόζουν μεθόδους ανάλυσης κινδύνου και ασφάλειας και να αποδεικνύουν ότι οι εργαζόμενοι είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι και ενημερωμένοι για τους κινδύνους. Επίσης, οι εγκαταστάσεις πρέπει να αποδεικνύουν ότι εφαρμόζουν τα κατάλληλα μέτρα ασφάλειας για την πρόληψη και αντιμετώπιση των πιθανών ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες.
- Σε περίπτωση μεγάλων τροποποιήσεων μιας εγκατάστασης, θα πρέπει να ενημερώνεται η αρμόδια αρχή.
- Η αρμόδια αρχή υποχρεούται να προετοιμάζει τον εξωτερικό σχεδιασμό εκτάκτου ανάγκης.
- Τα Κράτη Μέλη υποχρεούνται να διασφαλίζουν ότι ο πληθυσμός που μπορεί να επηρεαστεί από ένα ατύχημα, ενημερώνεται για τα μέτρα ασφάλειας και τις ενέργειες που πρέπει να κάνει σε περίπτωση του ατυχήματος.
- Σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος, ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται να ενημερώνει την αρμόδια αρχή, η οποία με τη σειρά της πρέπει να ενημερώνει την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποχρεούται να διατηρεί κατάλογο με τα ατυχήματα που έχουν συμβεί, έτσι ώστε τα Κράτη Μέλη να λαμβάνουν τη γνώση και τις εμπειρίες που αποκομίστηκαν από τα ατυχήματα αυτά για την πρόληψη μελλοντικών ατυχημάτων.

Η Οδηγία SEVESO ήταν το πρώτο παράδειγμα μιας διεθνούς νομοθετικής πράξης, η οποία περιελάμβανε τις αρχές για μία ολοκληρωμένη διαχείριση της επικινδυνότητας και αποτέλεσε στην πραγματικότητα τον πρώτο ουσιαστικό πυρήνα της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για το Περιβάλλον, που στη συνέχεια εντάχθηκε ως κύριος πυλώνας για τη βιώσιμη ανάπτυξη στην Ευρωπαϊκή Συνθήκη (Μαυρούκας, 2007).

Στη δεκαετία που ακολούθησε την υιοθέτηση της Οδηγίας Seveso I, οι αυστηρές απαιτήσεις για την αναφορά ατυχημάτων συντέλεσαν στην ταυτοποίηση και καταγραφή 180 περίπου μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων στην Ευρώπη. Υπό το φως νέων BAME στο Bhopal της Ινδίας (1984) και στη Βασιλεία της Ελβετίας (1986), κατέστη σαφής η ανάγκη τροποποίησης της Οδηγίας. Έτσι, εκδόθηκε η Οδηγία 87/216/ EC (19/3/1987) *“Για την τροποποίηση της Οδηγίας 82/501 περί κινδύνου ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, που περιλαμβάνουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες/ Αναθεώρηση των παραρτημάτων I, II και III.”*. Η εφαρμογή αυτής της οδηγίας οδήγησε με τη σειρά της στην ανάγκη εκ νέου τροποποίησης της, ιδιαίτερα όσον αφορά στα παραρτήματα που σχετίζονταν με την εφαρμογή της. Έτσι, στις 24/11/1988 εκδόθηκε η αναθεωρημένη Οδηγία 88/610/ EC *“Για την τροποποίηση της Οδηγίας 82/501 περί κινδύνου ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, που περιλαμβάνουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες/ Αναθεώρηση των παραρτήματος II, Νέο παράρτημα VII για την πληροφόρηση του κοινού”*. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις επεκτάθηκε το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας SEVESO, ιδιαίτερα όσον αφορά στις ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που δεν καθοριζόνταν πουθενά προηγουμένως (Wettig et al., 1999).

### 2.2.2 Η Κοινοτική Οδηγία SEVESO II

Στα χρόνια που ακολούθησαν, τα κράτη μέλη προχώρησαν με αρκετά διαφορετικούς ρυθμούς στην εναρμόνιση των εθνικών νομοθετικών πλαισίων με τις διατάξεις της Οδηγίας Seveso, ενώ προβληματισμοί άρχισαν να εκδηλώνονται σχετικά με το εύρος, την εφαρμογή και τα αποτελέσματα της αναφορικά με τη διαχείριση των κινδύνων. Οι κυριότεροι προβληματισμοί αφορούσαν στον περιορισμό του ονομαστικού καταλόγου των επικίνδυνων ουσιών δίνοντας περισσότερο βάρος στον προσδιορισμό σχετικών κριτηρίων, την ουσιαστικότερη αντιμετώπιση του σχεδιασμού χρήσεων γης, την αύξηση των καθηκόντων των αρμόδιων αρχών όσον αφορά τις επιθεωρήσεις των επικίνδυνων εγκαταστάσεων, την ανάγκη περαιτέρω μελέτης των πολλαπλασιαστικών φαινομένων (φαινόμενο domino), την ενσωμάτωση των εμπειριών που έχουν αποκτηθεί σε κάθε χώρα, κλπ.

Έτσι στις 26/1/1994, η Επιτροπή προχώρησε στην έκδοση μιας πρότασης για την αντικατάσταση της SEVESO από μία νέα Οδηγία, η οποία περιελάμβανε όλες τις βασικές αρχές της προηγούμενης Οδηγίας, ενώ παράλληλα ενσωμάτωνε επιπρόσθετα μέτρα καλής πρακτικής της διαχείρισης επικινδυνότητας, καθώς και διατάξεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας εφαρμογής της. Η πρόταση αυτή, μετά από τροποποιήσεις, είχε ως αποτέλεσμα να εκδοθεί το Δεκέμβριο του 1996 και να τεθεί σε ισχύ από τον Φεβρουάριο του 1997 η νέα Οδηγία 96/82/EC που είναι γνωστή ως Οδηγία SEVESO II *“Για την πρόληψη των κινδύνων ατυχημάτων μεγάλης έκτασης στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες και τον περιορισμό των συνεπειών τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον”* (EC 96/82 Directive SEVESO II). Οι αλλαγές που έγιναν στη νέα Οδηγία σε σχέση με την προηγούμενη ήταν

σημαντικές, ενώ τα Κράτη Μέλη έπρεπε να εναρμονιστούν με τις νέες διατάξεις της Οδηγίας μέχρι το Φεβρουάριο του 1999. Το γεγονός ότι δεν έγινε νέα τροποποίηση της 82/501/EEC αλλά εκδόθηκε μια νέα Οδηγία, αποδεικνύει τις σημαντικές αλλαγές που έγιναν. Η Οδηγία SEVESO II, η οποία βρίσκει εφαρμογή σε αρκετές χιλιάδες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εισάγει μια νέα αντίληψη και φιλοσοφία στα θέματα των μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.

Ο ρόλος της Οδηγίας Seveso II είναι διττός, καθώς αποτελεί πλέον το βασικό εργαλείο στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση του βιομηχανικού κινδύνου και την πρόληψη των μεγάλων ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες, ενώ επιπλέον επικεντρώνεται στην εκτίμηση και τον περιορισμό των επιπτώσεων τέτοιων ατυχημάτων στον άνθρωπο και το περιβάλλον (Porter & Wettig, 1999). Η νέα οδηγία περιλαμβάνει ένα αναθεωρημένο και διευρυνμένο πεδίο εφαρμογής σε σχέση με τις προηγούμενες οδηγίες, εισάγει νέες απαιτήσεις σχετικά με την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας, το σχεδιασμό εκτάκτου ανάγκης και χρήσεων γης, καθώς και την ενίσχυση της διαδικασίας των επιθεωρήσεων. Επιπλέον, εστιάζει περισσότερο στα κοινωνικο-οργανωτικά θέματα της πολιτικής ελέγχου ατυχημάτων.

Η Seveso II ορίζει τις απαραίτητες διατάξεις για τον έλεγχο των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σε Κοινοτικό επίπεδο, ωστόσο η επιλογή των υποχρεώσεων και των μέσων για την εφαρμογή των διατάξεων γίνεται από τις αρμόδιες αρχές των Κρατών Μελών. Έτσι η εφαρμογή και διαχείριση των απαιτήσεων της Οδηγίας γίνεται σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο και άπτεται στη νομοθεσία κάθε κράτους-μέλους η επιβολή αυστηρότερων όρων και απαιτήσεων από την Κοινοτική Οδηγία. Για παράδειγμα, η Μελέτη Ασφάλειας το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας και τα Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης σχεδιάζονται από τους οργανισμούς και αξιολογούνται από τις αρμόδιες κρατικές αρχές, ενώ η ενημέρωση του κοινού είναι αρμοδιότητα των τοπικών αρχών.

Ομοίως με την προκάτοχό της, η νέα Οδηγία ανάλογα με τις ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που αποθηκεύει ή διαχειρίζεται -όπως καθορίζεται στο Παράρτημα I, Μέρος 1 και 2-, κατατάσσει τις εγκαταστάσεις σε δύο κατηγορίες (επίπεδα ποσοτήτων δύο κατωφλίων-οριακών τιμών), για κάθε μία από τις οποίες θέτει διαφορετικές απαιτήσεις: τις *εγκαταστάσεις χαμηλότερου κινδύνου (lower-tier establishments)*, στις οποίες υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες άνω του κάτω κρίσιμου ορίου όπως ορίζεται στο Παράρτημα και οι οποίες υποχρεούνται στην υποβολή Μελέτης Κοινοποίησης, και τις *εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου (upper-tier establishments)*, με ποσότητες επικίνδυνων ουσιών πάνω από το άνω κρίσιμο όριο, οι οποίες υποχρεούνται στην υποβολή Μελέτης Ασφάλειας. Οι εγκαταστάσεις Κοινοποίησης απαιτείται να συντάσσουν μία Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ), η οποία θα προσβλέπει σε υψηλό επίπεδο προστασίας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος με τα κατάλληλα μέσα, συμπεριλαμβανομένων των κατάλληλων διαχειριστικών συστημάτων (άρθρα 7, 8 και Παράρτημα III). Οι εγκαταστάσεις Μελέτης Ασφάλειας υποχρεούνται να καταδεικνύουν στη Μελέτη Ασφάλειας, ότι εφαρμόζεται μία Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) για την υλοποίησή της (άρθρο 9 και Παράρτημα III).

Ουσιαστικά, οι απαιτήσεις της Οδηγίας για τις πολιτικές και τα διαχειριστικά συστήματα των εγκαταστάσεων Κοινοποίησης είναι πανομοιότυπες με αυτές για τις εγκαταστάσεις Μελέτης Ασφάλειας, με εξαίρεση τα παρακάτω στοιχεία:

- Η Οδηγία αναφέρει ότι οι απαιτήσεις και η έκταση των αναφορών πρέπει να είναι ανάλογες με τους κινδύνους μεγάλων ατυχημάτων που εμφανίζει η εγκατάσταση.
- Στις εγκαταστάσεις Κοινοποίησης δεν είναι απαραίτητη η προετοιμασία λεπτομερούς αναφοράς στην οποία να καταδεικνύεται ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το ΣΔΑ.
- Το έγγραφο που περιγράφει την Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης πρέπει να είναι διαθέσιμο στο κοινό, χωρίς να είναι απαραίτητη η υποβολή του στις αρμόδιες αρχές.

Η Seveso II θέτει πιο συγκεκριμένους στόχους σε σύγκριση με την παλιότερη Οδηγία, όπου σε ορισμένες περιπτώσεις η ασάφεια των στόχων οδηγούσε σε ασυνεπή εφαρμογή της νομοθεσίας. Για παράδειγμα, η απαίτηση για επιθεωρήσεις αποτελεί ένα στοιχείο που ενισχύθηκε σημαντικά στη νέα Οδηγία, όπως συμβαίνει και με την δοκιμαστική εφαρμογή των Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης που δεν καθοριζόταν με σαφήνεια στην Οδηγία Seveso I (Porter & Wettig, 1999).

Ειδικότερα, τα κύρια χαρακτηριστικά της Οδηγίας SEVESO II που την διαφοροποιούν από την προηγούμενη Οδηγία είναι τα εξής (Porter & Wettig, 1999):

- *Αλλαγή στον σκοπό της Οδηγίας:* Ο σκοπός της νέας Οδηγίας είναι πιο διευρυμένος και απλοποιημένος σε σχέση με την παλιά Οδηγία. Η οδηγία 82/501/EOK (SEVESO I) αναφερόταν σε προστασία από κινδύνους που ενυπάρχουν σε ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες. Η νέα Οδηγία εφαρμόζεται πλέον όχι σε μεμονωμένες επικίνδυνες μονάδες, αλλά σε εγκαταστάσεις υπό την έννοια της συνολικής ζώνης όπου υπάρχουν μία ή περισσότερες επικίνδυνες μονάδες, συμπεριλαμβανομένων συμπεριλαμβανομένων των κοινών ή σχετιζόμενων μεταξύ τους υποδομών ή δραστηριοτήτων (EC 96/82 Directive SEVESO II). Επομένως με τη νέα οδηγία εξετάζονται πέραν των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, χώροι όπου με την οποιαδήποτε έννοια υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες (αρκεί να ξεπερνούν ορισμένες κρίσιμες ποσότητες). Αυτή η σημαντική αλλαγή δεν επιτρέπει την εξαίρεση υπαγωγής από τη νομοθεσία των απομακρυσμένων μονάδων παραγωγής ή αποθήκευσης στην ίδια εγκατάσταση. Οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης επικίνδυνων ουσιών συνεχίζουν να εξαιρούνται των σκοπών της οδηγίας.
- *Αλλαγές στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας:* Από τη σύγκριση των οδηγιών 82/501 και 96/82 σχετικά με την έκταση εφαρμογής των οδηγιών και τις υπάρχουσες εξαιρέσεις, προκύπτει ότι συνεχίζεται να εξαιρούνται της παρούσας οδηγίας οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις, οι κίνδυνοι από την ιοντίζουσα ακτινοβολία, οι μεταφορές επικίνδυνων ουσιών εκτός των εγκαταστάσεων, η μεταφορά επικίνδυνων ουσιών μέσω αγωγών, η ενδιάμεση προσωρινή αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών, καθώς και οι εξορυκτικές και μεταλλευτικές δραστηριότητες. Για πρώτη φορά όμως υπάγονται στους σκοπούς της οδηγίας οι χώροι διάθεσης τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων και η αποθήκευση εκρηκτικών ουσιών.

- *Κατηγορίες Επικίνδυνων Ουσιών (Categories of Substances)*: Ο ονομαστικός κατάλογος των επικίνδυνων ουσιών έχει απλοποιηθεί και περιορίζεται σε σχέση με την προηγούμενη Οδηγία, από 180 σε 50 περίπου ουσίες (Παράρτημα I, Μέρος 1). Επίσης, η νέα Οδηγία περιλαμβάνει διευρυμένη και συστηματική λίστα επικίνδυνων ουσιών με τη μορφή γενικών κατηγοριών όπως τοξικές, εύφλεκτες, εκρηκτικές, επικίνδυνες για το περιβάλλον κλπ. ουσίες (Παράρτημα I, μέρος 2), σε αντίθεση με την προηγούμενη Οδηγία, η οποία αναφερόταν μόνο σε ονομασίες επικίνδυνων ουσιών ή συγκεκριμένες βιομηχανικές δραστηριότητες και επικεντρώνονταν στην προστασία του ανθρώπου και όχι στην προστασία της χλωρίδας και πανίδας και εν γένει του περιβάλλοντος. Έτσι, όλες οι εγκαταστάσεις που αποθηκεύουν επικίνδυνες ουσίες δύνανται να περιληφθούν στη SEVESO II, σε αντίθεση με τη SEVESO I η οποία αναφερόταν σε ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες.
- *Θέσπιση Κριτηρίων χαρακτηρισμού ατυχήματος ως μεγάλο ατύχημα*: Αναφέρονται για πρώτη φορά συγκεκριμένα κριτήρια (Παράρτημα 6) προκειμένου να χαρακτηριστεί κάποιο ατύχημα ως BAME, με επακόλουθο την υποχρέωση κοινοποίησης στις Αρμόδιες Αρχές της χώρας και εν συνεχεία στην Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και την καταχώρηση στη βάση δεδομένων MARS (Major Accident Reporting System) του JRC - ISPRA. Τα κριτήρια αυτά αφορούν τις εμπλεκόμενες ουσίες, τα θύματα και τις συνεπαγόμενες οχλήσεις, τις άμεσες βλάβες στο περιβάλλον, τις υλικές ζημιές εντός ή εκτός της εγκατάστασης, καθώς και τις τυχόν διασυννοριακές επιπτώσεις.
- *Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (Major Accident Prevention Policy – MAPP)*: Οι εγκαταστάσεις στις οποίες υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες ίσες ή μεγαλύτερες από συγκεκριμένες οριακές τιμές-κατώφλια είναι υποχρεωμένες να συντάσσουν μία *Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ)*, ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για εγκαταστάσεις χαμηλού ή υψηλού κινδύνου. Η ΠΠΑΜΕ πρέπει να περιλαμβάνει τις αρχές και τους στόχους δράσης σε ότι αφορά στην πρόληψη και τον έλεγχο των BAME και να σχεδιάζεται διασφαλίζοντας υψηλό επίπεδο προστασίας για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της πολιτικής αυτής είναι η εξοικείωση του οργανισμού με την πιθανότητα ενός μεγάλου ατυχήματος και η παρακίνηση του για την ανάπτυξη στρατηγικών και στόχων για την πρόληψη ανεπιθύμητων γεγονότων που μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλο ατύχημα.
- *Περιεχόμενο της Μελέτης Ασφάλειας (άρθρο 9)*: Στην νέα Οδηγία έχουν εισαχθεί σημαντικές νέες απαιτήσεις όπως η Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας, ενώ επιτρέπεται ο συνδιασμός της Μελέτης Ασφάλειας και με άλλες μελέτες συντασσόμενες σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία για άλλους σκοπούς της εγκατάστασης, σε μια ενιαία Έκθεση Ασφάλειας. Στο Παράρτημα II της Οδηγίας περιλαμβάνονται στοιχεία και πληροφορίες που θα πρέπει να περιλαμβάνονται και να εξετάζονται στην μελέτη ασφαλείας που συντάσσει ο ασκών την εκμετάλλευση σε γενικές θεματικές ενότητες, όπως πληροφορίες σχετικά με το σύστημα διαχείρισης και οργάνωσης της μονάδας για την πρόληψη μεγάλων ατυχημάτων (ΠΠΑΜΕ και ΣΔΑ), παρουσίαση του περιβάλλοντος της μονάδας, περιγραφή της εγκατάστασης, αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων ατυχήματος, καθώς και προληπτικά μέσα και μέτρα

προστασίας και επέμβασης για τον περιορισμό των συνεπειών του ατυχήματος. Σημειώνεται ότι εναπόκειται στη δικαιοδοσία των αρμόδιων αρχών κάθε κράτους-μέλους ο περιορισμός, μετά από εξέταση και αιτιολόγηση, των απαιτούμενων πληροφοριών στη Μελέτη, όπως και η απαίτηση για παροχή συμπληρωματικών στοιχείων και, εν ανάγκη, η επιθεώρηση της εγκατάστασης για την διασφάλιση της εγκυρότητας των στοιχείων. Η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει να επανεξετάζεται και, εφόσον κριθεί απαραίτητο, να επικαιροποιείται είτε κάθε 5 χρόνια, είτε σε περίπτωση μετατροπών της εγκατάστασης, των διεργασιών ή των ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών, είτε μετά από απαίτηση των αρμόδιων αρχών ή του ασκούντος την εκμετάλλευση της μονάδας. Πέραν όμως του Παραρτήματος II της Οδηγίας, έχουν εκδοθεί από την 11η Γενική Δ/ση του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, λεπτομερείς κατευθυντήριες οδηγίες για τη σύνταξη της Μελέτης Ασφάλειας (Papadakis & Amendola, 1997).

- *Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (Safety Management System - SMS):* Η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει να καταδεικνύει ότι εφαρμόζεται ένα κατάλληλο Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) για την υλοποίηση της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης. Το ΣΔΑ αποτελεί ένα συμπληρωματικό αλλά βασικό εργαλείο για την επίτευξη της ασφαλούς λειτουργίας της εγκατάστασης και την εφαρμογή της πολιτικής ασφάλειας, δεδομένου μάλιστα ότι περίπου το 85% των 300 περίπου ατυχημάτων που καταγράφηκαν μετά την υιοθέτηση της Seveso I οφείλονταν σε ελλείψεις του οργανωτικού συστήματος διαχείρισης των εγκαταστάσεων (Tuli and Apostolakis, 1996). Η απαίτηση εφαρμογής των ΣΔΑ από τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου λαμβάνει υπόψη της τις σημαντικές αλλαγές στις βιομηχανικές πρακτικές που σχετίζονται με τη διαχείριση της επικινδυνότητας, καθώς και τις νέες οργανωτικές και διοικητικές πρακτικές που εφαρμόζονται στη βιομηχανία. Το ΣΔΑ σχεδιάζεται και εφαρμόζεται λαμβάνοντας υπόψη δραστηριότητες όπως η οργάνωση του οργανισμού, η αναγνώριση κινδύνων και η εκτίμηση επικινδυνότητας, ο έλεγχος λειτουργιών, η εκπαίδευση προσωπικού, η διαχείριση μετατροπών, ο σχεδιασμός εκτάκτου ανάγκης, ο έλεγχος και η παρακολούθηση των επιδόσεων (Παράρτημα III της Οδηγίας). Για την παροχή περαιτέρω βοήθειας σε ότι αφορά στα ΣΔΑ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε στενή συνεργασία με τα κράτη μέλη έχει αναπτύξει Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη σύνταξη των ΣΔΑ. Η απαίτηση της Οδηγίας για την εφαρμογή μιας Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης μέσω ενός αποτελεσματικού Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ), δημιουργεί μια νέα περίοδο για την ανάπτυξη και εκτίμηση των διαχειριστικών, οργανωτικών και τεχνικών θεμάτων ασφάλειας. Στο παρελθόν, έμφαση είχε δοθεί μόνο στη βελτίωση των τεχνικών συστημάτων.
- *Πολλαπλασιαστικά Φαινόμενα (Domino Effects, Άρθρο 8):* Οι αρμόδιες αρχές, βασιζόμενες στις πληροφορίες που παρέχει ο ασκών την εκμετάλλευση της εγκατάστασης πρέπει να καθορίζουν τις εγκαταστάσεις ή ομάδες εγκαταστάσεων, όπου η πιθανότητα ενός μεγάλου ατυχήματος μπορεί να αυξάνεται λόγω της θέσης και της εγγύτητας αυτών των εγκαταστάσεων, καθώς και των υπαρχόντων επικίνδυνων ουσιών. Επίσης πρέπει να διασφαλίζουν την ανταλλαγή πληροφοριών και τη συνεργασία μεταξύ των γειτονικών εγκαταστάσεων.



- *Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης (Emergency plans, Άρθρο 11)*: Όπως και η παλιότερη Οδηγία, η SEVESO II απαιτεί το σχεδιασμό και την εφαρμογή Εσωτερικών και Εξωτερικών Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης. Αυτά πρέπει να ανασκοποούνται, να αναθεωρούνται και να επικαιροποιούνται όποτε κριθεί απαραίτητο. Σημαντικά νέα στοιχεία είναι η συμμετοχή του προσωπικού της εγκατάστασης στο σχεδιασμό του Εσωτερικού Σχεδίου και η συνεργασία των αρμόδιων αρχών με το κοινό κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του Εξωτερικού Σχεδίου. Για πρώτη φορά, η Οδηγία SEVESO II περιλαμβάνει την απαίτηση για την δοκιμαστική εφαρμογή των Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης τουλάχιστον κάθε 3 χρόνια, ενώ στο Παράρτημα περιέχονται σαφείς απαιτήσεις σε ότι αφορά στα δεδομένα και τις πληροφορίες που πρέπει να περιλαμβάνονται σε αυτά.
- *Σχεδιασμός Χρήσεων Γης (Land Use Planning, Άρθρο 12)*: Αναφέρεται για πρώτη φορά στη νέα Οδηγία η απαίτηση για τα κράτη μέλη να λαμβάνουν υπόψη τη πολιτική χρήσεων γης, προκειμένου να προληφθούν μεγάλα ατυχήματα και να περιοριστούν οι συνέπειες τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ελέγχοντας την εγκατάσταση νέων μονάδων, τις μετατροπές και επεκτάσεις των υπαρχουσών μονάδων και τα νέα χωροταξικά έργα γύρω από τις υφιστάμενες μονάδες, όπως οδοί επικοινωνίας, κοινόχρηστοι χώροι, ζώνες κατοικίας, όταν ο τόπος εγκατάστασης ή τα έργα ενδέχεται να αυξήσουν τον κίνδυνο μεγάλου ατυχήματος ή να επιδεινώσουν τις συνέπειες του. Πρέπει ακόμη να υπάρχει μέριμνα ώστε να διατηρούνται μακροπρόθεσμα οι αναγκαίες αποστάσεις ασφαλείας αφ' ενός των μονάδων με τις επικίνδυνες ουσίες, αφ' ετέρου των ζωνών κατοικίας, των ζωνών δημόσιας χρήσης, καθώς και των ζωνών που παρουσιάζουν ιδιαίτερο φυσικό ενδιαφέρον. Τα κράτη-μέλη, εκτός από την ανάπτυξη πολιτικών για το σχεδιασμό χρήσεων γης, πρέπει παράλληλα να διασφαλίζουν την ανταλλαγή όλων των απαραίτητων πληροφοριών μεταξύ των αρμόδιων αρχών για την ομαλή ανάπτυξη των πολιτικών αυτών.
- *Παροχή Πληροφόρησης (Information and consulting of the public, Άρθρο 13)*: Η Οδηγία Seveso II παρέχει επιπλέον δικαιώματα στο κοινό, όσον αφορά στην πρόσβαση στις πληροφορίες, καθώς είναι δυνατή η πρόσβαση στη Μελέτη Ασφάλειας. Επίσης, το κοινό μπορεί να συμμετέχει ενεργά στη θέσπιση των διαδικασιών που σχετίζονται με το σχεδιασμό χρήσεων γης, τα Εξωτερικά Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης και τον έλεγχο των μεγάλων ατυχημάτων.
- *Κυρώσεις- Απαγόρευση λειτουργίας (Prohibition of use, Άρθρο 17)*: Οι αρμόδιες αρχές απαγορεύουν τη λειτουργία ή την έναρξη λειτουργίας μιας εγκατάστασης, μονάδας ή τμήματος της σε περίπτωση ανεπαρκών ή ελλιπών μέτρων ή μη κατάθεσης της Κοινοποίησης ή της Μελέτης Ασφάλειας ή άλλων στοιχείων και απαιτούμενων πληροφοριών. Η απαγόρευση λειτουργίας συντελεί στην ενίσχυση των αρμόδιων αρχών αναφορικά με την εφαρμογή αυστηρών μέτρων σε περίπτωση διακινδύνευσης ανθρώπινων ζωνών ή του περιβάλλοντος, καθώς και την εφαρμογή πειθαρχικών μέτρων σε περίπτωση μη πλήρωσης των απαιτήσεων της Οδηγίας.
- *Επιθεωρήσεις (άρθρο 18)*: Η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει σημαντικές διαφορές και βελτιώσεις συγκριτικά με την προηγούμενη Οδηγία. Το βασικότερο νέο στοιχείο είναι η υποχρέωση των αρμόδιων αρχών για οργάνωση ενός συστήματος επιθεώρησης, το

οποίο θα διασφαλίζει ότι σε μια εγκατάσταση λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα αναφορικά με την πρόληψη των BAME και τον περιορισμό των συνεπειών τους, όπως και ότι η Μελέτη Ασφάλειας της εγκατάστασης είναι πλήρης, ενώ τα στοιχεία που περιλαμβάνονται σε αυτή είναι αληθή. Παράλληλα, πρέπει να διασφαλίζεται η επαρκής ενημέρωση του κοινού.

Το συνεχές ενδιαφέρον της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τον έλεγχο των μεγάλων ατυχημάτων εκφράζεται μέσω των προγραμματισμένων συνεδριάσεων, κάθε δύο χρόνια, της Επιτροπής Αρμόδιων Αρχών (Committee of Competent Authorities) για την ανασκόπηση των αποκτηθείσων εμπειριών των Κρατών Μελών. Επίσης, η Επιτροπή έχει δημιουργήσει τεχνικές ομάδες εργασίας (Technical Working Groups - TWG) για την ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών στα κύρια θέματα της Οδηγίας, όπως είναι το σύστημα επιθεώρησης, οι μελέτες ασφάλειας, τα διαχειριστικά συστήματα, ο σχεδιασμός χρήσεων γης, οι επικίνδυνες ουσίες για το περιβάλλον, κ.α. Στις ομάδες αυτές συμμετέχουν εκπρόσωποι από τις διάφορες αρμόδιες αρχές και τη βιομηχανία.

Συμπερασματικά, η νέα Οδηγία Seveso II αποτελεί μια “προσανατολισμένη σε στόχους” νομοθεσία, η οποία συνεισφέρει στη βελτίωση του επιπέδου ασφάλειας στις ευρωπαϊκές βιομηχανικές εγκαταστάσεις και η οποία αναμένεται να επιφέρει βελτιώσεις σε σχέση με την προηγούμενη Οδηγία. Οι όροι και οι νομοθετικές απαιτήσεις έχουν πλέον γίνει πιο ξεκάθαροι, ενώ υπάρχει το πλεονέκτημα της προηγούμενης εμπειρίας από την εφαρμογή της Seveso I (Gowland, 1999).

Η Οδηγία Seveso II είναι συνεπής με άλλα νομοθετήματα που αφορούν στη διαφύλαξη του περιβάλλοντος, είτε υποχρεωτικού είτε εθελοντικού χαρακτήρα, και ουσιαστικά αποτελεί για τις εγκαταστάσεις μια ευκαιρία κατάδειξης υπεύθυνης συμπεριφοράς σε ότι αφορά στη βιομηχανική ασφάλεια, τόσο σε κυβερνητικό, όσο και σε τοπικό επίπεδο. Για την Ευρωπαϊκή Κοινότητα, η επίτευξη αποτελεσματικής και συνεπούς εφαρμογής της Seveso II σε όλα τα κράτη μέλη πραγματοποιείται με την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών και με την παροχή περαιτέρω καθοδήγησης στους ασκούντες την εκμετάλλευση και τις αρμόδιες αρχές κάθε χώρας (Wettig et al., 1999).

### **2.2.3 Η νέα Οδηγία 2003/105/EK**

Στα χρόνια που ακολούθησαν την υιοθέτηση και εφαρμογή της Οδηγίας Seveso II, ένας αριθμός μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων στην Ευρώπη και μια σειρά άλλων γεγονότων, οδήγησαν στην τροποποίηση της.

Συγκεκριμένα, η διαρροή κυανίου που ρύπανε το Δούναβη μετά το ατύχημα της Baia Mare στη Ρουμανία τον Ιανουάριο του 2000, απέδειξε ότι ορισμένες εργασίες αποθήκευσης και επεξεργασίας στο πλαίσιο της εξορυκτικής δραστηριότητας, ενδέχεται να έχουν σοβαρές συνέπειες. Την ίδια χρονιά, το ατύχημα σε αποθήκη πυροτεχνημάτων στην πόλη Enschede της Ολλανδίας τον Μάιο του 2000 κατέδειξε τη μεγάλη πιθανότητα ατυχημάτων εξαιτίας της αποθήκευσης και παραγωγής πυροτεχνικών και εκρηκτικών ουσιών. Τον Σεπτέμβριο του 2001 η έκρηξη σε εργοστάσιο λιπασμάτων στην Τουλούζη κατέδειξε την πιθανότητα πρόκλησης ατυχημάτων που ενδέχεται να οφείλονται στην αποθήκευση νιτρικού αμμωνίου

και λιπασμάτων με βάση το νιτρικό αμμώνιο. Το ατύχημα της Τουλούζης απέδειξε επίσης ότι το προσωπικό επιχειρήσεων υπεργολαβίας παρενέβαινε σε μεγάλο βαθμό στους χώρους του εργοστασίου και ως εκ τούτου, μέριμνα πρέπει να ληφθεί ώστε να επιβάλλεται η κατάλληλη εκπαίδευση τέτοιου προσωπικού.

Επιπλέον, μελέτες σχετικά με τις καρκινογόνες ουσίες και τις επικίνδυνες για το περιβάλλον ουσίες που πραγματοποιήθηκαν από την ευρωπαϊκή Επιτροπή σε στενή συνεργασία με τα κράτη- μέλη, κατέδειξαν ότι θα πρέπει να διευρυνθεί ο κατάλογος των καρκινογόνων ουσιών με τις δέουσες οριακές ποσότητες και να μειωθούν σημαντικά οι οριακές ποσότητες που καθορίζονται για τις επικίνδυνες για το περιβάλλον ουσίες στην οδηγία 96/82/EK.

Υπό το πρίσμα των προαναφερθέντων μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων, καθώς και των πρόσφατων πορισμάτων των εν λόγω μελετών του JRC- Ispra, η Οδηγία 96/85/EK συμπληρώθηκε περαιτέρω και στις 16 Δεκεμβρίου 2003 υιοθετήθηκε η Οδηγία 2003/105/EK «Για τροποποίηση της Οδηγίας 96/82/EK του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες», η οποία στη συνέχεια εναρμονίστηκε στην Ελλάδα με την ΚΥΑ 12044/613/19.2.2007. Η μεταφορά της τροποποιημένης οδηγίας στο εθνικό δίκαιο των κρατών-μελών πραγματοποιήθηκε από τις 1/7/2005, ενώ τα κράτη μέλη υποχρεούνται πλέον να εναρμονιστούν με τις νέες διατάξεις της αναθεωρημένης Οδηγίας μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2006 (EC 2003/105 Directive SEVESO II).

Η τροποποίηση της Οδηγίας έρχεται να αξιοποιήσει τη σημαντική εμπειρία που αποκτήθηκε από την εφαρμογή της Seveso II και έχει πρωταρχικό στόχο την πληρέστερη και αποτελεσματικότερη προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Η νέα Οδηγία μάλλον αλλάζει το εύρος του πεδίου εφαρμογής της Οδηγίας Seveso II, παρά αποτελεί μια θεμελιώδη και ουσιαστική αναθεώρηση αυτής. Οι πιο ουσιαστικές αλλαγές που περιλαμβάνονται στη νέα Οδηγία αφορούν στην επέκταση του πεδίου εφαρμογής της, ώστε να περιληφθούν και οι κίνδυνοι που προέρχονται από την αποθήκευση και τις εξορυκτικές δραστηριότητες από πυροτεχνικές και εκρηκτικές ουσίες και από την αποθήκευση νιτρικού αμμωνίου, καθώς και λιπασμάτων που περιέχουν νιτρικό αμμώνιο, όπως και η προσθήκη και ο επαναπροσδιορισμός των ποσοτήτων ορισμένων επικίνδυνων ουσιών.

Η πολιτική και οι στόχοι που καλείται να υπηρετήσει η Οδηγία 2003/105/EK παραμένουν ίδιοι με την Οδηγία 96/85/EK και ειδικότερα αφορούν (Μαυρούκας, 2007):

- Στην πρόληψη μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων που σχετίζονται με επικίνδυνες ουσίες.
- Στον περιορισμό των επιπτώσεων (συνεπειών) στον άνθρωπο και το περιβάλλον, ώστε να διασφαλίζεται υψηλού επιπέδου προστασία με τρόπο συνεπή και αποτελεσματικό.

Με την νέα Νομοθεσία αναμένεται να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικότερα θέματα που αφορούν στη χωροθέτηση εγκαταστάσεων που διαχειρίζονται επικίνδυνες ουσίες σε σχέση με τις χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής και τη διαχείριση του κινδύνου στις εγκαταστάσεις που διαχειρίζονται επικίνδυνες ουσίες.

Στο πρακτικό της μέρος, η Οδηγία στοχεύει:

- Στην εκτίμηση των κινδύνων για την εκδήλωση ενός BAME
- Στην αποτελεσματικότητα των μέτρων πρόληψης ενός μεγάλου ατυχήματος
- Στην καταστολή και τον περιορισμό των συνεπειών του όταν αυτό θα συμβεί
- Στον εξορθολογισμό των αποφάσεων με σκοπό την ελάττωση του κινδύνου όλων των εγκαταστάσεων και μονάδων που μπορεί να προκαλέσουν BAME λόγω επικίνδυνων ουσιών.

Η Οδηγία απευθύνεται προς τα κράτη-μέλη και ειδικότερα στις εντεταλμένες προς το σκοπό αυτό αρμόδιες αρχές σε κεντρικό και περιφερειακό επίπεδο, στους ασκούντες την εκμετάλλευση και εν γένει στο κοινωνικό σύνολο.

Οι βασικότερες αλλαγές με την αναθεωρημένη Οδηγία 2003/105/EK αφορούν στα ακόλουθα σημεία (Μουζάκης, 2007):

- Διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής της, ώστε να περιληφθούν και οι κίνδυνοι που προέρχονται από τις μεταλλευτικές και τις εξορυκτικές δραστηριότητες
- Επαναδιατύπωση σχετικά με το νιτρικό αμμώνιο, όσον αφορά στα διάφορα ποσοστά του στη σύνθεση σύνθετων λιπασμάτων, την αυτοσυντηρούμενη αποσύνθεση, καθώς και υλικά «εκτός προδιαγραφών» και λιπασμάτων που δεν ανταποκρίνονται στις δοκιμές εκρηκτικότητας
- Ορισμός νέων ορίων για τα λιπάσματα νιτρικού καλίου
- Προσθήκη επτά νέων καρκινογόνων ουσιών στο Παράρτημα I των επικίνδυνων ουσιών, με ταυτόχρονη αύξηση των ορίων καρκινογόνων ουσιών (από 1 κιλό σε 500 και 2000 κιλά για το κάτω και άνω όριο, αντίστοιχα)
- Επανακαθορισμός της κατάταξης για τα εκρηκτικά
- Τροποποίηση του αθροιστικού κανόνα για τις ουσίες που ταξινομούνται ως τοξικές, εύφλεκτες, οξειδωτικές και επικίνδυνες για το περιβάλλον.
- Επαναπροσδιορισμός των ορίων για τα πετρελαιοειδή προϊόντα -μείωση στο μισό για τη βενζίνη και τη νάφθα (από 5.000 tn και 50.000 tn, σε 2.500 tn και 25.000 tn για το κάτω και άνω όριο, αντίστοιχα) και σημαντική αύξηση ορίων για το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης και τα καύσιμα αεροπλάνων (από 500 tn και 2000 tn, σε 2.500 tn και 25.000 tn για το κάτω και άνω όριο, αντίστοιχα)-.
- Θέσπιση χαμηλότερων ορίων για τις επικίνδυνες για το περιβάλλον ουσίες.

Επιπλέον, με βάση τα νέα δεδομένα και την αποκτηθείσα εμπειρία από την εφαρμογή της Οδηγίας 96/85/EK, έχουν εκδοθεί αναθεωρημένες κατευθυντήριες γραμμές για τη σύνταξη της Μελέτης Ασφαλείας από το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Fabbri et al., 2005).

### 2.3 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο στις ΗΠΑ

Η υφιστάμενη νομοθεσία σε ότι αφορά στην βιομηχανική ασφάλεια στις ΗΠΑ επικεντρώνεται στο *Πρόγραμμα Διαχείρισης Επικινδυνότητας (Risk Management Program Rule - RMP Rule)* του Οργανισμού Περιβαλλοντικής Προστασίας (Environmental Protection Agency – EPA) και στο *Πρόγραμμα Διαχείρισης Ασφάλειας Διεργασιών (Process Safety Management – PSM Rule)* της Διεύθυνσης Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγιεινής (Occupational Safety and Health Administration- OSHA). Οι κανόνες ασφαλείας των δύο οργανισμών είναι βασισμένοι σε καλές βιομηχανικές πρακτικές και αποτελούν την ανταπόκριση στην απαίτηση του κοινού για αύξηση του επιπέδου της ασφάλειας από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα.

Οι αρχές για τη σύγχρονη νομοθεσία αντιμετώπισης βιομηχανικών ατυχημάτων στις ΗΠΑ τέθηκαν το 1985 με το εθελοντικό πρόγραμμα Chemical Emergency Preparedness Program (CEPP) του EPA. Το 1986 οι ΗΠΑ εξέδωσαν τη νομοθετική πράξη Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA), η οποία περιελάμβανε απαιτήσεις για το σχεδιασμό εκτάκτου ανάγκης και τη συμμετοχή του κοινού (Emergency Planning and Community Right-to-Know Act) (Marchlik, 1996).

Η έκρηξη στην εγκατάσταση της Phillips (ΗΠΑ 1989), η οποία συντέλεσε στη μεγαλύτερη παράκτια υλική ζημιά στην ιστορία των εγκαταστάσεων υδρογονανθράκων και των χημικών εγκαταστάσεων, κατέδειξε ότι η βιομηχανία δεν προχωρούσε με γοργά βήματα στην ανάπτυξη αποτελεσματικών προγραμμάτων βιομηχανικής ασφάλειας. Έτσι, οι οργανισμοί EPA και ο OSHA έπρεπε να εκδώσουν ρυθμίσεις και κατευθυντήριες γραμμές για την πρόληψη ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν εξαιρετικά επικίνδυνες ουσίες.

Τον Ιούλιο του 1990, ο OSHA δημοσίευσε ένα προτεινόμενο πρότυπο που περιείχε τις απαιτήσεις για την αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου για τις διεργασίες με επικίνδυνες χημικές ουσίες, με σκοπό τη διασφάλιση ενός ασφαλούς και υγιούς περιβάλλοντος εργασίας για τους εργαζόμενους. Τελικά, και έπειτα από συνεργασία με ομάδες Χημικών και με τη βιομηχανία, ο OSHA θέσπισε το πρότυπο 29 CFR 1910.119- PSM για τις *Χημικές Ουσίες Υψηλού Κινδύνου*, το οποίο έγινε νόμος στις 26/5/1992. Η συμμόρφωση είναι πλέον υποχρεωτική για τις εγκαταστάσεις όπου λαμβάνουν χώρα διεργασίες που αφορούν επικίνδυνες ουσίες πάνω από συγκεκριμένες, προκαθορισμένες οριακές τιμές. Σκοπός του PSM είναι η καταστολή ή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων εκλύσεων επικίνδυνων ουσιών, ειδικά σε περιοχές με αυξημένη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού. Το Πρόγραμμα αποτελείται από 14 στοιχεία επιθεωρήσεις ελέγχου, διερεύνηση ατυχημάτων, εκπαίδευση, μηχανολογική αξιοπιστία, λειτουργικές διαδικασίες, διαχείριση αλλαγών κλπ.), τα οποία κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (OSHA, 1992):

- Διαχείριση της Ηγεσίας
- Διαχείριση της Τεχνολογίας
- Διαχείριση των Εγκαταστάσεων
- Διαχείριση του Προσωπικού

Η ανάλυση κινδύνου, η ασφάλεια των διεργασιών και η τα στοιχεία της ανασκόπησης της προκαταρκτικής αναφοράς ασφάλειας σχετίζονται με το σχεδιασμό και την τεκμηρίωση των διαδικασιών ενώ απαιτείται εκτίμηση και προτεραιοποίηση των κινδύνων, χωρίς ωστόσο να προτείνονται μέθοδοι για τη διαχείριση των κινδύνων.

Στον αντίποδα, η τροποποίηση της πράξης Clean Air Act (Clean Air Act Amendments - CAAA 112 (r) 1990), επέβαλε να συμπεριληφθούν διατάξεις για την πρόληψη των διαρροών εξαιρετικά επικίνδυνων ουσιών και τον περιορισμό του μεγέθους των επιπτώσεων τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, στις 31/1/1994 ο EPA δημοσίευσε έναν κατάλογο με επικίνδυνες ουσίες (*List Rule*), ο οποίος περιελάμβανε τις πιο επικίνδυνες ουσίες και οριακές τιμές-κατώφλια για κάθε μία από αυτές, ενώ στις 20/6/1996 προχώρησε στην έκδοση ενός νόμου ο οποίος ονομάστηκε *Πρόγραμμα Διαχείρισης Επικινδυνότητας (Risk Management Program Rule - RMP Rule)*.

Η εφαρμογή της νομοθεσίας του EPA αφορά σε όλες τις διεργασίες στις οποίες συμμετέχει τουλάχιστον μία επικίνδυνη ουσία του καταλόγου (*List Rule*) σε ποσότητα μεγαλύτερη από συγκεκριμένες οριακές τιμές - κατώφλια. Οι διεργασίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση: α) το ενδεχόμενο οι επιπτώσεις στην περίπτωση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος να υπερβαίνουν τα όρια της εγκατάστασης, β) το ιστορικό ατυχημάτων και γ) τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις πρόληψης του προτύπου Occupational Safety and Health Act Process Safety Management (OSHA PSM, 1992). Έτσι οι διεργασίες, οι οποίες στην περίπτωση ενός ατυχήματος δεν θα έχουν επιπτώσεις εκτός των ορίων της εγκατάστασης έχουν ελάχιστες απαιτήσεις. Επίσης, οι διεργασίες που ανήκουν σε βιομηχανικές κατηγορίες με ιστορικό ατυχημάτων ή συμμορφώνονται ήδη με τις απαιτήσεις του προτύπου OSHA PSM θα πρέπει απλώς να εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα πρόληψης (*prevention program*), το οποίο είναι πανομοιότυπο με τα αντίστοιχα στοιχεία του προτύπου OSHA. Για όλες τις υπόλοιπες διεργασίες, το πρόγραμμα RMP, απαιτεί από τις εγκαταστάσεις κάθε μεγέθους που χρησιμοποιούν συγκεκριμένες τοξικές και εύφλεκτες ουσίες να αναπτύξουν και να εφαρμόζουν ένα *Πρόγραμμα Διαχείρισης Επικινδυνότητας*, το οποίο θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- *Εκτίμηση Κινδύνων (Hazard Assessment)*: Ανάλυση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος (*worst-case release scenario*) και άλλων πιο πιθανών σεναρίων (*alternative release scenarios*), εκτίμηση επιπτώσεων από τα επιλεγμένα σενάρια πιθανών ατυχημάτων στον άνθρωπο και το περιβάλλον, ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη.
- *Πρόγραμμα Πρόληψης (Prevention Program)*: Μέτρα ασφάλειας, συντήρηση, παρακολούθηση και εκπαίδευση.
- *Πρόγραμμα Εκτάκτου Ανάγκης (Emergency Response Program)*: Εκπαίδευση των εργαζομένων, πληροφορίες πρώτων βοηθειών και διαδικασίες για ενημέρωση/ειδοποίηση του κοινού και των εξωτερικών φορέων σε περίπτωση ατυχήματος.

Όλες οι εγκαταστάσεις πρέπει να ετοιμάζουν και να υποβάλλουν στον EPA ένα *Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας (Risk Management Plan)*, το οποίο θα περιγράφει το Πρόγραμμα Διαχείρισης Επικινδυνότητας. Το Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας

διασφαλίζει τη συμμόρφωση της εγκατάστασης με τις ρυθμίσεις και περιγράφει την εκτίμηση των κινδύνων, το πρόγραμμα πρόληψης και το πρόγραμμα εκτάκτου ανάγκης. Αποσκοπεί στη μείωση του χημικού κινδύνου σε τοπικό επίπεδο και αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τις δυνάμεις καταστολής (αστυνομία, πυροσβεστική κλπ). Το σχέδιο αυτό πρέπει να είναι διαθέσιμο στις εθνικές και τοπικές αρχές και το κοινό και να αναθεωρείται κάθε πέντε χρόνια.

Σύμφωνα με τον EPA, οι απαιτήσεις των εγκαταστάσεων που υπάγονται στη νομοθεσία πρέπει να είναι ανάλογες με τους πιθανούς κινδύνους που εμφανίζουν. Στα πλαίσια αυτής της στρατηγικής, ο EPA ανέπτυξε τρία επίπεδα προγραμμάτων (program levels), προκειμένου κάθε διεργασία που υπάγεται στη νομοθεσία να αντιστοιχεί με βάση συγκεκριμένα κριτήρια σε ένα από τα τρία επίπεδα (βλ. Πίνακα 2.1). Το Πρόγραμμα 3 είναι το αυστηρότερο και εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες πάνω από τα προκαθορισμένα άνω όρια. Το Πρόγραμμα 2 εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με ποσότητες επικίνδυνων ουσιών μεταξύ της ανώτερης και της κατώτερης οριακής τιμής (άνω και κάτω όριο). Τέλος, το Πρόγραμμα 3 βρίσκει εφαρμογή σε μονάδες όπου οι ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών βρίσκονται μεν μεταξύ του άνω και κάτω ορίου, αλλά δεν υπάρχουν δημόσιοι αποδέκτες των επιπτώσεων του χειρότερου σεναρίου ατυχήματος και είναι σχεδόν ταυτόσημο με τη νομοθεσία του PSM του OSHA.

**Πίνακας 2.1:** Κριτήρια ταξινόμησης των διεργασιών στα προγράμματα 1,2,3 (Marchlik, 1996)

Πρόγραμμα 1	Πρόγραμμα 2	Πρόγραμμα 3
Δεν έχουν καταγραφεί ατυχήματα (τα τελευταία 5 έτη) με επιπτώσεις εκτός των ορίων της εγκατάστασης.	Η διεργασία δεν υπάγεται στα προγράμματα 1 και 3.	Η διεργασία υπόκειται στις απαιτήσεις του προτύπου OSHA PSM.
Στην περίπτωση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος, οι επιπτώσεις του ατυχήματος δεν προσβάλλουν κατοικημένες περιοχές και πάσης φύσεως υποδομές και κτίρια στα οποία υπάρχει κοινό.		Διεργασίες οι οποίες σύμφωνα με την ταξινόμηση Standard Industrial Classification (SIC) έχουν τους εξής κωδικούς: 2611 (Pulp mills), 2812 (Chlor-alkali), 2819 (Industrial inorganics), 2821 (Plastics and resins), 2865 (Cyclic crudes), 2869 (Industrial organics), 2873 (Nitrogen fertilizers), 2879 (Agricultural chemicals), 2911 (Petroleum refineries).
Ο συντονισμός για την αντιμετώπιση περιστατικών εκτάκτου ανάγκης γίνεται σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές.		

Οι απαιτήσεις των προγραμμάτων για τις διεργασίες που υπάγονται στη νομοθεσία RMP Rule παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2. Εάν μία διεργασία ικανοποιεί τα κριτήρια ενός προγράμματος π.χ. του προγράμματος 1, τότε η εγκατάσταση θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προγράμματος 1, ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες διεργασίες που εφαρμόζει. Έτσι, μία εγκατάσταση, ανάλογα με τις διεργασίες που περιλαμβάνει, μπορεί να πρέπει να συμμορφώνεται με οποιοδήποτε από τα τρία προγράμματα ή ακόμα και με τα τρία.

**Πίνακας 2.2:** Απαιτήσεις των προγραμμάτων για τις διεργασίες που υπάγονται στο νόμο RMP Rule (Marchlik 1996)

Πρόγραμμα 1	Πρόγραμμα 2	Πρόγραμμα 3
<b>Εκτίμηση Κινδύνου (Hazard Assessment)</b>		
Ανάλυση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος  Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη	Ανάλυση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος  Εναλλακτικά σενάρια πιθανών ατυχημάτων  Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη	Ανάλυση του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος  Εναλλακτικά σενάρια πιθανών ατυχημάτων  Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη
<b>Πρόγραμμα Διαχείρισης (Management Program)</b>		
-	Τεκμηρίωση του Συστήματος Διαχείρισης	Τεκμηρίωση του Συστήματος Διαχείρισης
<b>Πρόγραμμα Πρόληψης (Prevention Program)</b>		
Δεν απαιτούνται επιπρόσθετα μέτρα	Πληροφορίες για την ασφάλεια Επανεξέταση κινδύνων Διαδικασίες λειτουργίας Εκπαίδευση Συντήρηση Διερεύνηση περιστατικών Έλεγχος συμμόρφωσης	Πληροφορίες για τη βιομηχανική ασφάλεια Ανάλυση των κινδύνων Διαδικασίες λειτουργίας Εκπαίδευση Ακεραιότητα εξοπλισμού Διερεύνηση περιστατικών Έλεγχος συμμόρφωσης Διαχείριση μετατροπών Έλεγχος πριν την εκκίνηση Εργολάβοι Συμμετοχή των εργαζομένων Σύστημα αδειών για θερμές εργασίες (Hot work permits)
<b>Πρόγραμμα Εκτάκτου Ανάγκης (Emergency Response Program)</b>		
Ο συντονισμός των περιστατικών εκτάκτου ανάγκης πρέπει να γίνεται σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές	Ανάπτυξη ενός σχεδίου και προγράμματος	Ανάπτυξη ενός σχεδίου και προγράμματος
<b>Περιεχόμενα Σχεδίου Διαχείρισης Επικινδυνότητας (Risk Management Plan Contents)</b>		
Περίληψη της διοίκησης (π.χ. πολιτικές για την πρόληψη των ατυχημάτων και την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, περιγραφή της εγκατάστασης και των επικίνδυνων ουσιών, σενάρια ατυχημάτων, κτλ )  Κατάλογος με όλες τις επικίνδυνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στη διεργασία  Δεδομένα για το δυσμενέστερο σενάριο ατυχήματος  Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη	Περίληψη της διοίκησης (π.χ. πολιτικές για την πρόληψη των ατυχημάτων και την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, περιγραφή της εγκατάστασης και των επικίνδυνων ουσιών, σενάρια ατυχημάτων, κτλ )  Δήλωση (θα πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις επικίνδυνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στη διεργασία)  Δεδομένα για το δυσμενέστερο σενάριο ατυχήματος  Δεδομένα για τα εναλλακτικά	Περίληψη της διοίκησης (π.χ. πολιτικές για την πρόληψη των ατυχημάτων και την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, περιγραφή της εγκατάστασης και των επικίνδυνων ουσιών, σενάρια ατυχημάτων, κτλ )  Δήλωση (θα πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις επικίνδυνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στη διεργασία)  Δεδομένα για το δυσμενέστερο σενάριο ατυχήματος  Δεδομένα για τα εναλλακτικά



Πιστοποίηση	<p>σενάρια ατυχημάτων</p> <p>Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη</p> <p>Δεδομένα του προγράμματος πρόληψης</p> <p>Δεδομένα του προγράμματος εκτάκτου ανάγκης</p> <p>Πιστοποίηση</p>	<p>σενάρια ατυχημάτων</p> <p>Ιστορικό ατυχημάτων για τα τελευταία 5 έτη</p> <p>Δεδομένα του προγράμματος πρόληψης</p> <p>Δεδομένα του προγράμματος εκτάκτου ανάγκης</p> <p>Πιστοποίηση</p>
-------------	--	--

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.2, τα τρία προγράμματα απαιτούν την ανάλυση και την εκτίμηση επιπτώσεων από το δυσμενέστερο σενάριο ατυχήματος και την καταγραφή των ατυχημάτων για τα τελευταία πέντε έτη. Τα προγράμματα 2 και 3 απαιτούν επίσης την υλοποίηση της εκτίμησης επιπτώσεων από άλλα πιο πιθανά σενάρια ατυχημάτων (εναλλακτικά σενάρια πιθανών ατυχημάτων). Όσον αφορά τα προγράμματα πρόληψης, οι διεργασίες που αντιστοιχούν στο πρόγραμμα 1 θα πρέπει να πιστοποιούν ότι δεν απαιτούνται επιπρόσθετα μέτρα για τον έλεγχο των κινδύνων, ενώ οι διεργασίες του προγράμματος 2 θα πρέπει να εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα πρόληψης το οποίο αποτελείται από 7 στοιχεία (τα στοιχεία αυτά προέρχονται από το πρόγραμμα OSHA PSM). Οι διεργασίες του προγράμματος 3 θα πρέπει να εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα πρόληψης το οποίο είναι πανομοιότυπο με τις απαιτήσεις του OSHA PSM. Επίσης οι διεργασίες που ανήκουν στα προγράμματα 2 και 3 θα πρέπει να αναπτύσσουν ένα τεκμηριωμένο σύστημα διαχείρισης και να ορίζουν ένα άτομο που θα είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την ολοκλήρωση του συστήματος.

Οι διεργασίες του προγράμματος 1 θα πρέπει να διαβεβαιώνουν ότι ο συντονισμός για την αντιμετώπιση των έκτακτων περιστατικών γίνεται σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές, ενώ οι διεργασίες των προγραμμάτων 2 και 3 θα πρέπει να αναπτύσσουν και να εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα εκτάκτου ανάγκης. Τέλος κάθε διεργασία πρέπει να υποβάλλει ένα γραπτό Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας. Τα κοινά στοιχεία του Σχεδίου και για τα τρία επίπεδα προγραμμάτων είναι η περίληψη της διοίκησης, ο κατάλογος των επικινδυνών ουσιών, τα αποτελέσματα αναλύσεων και επιπτώσεων για το δυσμενέστερο σενάριο ατυχήματος, το ιστορικό ατυχημάτων και οι πιστοποιήσεις. Το Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας για τις διεργασίες που ανήκουν στο προγράμματα 2 και 3 απαιτεί επίσης πληροφορίες για τα εναλλακτικά σενάρια ατυχημάτων, το πρόγραμμα εκτάκτου ανάγκης και τα στοιχεία του προγράμματος πρόληψης.

Όλες οι εγκαταστάσεις που ακολουθούν τις απαιτήσεις των προγραμμάτων 1, 2 και 3 θα πρέπει να συμμορφώνονται και με τις απαιτήσεις της διάταξης CAA Section 112(r) (general duty clause of CAA Section 112(r) 1990). Σύμφωνα με τη διάταξη αυτή, ο ασκών την εκμετάλλευση της εγκατάστασης θα πρέπει να αναγνωρίζει όλους τους κινδύνους που μπορούν να οδηγήσουν σε διαρροές επικινδυνών ουσιών, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές εκτίμησης κινδύνου, να σχεδιάζει, να συντηρεί και να λειτουργεί μία ασφαλή εγκατάσταση και να λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα για τον περιορισμό των συνεπειών από τις διαρροές αυτές.

Ο EPA και ο OSHA συνεργάζονται στενά για την εφαρμογή των προγραμμάτων πρόληψης ατυχημάτων και διαχείρισης βιομηχανικής ασφάλειας (Process Safety Management). Οι δύο αυτές νομοθεσίες παρόλο που διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό έχουν πολλά κοινά στοιχεία, όπως η συμμετοχή των εργαζομένων, η ανάλυση κινδύνου, οι διαδικασίες λειτουργίας, η εκπαίδευση, οι εργολάβοι, η διαχείριση μετατροπών, η διερεύνηση ατυχημάτων, ο σχεδιασμός εκτάκτου ανάγκης, οι έλεγχοι συμμόρφωσης, κ.α. Οι δύο οργανισμοί έχουν διαφορετικό πεδίο εφαρμογής, ο EPA για τις συνέπειες εκτός της εγκατάστασης και ο OSHA για τις συνέπειες εντός της εγκατάστασης. Ουσιαστικά, η νομοθεσία του OSHA επικεντρώνεται στον εργαζόμενο, ενώ ο EPA επικεντρώνεται στη δημόσια υγεία και στο περιβάλλον και περιλαμβάνει περισσότερες απαιτήσεις για την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, ενώ παράλληλα απαιτεί τη διεξαγωγή εκτίμησης κινδύνου για την αποτίμηση των πιθανών συνεπειών από ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες που υπάγονται στη νομοθεσία. Η νομοθεσία του EPA προσθέτει και επεκτείνεται πάνω στη νομοθεσία του OSHA, ενώ εκτιμάται ότι οι εγκαταστάσεις που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του OSHA, θα επιβαρυνθούν ελάχιστα για τη συμμόρφωση με τον κανόνα RMP. Τέλος, ο EPA συνεργάζεται στενά με τις εθνικές και τοπικές αρχές για την εφαρμογή και τον συντονισμό των προγραμμάτων περιβαλλοντικής προστασίας και την ασφάλεια των εργαζομένων και του κοινού.

Συγκρίνοντας τη νομοθεσία EPA RMP με την Κοινοτική Οδηγία SEVESO II παρατηρείται ότι οι βασικές απαιτήσεις για τη διαχείριση της ασφάλειας είναι κοινές και για τα δύο νομοθετικά πλαίσια (Papadakis, 1998). Οι αρχές της Διαχείρισης Επικινδυνότητας της SEVESO II περιλαμβάνουν τα απαραίτητα σενάρια και δεδομένα για το σχεδιασμό των χρήσεων γης και το σχεδιασμό έκτακτης ανάγκης, ενώ η αντίστοιχη αμερικάνικη προσέγγιση αποδεικνύεται αρκετά πιο γραφειοκρατική και νωθρή (Gowland, 1999). Η Οδηγία SEVESO II χωρίζει τις εγκαταστάσεις σε δύο κατηγορίες (εγκαταστάσεις κοινοποίησης και εγκαταστάσεις μελέτης ασφάλειας), ενώ η νομοθεσία του EPA χρησιμοποιεί συγκεκριμένα κριτήρια για την ταξινόμηση των διεργασιών σε ένα από τα τρία επίπεδα προγραμμάτων ανάλογα με το βαθμό κινδύνου που εμφανίζει η κάθε διεργασία. Το πρώτο επίπεδο προγράμματος της νομοθεσίας EPA περιλαμβάνει όλες τις εγκαταστάσεις που δεν έχουν ιστορικό ατυχημάτων και αντιστοιχεί στις εγκαταστάσεις κοινοποίησης της SEVESO II. Από την άλλη πλευρά, οι εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου που αντιστοιχούν στο επίπεδο 3 πρέπει να εφαρμόζουν όλα τα στοιχεία του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) όπως ορίζονται στη SEVESO II. Η σύγκριση των απαιτήσεων των δύο νομοθετικών πλαισίων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.2 (Papadakis 1998).

**Πίνακας 2.2:** Σύγκριση των απαιτήσεων της νομοθεσίας EPA RMP και της Κοινοτικής Οδηγίας SEVESO II (Papadakis, 1998)

Απαιτήσεις	SEVESO II	EPA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΠΠΜΑ</li> <li>• Μελέτη Ασφάλειας</li> <li>• Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης</li> <li>• Επιθεωρήσεις κ.α.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εκτίμηση Κινδύνου</li> <li>• Πρόγραμμα Πρόληψης</li> <li>• Πρόγραμμα Εκτάκτου Ανάγκης</li> <li>• Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας</li> </ul>

Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κοινοποίηση</li> <li>• Μελέτη Ασφάλειας</li> </ul>	3 επίπεδα προγραμμάτων
<b>Στοιχεία Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας</b>	<b>Παράρτημα III - (c)</b>	<b>Επίπεδο προγράμματος</b>
Συμμετοχή Εργαζομένων (Employee Participation)	i	3
Εργολάβοι (Contractors)	i	3
Εκπαίδευση (Training)	i	2, 3
Πληροφορίες Βιομηχανικής Ασφάλειας (Process Safety Information)	ii	2, 3
Ανάλυση Κινδύνων (Process Hazard Analysis)	ii	2, 3
Εκτίμηση Κινδύνου (Hazard Assessment)	ii	1, 2, 3
Διερεύνηση Περιστατικών (Incident Investigation)	ii	2, 3
Διαδικασίες Λειτουργίας (Operating Procedures)	iii	2, 3
Έλεγχος Ασφάλειας πριν την Εκκίνηση (Prestartup Safety Review)	iii	3
Ακεραιότητα Εξοπλισμού (Mechanical Integrity)	iii	3
Σύστημα Αδειών για Θερμές Εργασίες (Hot Work Permit)	iii	3
Διαχείριση Μετατροπών (Management of Change)	iv	3
Σχεδιασμός και Ετοιμότητα Εκτάκτου Ανάγκης (Emergency Planning and Response)	v	1, 2, 3
Παρακολούθηση Επίδοσης (Monitoring Performance)	vi	Σχέδιο Διαχείρισης Επικινδυνότητας
Έλεγχος Συμμόρφωσης (Compliance Audits)	vii	2, 3

## 2.4 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο και εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με τις Κοινοτικές Οδηγίες

### 2.4.1 Γενικά

Η Ελλάδα εναρμόνισε το εθνικό της δίκαιο με την κοινοτική νομοθεσία -όπως αυτή παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους- με τις ακόλουθες αποφάσεις (Γεωργιάδου, 2001):

- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 18187/272 "Καθορισμός μέτρων και περιορισμών για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης, που περιλαμβάνουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες", (ΦΕΚ 26/Β/3-3-1988), για την εναρμόνιση με τις Κοινοτικές οδηγίες 82/501/ΕΚ και 87/216/ΕΚ).
- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 77119/4607, Φ.Ε.Κ. 532/Β/19-7-1993, για την τροποποίηση και συμπλήρωση της ΚΥΑ 18187/272/88 και την εναρμόνιση με την οδηγία 88/610/ΕΟΚ).
- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 5697/590, (ΦΕΚ 405/Β/29-3-2000): «Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε

εγκαταστάσεις ή μονάδες λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών», για την αντικατάσταση των αποφάσεων 18187/272/88 & 77119/4607 και την εναρμόνιση με την οδηγία SEVESO II. Η απόφαση αυτή καθορίζει σήμερα τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στη χώρα μας για την πρόληψη και αντιμετώπιση των BAME και με βάση αυτή τίθεται μια σειρά μέτρων και διαδικασιών που πρέπει να ακολουθηθούν με στόχο την πρόληψη των BAME και την ετοιμότητα αντιμετώπισης σε περίπτωση που ένα τέτοιο ατύχημα συμβεί.

• Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 12044/613/07, (ΦΕΚ 376/Β/19-3-2007): «Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/ΕΚ, για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες», για την αντικατάσταση της ΚΥΑ 5697/590/2000.

#### **2.4.2 Εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία SEVESO II (ΚΥΑ 5697)**

Η Ελλάδα ενσωμάτωσε στο εθνικό της δίκαιο την Οδηγία SEVESO II μέσω της απόφασης ΚΥΑ 5697/590 (ΦΕΚ 405/Β/29.03.2000) για «τον καθορισμό μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών».

Η εφαρμογή της νομοθεσίας αφορά τόσο σε νέες όσο και σε υφιστάμενες βιομηχανικές δραστηριότητες, που είναι δυνατό να περικλείουν κινδύνους βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης με σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται στις μονάδες όπου υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες (υπό τη μορφή πρώτων υλών, προϊόντων, παραπροϊόντων, καταλοίπων ή ενδιάμεσων προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που αναμένεται να προκύψουν σε περίπτωση ατυχήματος) σε ποσότητες ίσες ή ανώτερες από ορισμένες οριακές τιμές που αναφέρονται στο Μέρος 1 και 2 του Παραρτήματος I της απόφασης. Στο Μέρος 1 αναφέρονται συγκεκριμένες (κατονομαζόμενες) ουσίες, ενώ στο Μέρος 2 αναφέρονται κατηγορίες ουσιών με βάση την ταξινόμηση των χημικών ουσιών σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Και στα δύο Μέρη υπάρχουν δυο κατηγορίες οριακών ποσοτήτων, που ορίζουν τις κατώτερες και ανώτερες οριακές τιμές των επικίνδυνων ουσιών, βάση των οποίων οι εγκαταστάσεις υπόκεινται σε διαφορετικές απαιτήσεις.

Στην παρούσα εργασία, για λόγους ομοιομορφίας και δεδομένου ότι η ανάπτυξη και εφαρμογή της ενιαίας μεθοδολογίας αξιολόγησης βασίζεται στην ΚΥΑ 5697/590/2000, προσβλέποντας στην πλήρωση των προϋποθέσεων και όρων αυτής, υιοθετούνται όλοι οι ορισμοί, προϋποθέσεις, προδιαγραφές, περιεχόμενα και προβλέψεις που αναφέρονται στην εν λόγω νομοθεσία σχετικά με τη Μελέτη Ασφάλειας, την Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης, το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) και τα λοιπά στοιχεία της νομοθεσίας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, σε αντιστοιχία με την Οδηγία SEVESO II, σύμφωνα με το άρθρο 4, εξαιρούνται από τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την ΚΥΑ 5697/590/2000, οι

στρατιωτικές εγκαταστάσεις, οι κίνδυνοι από ιοντίζουσα ακτινοβολία, η οδική, σιδηροδρομική, θαλάσσια ή αεροπορική μεταφορά επικίνδυνων ουσιών, οι εργασίες των βιομηχανιών εξόρυξης και οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Τα βασικότερα θέματα που καλύπτει η απόφαση ΚΥΑ 5697/590/00, η πλειοψηφία των οποίων ταυτίζεται με τα αντίστοιχα άρθρα της Οδηγίας SEVESO II όπως περιγράφηκε παραπάνω, είναι εν συντομία τα εξής:

- *Γενικές υποχρεώσεις του ασκούντος την εκμετάλλευση (Άρθρο 5):* Ο ασκών την εκμετάλλευση (ο υπεύθυνος για τη διαχείριση και λειτουργία της εγκατάστασης) είναι υποχρεωμένος:
  - Να λαμβάνει όλα τα μέτρα τα επιβαλλόμενα για την προστασία του περιβάλλοντος, την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων, και την πρόληψη των ατυχημάτων μεγάλης έκτασης και τον περιορισμό των συνεπειών τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον.
  - Να αποδεικνύει κάθε στιγμή στις αρμόδιες αρχές για τη διενέργεια επιθεωρήσεων ή ελέγχων ότι προσδιόρισε τους υφιστάμενους κινδύνους ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, έλαβε τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας και πληροφόρησε και εκπαιδύσε τα άτομα που εργάζονται στον τόπο της εγκατάστασης για την ασφάλεια τους.
- *Κοινοποίηση:* Ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται να υποβάλλει κοινοποίηση στην αδειοδοτούσα αρχή για τις νέες και τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις σχετικά με τις δραστηριότητες της εγκατάστασης, τις επικίνδυνες ουσίες και τις πιθανότητες πρόκλησης ατυχήματος μεγάλης έκτασης.
- *Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης:* Για τις εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες ίσες ή μεγαλύτερες από συγκεκριμένες οριακές τιμές-κατώφλια, ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται να συντάσσει και να υποβάλλει στην αδειοδοτούσα αρχή έκθεση στην οποία να αναφέρεται η Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης, καθώς και οι όροι και οι μέθοδοι διασφάλισης της ορθής εφαρμογής της.
- *Μελέτη Ασφάλειας:* Για τις εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες ίσες ή μεγαλύτερες από συγκεκριμένες οριακές τιμές-κατώφλια, ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται να υποβάλλει στην αδειοδοτούσα αρχή μελέτη ασφάλειας με την οποία να καταδεικνύεται ότι εφαρμόζεται μία Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ). Η μελέτη ασφάλειας περιλαμβάνει λεπτομέρειες για την εγκατάσταση, τις επικίνδυνες ουσίες, τους κινδύνους μεγάλου ατυχήματος, τα μέτρα για την πρόληψη και τον περιορισμό των συνεπειών τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση των εγκαταστάσεων, τα εσωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης, τα αποτελέσματα του φαινομένου domino σε περίπτωση εγγύτητας της εγκατάστασης με άλλες επικίνδυνες εγκαταστάσεις.
- Στο σημείο αυτό δεν πραγματοποιείται επέκταση στο περιεχόμενο, τις προϋποθέσεις υποβολής και την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας σύμφωνα με την ισχύουσα

νομοθεσία, καθώς ειδική αναφορά σχετικά με την Μελέτη Ασφάλειας θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.

- *Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης:* Ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται να καταρτίζει εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης και να παρέχει στις αρμόδιες αρχές τις αναγκαίες πληροφορίες ώστε να μπορούν να καταρτίσουν το εξωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης.
- *Πολλαπλασιαστικά Αποτελέσματα (φαινόμενο Domino):* Η αδειοδοτούσα αρχή βασιζόμενη στις πληροφορίες που παρέχει ο ασκών την εκμετάλλευση (με βάση την κοινοποίηση και τη μελέτη ασφάλειας) πρέπει να καθορίζει τις εγκαταστάσεις ή ομάδες εγκαταστάσεων, όπου η πιθανότητα και η δυνατότητα ή οι συνέπειες μεγάλου ατυχήματος μπορεί να αυξάνονται λόγω της θέσης και της εγγύτητας αυτών των εγκαταστάσεων και των ειδών και ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών που διαθέτουν.
- *Μετατροπές Εγκατάστασης, Μονάδας ή Χώρου Αποθήκευσης:* Σε περίπτωση μετατροπών μιας εγκατάστασης, μονάδας, αποθήκης, διαδικασίας παραγωγής ή της φύσης και των ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών, ο ασκών την εκμετάλλευση επανεξετάζει και αναθεωρεί την Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και τη μελέτη ασφάλειας (στην περίπτωση της Πολιτικής Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης η αναθεώρηση γίνεται εάν απαιτείται).
- *Σχεδιασμός Χρήσεων Γης:* Αναφέρεται για πρώτη φορά στη Οδηγία SEVESO II και την αντίστοιχη απόφαση σε εθνικό επίπεδο, ότι οι αρμόδιες αρχές μεριμνούν ώστε οι στόχοι της πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων και του περιορισμού των συνεπειών τους να λαμβάνονται υπόψη κατά την κατάρτιση των σχεδίων χρήσεων γης και κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- *Πληροφορίες για τα Μέτρα Ασφάλειας - Ενημέρωση Κοινού:* Οι αρμόδιες αρχές μεριμνούν για τη δημοσιοποίηση περίληψης πληροφοριακών στοιχείων της εγκατάστασης, όπως πληροφορίες για τις επικίνδυνες ουσίες, τη φύση των κινδύνων μεγάλου ατυχήματος, τους τρόπους προειδοποίησης του σχετικού πληθυσμού σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος, τις ενδεδειγμένες ενέργειες και συμπεριφορά του πληθυσμού στην περίπτωση αυτή, το εξωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης, κ.α. Επίσης η αδειοδοτούσα αρχή μεριμνά για τη δημοσιοποίηση της μελέτης ασφάλειας (ορισμένα μέρη της έκθεσης δεν δημοσιοποιούνται για λόγους βιομηχανικού, εμπορικού ή προσωπικού απορρήτου). Τέλος, η αδειοδοτούσα αρχή μεριμνά ώστε το κοινό να μπορεί να δίδει τη γνώμη του στο σχεδιασμό για νέες εγκαταστάσεις μελέτης ασφάλειας, στη μετατροπή υφιστάμενων εγκαταστάσεων όταν οι προβλεπόμενες μετατροπές υπόκεινται στις χωροταξικές απαιτήσεις της Οδηγίας και στη διαρρύθμιση των χώρων γύρω από τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις.
- *Περίπτωση Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης:* Μετά από μεγάλο ατύχημα, ο ασκών την εκμετάλλευση υποχρεούται το συντομότερο δυνατό να ενημερώνει την αδειοδοτούσα αρχή και να της παρέχει τις διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το ατύχημα. Η αδειοδοτούσα αρχή σε συνεργασία με τις συναρμόδιες αρχές εξασφαλίζει τη λήψη των επειγόντων μέτρων που προβλέπονται στα σχέδια έκτακτης ανάγκης. Επίσης, συλλέγει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ανάλυση του ατυχήματος, προβαίνει σε

ενέργειες, ώστε να εξασφαλίζει ότι ο ασκών την εκμετάλλευση λαμβάνει τα απαιτούμενα θεραπευτικά μέτρα και διατυπώνει συστάσεις για μελλοντικά προληπτικά μέτρα.

- *Πληροφορίες που παρέχονται στην Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων:* Για την πρόληψη και τον περιορισμό των επιπτώσεων των μεγάλων ατυχημάτων, τα Κράτη Μέλη (στην περίπτωση της Ελλάδας αρμόδιος φορέας είναι το ΥΠΕΧΩΔΕ) ενημερώνουν την Επιτροπή, το συντομότερο δυνατόν, σχετικά με τα μεγάλα ατυχήματα που συνέβησαν στο έδαφός τους (περιγραφή του ατυχήματος, των επιπτώσεων, των ληφθέντων μέτρων έκτακτης ανάγκης και των προφυλάξεων για την αποφυγή επανάληψης του ατυχήματος). Στο πλαίσιο αυτό έχει αναπτυχθεί η βάση δεδομένων MARS (Major Accident Reporting System) στο σχετικό οργανισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ατυχήματα μεγάλης έκτασης.
- *Επιθεωρήσεις - Έλεγχοι:* Η αδειοδοτούσα αρχή οργανώνει, σε συνεργασία με τις συναρμόδιες αρχές, σύστημα επιθεωρήσεων ή άλλων μέτρων ελέγχου ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης με στόχο την οργανωμένη και συστηματική εξέταση των τεχνικών, οργανωτικών και διαχειριστικών συστημάτων της εγκατάστασης.
- *Εκπροσώπηση - Ανταλλαγές και Σύστημα Πληροφόρησης:* Το ΥΠΕΧΩΔΕ ορίζεται ως αρμόδιος φορέας για την εκπροσώπηση της χώρας στην Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, για την ενημέρωση της Επιτροπής σχετικά με τις αποκτηθείσες εμπειρίες στον τομέα της πρόληψης των μεγάλων ατυχημάτων και του περιορισμού των συνεπειών τους και για την ενημέρωση από την Επιτροπή για τα ατυχήματα τα οποία συνέβησαν στην επικράτεια των Κρατών Μελών. Το σύστημα πληροφόρησης περιλαμβάνει τις πληροφορίες που παρέχουν τα Κράτη Μέλη προς την Επιτροπή, την ανάλυση των αιτιών ατυχημάτων, τη γνώση και την απόκτηση εμπειρίας που αποκομίστηκαν από τα ατυχήματα και τα προληπτικά μέτρα που απαιτούνται για την αποφυγή επανεμφάνισης των ατυχημάτων.

#### 2.4.3 Η νέα ελληνική νομοθεσία για την εναρμόνιση με την Οδηγία 2003/105/EK

Η Ελλάδα στις 19/3/2007 εναρμόνισε τη νομοθεσία της με την Οδηγία 2003/105/EK (αναθεωρημένη Οδηγία SEVESO II) αντικαθιστώντας την ΚΥΑ 5697/590 (ΦΕΚ 405/Β/29.03.2000) με την απόφαση ΚΥΑ 12044/690 (ΦΕΚ 376/Β/19.03.2007) που αφορά «στον καθορισμό μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/EK, “για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/EK του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες” και για την αντικατάσταση της ΚΥΑ 5697/590/2000».

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια του έργου της «Αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας εγκαταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης» που εκπονήθηκε από το Πολυτεχνείο Κρήτης με ανάθεση του ΥΠΑΝ και στο οποίο αναφέρεται η παρούσα εργασία, η νομοθεσία στην οποία βασίστηκε η χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία είναι η Κοινοτική Οδηγία SEVESO II και κυρίως η ΚΥΑ 5697/590/2000, της οποίας οι όροι

και προϋποθέσεις αποτέλεσαν τους βασικούς άξονες της μεθοδολογίας. Κατά την περίοδο ολοκλήρωσης του έργου (Δεκέμβριος του 2006) η ΚΥΑ 12044/690 δεν είχε ακόμη θεσμοθετηθεί ή τεθεί σε εφαρμογή, ωστόσο, με σκοπό την απόκτηση μιας ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την πρόληψη και την αντιμετώπιση από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα στην Ελλάδα μέχρι και σήμερα, παρατίθεται στην παράγραφο αυτή μια σύντομη παρουσίαση της.

Στη νέα ΚΥΑ έχουν όλες γίνει όλες οι τροποποιήσεις που υπαγορεύονται από την Κοινοτική Οδηγία 2003/105/ΕΚ, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω. Πέραν αυτών, υπάρχουν ορισμένες επιπλέον τροποποιήσεις που προέκυψαν από την αποκτηθείσα εμπειρία κατά την εφαρμογή της ΚΥΑ 5697/590/2000.

Οι πρόσθετες αλλαγές στη νέα ελληνική νομοθεσία αφορούν στα ακόλουθα σημεία (ΚΥΑ 12044/613, 2007):

- Απλοποίηση των διαδικασιών με τη μείωση των απαιτούμενων αντιγράφων της Μελέτης Κοινοποίησης (υποβολή πλέον 8 αντί 9 αντιγράφων στην αδειοδοτούσα αρχή).
- Απλοποίηση των διαδικασιών με τη μείωση των απαιτούμενων αντιγράφων της Μελέτης Ασφάλειας (υποβολή 9 αντί 11 αντιγράφων στην αδειοδοτούσα αρχή).
- Προσδιορισμός της αρμοδιότητας του Γενικού Χημείου του Κράτους για τον καθορισμό των επικίνδυνων ουσιών που διαχειρίζεται μια εγκατάσταση και την υπαγωγή της ή όχι στις διατάξεις της αναφερόμενης ΚΥΑ.
- Απαίτηση και για ηλεκτρονική υποβολή, πλέον της έγγραφης μορφής των απαιτούμενων μελετών στις αρμόδιες αρχές.
- Προσδιορισμός και νομοθετικά της υποχρέωσης των υπηρεσιών χορήγησης άδειας λειτουργίας εγκατάστασης να ενημερώνουν στις 31 Ιανουαρίου κάθε έτους τις αρμόδιες αρχές για τις εγκαταστάσεις της περιοχής αρμοδιότητάς τους, οι οποίες υπάγονται στις διατάξεις της παρούσας ΚΥΑ, με βάση τις ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που αποθηκεύουν ή διαχειρίζονται (υπέρβαση του κάτω ορίου συνεπάγεται την υποχρέωση υποβολής Μελέτης Κοινοποίησης, ενώ υπέρβαση του άνω ορίου την υποβολή Μελέτης Ασφάλειας).
- Θεσμοθέτηση της Υποστηρικτικής ομάδας Διαχείρισης κρίσεων στη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, η οποία διαθέτει ένα αντίγραφο της Μελέτης Ασφάλειας κάθε εγκατάστασης για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.
- Αν και ο συνολικός χρόνος της αξιολόγησης της Μελέτης Ασφάλειας παραμένει 6 μήνες, γίνεται προσπάθεια για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του χρόνου αξιολόγησης των μελετών μεταξύ των διαφόρων αρμόδιων υπηρεσιών.

Στα πλαίσια εφαρμογής της νέας ΚΥΑ 12044/613, θα πρέπει να καθοριστούν άμεσα οι εγκαταστάσεις που υπάγονται στο άνω και κάτω όριο (στήλη 2 και 3 αντίστοιχα) του Παραρτήματος Ι, Μέρος 1 και 2, ενώ και οι αρμόδιες αρχές που αδειοδοτούν τις εγκαταστάσεις σε όλη τη χώρα, οφείλουν να ελέγξουν εκ νέου τις μονάδες της περιοχής που



άπτεται των αρμοδιοτήτων τους, για τυχόν υπαγωγή νέων εγκαταστάσεων στις διατάξεις της ΚΥΑ. Επιπλέον, η Επιτροπή εκπροσώπων των Υπουργείων που συνέρχεται στα πλαίσια εφαρμογής της ΚΥΑ, οφείλει να καθορίσει το πλήθος σεναρίων και πληροφοριών που θα πρέπει να περιέχονται στις Μελέτες Ασφάλειας, δεδομένου ότι αυτές θα πρέπει να είναι λιτές και περιεκτικές και να λειτουργούν ως αποτελεσματικό εργαλείο και όχι μόνο ως μέσο κάλυψης των νομοθετικών υποχρεώσεων. Επίσης, θα πρέπει να προσδιοριστεί εκ νέου ο όρος ανανέωση μελέτης, όπως και οι συνεπαγόμενες της ανανέωσης και επικαιροποίησης απαιτήσεις.

Με την εφαρμογή της νέας νομοθεσίας αναμένεται να ελαττωθεί ο αριθμός των υπαγόμενων σε αυτή μονάδων, δεδομένου ότι θα εξαιρεθούν αρκετές εγκαταστάσεις αποθήκευσης πετρελαιοειδών, ενώ ενδεχομένως θα αυξηθεί ο αριθμός των εγκαταστάσεων επεξεργασίας τοξικών αποβλήτων και αυτών που χρησιμοποιούν επικίνδυνες ουσίες για το περιβάλλον.

Προκειμένου να υπάρχει ένας ενιαίος τρόπος σύνταξης αλλά και πληρότητα των στοιχείων των Μελετών Ασφάλειας, τα αρμόδια Υπουργεία σύντομα θα προβούν στην έκδοση αναθεωρημένων κατευθυντήριων γραμμών για τη σύνταξη της Μελέτης Ασφαλείας όσον αφορά στην εκτίμηση των επιπτώσεων από τα βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης στον άνθρωπο, το περιβάλλον και τις ζώνες προστασίας του κοινού.

#### **2.4.4 Η εφαρμογή της Οδηγίας SEVESO II και της ΚΥΑ 5697/590 στην Ελλάδα**

Στα πλαίσια εφαρμογής της ΚΥΑ 5697/2000 στην Ελλάδα, οι απαιτήσεις για τους ασκούντες την εκμετάλλευση περιορίζονται στις ερμηνευτικές ρήτρες της Κοινοτικής Οδηγίας SEVESO II. Οι αρμόδιες αρχές της χώρας που ασχολούνται με την προώθηση όλων των θεμάτων σχετικά με την εφαρμογή της Οδηγίας SEVESO II είναι τα Υπουργεία:

- Ανάπτυξης
- Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων,
- Υγείας και Πρόνοιας,
- Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων,
- Δημόσιας Τάξης, ως εποπτεύον Υπουργείο του Πυροσβεστικού Σώματος και
- οι Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις της χώρας, στα όρια των οποίων βρίσκονται οι εγκαταστάσεις με τις επικίνδυνες ουσίες που υπάγονται στις διατάξεις της Οδηγίας.

Επιπλέον, έχει συγκροτηθεί υπουργική επιτροπή με εκπροσώπους όλων των συναρμόδιων Υπουργείων, η οποία επιλύει όλα τα τρέχοντα προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της Οδηγίας SEVESO II στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα οι εγκαταστάσεις που υπάγονται στην Οδηγία SEVESO II είναι 126. Από αυτές οι 45 περίπου βρίσκονται στη Βόρεια Ελλάδα, 32 στην Αττική, 22 στην Κεντρική Ελλάδα, 6 στη Νότια Ελλάδα και 22 στη νησιωτική χώρα (Ζιώμας, 2007). Όσον αφορά στη δραστηριότητα των εγκαταστάσεων που υπάγονται στην Οδηγία, οι εγκαταστάσεις υγρών καυσίμων αποτελούν την πλειοψηφία (ποσοστό 42%), ενώ ακολουθούν οι εγκαταστάσεις υγγραερίων, φυτοφαρμάκων, εκρηκτικών, διυλιστηρίων, χημικών και λοιπών κατηγοριών.

Σε νομοθετικό επίπεδο, και βάσει της σχετικής ΚΥΑ, δεν απαιτείται επί του παρόντος ποσοτική ανάλυση επικινδυνότητας, όπως και μελέτες περιβαλλοντικής επικινδυνότητας για τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου. Ωστόσο, η εκτίμηση της περιβαλλοντικής επικινδυνότητας λαμβάνει υπόψη την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, μια ξεχωριστή και ανεξάρτητη από τη SEVESO II μελέτη, η οποία είναι υποχρεωτική για όλες τις εγκαταστάσεις που διαχειρίζονται ή αποθηκεύουν επικίνδυνες ουσίες. Όσον αφορά στα επίσημα έγγραφα και εργαλεία για την υποστήριξη των Μελετών Ασφάλειας, η ελληνική νομοθεσία δεν παρέχει σαφείς κατευθύνσεις και καθοδήγηση, με εξαίρεση ένα σύστημα προσδιορισμού ζωνών επιπτώσεων, με συγκεκριμένα κοινώς αποδεκτά κριτήρια επιπτώσεων όπως συγκεκριμένα επίπεδα τοξικότητας, θερμικής ακτινοβολίας και υπερπίεσης, που έχουν προταθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το Υπουργείο Ανάπτυξης στα πλαίσια σχεδιασμού και εφαρμογής των Εξωτερικών Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης. Επιπλέον, καθώς δεν έχουν θεσπιστεί συγκεκριμένα κριτήρια επικινδυνότητας, αρκετές Μελέτες Ασφάλειας έχουν αναπτυχθεί στηριζόμενες στα αντίστοιχα κριτήρια που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές πρακτικές άλλων κρατών μελών (van Steen & Papadakis, 2004).

Σε ότι αφορά στην αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας, αυτή πραγματοποιείται από έξι αρμόδιες αρχές ακολουθώντας έξι παράλληλες διαδικασίες αξιολόγησης, οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και διαρκούν κατά το μέγιστο έξι μήνες για την πρώτη φάση της αξιολόγησης. Σε περίπτωση που η αξιολόγηση από τις αρμόδιες αρχές δεν προσδώσει σημαντικά ευρήματα και ελλείψεις σχετικά με την πληρότητα και την επάρκεια των σεναρίων ατυχημάτων και τα περιεχόμενα του διαχειριστικού συστήματος ασφάλειας, η Μελέτη Ασφάλειας «καταχωρείται», χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα πορίσματα της προκαταρκτικής αξιολόγησης. Η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των αρμόδιων αρχών ενθαρρύνεται, ωστόσο την πρωταρχική ευθύνη της αξιολόγησης της συνολικής επικινδυνότητας και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας φέρει το Υπουργείο Ανάπτυξης. Κατά τη δεύτερη και κύρια φάση της αξιολόγησης, διεξάγεται μια λεπτομερής αξιολόγηση και εκτίμηση της Μελέτης Ασφάλειας υπό τον συντονισμό του Υπουργείου Ανάπτυξης, και η μελέτη γίνεται τελικά αποδεκτή ή απορρίπτεται ως ανεπαρκής και μη ικανοποιητική. Μέχρι το 2004 καμία Μελέτη Ασφάλειας δεν είχε γίνει πλήρως αποδεκτή, καθώς δεν υπήρχε ακόμη μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης, όπως και καθορισμένες διαδικασίες αξιολόγησης κατά τις απαιτήσεις της ΚΥΑ 5697/2000 (van Steen & Papadakis, 2004).

Αναφορικά με τις επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων, πρόσφατα έπειτα από πρωτοβουλία του Υπουργείου Απασχόλησης και του ΥΠΙΑΝ και σε συνεργασία με τα μεγάλα διυλιστήρια της χώρας αναπτύχθηκαν εθνικά κριτήρια επιθεώρησης με βάση την Οδηγία SEVESO II, όπως και πρόγραμμα επιθεωρήσεων για τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου στην Ελλάδα, υπό τον επιστημονικό και διοικητικό συντονισμό του Πολυτεχνείου Κρήτης, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της βιομηχανίας και των αρμόδιων αρχών, καθώς και τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων των Μελετών Ασφάλειας. Τα κριτήρια των επιθεωρήσεων παρατίθενται στο Παράρτημα V.

Η εφαρμογή της ΚΥΑ 5697/590 και κατ' επέκταση της Οδηγίας SEVESO II συνάντησε από την αρχή ακόμα δυσκολίες σε όλα τα επίπεδα –κεντρική διοίκηση, περιφερειακή διοίκηση,

βιομηχανία κλπ. Ορισμένα βασικά προβλήματα και πρακτικά θέματα εφαρμογής αφορούν (Μαυρούκας, 2007):

- στην ευαισθητοποίηση και πληροφόρηση όλων των εμπλεκόμενων μερών για την εφαρμογή της νομοθεσίας,
- στην αξιολόγηση και καταγραφή των εγκαταστάσεων της χώρας που υπάγονται στο πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ, καθώς και στον καθορισμό του επιπέδου επικινδυνότητας στο οποίο ανήκουν (εγκαταστάσεις που υποχρεούνται σε υποβολή κοινοποίησης ή Μελέτης Ασφάλειας),
- στην εκπόνηση των Μελετών Ασφάλειας με ενιαίο τρόπο,
- στην αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας, λόγω έλλειψης εμπειρίας και τεχνογνωσίας από τις αρμόδιες αρχές
- στην εκπαίδευση του προσωπικού των αρμόδιων αρχών για τη διεξαγωγή επιθεωρήσεων και ελέγχων
- στο συντονισμό όλων των αρμόδιων αρχών για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή της νομοθεσίας

Κατά την εφαρμογή της ΚΥΑ 5697/2000, σύμφωνα με τους van Steen και Papadakis (2004) σημειώθηκαν ορισμένες σημαντικές καθυστερήσεις, οι οποίες κυρίως οφείλονται –όπως προαναφέρθηκε- στην έλλειψη ανθρωπίνων πόρων και εμπειρίας των αρμόδιων αρχών, στην έλλειψη συντονισμού μεταξύ των αρχών, καθώς και την εξάρτηση από την τεχνογνωσία της βιομηχανίας, από εξωτερική υποστήριξη και από την αποκτηθείσα εμπειρία των υπόλοιπων κρατών μελών. Η έλλειψη πολιτικής δραστηριοποίησης για άμεσα μέτρα και βελτιώσεις στον τομέα της βιομηχανικής ασφάλειας πηγάζει από το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια δεν έχουν σημειωθεί στη χώρα σημαντικά Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης υπό τη στενή έννοια του όρου, ενώ επιπλέον δεν υπάρχει ανάπτυξη ή επέκταση της υπάρχουσας βιομηχανίας, καθώς ελάχιστες επενδύσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε ολόκληρη τη χώρα.

Σε ότι αφορά στις μικρότερες εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου (κυρίως εγκαταστάσεις φυτοφαρμάκων), τα προβλήματα επικεντρώνονται στην ανάπτυξη και αξιολόγηση των Συστημάτων Διαχείρισης Ασφάλειας, καθώς η οργανωτική τους δομή είναι ιδιαίτερα απλή και οι διαθέσιμοι πόροι αρκετά περιορισμένοι. Ως εκ τούτου, οι εγκαταστάσεις αυτές εμφανίζονται πιο παθητικές στην εφαρμογή της νομοθεσίας, αναμένοντας και επιζητώντας υποστήριξη από τις αρμόδιες αρχές και από εξωτερικούς συμβούλους. Προς την κατεύθυνση αυτή, το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει θεσπίσει έναν αριθμό υποστηρικτικών προγραμμάτων για τη βελτίωση των μέτρων πρόληψης και ελέγχου των BAME, τα οποία αφορούν τεχνικές διατάξεις και διαχειριστικά συστήματα σχετικά με την ασφάλεια, την ποιότητα και τον περιβαλλοντικό έλεγχο.

Γεγονός αποτελεί ότι η εφαρμογή της ΚΥΑ 5697/590 και κατ' επέκταση της Οδηγίας SEVESO II θα έχει στο εγγύς μέλλον συνολικά θετικό αντίκτυπο στη μέριμνα και τα λαμβανόμενα μέτρα έναντι των μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων. Ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι οι προσπάθειες της πολιτείας υποστηρίζονται ένθερμα από τη βιομηχανία και ειδικότερα τις μεγάλες εγκαταστάσεις της χώρας, όπως διωλιστήρια και εγκαταστάσεις αποθήκευσης πετρελαιοειδών και καυσίμων. Τα αποτελέσματα αυτών των προσπαθειών αναμένονται άμεσα στα επόμενα χρόνια, δεδομένης της κινητοποίησης των αρμοδίων αρχών,

καθώς και του εύκολα διαχειρίσιμου μεγέθους της βιομηχανίας με περιορισμένο αριθμό διακριτών δραστηριοτήτων σε περιορισμένες σχετικά εγκαταστάσεις.

Κατά καιρούς εξάλλου αναθεωρούνται οι αντιλήψεις για διάφορα τεχνικά θέματα, επανεκτιμώνται οι επιπτώσεις μετά από ατυχήματα που συνέβησαν σε ευρωπαϊκή και παγκόσμια κλίμακα, ενώ παράλληλα αυξάνεται η τεχνογνωσία των εμπλεκομένων φορέων και βελτιώνονται τα τεχνικά μέσα. Απαραίτητη είναι η διαρκής τεχνολογική και επιστημονική ενημέρωση τόσο των αρχών όσο και της βιομηχανίας, η συνεργασία με ερευνητικούς φορείς (πχ πανεπιστημιακά ιδρύματα) και κάθε άλλο πρόσφορο μέσο. Επιπλέον, απαιτείται διαρκής επικοινωνία της Ελλάδας με τα υπόλοιπα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την από κοινού αντιμετώπιση και προσέγγιση των διαφόρων ζητημάτων σχετικά με κινδύνους που ενυπάρχουν σε εγκαταστάσεις λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, γεγονός που θα συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των ενεργειών της κάθε χώρας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Η ΜΕΛΕΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

---

#### 3.1 Γενικά

Η Κοινοτική Οδηγία Seveso II, η ενσωμάτωση της στην ελληνική νομοθεσία μέσω της ΚΥΑ 5697/590 και η εφαρμογή της στη χώρα μας στοχεύει στην πρόληψη των κινδύνων που μπορεί να οδηγήσουν σε ατυχήματα μεγάλης έκτασης στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες και στον περιορισμό των συνεπειών τους στον άνθρωπο και στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα αποτελεί σημαντική πτυχή της εθνικής πολιτικής που διέπει τη βιομηχανική ασφάλεια. Η απαίτηση για υποβολή της *Μελέτης Ασφάλειας* είναι ένα από τα κυριότερα μέτρα και μέσα επίτευξης αυτού του στόχου.

Η *Μελέτη Ασφάλειας* (ΜΑ) απεικονίζει το επίπεδο ασφάλειας μιας εγκατάστασης και αποτελεί ουσιαστικά μια συμφωνία και αμοιβαία δέσμευση μεταξύ των ρυθμιστικών αρχών και του ασκούντος την εκμετάλλευση μιας εγκατάστασης, ενώ παράλληλα συνιστά τη βάση για την ορθολογική διαχείριση των κινδύνων από Μεγάλα Βιομηχανικά Ατυχήματα. Στόχο της ΜΑ, επιπλέον, αποτελεί η μέτρηση της επικινδυνότητας της εγκατάστασης, η εκτίμηση των κινδύνων (ποιοτική ή ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας) μεγάλων ατυχημάτων, η αποτελεσματικότητα των μέτρων πρόληψης ατυχημάτων και καταστολής των συνεπειών, καθώς και η λήψη αποφάσεων σχετικά με τον έλεγχο της επικινδυνότητας της εγκατάστασης.

#### 3.2 Σκοπός και Ρόλος της Μελέτης Ασφάλειας

Η Μελέτη Ασφάλειας αποτελεί βασικό εργαλείο της διαχείρισης των κινδύνων από μεγάλα Βιομηχανικά Ατυχήματα βάσει της Οδηγίας SEVESO II και αποσκοπεί στη λήψη μέτρων για

την πρόληψη των BAME και τον περιορισμό των συνεπειών τους στην υγεία και στο περιβάλλον, εξασφαλίζοντας υψηλού επιπέδου εθνική προστασία. Επιπλέον, βασικός σκοπός μιας Μελέτης Ασφάλειας είναι η απεικόνιση του επιπέδου ασφάλειας της εγκατάστασης, η μέτρηση της επικινδυνότητας αυτής και η δημιουργία ενός λειτουργικού πλαισίου που επιτρέπει την ορθολογική διαχείριση του κινδύνου μεγάλων ατυχημάτων, επιτρέπει δηλαδή την λήψη αποφάσεων σχετικά με τον έλεγχο της επικινδυνότητας της εγκατάστασης (Παπάζογλου et al., 2005).

Μέσω της ΜΑ θα πρέπει να καταδεικνύεται ότι (ΚΥΑ 5697/590, 2000):

- Εφαρμόζεται μια Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας προς υλοποίησή της (σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις επόμενες παραγράφους).
- Υπάρχουν εσωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης και παρέχονται τα στοιχεία που επιτρέπουν την εκπόνηση του εξωτερικού σχεδίου ώστε να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος
- Έχουν επισημανθεί οι κίνδυνοι μεγάλου ατυχήματος και έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την πρόληψη και τον περιορισμό των συνεπειών τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον.
- Υπάρχουν εσωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης και παρέχονται τα στοιχεία που επιτρέπουν την εκπόνηση του εξωτερικού σχεδίου, ώστε να λαμβάνονται αναγκαία μέτρα σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος.
- Ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία και η συντήρηση των εγκαταστάσεων και των χώρων και του εξοπλισμού που έχουν σχέση με τους κινδύνους μεγάλου ατυχήματος εντός της εγκατάστασης, παρέχουν επαρκή αξιοπιστία και ασφάλεια
- Έχει εξασφαλισθεί επαρκής πληροφόρηση των αρμοδίων αρχών, ώστε να μπορούν να αποφασίζουν για την εγκατάσταση των δραστηριοτήτων ή για διευθετήσεις γύρω από τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.
- Σε περίπτωση εγγύτητας της εγκατάστασης με άλλες επικίνδυνες εγκαταστάσεις (φαινόμενο ντόμινο) έχει συνεκτιμηθεί δεόντως η φύση και η έκταση ενός συνολικού κινδύνου ατυχήματος μεγάλης έκτασης.

Τα ουσιαστικά στοιχεία τα οποία πρέπει να περιλαμβάνονται σε μια Μελέτη Ασφάλειας, καθορίζονται στο άρθρο 8 και στο Παράρτημα II της ΚΥΑ 56097/2000. Ως κύρια στοιχεία σύμφωνα με τη νομοθεσία ορίζονται:

- Οι πληροφορίες σχετικά με το σύστημα διαχείρισης και οργάνωσης της μονάδας για την πρόληψη των μεγάλων ατυχημάτων: πολιτική ασφάλειας, οργάνωση προσωπικού, διαδικασίες για τον προσδιορισμό των κινδύνων, εντολές και οδηγίες, σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης, έλεγχος και επανεξέταση των διαδικασιών κλπ.
- Η παρουσίαση του περιβάλλοντος της εγκατάστασης: γεωγραφική θέση της μονάδας, μετεωρολογικά, γεωλογικά και υδρογραφικά στοιχεία, και ενδεχομένως ιστορικό της εγκατάστασης, προσδιορισμός των εγκαταστάσεων και άλλων δραστηριοτήτων της

μονάδας που ενδέχεται να εγκλείουν κίνδυνο μεγάλου ατυχήματος, περιγραφή των περιοχών όπου μπορεί να συμβεί μεγάλο ατύχημα κλπ.

- Περιγραφή της εγκατάστασης: κυριότερες δραστηριότητες και παραγόμενα προϊόντα, πηγές κινδύνων μεγάλου ατυχήματος και συνθήκες υπό τις οποίες θα μπορούσε να συμβεί το εν λόγω μεγάλο ατύχημα, περιγραφή των ληφθέντων προληπτικών μέτρων, περιγραφή των επικίνδυνων ουσιών.
- Αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων ατυχήματος και προληπτικά μέσα: λεπτομερής περιγραφή των σεναρίων για τα πιθανά μεγάλα ατυχήματα και των πιθανοτήτων τους ή των συνθηκών υπό τις οποίες μπορούν να συμβούν, συμβάντα που μπορούν να συντελέσουν στην πρόκληση BAME, εκτίμηση των συνεπειών και περιγραφή των τεχνικών παραμέτρων και του εξοπλισμού που έχει εγκατασταθεί για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων.
- Μέτρα προστασίας και επέμβασης για τον περιορισμό των συνεπειών ενός ατυχήματος: περιγραφή του εξοπλισμού του εγκαταστημένου επιτόπου για τον περιορισμό των συνεπειών των τυχόν μεγάλων ατυχημάτων, οργάνωση του συναγερμού και της επέμβασης, περιγραφή των κινητοποιήσιμων εσωτερικών και εξωτερικών μέσων.

Η εκπόνηση και εφαρμογή, η αξιολόγηση, η καταχώρηση και η επανεξέταση της Μελέτης Ασφάλειας, αποτελούν ιδιαίτερα σύνθετες και πολύπλοκες διαδικασίες, ενώ παράλληλα προϋποθέτουν τη συνεργασία μεταξύ όλων των εμπλεκομένων στη Μελέτη Ασφάλειας φορέων, είτε αυτοί είναι βιομηχανίες, είτε Υπουργεία, Δημόσιες Υπηρεσίες και φορείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

### **3.3 Νομοθετικές απαιτήσεις της Μελέτης Ασφάλειας σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/590/00**

Η υποβολή της Μελέτης Ασφάλειας είναι υποχρεωτική για τις εγκαταστάσεις που διαχειρίζονται ή αποθηκεύουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες που υπερβαίνουν τις ανώτερες οριακές τιμές των στηλών 1 και 3 του Παραρτήματος Ι της ΚΥΑ 5697/2000, προκειμένου να χορηγηθεί σε αυτές άδεια εγκατάστασης ή λειτουργίας, για ίδρυση, επέκταση ή εκσυγχρονισμό.

Η ΜΑ οφείλει να περιέχει ενημερωμένο κατάλογο των επικίνδυνων ουσιών που υπάρχουν στην εγκατάσταση, ενώ επιτρέπεται να συνδυάζονται μελέτες ασφαλείας, ή μέρη μελετών και άλλες ισοδύναμες μελέτες σε μια ενιαία Μελέτη Ασφαλείας, όταν έτσι αποφεύγεται περιττή επανάληψη πληροφοριών και επικάλυψη των εργασιών που εκτελούνται από τον ασκούντα την εκμετάλλευση ή την αρμόδια κατά περίπτωση αρχή, υπό τον όρο ότι πληρούνται όλες οι απαιτήσεις της νομοθεσίας (ΚΥΑ 5697/2000).

Σημειώνεται εδώ, ότι σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/2000, ως *επικίνδυνες ουσίες* ορίζονται (ΚΥΑ 5697/590, 2000): “Οι ουσίες, μίγματα ή παρασκευάσματα τα οποία πληρούν τα καθοριζόμενα κριτήρια της Οδηγίας, υπό μορφή πρώτης ύλης προϊόντων, παραπροϊόντων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που ευλόγως αναμένεται να προκύψουν σε περίπτωση

ατυχήματος”. Στο Παράρτημα Ι της ΚΥΑ 5697/590, παρουσιάζονται στο Μέρος 1 συγκεκριμένες ουσίες (κατονομαζόμενες ουσίες) με τις αντίστοιχες οριακές ποσότητες, ενώ στο Μέρος 2 αναφέρονται κατηγορίες ουσιών και παρασκευασμάτων που δεν κατονομάζονται συγκεκριμένα. Αυτές οι κατηγορίες ουσιών είναι, με βάση τη νομοθεσία, οι εξής:

- *Εκρηκτικές ουσίες*: οι ουσίες ή τα παρασκευάσματα που δημιουργούν μεγάλο κίνδυνο έκρηξης με την κρούση, την τριβή, τη φωτιά ή άλλες πηγές ανάφλεξης. Επίσης, εκρηκτικές είναι οι πυροτεχνικές ουσίες (ή τα μείγματα ουσιών) που προορίζονται να παράγουν θερμικό φωτεινό, ηχητικό, αεριώδες ή καπνογόνο αποτέλεσμα ή συνδυασμό τέτοιων αποτελεσμάτων, μέσω μη εκρηκτικών, αυτοσυντηρούμενων και εξώθερμων χημικών αντιδράσεων,
- *Εύφλεκτες, πολύ εύφλεκτες και εξαιρετικά εύφλεκτες ουσίες*: α) *εύφλεκτα υγρά*: οι ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν σημείο ανάφλεξης ίσο ή μεγαλύτερο από 21°C και μικρότερο ή ίσο προς 55°C και συντηρούν την καύση. β) *πολύ εύφλεκτα υγρά*: οι ουσίες και παρασκευάσματα που μπορεί να θερμανθούν και, τελικά, να αναφλεγούν σε επαφή με τον αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς παροχή ενέργειας, γ) *εξαιρετικά εύφλεκτα αέρια και υγρά*: οι υγρές ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν σημείο ανάφλεξης από 0 °C και των οποίων το σημείο βρασμού είναι, υπό κανονική πίεση, μικρότερο ή ίσο προς 35°C, οι αέριες ουσίες και παρασκευάσματα που είναι εύφλεκτα σε επαφή με τον αέρα σε θερμοκρασία και πίεση περιβάλλοντος, και οι υγρές ουσίες και παρασκευάσματα που διατηρούνται σε θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο βρασμού τους.

Στην περίπτωση κατά την οποία η αδειοδοτούσα αρχή πεισθεί ότι οι επικίνδυνες ουσίες που υπάρχουν σε μια εγκατάσταση ή σε οποιοδήποτε μέρος της δεν ενέχουν κίνδυνο μεγάλου ατυχήματος, μπορεί, σύμφωνα με τα εναρμονισμένα κριτήρια που περιλαμβάνονται στην απόφαση 98/433/EK και κατά εφαρμογή της Οδηγίας SEVESO II, να περιορίζει τις απαιτούμενες στις Μελέτες Ασφάλειας πληροφορίες σε όσες σχετίζονται με την πρόληψη των υπολοίπων κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων και τον περιορισμό των συνεπειών τους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, κοινοποιώντας στη συνέχεια στο ΥΠΕΧΩΔΕ κατάλογο με αιτιολογία της εξαίρεσης της εν λόγω εγκατάστασης.

Παράλληλα με τη ΜΑ, ο ασκών την εκμετάλλευση υποβάλλει απευθείας στην αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ, ένα αντίγραφο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Σε ότι αφορά στη διαδικασία αξιολόγησης, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, η ΜΑ υποβάλλεται στην αρμόδια αδειοδοτούσα αρχή, η οποία αποστέλλει αντίγραφά της μέσα σε ένα μήνα για γνωμοδότηση, στα Υπουργεία Ανάπτυξης, ΠΕΧΩΔΕ, Υγείας και Πρόνοιας, Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Γεωργίας -σε περίπτωση εγκαταστάσεων στις οποίες υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες που χαρακτηρίζονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα ή/ και λιπάσματα-, στο Γενικό Χημείο του Κράτους, στο Αρχηγείο του Πυροσβεστικού Σώματος και στην Τοπική Πυροσβεστική Υπηρεσία.

Στη συνέχεια, και μέσα σε διάστημα δύο μηνών από την παραλαβή της Μελέτης Ασφαλείας, το Γενικό Χημείο του Κράτους αποστέλλει πιστοποίηση σχετικά με την ταξινόμηση των



επικίνδυνων ουσιών, η οποία αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την περαιτέρω προώθηση της αξιολόγησης των ΜΑ από τις αρμόδιες αρχές. Το ίδιο συμβαίνει στην περίπτωση που στην εγκατάσταση υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες που χαρακτηρίζονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα ή λιπάσματα, κατά την οποία το Υπουργείο Γεωργίας αποστέλλει πιστοποίηση ότι στην ΜΑ συμπεριλαμβάνονται οι εν λόγω επικίνδυνες ουσίες, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης εξετάζει τη Μελέτη Ασφάλειας και ειδικότερα την περιλαμβανόμενη σε αυτήν ανάλυση των κινδύνων ατυχήματος και των προληπτικών μέσων ως προς την πληρότητα των σεναρίων ατυχημάτων και αξιολογεί την αναγκαιότητα ή μη υποβολής πρόσθετων σεναρίων ατυχημάτων, γνωστοποιώντας εγγράφως στις υπόλοιπες αρμόδιες αρχές και στην αδειοδοτούσα αρχή την αναγκαιότητα ή μη υποβολής πρόσθετων σεναρίων.

Σε περίπτωση που διαπιστώνεται πληρότητα των σεναρίων ατυχημάτων, οι αρμόδιες αρχές μέσα σε προθεσμία τεσσάρων μηνών από την παραλαβή της Μελέτης Ασφάλειας, προβαίνουν στην αξιολόγηση της και αποστέλλουν στην αδειοδοτούσα αρχή σχετικές γνωμοδοτήσεις για τα στοιχεία της ΜΑ που αναφέρονται σε θέματα της αρμοδιότητάς τους.

Σε περίπτωση, ωστόσο, αναγκαιότητας υποβολής πρόσθετων σεναρίων ατυχημάτων, ενημερώνεται ο ασκών την εκμετάλλευση της εγκατάστασης, προκειμένου να υποβάλλει στην αδειοδοτούσα αρχή τα απαιτούμενα πρόσθετα σενάρια σε εύλογη προθεσμία. Μετά την υποβολή των σεναρίων αυτών, η αδειοδοτούσα αρχή αποστέλλει άμεσα τα νέα σενάρια στις αρμόδιες αρχές. Στην προκειμένη περίπτωση, η τετράμηνη προθεσμία αξιολόγησης της μελέτης ασφαλείας από τις συναρμόδιες αρχές, αρχίζει από την παραλαβή των εν λόγω πρόσθετων σεναρίων ατυχημάτων.

Οι αρμόδιες αρχές, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την αξιολόγηση της Μελέτης Ασφάλειας είναι (ΚΥΑ 5697/590, 2000):

- Το Υπουργείο Ανάπτυξης, το οποίο γνωμοδοτεί ως προς την ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων ατυχήματος μέσα στο χώρο της βιομηχανικής εγκατάστασης, καθώς και για τον προσδιορισμό της πληρότητας των σεναρίων ενδεχομένων ατυχημάτων,
- Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, το οποίο γνωμοδοτεί ως προς τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από ένα ενδεχόμενο ατύχημα
- Το Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, το οποίο γνωμοδοτεί ως προς τις επιπτώσεις ενός ατυχήματος στο εργασιακό περιβάλλον
- Το Υπουργείο Υγείας & Πρόνοιας, το οποίο γνωμοδοτεί ως προς τις επιπτώσεις στην υγεία των περιοίκων από ένα ενδεχόμενο ατύχημα
- Το Υπουργείο Γεωργίας (σε περίπτωση εγκαταστάσεων στις οποίες υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες που χαρακτηρίζονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα ή/ και λιπάσματα), το οποίο πιστοποιεί το είδος και την ποσότητα των ουσιών που βρίσκονται στην εγκατάσταση,
- Το Γενικό Χημείο του Κράτους, το οποίο πιστοποιεί την ταξινόμηση των επικίνδυνων ουσιών σε τοξικά, λίαν τοξικά, εύφλεκτα, οξειδωτικά, κλπ., για τη σωστή και ακριβή αντιμετώπιση και χειρισμό τους.

- Το Αρχηγείο του Πυροσβεστικού Σώματος, το οποίο γνωμοδοτεί ως προς τα θέματα σχεδιασμού στα οποία περιλαμβάνεται και το εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση και την καταστολή ενός ατυχήματος.

Οι γνωμοδοτήσεις των ανωτέρω αρμοδίων φορέων πρέπει να είναι σαφείς και πλήρεις και να αναφέρονται στη διαπίστωση της πληρότητας ή μη πληρότητας της ΜΑ, ενώ σε αυτές μπορεί να περιλαμβάνεται η επιβολή πρόσθετων όρων, καθώς και η πρόβλεψη μέτρων για την πρόληψη των ΒΑΜΕ και τον περιορισμό των συνεπειών τους στην υγεία και το περιβάλλον. Η τήρηση των πρόσθετων αυτών όρων και μέτρων, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη χορήγηση της άδειας λειτουργίας της βιομηχανικής δραστηριότητας. Εφόσον παρέλθει διάστημα τεσσάρων μηνών χωρίς οποιαδήποτε παρατήρηση από κάποια από τις παραπάνω αρμόδιες αρχές, η ΜΑ «καταχωρείται» χωρίς τη συγκεκριμένη γνωμοδότηση, με βάση τις υπόλοιπες αναφερόμενες παραπάνω γνωμοδοτήσεις.

Η καταχώρηση της μελέτης ασφάλειας γίνεται από την αδειοδοτούσα αρχή και γνωστοποιείται εγγράφως στον ασκούντα την εκμετάλλευση, με κοινοποίηση στις αρμόδιες αρχές, υπαγορεύοντας την έναρξη ή τη συνέχιση της λειτουργίας της εγκατάστασης. Σημειώνεται ότι η καταχώρηση της ΜΑ δε συνιστά και έγκριση του περιεχομένου της, δεδομένου ότι τα στοιχεία της τελούν υπό διαρκή έλεγχο, συμπλήρωση και βελτίωση, αποτελεί όμως προϋπόθεση για τη χορήγηση της άδειας ίδρυσης ή λειτουργίας της εγκατάστασης. Η καταχώρηση της ΜΑ γίνεται ανεξάρτητα από το χρόνο ανανέωσης της άδειας λειτουργίας της εγκατάστασης. Εάν κατά το στάδιο της καταχώρησης, προκύψει η ανάγκη επιβολής στον ασκούντα την εκμετάλλευση πρόσθετων μέτρων ασφαλείας, τα μέτρα αυτά επιβάλλονται με τροποποίηση της άδειας λειτουργίας της εγκατάστασης.

Σε περίπτωση που κάποια από τις παραπάνω αρμόδιες αρχές κρίνει ότι απαιτούνται συμπληρωματικά ή διευκρινιστικά στοιχεία, ενημερώνει την αδειοδοτούσα αρχή, η οποία συγκεντρώνει πιθανά σχετικά αιτήματα άλλων Υπουργείων και στη συνέχεια τάσσει εύλογη προθεσμία στον ασκούντα την εκμετάλλευση, προκειμένου να προσκομίσει τα απαιτούμενα συμπληρωματικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά υποβάλλονται από τον ασκούντα την εκμετάλλευση στην αδειοδοτούσα αρχή ενσωματωμένα στην αρχική Μελέτη Ασφάλειας, η οποία στη συνέχεια τα διαβιβάζει στις αρμόδιες αρχές προς τελική αξιολόγηση και ακολουθεί η διαδικασία αξιολόγησης που περιγράφηκε παραπάνω.

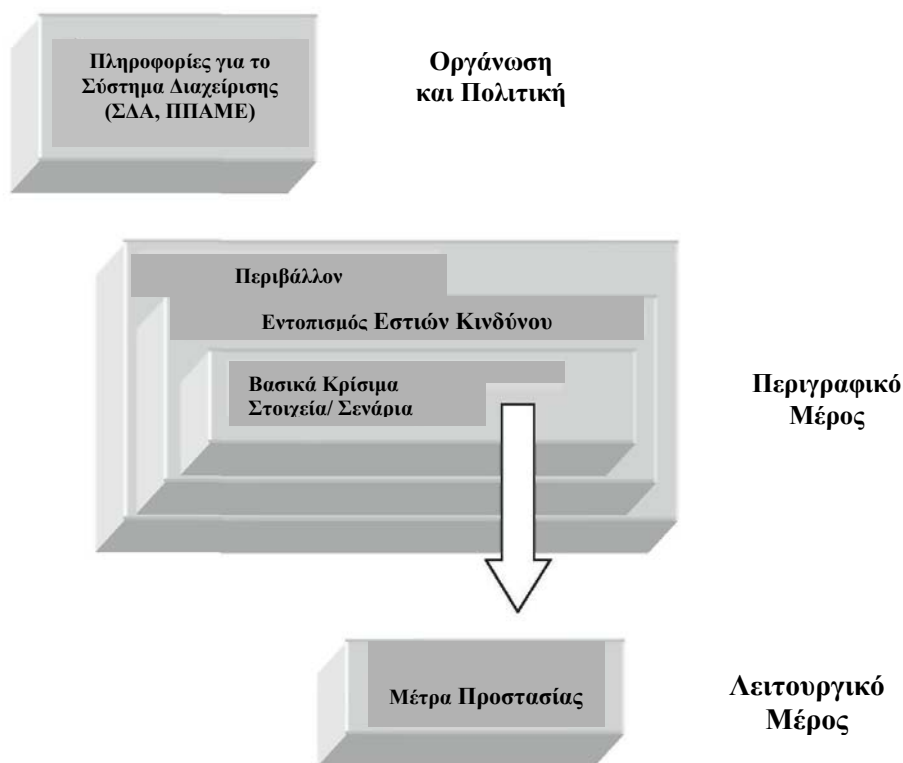
Η αδειοδοτούσα αρχή μέσα σε εύλογο χρόνο από την παραλαβή των γνωμοδοτήσεων των αρμοδίων αρχών σχετικά με τη Μελέτη Ασφάλειας και πριν την οριστική καταχώρηση της ανακοινώνει στους υπεύθυνους της εγκατάστασης τα συμπεράσματα της με βάση τις γνωμοδοτήσεις που της έχουν σταλεί από την εξέταση της ΜΑ, αφού ζητήσει ενδεχομένως συμπληρωματικά στοιχεία, και απαγορεύει την έναρξη λειτουργίας ή τη συνέχιση της λειτουργίας της εν λόγω εγκατάστασης.

Η Μελέτη Ασφάλειας επανεξετάζεται περιοδικά και εν ανάγκη ενημερώνεται:

- τουλάχιστον κάθε πέντε (5) χρόνια,
- οποτεδήποτε με πρωτοβουλία του ασκούντος την εκμετάλλευση ή μετά από αίτημα της αδειοδοτούσας αρχής, όταν το δικαιολογούν νέα δεδομένα, ή προκειμένου να ληφθούν

υπόψη νέες τεχνικές γνώσεις σχετικά με την ασφάλεια, οι οποίες προέρχονται π.χ. από την ανάλυση ατυχημάτων, «παρ' ολίγον ατυχημάτων» και την εξέλιξη των γνώσεων σχετικά με την εκτίμηση κινδύνων,

- σε περίπτωση οποιασδήποτε μετατροπής (της εγκατάστασης, μεμονωμένων μονάδων ή χώρων αποθήκευσης).



Σχήμα 3.1: Δομή και περιεχόμενα της Μελέτης Ασφάλειας (Fabbri et al., 2005)

### 3.4 Σύνταξη και περιεχόμενα της Μελέτης Ασφάλειας

Σύμφωνα με τις νομοθετικές απαιτήσεις, βασικά τμήματα της Μελέτης Ασφάλειας αποτελούν η επαρκής περιγραφή της εγκατάστασης με πληροφορίες για το περιβάλλον της εγκατάστασης, τις επικίνδυνες ουσίες, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση των εγκαταστάσεων, η εκτίμηση της επικινδυνότητας με έμφαση στους κινδύνους και τις αιτίες μεγάλου ατυχήματος, τα σενάρια ατυχημάτων, τα μέτρα για την πρόληψη και τον περιορισμό των συνεπειών ατυχημάτων στον άνθρωπο και το περιβάλλον, όπως και η αναφορά στην Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων, το Σχεδιασμό Έκτακτης Ανάγκης και το Διαχειριστικό Σύστημα Ασφάλειας, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1.

#### 3.4.1 Περιγραφή της εγκατάστασης

Η Έκθεση Ασφαλείας πρέπει να περιέχει μια επαρκή περιγραφή της εγκατάστασης έτσι ώστε οι αρμόδιες αρχές να σχηματίσουν μία σαφή εικόνα για τον σκοπό, την τοποθεσία, τις δραστηριότητες και τους εγγενείς κινδύνους της, καθώς επίσης και για τις υπηρεσίες και τον

τεχνικό εξοπλισμό που χρησιμοποιούνται για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης. Η έκταση της περιγραφής πρέπει να είναι ανάλογη με τους κινδύνους των εγκαταστάσεων. Η περιγραφή πρέπει επίσης να στοχεύει στη διασαφήνιση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των διαφόρων μονάδων και συστημάτων μέσα στο χώρο της εγκατάστασης, όσον αφορά τόσο στις κοινές υπηρεσίες, όσο και στην συνολική διαχείριση της εγκατάστασης (Papadakis and Amendola, 1997).

Η περιγραφή της εγκατάστασης θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε να παρουσιάζει με σαφήνεια τους κινδύνους που εμπερικλείονται για τους εργαζομένους στην εγκατάσταση και τις γειτονικές εγκαταστάσεις, τον πληθυσμό και εν γένει τον περιβάλλοντα χώρο, καθώς και τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών.

Για τον σκοπό αυτό πρέπει να περιγράφονται επαρκώς οι δραστηριότητες και η παραγωγική διαδικασία της εγκατάστασης, ο αριθμός των εργαζομένων, υπεργολάβων, επισκεπτών που βρίσκονται οποιαδήποτε ώρα της ημέρας στο χώρο της εγκατάστασης, κα. Επιπλέον, καθώς τα οργανωτικά θέματα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του συστήματος ασφαλείας, η Μελέτη Ασφάλειας θα πρέπει να περιγράφει την οργανωτική δομή συμπεριλαμβανομένης της κατανομής των λειτουργιών και των αρμοδιοτήτων των σχετικών με την ασφαλή λειτουργία της όλης εγκατάστασης και των επιμέρους μονάδων της.

Η περιγραφή της εγκατάστασης πρέπει να περιέχει πληροφορίες σχετικές με την τοπογραφία και τη δυνατότητα πρόσβασης στο χώρο της εγκατάστασης. Ο βαθμός λεπτομέρειας των πληροφοριών πρέπει να είναι ανάλογος με την έκταση των κινδύνων και την ευαισθησία του περιβάλλοντα χώρου. Για την περιγραφή αυτή θα πρέπει να αξιοποιηθούν και μορφές παρουσίασης όπως χάρτες και διαγράμματα κάλυψης που θα παρουσιάζουν σε κατάλληλη κλίμακα τις δραστηριότητες και τις μονάδες σε επίπεδο εγκατάστασης, τις χρήσεις γης και τη θέση των πιο σημαντικών υποδομών και κτιρίων γύρω από την εγκατάσταση. Οι τοπογραφικοί χάρτες που υποβάλλονται πρέπει να είναι κατάλληλης κλίμακας και να περιλαμβάνουν την εγκατάσταση, την υποδομή και τα έργα γύρω από αυτή σε μία περιοχή ανάλογη με τις πιθανές επιπτώσεις των ατυχημάτων.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η περιγραφή του περιβάλλοντα χώρου γύρω απ' την εγκατάσταση. Η λεπτομέρεια της περιγραφής του φυσικού περιβάλλοντος και της περιοχής γύρω από την εγκατάσταση θα πρέπει να είναι ανάλογη με το βαθμό του κινδύνου. Από την περιγραφή θα πρέπει να προκύπτει ότι το φυσικό περιβάλλον και οι δραστηριότητες στον γύρω χώρο έχουν εξετασθεί επαρκώς από τον υπεύθυνο, έτσι ώστε να είναι σε θέση να προσδιορίσει τους κινδύνους που παρουσιάζουν για τη ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης και την ευαισθησία της περιοχής ως προς τις επιπτώσεις από εκδήλωση ατυχήματος μεγάλης έκτασης. Θα πρέπει να δίνονται σχετικές πληροφορίες ως προς τις βιομηχανικές δραστηριότητες, τις κατοικημένες περιοχές, τις πάσης φύσεως υποδομές στις οποίες γίνονται συναθροίσεις κοινού, τα ευαίσθητα δημόσια κτίρια (σχολεία νοσοκομεία κλπ), το συγκοινωνιακό δίκτυο, τις προστατευόμενες περιοχές, τα ιστορικά μνημεία και τις περιοχές με τουριστικό ενδιαφέρον και ανάπτυξη, τις δημόσιες παροχές στη γύρω περιοχή που πιθανόν να επηρεάζονται από τις επιπτώσεις ενός ατυχήματος (παροχή ηλεκτρικού ρεύματος αερίου κλπ), μετεωρολογικά στοιχεία, γεωλογικά, υδρολογικά και υδρογραφικά δεδομένα της περιοχής, κ.α. Η περιγραφή αυτών των στοιχείων είναι απαραίτητη λόγω του ότι οι

εξωτερικές δραστηριότητες και υποδομές καθώς και το φυσικό περιβάλλον της εγκατάστασης μπορεί αφενός μεν να αποτελούν πηγές κινδύνου για την εγκατάσταση, αφετέρου δε, να επηρεάζονται από ατυχήματα που πιθανόν να εκδηλωθούν μέσα στην εγκατάσταση.

Με στόχο την ύπαρξη σαφούς εικόνας ως προς τους κινδύνους που περικλείονται από τη λειτουργία της εγκατάστασης, η Μελέτη ασφάλειας θα πρέπει επαρκώς να παρουσιάζει πληροφορίες σχετικά με τις επικίνδυνες ουσίες της εγκατάστασης. Η ΜΑ θα πρέπει να δίνει λεπτομέρειες σχετικά με τους τύπους και τις ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών λόγω των οποίων η εγκατάσταση υπάγεται στη νομοθεσία. Οι ουσίες μπορεί να αποτελούν πρώτες ύλες, ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα, παραπροϊόντα, απόβλητα ή βοηθητικά προϊόντα, καθώς και προϊόντα που σχηματίζονται ως αποτέλεσμα απώλειας του ελέγχου μιας χημικής διεργασίας. Για τις επικίνδυνες ουσίες που εμπίπτουν στην ΚΥΑ 5697, η Μελέτη Ασφάλειας θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες που να περιλαμβάνουν τον τύπο και την προέλευση της ουσίας, τις φυσικές και χημικές ιδιότητες της, τα χαρακτηριστικά εύφλεκτων και εκρηκτικών ουσιών και τα τοξικολογικά χαρακτηριστικά, τοποθεσία των ουσιών, κανονικές και μέγιστες ροές, κατανάλωση αντιδρώντων ουσιών, παραγωγή ενδιάμεσων προϊόντων, τελικά προϊόντα και παραπροϊόντα, τυπικές ποσότητες (καθώς και διακύμανσή τους) που είτε υπό κανονικές συνθήκες είτε υπό συνθήκες ατυχήματος, είναι δυνατόν να υπάρξουν εντός της εγκατάστασης, σε αποθήκευση ή υπό επεξεργασία, μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση στους χώρους εργασίας, συνθήκες σχηματισμού παραπροϊόντων και μη κανονικών προϊόντων που δεν προβλέπονται στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας, επεξεργασία τελικών προϊόντων, κ.α.

Όσον αφορά στις μονάδες και δραστηριότητες της εγκατάστασης, η περιγραφή των δραστηριοτήτων (διεργασίες, αποθήκευση) που εγκλείουν κινδύνους θα πρέπει να παρουσιάζει τον σκοπό και τα βασικά χαρακτηριστικά των σχετικών λειτουργιών μέσα στην εγκατάσταση, τα οποία είναι σημαντικά για την ασφάλεια και μπορεί να αποτελούν πηγές υψηλού κινδύνου. Η περιγραφή θα πρέπει να καλύπτει βασικές λειτουργίες, χημικές αντιδράσεις, φυσικές και βιολογικές διεργασίες και μετασχηματισμούς, χώρους προσωρινής αποθήκευσης στην εγκατάσταση, άλλες δραστηριότητες σχετικές με την αποθήκευση όπως φόρτωση-εκφόρτωση, μεταφορές και δίκτυο σωληνώσεων, απόρριψη, επανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή διάθεση των καταλοίπων και αποβλήτων, εκροή και επεξεργασία αερίων αποβλήτων, κ.α. Περαιτέρω λεπτομέρειες ενδέχεται να απαιτηθούν για τα τμήματα της εγκατάστασης που σχετίζονται με την ασφάλεια σύμφωνα με την ανάλυση κινδύνου. Η περιγραφή αυτή θα πρέπει να περιλαμβάνει επαρκή πληροφόρηση σχετικά με την μηχανική των διεργασιών και την τεχνική ασφάλεια και επιπλέον να παρέχει επαρκή στοιχεία σχετικά με τα συστήματα ασφαλείας. Στην Μελέτη Ασφαλείας θα πρέπει να παρέχονται επαρκείς πληροφορίες ώστε να αξιολογείται η επάρκεια των συστημάτων ελέγχου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται αναφορά και σε άλλα σχετικά έγγραφα. Η ΜΑ πρέπει επίσης να παρέχει μια γενική περιγραφή των διαδικασιών για την ασφαλή λειτουργία σε όλα τα στάδια των διεργασιών, τα οποία περιλαμβάνουν τη λειτουργία υπό κανονικές συνθήκες, την έναρξη και διακοπή της λειτουργίας, όπως και τη λειτουργία υπό ειδικές συνθήκες, τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και τις διαδικασίες ασφαλείας (Papadakis and Amendola, 1997).

Σημαντικό κομμάτι της Μελέτης ασφάλειας αποτελεί η παρουσίαση των σημαντικών χαρακτηριστικών των υπηρεσιών της μονάδας. Τέτοιες υπηρεσίες ενδεικτικά μπορεί να αφορούν εξωτερικές τροφοδοσίες (π.χ. παροχή ηλεκτρική ενέργειας), εσωτερικές υπηρεσίες/ παροχές στη μονάδα (π.χ. συστήματα πυρόσβεσης, εφεδρική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος) υπηρεσίες υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας, υπηρεσίες ιατρικής περίθαλψης, δίκτυο αποχέτευσης και συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, υπηρεσίες ανίχνευσης τοξικών προϊόντων κ.α. Η περιγραφή θα πρέπει να δείχνει με σαφή τρόπο ποιες υπηρεσίες /παροχές είναι κοινές σε πολλές ή σε όλες τις μονάδες της εγκατάστασης, καθώς και ποιες αφορούν ειδικά μόνο μια μονάδα και θα πρέπει να περιλαμβάνει τα σχετικά εφεδρικά συστήματα.

### 3.4.2 Προσδιορισμός κινδύνου και εκτίμηση επικινδυνότητας

Ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα της Μελέτης Ασφάλειας είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας, με την οποία αποδεικνύεται ότι στην εγκατάσταση έχουν προσδιοριστεί οι κίνδυνοι εκδήλωσης BAME και επιπλέον ότι έχει εκτιμηθεί επαρκώς η επικινδυνότητα που σχετίζεται με τις μονάδες και άλλες δραστηριότητες της εγκατάστασης. Η εκτίμηση της επικινδυνότητας πρέπει να περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των τμημάτων που είναι σημαντικά για την ασφάλεια της εγκατάστασης, τον προσδιορισμό των πηγών κινδύνου και την εκτίμηση των επιπτώσεων από την πιθανή εκδήλωση ενός Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης. Επιπλέον, η Μελέτη Ασφάλειας θα πρέπει να αναφέρεται και να τεκμηριώνει το βαθμό εφαρμογής και αξιολόγησης της επάρκειας των προληπτικών μέτρων και των μέτρων ελέγχου λειτουργίας και περιορισμού των επιπτώσεων. Η έκταση της παρουσίας πρέπει να είναι ανάλογη με τον βαθμό επικινδυνότητας.

Σε ό,τι αφορά στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου κατά την KYA 5697/2000 και κατ' επέκταση την Οδηγία SEVESO II, ο κίνδυνος συνίσταται στη δυνατότητα απελευθέρωσης μεγάλων ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών (τοξικές, εύφλεκτες), σαν αποτέλεσμα κάποιου ατυχήματος, που στη συνέχεια θα προκαλέσουν βλάβες στην υγεία του κοινού, στο περιβάλλον καθώς και οικονομικές ζημιές. Οι μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις που διαχειρίζονται επικίνδυνες ουσίες συμπεριλαμβάνουν στο σχεδιασμό τους διάφορα συστήματα και μέτρα ασφαλείας για να αποτρέψουν την έκλυση των ουσιών αυτών στο περιβάλλον. Είναι όμως δυνατό να συμβούν ατυχήματα με ανεπιθύμητες συνέπειες με τον ακόλουθο τρόπο (Ανεζίρη, 2000):

- α) Ένα γεγονός συμβαίνει που διαταράσσει την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης (Αφορμή).
- β) Μια σειρά αστοχιών αδρανοποιούν ένα ή περισσότερα συστήματα ασφαλείας που υπάρχουν για να αποτρέψουν την έκλυση της επικίνδυνης ουσίας στο περιβάλλον.
- γ) Η επικίνδυνη ουσία εκλύεται στο περιβάλλον και διαχέεται ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν στον αέρα, το έδαφος και το νερό. Η διασπαρμένη επικίνδυνη ουσία προκαλεί άμεσα ή έμμεσα τις ανεπιθύμητες βλάβες στην υγεία, το περιβάλλον καθώς και πιθανές υλικές ζημιές.

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας πρέπει να αποσκοπεί στον εντοπισμό τυχόν σχεδιαστικών και λειτουργικών αδυναμιών, την αξιολόγηση σημαντικών συμβάντων, την παροχή

πληροφοριών σχετικών με την ασφάλεια (χρήσιμων στους τομείς του τεχνικού σχεδιασμού και της ποιοτικής πιστοποίησης), καθώς και τον ορισμό προτεραιοτήτων και κατευθύνσεων της έρευνας σε θέματα ασφάλειας.

Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις για την ανάλυση και την εκτίμηση της επικινδυνότητας ποικίλουν και είναι ποιοτικές ή ποσοτικές. Στην Μελέτη Ασφάλειας θα πρέπει να τεκμηριώνεται η επιλογή της μεθόδου και τα κριτήρια εξαγωγής συμπερασμάτων. Η επιλογή μίας συγκεκριμένης μεθοδολογίας μπορεί να γίνει με βάση τα χαρακτηριστικά της μονάδας ή την επικινδυνότητα. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η έκταση των πιθανών επιπτώσεων. Η χρήση ποσοτικοποιημένων μεγεθών μπορεί να αποτελέσει ένα κατάλληλο τρόπο περιορισμού του αντικειμένου της Μελέτης Ασφαλείας, καταδεικνύοντας είτε ότι ένα ανεπιθύμητο γεγονός έχει πολύ μικρή πιθανότητα να συμβεί ή ότι μία συγκεκριμένη επίπτωση είναι σχετικά ασήμαντη. Η χρήση ποσοτικοποιημένων μεγεθών κατά την διαδικασία της εκτίμησης δεν σημαίνει απαραίτητα ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας εκφρασμένη σε πιθανότητα πρόκλησης θανάτου. Η ποσοτικοποίηση ενδέχεται να αναφέρεται σε κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Papadakis and Amendola, 1997). Σε πολλές περιπτώσεις, η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων ή /και της συχνότητας εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου γεγονότος μπορεί να αποτελέσουν μια αξιόπιστη βάση για την λήψη αποφάσεων.

Σε νομοθετικό επίπεδο δεν καθορίζεται μια συγκεκριμένη μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ποικιλία μεθοδολογιών που έχουν αναπτυχθεί, οδηγεί συχνά στην υιοθέτηση απλών ποιοτικών μεθόδων. Ανεξάρτητα από τη μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετείται, η ανάλυση κινδύνου πρέπει να οδηγεί στην επίτευξη των παρακάτω στόχων:

- προσδιορισμός των τμημάτων που είναι σημαντικά για την ασφάλεια της εγκατάστασης (μονάδες ή τμήματα μιας μονάδας), τα οποία αποτελούν τα τμήματα της εγκατάστασης για τα οποία απαιτείται πιο λεπτομερής και εκτενής ανάλυση κινδύνου. Ο προσδιορισμός αυτός συνιστά την *προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου* και μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση μιας σειράς από μεθόδους εξέτασης κινδύνου σε συνδυασμό με τη διερεύνηση ατυχημάτων που έχουν συμβεί στο παρελθόν σε εγκαταστάσεις με παρόμοιες δραστηριότητες.
- προσδιορισμός των πηγών κινδύνου, όπως π.χ. αστοχία δοχείων και εξοπλισμού, επικίνδυνες ουσίες, εξωτερικά γεγονότα κλπ. Πρόκειται για τον καθορισμό των πηγών ή εστιών κινδύνου, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν ένα ατύχημα μεγάλης έκτασης στα σημαντικά για την ασφάλεια τμήματα (safety-relevant). Επιπρόσθετα, προσδιορίζονται οι συνθήκες κάτω από τις οποίες μπορεί να εκδηλωθούν ατυχήματα μεγάλης έκτασης καθώς και οι συνέπειες αυτών των ατυχημάτων.
- εκτίμηση των επιπτώσεων από την πιθανή εκδήλωση ατυχήματος μεγάλης έκτασης, στον άνθρωπο και το περιβάλλον (επιπτώσεις από έκθεση σε τοξικές ουσίες, θερμική ακτινοβολία, υπερπίεση) με τη χρήση κατάλληλων μοντέλων εκτίμησης, και
- βαθμός εφαρμογής και αξιολόγηση επάρκειας των προληπτικών μέτρων και των μέτρων ελέγχου λειτουργίας και περιορισμού των επιπτώσεων.

Παρακάτω αναλύονται συνοπτικά τα βασικά στοιχεία του Προσδιορισμού Κινδύνου και της Εκτίμησης Επικινδυνότητας.

#### 3.4.2.1 Προκαταρκτική Ανάλυση Κινδύνου

Μια προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου πρέπει να προσδιορίζει τα τμήματα της εγκατάστασης που είναι σημαντικά για την ασφάλεια (safety-relevant), καθώς ενέχουν δυναμικό πρόκλησης ατυχήματος μεγάλης έκτασης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι εξαιρούνται της εξέτασης τα υπόλοιπα τμήματα. Τα τμήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την ποσότητα και τις εγγενείς ιδιότητες των επικινδύνων ουσιών που χρησιμοποιούνται σε αυτά ή /και από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα. Συνεπώς αποτελούν τα τμήματα της εγκατάστασης για τα οποία απαιτείται πιο λεπτομερής και εκτενής ανάλυση κινδύνου. Η προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση μίας σειράς από μεθόδους εξέτασης κινδύνου.

Τα διδάγματα από παρελθόντα περιστατικά και από την εμπειρία λειτουργίας παρόμοιων μονάδων συμβάλλουν αποφασιστικά στην εφαρμογή της επιλεγόμενης μεθόδου εξέτασης κινδύνου καθώς στα αποτελέσματα αυτής. Ένας σχετικός κατάλογος με ατυχήματα που έχουν προκληθεί σε μονάδες παρεμφερούς δραστηριότητας (αποθήκευσης και διεργασιών) θεωρείται πολύ χρήσιμος.

Ο εντοπισμός των τμημάτων που είναι σημαντικά για την ασφάλεια μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση μεθόδων Δείκτη Κινδύνου, με τον καθορισμό κριτηρίων με τιμές κατωφλίου, όπως για παράδειγμα ένα κλάσμα της προσδιορισθείσας ποσότητας των επικινδύνων ουσιών ή με άλλες κατάλληλες μεθόδους. Τα κριτήρια αυτά πρέπει να εξειδικεύονται κατά περίπτωση με βάση τις φυσικές και χημικές ιδιότητες κάθε ουσίας, καθώς και την ενδεχόμενη έκταση των επιπτώσεων από ατυχήματα που μπορούν να προκληθούν στις συνθήκες των διεργασιών. Για το λόγο αυτό, τα κριτήρια τιμών κατωφλίου μπορεί να δίδουν χαρακτηριστικές τιμές πολύ μικρότερες από τα όρια που καθορίζει η Κοινοτική Οδηγία (Papadakis and Amendola, 1997). Αυτή η διαδικασία πρέπει να εφαρμόζεται σε όλα τα τμήματα της εγκατάστασης που παρουσιάζουν δυνατότητα ανάπτυξης συνθηκών εκδήλωσης μεγάλου ατυχήματος.

Η επιλογή συγκεκριμένης μεθοδολογίας για την προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου πρέπει να τεκμηριώνεται επαρκώς σε κάθε Μελέτη Ασφαλείας και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων και λήψη αποφάσεων πρέπει να σχολιάζονται με σαφήνεια.

#### 3.4.2.2 Προσδιορισμός των πηγών κινδύνου

Η φάση αυτή συνίσταται στον προσδιορισμό και καθορισμό όλων των πηγών κινδύνου (*hazard identification*), όπως τα αρχικά γεγονότα (ή αφορμές) που είναι δυνατόν να προκαλέσουν ατυχήματα, τις ουσίες που δύναται να εκλυθούν, την απόκριση της εγκατάστασης στα γεγονότα αυτά και τον προσδιορισμό των καταστάσεων βλάβης στις οποίες τα γεγονότα αυτά δύναται να οδηγήσουν την εγκατάσταση.



Ως πηγές κινδύνου μπορούν να ορισθούν οι συνθήκες ή τα γεγονότα εκείνα που αποτελούν απειλή για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης, των μονάδων ή τμημάτων της εγκατάστασης. Η προσπάθεια προσδιορισμού των πηγών κινδύνου της εγκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνει και όλες τις φάσεις λειτουργίας της εγκατάστασης, καθώς είναι πολλές φορές δυνατό να δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις μόνο σε ορισμένες φάσεις της λειτουργίας οι οποίες συνεπάγονται διαφορετικές ποσότητες επικίνδυνων ουσιών και διαφορετικές διαδικασίες και συνθήκες διαχείρισης τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι φάσεις φόρτωσης, αποθήκευσης και εκφόρτωσης επικίνδυνων ουσιών καθώς και οι φάσεις εκκίνησης, κανονικής λειτουργίας και διακοπής διάφορων διεργασιών.

Οι πηγές κινδύνου μπορεί να συνδέονται με (Παπαδάκης & Amendola, 1998):

- την λειτουργία π.χ. ανθρώπινα λάθη κατά τη λειτουργία, έλεγχος και συντήρηση, δυσλειτουργία και αστοχία εξοπλισμού, αστοχία των δοχείων και δεξαμενών που περιέχουν τις διάφορες επικίνδυνες ουσίες, φυσικές ή χημικές παράμετροι διεργασιών εκτός των προκαθορισμένων ορίων, σφάλματα κατά την τροφοδοσία κ.λπ.,
- εξωτερικά γεγονότα π.χ. συνέπειες από δραστηριότητες κοντά στη μονάδα, από μεταφορές, φυσικοί κίνδυνοι κ.λπ.,
- την ασφάλεια (security) π.χ. μη εξουσιοδοτημένες παρεμβάσεις τρίτων, και
- άλλες αιτίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την κατασκευή και την διαχείριση ασφάλειας π.χ. ανεπάρκεια σχεδιασμού, σφάλματα σχεδιασμού, ανεπάρκεια λειτουργικών διαδικασιών, εξοπλισμού ή τροποποιήσεων διεργασίας, ανεπάρκεια συστήματος αδειοδότησης εργασιών, ανεπαρκής συντήρηση, κ.λπ.

Ο προσδιορισμός των πηγών κινδύνου είναι ένα πολύ βασικό και κρίσιμο βήμα στην ανάλυση κινδύνου μιας μονάδας. Η ΜΑ πρέπει να απαραίτητα να περιέχει τα αποτελέσματα της φάσης αυτής, ανεξάρτητα από το αν έχει ή όχι ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας. Η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει επιπλέον, να περιγράφει τις αρχές και τις διαδικασίες που ακολουθούνται για τον καθορισμό των πηγών κινδύνου.

Ανεξάρτητα από το σύστημα που υιοθετείται για τον προσδιορισμό του κινδύνου, επιβάλλεται η ενημέρωση από τις βάσεις δεδομένων όπου είναι καταχωρημένα περιστατικά παρελθόντων ατυχημάτων και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα διδάγματα που εξάγονται από την ανάλυση των ατυχημάτων. Πηγές κινδύνου που σύμφωνα με την εμπειρία έχουν οδηγήσει σε εκδήλωση ατυχήματος, απαραίτητα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη και να αναγνωρίζονται σαν πιθανές πηγές σε περιπτώσεις όπου οι διεργασίες και οι συνθήκες είναι ανάλογες.

Ο προσδιορισμός των πηγών κινδύνου είναι προτιμότερο να γίνεται από μια ομάδα της οποίας τα μέλη έχουν ευρύ φάσμα κατάρτισης, τεχνικές και επαγγελματικές γνώσεις και εμπειρία που αποκτήθηκε από τη λειτουργία μονάδων και εγκαταστάσεων ίδιας ή συγκρίσιμης δραστηριότητας, όπως επίσης και εμπειρία που απορρέει από την εφαρμογή τεχνικών μοντελοποίησης.

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές αναγνώρισης των πηγών κινδύνου όπως η *Ανάλυση Κινδύνου & Λειτουργικότητας (HAZOP)*, η Μέθοδος Αστοχίας & Συνέπειας (FMEA), οι *Λίστες Ελέγχου (Check -lists)*, οι Δείκτες Κινδύνου (risk indices) όπως οι δείκτες *Dow and Mond*, η τεχνική DYLAM (Dynamic Logical Analytical Methodology) κα. Ανάλογα με την έκταση των επιπτώσεων κατά την ενδεχόμενη εκδήλωση BAME, οι πηγές κινδύνου μπορούν να προσδιορισθούν με χρήση απλών μέσων -όπως οι λίστες ελέγχου- ή πιο σύνθετων μεθόδων -όπως HAZOP, FMEA κ.λπ-.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται λίστες έλεγχου, αυτές δεν πρέπει να θεωρούνται ως πλήρεις. Κατ' ελάχιστο, οι λίστες ελέγχου πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα παρακάτω:

- όρια των φυσικών και χημικών παραμέτρων της κάθε διεργασίας
- κινδύνους σε ειδικά στάδια της λειτουργίας (π.χ. έναρξη και διακοπή)
- αστοχία των δοχείων και δεξαμενών που περιέχουν διάφορες ουσίες
- δυσλειτουργία και τεχνική αστοχία εξοπλισμού και συστημάτων
- φαινόμενα αλληλουχίας συνεπειών (πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα) από άλλο εξοπλισμό
- σφάλματα κατά την τροφοδοσία
- ανθρώπινοι παράγοντες που εμπλέκονται με τις διάφορες λειτουργίες /εργασίες, τον έλεγχο και τη συντήρηση
- χημική συμβατότητα και προσμίξεις
- ανάπτυξη ηλεκτροστατικού φορτίου και άλλων πηγών ανάφλεξης.

Οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να διερευνώνται σε σχέση με τον ενδεχόμενο ρόλο τους στην πιθανή εκδήλωση ατυχήματος π.χ. διαφυγή τοξικών αερίων, εκρήξεις, διαφυγή εύφλεκτων ουσιών με ή χωρίς δυνατότητα ανάφλεξης, φωτιά μεγάλης έκτασης, αντιδράσεις εκτός ελέγχου και διαφυγή επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον.

Η επιλογή συγκεκριμένων τεχνικών προσδιορισμού του κινδύνου πρέπει να επεξηγείται επαρκώς στην ΜΑ και οι παραδοχές που γίνονται πρέπει να σχολιάζονται με σαφήνεια.

Η Μελέτη Ασφαλείας οφείλει να προσδιορίζει τις εξωτερικές δραστηριότητες ή γεγονότα και να εξετάζει την πιθανή επίδραση τους στην ασφάλεια της εγκατάστασης, καθώς οι πηγές αυτές αποτελούν μία σημαντική πηγή κινδύνου. Σε περίπτωση που απαιτείται από τις αρμόδιες αρχές, πρέπει να εξετάζονται στην ΜΑ τα πιθανά ατυχήματα λόγω *φαινομένων αλληλουχίας συνεπειών (πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα-domino effects)*<sup>2</sup>. Οι κίνδυνοι που ενδέχεται να προκύψουν από μη εξουσιοδοτημένες παρεμβάσεις τρίτων στο χώρο της μονάδας πρέπει επίσης να εξετάζονται.

Υπάρχουν επιπλέον άλλες πηγές κινδύνου που σχετίζονται με τη διαχείριση ολόκληρου του κύκλου ζωής της εγκατάστασης και των μονάδων της (π.χ. σχεδιασμός, κατασκευή, εγκατάσταση εξοπλισμού, έναρξη /διακοπή λειτουργίας μονάδας, τροποποιήσεις εξοπλισμού

<sup>2</sup> Παρουσίαση της εκτίμησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων πραγματοποιείται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV.

ή διεργασιών, υφιστάμενο σύστημα αδειών εργασιών, συντήρηση κ.λπ.). Η ΜΑ πρέπει να εξετάζει και να σχολιάζει τα μέτρα που λαμβάνονται από τους υπεύθυνους για τον έλεγχο τέτοιων κινδύνων. Εναλλακτικά, η Έκθεση Ασφαλείας μπορεί να παραπέμπει σε άλλα έγγραφα που περιγράφουν την Πολιτική Πρόληψης της Εκδήλωσης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης καθώς και το Σύστημα Διαχείρισης της Ασφάλειας (Παπαδάκης & Amendola, 1998).

Πολύ σημαντικό στοιχείο σε αυτό το στάδιο της εκτίμησης επικινδυνότητας, αποτελεί επίσης η ανάπτυξη πιθανών *σεναρίων ατυχημάτων (ακολουθίες ατυχημάτων)* που μπορεί να βασίζεται είτε σε ιστορικά ατυχημάτων (π.χ. accident databases) ή/και σε συστηματική ανάλυση που στοχεύει στο να παρουσιάσει την εξάρτηση ενός ανεπιθύμητου γεγονότος από μικρότερα, πιο βασικά γεγονότα. Η ΜΑ πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα δυνατά εναρκτήρια γεγονότα (αφορμές ατυχημάτων) και την απόκριση της εγκατάστασης στις αφορμές αυτές. Στη συνέχεια πρέπει να καθορίζονται συγκεκριμένες ακολουθίες ατυχημάτων που αποτελούνται από ένα εναρκτήριο γεγονός, συγκεκριμένες επιτυχίες ή αστοχίες συστημάτων και την χρονική αλληλουχία τους καθώς και ανθρώπινες ενέργειες.

Μια ακολουθία ατυχήματος συνιστά μια αλληλουχία γεγονότων που καταλήγει σε μια κατάσταση βλάβης της εγκατάστασης, που με τη σειρά της συνεπάγεται έκλυση της επικίνδυνης ουσίας στο περιβάλλον. Οι αστοχίες των συστημάτων προσομοιάζονται, με τη βοήθεια συστηματικών προτύπων, σαν συνδυασμοί αστοχιών δασικών εξαρτημάτων και ανθρωπίνων σφαλμάτων. Οι πιο γνωστές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό είναι τα *Δένδρα Σφαλμάτων (Fault Tree Analysis)*, τα *Δένδρα Γεγονότων (Event Tree Analysis)*, η μέθοδος των Λογικών Διαγραμμάτων (Master Logic Diagrams), η μέθοδος ανάλυσης ανθρώπινου σφάλματος (Human error analysis), κα.

#### **3.4.2.3 Εκτίμηση επιπτώσεων**

Η εκτίμηση των επιπτώσεων ατυχήματος στον άνθρωπο και το περιβάλλον, καθώς και των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από ένα ΒΑΜΕ είναι απαραίτητη σε διάφορα στάδια της ανάλυσης, και η ΜΑ πρέπει να συνοψίζει και να τεκμηριώνει τα συμπεράσματα μιας τέτοιας ανάλυσης.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων αποτελεί αναπόσπαστο στάδιο σε κάθε συστηματική ανάλυση κινδύνου, για την καθιέρωση τεχνικών και οργανωτικών διασφαλίσεων για την πρόληψη εκδήλωσης των κινδύνων και τον περιορισμό των επιπτώσεων των ατυχημάτων. Μία τέτοια εκτίμηση μπορεί να βασίζεται στην κρίση ειδικών εμπειρογνομόνων σε ποιοτικά και απλοποιημένα μοντέλα, εκτός και εάν απαιτείται ακριβής ποσοτικοποίηση.

Η εκτίμηση επιπτώσεων περιγράφει τα συμπεράσματα από μια σειρά επιλεγμένων σεναρίων ατυχημάτων, παρέχοντας πληροφορίες για τον γενικό έλεγχο του κινδύνου, για τα σχέδια έκτακτης ανάγκης (εσωτερικά και εξωτερικά) καθώς και για τον σχεδιασμό χρήσεων γης στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης. Σε τέτοια περίπτωση η εκτίμηση πρέπει να βασίζεται σε κατάλληλα ποσοτικά μοντέλα. Για τον σκοπό αυτό μοντελοποιούνται τα φαινόμενα που ακολουθούν την έκλυση μιας επικίνδυνης ουσίας (εκροή, εξάτμιση, διασπορά,

φωτιά, έκρηξη, επιπτώσεις στην υγεία από έκθεση σε τοξικές ουσίες, από θερμική ακτινοβολία και ωστικό κύμα).

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι για να επιτευχθεί με συνέπεια η εκτίμηση των επιπτώσεων ατυχημάτων, ωστόσο, όλες οι παραδοχές που γίνονται, οι αναφορές σε υπολογιστικούς κώδικες καθώς και τα πειραματικά αποτελέσματα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση επιπτώσεων πρέπει να επεξηγούνται και να τεκμηριώνονται επαρκώς στην Έκθεση Ασφαλείας.

#### 3.4.2.4 Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και περιορισμού των επιπτώσεων

Οι κίνδυνοι ενός BAME ενδέχεται να αποφευχθούν ή να περιοριστούν στην πηγή τους με την εφαρμογή κατάλληλων πρακτικών εγγενούς ασφάλειας (inherent safety). Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρχές επικινδυνότητας για τον καθορισμό ενός συνόλου μέτρων με στόχο την πρόληψη δημιουργίας δυσλειτουργιών και συνθηκών στην εγκατάσταση που μπορεί να οδηγήσουν στην εκδήλωση ατυχήματος, καθώς και τον περιορισμό των επιπτώσεων ενός ατυχήματος στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Τα προληπτικά μέτρα και τα μέτρα ελέγχου και περιορισμού των επιπτώσεων ενδεικτικά μπορεί να περιλαμβάνουν συστήματα ελέγχου της διεργασίας συμπεριλαμβανομένων των εφεδρικών συστημάτων, συστήματα προστασίας από φωτιά και έκρηξη, συσκευές για περιορισμό της έκτασης τυχαίων διαρροών, δοχεία έκτακτης παγίδευσης ή δοχεία περισυλλογής, βαλβίδες έκτακτου αποκλεισμού, συστήματα συναγερμού, αυτόματα συστήματα διακοπής (παροχής, λειτουργίας), συστήματα αδρανοποίησης διαδικασίες ταχείας διακοπής της λειτουργίας καθώς και άλλες διαδικασίες έκτακτης ανάγκης, ειδικές προφυλάξεις κατά μη εξουσιοδοτημένων ενεργειών από τρίτους που σχετίζονται με την ασφάλεια της εγκατάστασης κλπ.

Τα μέτρα αυτά θα πρέπει να αξιολογούνται στη Μελέτη Ασφάλειας σε συνδυασμό με τη συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας της εγκατάστασης. Επιπλέον, πρέπει να τεκμηριώνονται τα κριτήρια που υιοθετούνται (π.χ. βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία, πρακτικές έγκυρης μηχανικής, ποσοτικά κριτήρια επικινδυνότητας, συμμόρφωση με την σχετική εθνική νομοθεσία κλπ) και να επεξηγούνται επαρκώς οι λόγοι για τους οποίους επιλέχτηκε η συγκεκριμένη μέθοδος ανάμεσα σε άλλες εναλλακτικές μεθόδους. Συγκεκριμένα πρέπει να περιγράφονται τα παρακάτω:

- τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με το βαθμό αντικατάστασης, ποικιλίας και διαχωρισμού που απαιτείται για τα μέτρα (πρόληψης, ελέγχου λειτουργίας και περιορισμού επιπτώσεων)
- την αξιοπιστία των συσκευών και συστημάτων καθώς και την αποτελεσματικότητα των οργανωτικών μέτρων
- οι λειτουργικοί υπολογισμοί που απαιτούνται για να επιβεβαιωθεί η δυνατότητα των λαμβανομένων μέτρων να ανταποκριθούν στα ατυχήματα που οφείλονται στο σχεδιασμό (κριτήρια σχεδιασμού και παραδοχές φορτίων σύμφωνα με τις πρακτικές έγκυρης μηχανικής, χρονική στιγμή και σειρά κατά την οποία ενεργοποιούνται τα μέτρα σε σχέση

τόσο με την εξέλιξη της διεργασίας ή του ατυχήματος όσο και με την διεπαφή (interface) ανθρώπου-μηχανής, κ.λπ.).

- η ανάδραση από τα μέτρα στο σύστημα συνολικά
- η συμμόρφωση με τη σχετική εθνική νομοθεσία καθώς και τους σχετικούς κώδικες (βιομηχανικής) πρακτικής

Εν κατακλείδι, σε ότι αφορά στον προσδιορισμό κινδύνου και την εκτίμηση της επικινδυνότητας, η ΜΑ οφείλει να παρουσιάζει τα κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης κινδύνου και της εκτίμησης επικινδυνότητας. Η ΜΑ θα πρέπει να περιέχει λεπτομερή και αναλυτική περιγραφή των τμημάτων της εγκατάστασης καθώς και των συστημάτων και συσκευών που είναι σημαντικά για την ασφάλεια. Η περιγραφή αυτή δεν χρειάζεται να περιλαμβάνει στοιχεία που ήδη έχουν καλυφθεί σε άλλα εδάφια, αλλά σε κάθε περίπτωση, πρέπει να επιτρέπει τον εύκολο εντοπισμό των τμημάτων που εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες καθώς και την ακριβή θέση τους, των τμημάτων της εγκατάστασης όπου λαμβάνουν χώρα διεργασίες που ενέχουν κίνδυνο, των στοιχείων που εξυπηρετούν λειτουργίες σημαντικές για την ασφάλεια, όπως και των στοιχείων που είναι ικανά να οδηγήσουν στην έναρξη ενός ΒΑΜΕ, περιγράφοντας σαφώς τη σχέση ανάμεσα στις πηγές κινδύνου και στα αντίστοιχα εφαρμοσμένα μέτρα. Τέλος, η περιγραφή πρέπει να κάνει σαφή αναφορά και σε άλλα τμήματα της εγκατάστασης, επιτρέποντας έτσι τον εντοπισμό των αλληλεπιδράσεων. Όπου κρίνεται απαραίτητο, πρέπει να γίνεται αναφορά και σε άλλα έγγραφα τα οποία πρέπει να είναι διαθέσιμα προς τις αρμόδιες αρχές (π.χ. διαγράμματα σωληνώσεων και ενόργανου εξοπλισμού).

Περαιτέρω, τα σενάρια εκδήλωσης ατυχήματος που προσδιορίζονται κατά την ανάλυση κινδύνου, οι συνέπειες τους και η πιθανότητα εμφάνισης τους θα πρέπει να τεκμηριώνονται επαρκώς έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν βάση για την λήψη περαιτέρω αποφάσεων (π.χ. σχεδιασμός εξωτερικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης και χρήσεων γης).

### **3.4.3 Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας**

Με την πάροδο του χρόνου, τα δεδομένα ενισχύουν σημαντικά την άποψη ότι τα αίτια για την εκδήλωση βιομηχανικών ατυχημάτων ανάγονται κυρίως σε θέματα *διαχείρισης της ασφάλειας*. Για τον λόγο αυτό, σε κάθε Μελέτη Ασφαλείας πρέπει να δίδεται η απαιτούμενη βαρύτητα στη διαχείριση της ασφάλειας σε σχέση με τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Ως *διαχείριση της ασφάλειας* μπορεί να ορισθεί ο τομέας της συνολικής διαχειριστικής λειτουργίας που καθορίζει και εφαρμόζει την πολιτική της ασφάλειας. Η διαχείριση της ασφάλειας περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων, πρωτοβουλιών, προγραμμάτων κλπ., που εστιάζουν σε τεχνικά και οργανωτικά θέματα και λαμβάνουν υπόψη τον ανθρώπινο παράγοντα. Αναγνωρίζεται πλέον καθολικά ότι η διαχείριση της ασφάλειας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη και διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου ασφάλειας συγκριτικά με την τεχνολογική προσέγγιση του παρελθόντος. Σημαντικός αριθμός μεγάλων χημικών και πετροχημικών βιομηχανιών έχει υιοθετήσει και ενσωματώσει διαχειριστικά συστήματα για την υγεία, ασφάλεια και το περιβάλλον τα οποία έχουν, σε αρκετές περιπτώσεις, ενταχθεί στη

Διαχείριση της Ολικής Ποιότητας (TQM). Η ορθή διαχείριση της ασφάλειας ξεκινά με την πολιτική ασφάλειας: το σύνολο των προθέσεων σε ότι αφορά στην ασφάλεια και ο προσανατολισμός ενός οργανισμού σε σχέση με την ασφάλεια, όπως τεκμηριώνεται επισήμως από την ανώτατη διοίκηση. Η διαχείριση της ασφάλειας αναφέρεται επίσης, σε όλες τις μεμονωμένες δραστηριότητες του οργανωτικού πλαισίου, οι οποίες τείνουν να τυποποιηθούν με τον τίτλο *Συστήματα Διαχείρισης της Ασφάλειας* (Papadakis and Amendola, 1997).

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει να περιλαμβάνει ή να παραπέμπει σε μια γραπτή μελέτη η οποία περιγράφει την *Πολιτική Πρόληψης της εκδήλωσης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης* όπως επίσης και το *Σύστημα Διαχείρισης της Ασφάλειας* που εφαρμόζεται από τον ασκούντα την εκμετάλλευση για την αντιμετώπιση του κινδύνου από τέτοια ατυχήματα.

Το *Σύστημα Διαχείρισης* της Ασφάλειας πρέπει να καλύπτει το τμήμα εκείνο του συστήματος της συνολικής διαχείρισης, το οποίο περιλαμβάνει την οργανωτική δομή, τις αρμοδιότητες, τις πρακτικές, τις διαδικασίες, τις διεργασίες και τους πόρους για τον προσδιορισμό και την εφαρμογή της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΚΥΑ 5697, Παράρτημα ΙΙΙ)

Οι απαιτήσεις για τη θέσπιση και εφαρμογή της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και του ΣΔΑ εισήχθησαν για πρώτη φορά στην Οδηγία Seveso ΙΙ, δεδομένου ότι ποσοστό περίπου 85% περισσότερων των 300 ατυχημάτων που αναφέρθηκαν με βάση την Οδηγία Seveso Ι οφείλονταν σε ελλείψεις του διαχειριστικού συστήματος (Porter & Wettig, 1999).

Η ανάλυση των κινδύνων εκδήλωσης ατυχήματος μεγάλης έκτασης, όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο, περιλαμβάνει την εξέταση των μέτρων (προληπτικών, ελέγχου και περιορισμού επιπτώσεων) ως τμήμα της συνολικής εκτίμησης της επικινδυνότητας της εγκατάστασης. Βάσει της νομοθεσίας, η Μελέτη Ασφάλειας πρέπει επιπλέον να περιλαμβάνει πληροφορίες οι οποίες προσδιορίζουν οποιαδήποτε σημαντικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από εκδήλωση ατυχήματος μεγάλης έκτασης, όπως αυτά προκύπτουν από την ανάλυση επικινδυνότητας. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν στην περιγραφή του εξοπλισμού, στην οργάνωση του συναγερμού και της επέμβασης, στην περιγραφή κινητοποιήσιμων μέσων και στην παρουσίαση στοιχείων του Εσωτερικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης. Θα πρέπει να περιγράφεται επαρκώς ο εξοπλισμός που είναι εγκατεστημένος στη μονάδα με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από την εκδήλωση ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, συμπεριλαμβανομένων και των συνθηκών κάτω από τις οποίες προτίθεται να χρησιμοποιηθεί. Ιδιαίτερο τμήμα της περιγραφής θα πρέπει να αναφέρεται στα οργανωτικά ζητήματα που είναι απαραίτητα για την επιτυχή αντιμετώπιση ενός έκτακτου συμβάντος και τα σχετικά μέσα τα οποία θα κινητοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, εσωτερικά και εξωτερικά. Σε συνδυασμό με την περιγραφή αυτή, θα πρέπει να γίνεται αναφορά στο Εσωτερικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης το οποίο έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

### 3.4.4 Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης

Κάθε οργανισμός που διαχειρίζεται επικίνδυνες ουσίες αναμένεται να έχει αναπτύξει μια οικεία πολιτική πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων, καθώς και μεθόδους εφαρμογής και ελέγχου τήρησης αυτής. Η Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) θα πρέπει να αποβλέπει σε υψηλό επίπεδο προστασίας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος με τα κατάλληλα μέσα, δομές και συστήματα διαχείρισης.

Η Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων θα πρέπει να διατυπώνεται εγγράφως και να περιλαμβάνει τους γενικούς στόχους και τις αρχές δράσης που καθορίζει ο ασκών την εκμετάλλευση για την ασφάλεια και τον έλεγχο των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων, ενώ παράλληλα οφείλει να διασφαλίζει ότι οι όροι και οι μέθοδοι διασφάλισης της ορθής εφαρμογής της εφαρμόζονται κατάλληλα και να καταδεικνύει ανά πάση στιγμή ότι έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του ανθρωπογενούς και εν γένει του ευρύτερου περιβάλλοντος.

Μέσω της ΠΠΑΜΕ θα πρέπει να θέτονται οι αντικειμενικοί στόχοι και οι υπευθυνότητες για την ασφαλή λειτουργία μιας εγκατάστασης που ενέχει κίνδυνο ατυχήματος μεγάλης έκτασης και να υπογραμμίζονται οι οργανωτικοί και λειτουργικοί μηχανισμοί που πρέπει να εφαρμοστούν μέσω ενός κατάλληλου συστήματος που θα καλύπτει τις απαραίτητες νομοθετικές απαιτήσεις. Οι προδιαγραφές που διατυπώνονται στην ΠΠΑΜΕ και η έκταση του εγγράφου θα πρέπει να είναι ανάλογα με τους κινδύνους μεγάλου ατυχήματος που παρουσιάζει η εγκατάσταση. Πρακτικά, οι βασικές αρχές για την αποφυγή των BAME είναι ουσιαστικά κοινές για όλους τους κινδύνους μεγάλου τεχνολογικού ατυχήματος, ενώ η πολυπλοκότητα και το μέγεθος των μέτρων ελέγχου και των αρχών δράσης ποικίλουν σε αναλογία με το βαθμό κινδύνου (Hawksley, 1999).

Σύμφωνα με το άρθρο 7 της ΚΥΑ 5697, η υποβολή του εγγράφου της ΠΠΑΜΕ δεν αφορά τις εγκαταστάσεις που υποχρεούνται να υποβάλλουν Μελέτη Ασφάλειας, ωστόσο ο ασκών την εκμετάλλευση μιας τέτοιας εγκατάστασης οφείλει να καταδεικνύει ότι έχει λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα για την πρόληψη και καταστολή των κινδύνων μεγάλου ατυχήματος. Ουσιαστικά, η αδειοδοτούσα αρχή πρέπει να διαβεβαιώνει ότι η ΠΠΑΜΕ είναι επαρκής και ότι εφαρμόζεται με συνέπεια στην εγκατάσταση.

Η Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων πρέπει να έχει αναπτυχθεί και να είναι εγκεκριμένη από το διοικητικό συμβούλιο, το οποίο έχει τη συνολική ευθύνη εφαρμογής και παρακολούθησης της, ή άλλο ανώτατο όργανο της εταιρείας. Πρέπει επίσης να αποτελεί μια δέσμευση από την εταιρεία για συνεχή έλεγχο, αξιολόγηση και βελτίωση των διαδικασιών ασφάλειας. Επιπλέον, πρέπει να περιέχει σαφείς ποσοτικούς και μετρήσιμους στόχους και δείκτες και να αναφέρεται ρητά και στα μεγάλα ατυχήματα (BAME). Σημαντικό στοιχείο για την ορθή εφαρμογή της ΠΠΑΜΕ είναι η διάχυση της από τις ανώτερες προς τις κατώτερες βαθμίδες αλλά και η ύπαρξη βρόχων ανατροφοδότησης και εσωτερικής επικοινωνίας από τις κατώτερες βαθμίδες π.χ. μέσω επιτροπών ασφάλειας, συσκέψεων ασφαλείας, ερωτηματολογίων προσωπικού κλπ. για τη συμπλήρωση και επικαιροποίηση της εφόσον κριθεί αναγκαίο.

Η ΠΠΑΜΕ δύναται να αναφέρεται στο σύνολο ή σε επιμέρους μονάδες της εγκατάστασης. Για παράδειγμα, μια εγκατάσταση με περισσότερες από μια μονάδες υψηλής επικινδυνότητας μπορεί να έχει ένα σύνολο κοινών προδιαγραφών ασφάλειας και ένα σύστημα διαχείρισης ασφάλειας που εφαρμόζεται σε όλες τις μονάδες υπό τη συνολική επίβλεψη του ασκούντος την εκμετάλλευση, με διαφορετικό βαθμό λεπτομέρειας και διαφορετικό τρόπο εφαρμογής σε κάθε επιμέρους μονάδα.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η ΠΠΑΜΕ δεν αποτελεί από μόνη της μια Έκθεση Ασφάλειας και μπορεί να είναι τμήμα της γενικής πολιτικής διαχείρισης ασφάλειας μιας εταιρείας. Τυπικά βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας των λαμβανόμενων μέτρων και εν γένει του συνόλου των ενεργειών οι οποίες αυξάνουν σε λεπτομέρεια και συγκεκριμενοποιούνται στην εγκατάσταση για κάθε μονάδα ξεχωριστά.

### 3.4.5 Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας

Η διαχείριση της ασφάλειας αποτελεί την προσέγγιση εκείνη της συνολικής διοικητικής λειτουργίας που καθορίζει και εφαρμόζει την πολιτική ασφάλειας ενός οργανισμού και καλύπτει μια ευρεία σειρά δραστηριοτήτων, πρωτοβουλιών, προγραμμάτων κλπ. τα οποία επικεντρώνονται σε τεχνικές, ανθρώπινες και οργανωτικές παραμέτρους και αναφέρονται σε κάθε μεμονωμένη δραστηριότητα μέσα στον οργανισμό. Όλη αυτή η προσπάθεια συσχετίζεται με την έννοια της συνεχούς βελτίωσης μέσω “βρόχων ελέγχου”: σχεδιασμός, οργάνωση, εφαρμογή, αξιολόγηση, έλεγχος των επιδόσεων και λήψη ή προσαρμογή διορθωτικών ενεργειών. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν τα *Συστήματα Διαχείρισης της Ασφάλειας* (ΣΔΑ), μέσω των οποίων η διαχείριση της ασφάλειας μετατρέπεται σε ένα επίσημο, τεκμηριωμένο σύστημα (Mitchison and Papadakis, 1999).

Η ανάγκη για την υιοθέτηση και απαίτηση του ΣΔΑ από την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία πηγάζει από το μεγάλο ποσοστό των ατυχημάτων που γνωστοποιήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Βάση Δεδομένων Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (Major Accident Reporting System –MARS) από το 1984 για τα οποία η κύρια αιτία αστοχίας οφειλόταν σε διοικητικούς παράγοντες. Σύμφωνα με τον Rasmussen (1995) το ποσοστό των διοικητικών αστοχιών για τα ατυχήματα που καταχωρήθηκαν στη βάση MARS μέχρι και το 1993 ανέρχεται σε 67%, ενώ σε ότι αφορά στα ατυχήματα που γνωστοποιήθηκαν στην ίδια βάση μέχρι τα τέλη Ιανουαρίου του 2008, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται σε 66% περίπου (Kawka and Kirchsteiger, 1999).

Το ΣΔΑ μιας εταιρείας πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα για την εκτίμηση και αξιολόγηση των κινδύνων και ως αποτέλεσμα αυτής την θέσπιση και εφαρμογή των επαρκών μέτρων ελαχιστοποίησης των κινδύνων και την παροχή κατάλληλων μηχανισμών ανατροφοδότησης για περαιτέρω βελτίωση της συνολικής ασφάλειας της εγκατάστασης (Kandola, 1997).

Σύμφωνα εξάλλου με τη νομοθεσία, το διαχειριστικό σύστημα ασφαλείας θα πρέπει να ενσωματώνει το τμήμα του γενικού διαχειριστικού συστήματος το οποίο περιλαμβάνει την οργανωτική δομή, τις αρμοδιότητες, τις πρακτικές, τις διαδικασίες, τις διεργασίες και τους πόρους για τον καθορισμό και την εφαρμογή της πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων.



Πρωταρχικό στόχο του ΣΔΑ μιας εταιρείας αποτελεί η διατήρηση –και αύξηση– του επιπέδου ασφάλειας της εγκατάστασης. Επιπλέον, το ΣΔΑ στοχεύει:

- στη διατήρηση ή μείωση του αριθμού των ακολουθιών ατυχημάτων
- στη διατήρηση ή μείωση της συχνότητας κάθε ακολουθίας ατυχημάτων
- στη διατήρηση ή μείωση της σοβαρότητας των συνεπειών κάθε ακολουθίας.

Στα πλαίσια του διαχειριστικού συστήματος ασφαλείας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα θέματα (ΚΥΑ 5697):

- i) Οργάνωση και προσωπικό: Πρέπει να υπάρχει σαφής και γραπτή περιγραφή των ρόλων και αρμοδιοτήτων του προσωπικού που συμμετέχει στη διαχείριση μεγάλων κινδύνων σε όλα τα επίπεδα της οργάνωσης και παράλληλα προσδιορισμός των εκπαιδευτικών αναγκών του προσωπικού αυτού και παροχή της σχετικής εκπαίδευσης. Επιπλέον, στην ενότητα αυτή πρέπει να ορίζεται η σύμπραξη των εργαζομένων και, ενδεχομένως των υπεργολάβων
- ii) Προσδιορισμός και αξιολόγηση των κινδύνων μεγάλου ατυχήματος: Έμφαση στη θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για το συστηματικό προσδιορισμό κινδύνων μεγάλου ατυχήματος που προκύπτουν από την κανονική και τη μη κανονική λειτουργία, καθώς και αξιολόγηση της πιθανότητας και της σοβαρότητας τους. Ειδικότερα για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση της επικινδυνότητας πρέπει να γίνεται αναφορά σε θέματα όπως ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων ατυχήματος μέσα στο χώρο της εγκατάστασης, εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον, στην υγεία των περιοίκων και στο εργασιακό περιβάλλον από ένα ενδεχόμενο ατύχημα και θέματα σχεδιασμού για την αντιμετώπιση και καταστολή ενός ατυχήματος.
- iii) Έλεγχος λειτουργίας: Έμφαση στη θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών και οδηγιών για την ασφαλή λειτουργία, συμπεριλαμβανομένων των όσων αφορούν τη συντήρηση της εγκατάστασης, τις διεργασίες, τον εξοπλισμό και τις προσωρινές διακοπές λειτουργιών
- iv) Διαχείριση των αλλαγών: Περιλαμβάνεται η θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για τον σχεδιασμό τροποποιήσεων στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις, τις διεργασίες ή αποθηκευτικούς χώρους ή για το σχεδιασμό νέων εγκαταστάσεων, διεργασιών ή αποθηκευτικών χώρων
- v) Σχεδιασμός για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης: Σαφής και πλήρης θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για τον προσδιορισμό προβλέψεων καταστάσεων έκτακτης ανάγκης μέσω της συστηματικής ανάλυσης και για την προετοιμασία, τη δοκιμή και την αναθεώρηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση των καταστάσεων αυτών. Ο σχεδιασμός εκτάκτου ανάγκης έχει σκοπό τον περιορισμό και τη θέση υπό έλεγχο περιστατικών, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις τους και να περιορίζονται οι ζημιές που προκαλούνται στον άνθρωπο, στο περιβάλλον και στα αγαθά. Θα πρέπει επίσης να προσβλέπει στην εφαρμογή των αναγκαίων μέτρων προστασίας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις ατυχημάτων μεγάλης έκτασης. Τέλος, σε περίπτωση ενός BAME θα πρέπει να διασφαλίζει την

αποκατάσταση και τον καθαρισμό του περιβάλλοντος και την ανακοίνωση των αναγκαίων πληροφοριών στο κοινό και στις οικείες υπηρεσίες ή αρχές της περιοχής

- vi) Παρακολούθηση επιδόσεων: Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του ΣΔΑ και αφορά στη θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για τη συνεχή αξιολόγηση της τήρησης των στόχων της πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων του ασκούντος την εκμετάλλευση και του διαχειριστικού συστήματος ασφαλείας καθώς και των μηχανισμών για τη διερεύνηση και τα διορθωτικά μέτρα σε περίπτωση μη τήρησής τους. Οι διαδικασίες θα πρέπει να καλύπτουν το σύστημα του ασκούντος την εκμετάλλευση για την αναφορά μεγάλων ατυχημάτων ή ατυχημάτων που παρ' ολίγον να συμβούν, ιδίως δε εκείνων στα οποία παρατηρήθηκε αστοχία των προστατευτικών μέτρων, καθώς και τη διερεύνησή του και τη συνέχεια που δόθηκε με βάση των αποκομισθέντων διδαγμάτων
- vii) Έλεγχος και επανεξέταση: Πρέπει να περιλαμβάνει τη θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για την περιοδική συστηματική αξιολόγηση της πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων και της αποτελεσματικότητας και καταλληλότητας του διαχειριστικού συστήματος ασφαλείας. Στην ενότητα αυτή απαιτείται επιπλέον η πλήρης απεικόνιση του επιπέδου ασφάλειας της εγκατάστασης καθώς και η τεκμηριωμένη επανεξέταση, εκ μέρους των διευθυντικών στελεχών, των επιδόσεων της πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων και του διαχειριστικού συστήματος ασφαλείας, καθώς και τακτική ενημέρωσή και επικαιροποίησή του.

Επιπλέον, επιτακτική ανάγκη αποτελεί η σύνδεση του ΣΔΑ με τις ακολουθίες ατυχημάτων καθώς το συνολικό επίπεδο ασφάλειας της εγκατάστασης απεικονίζεται από το σύνολο των δυνατών ακολουθιών ατυχημάτων. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η περιγραφή του συνόλου των οργανωτικών δομών της εταιρείας με στόχο τη συστηματική παρακολούθηση και έλεγχο όλων των συνιστωσών των δυνατών ακολουθιών ατυχημάτων, όπως και η πλήρης και επικαιροποιημένη Μελέτη Ασφάλειας, στοιχεία της οποίας χρησιμοποιούνται για τη σύνταξη και συμπλήρωση και αναθεώρηση του διαχειριστικού συστήματος ασφαλείας.

Το διαχειριστικό σύστημα ασφαλείας πρέπει να εξασφαλίζει τους αναγκαίους πόρους, κριτήρια και ελέγχους για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης καλύπτοντας όλες τις φάσεις λειτουργίας:

- Κανονική λειτουργία
- Σχεδιασμός/ Αλλαγές
- Συντήρηση/ Έλεγχος
- Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης

Συγκεκριμένα, σε ότι αφορά στην κανονική λειτουργία της εγκατάστασης περιλαμβάνονται όλες οι λειτουργίες παραγωγής, ενέργειας, βοηθητικών παροχών, φόρτωσης, εκφόρτωσης και ό,τι άλλο είναι απαραίτητο για την κανονική λειτουργία της εταιρείας. Στη φάση αυτή πρέπει να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία ή/ και η διαθεσιμότητα των μέτρων προστασίας που συνιστούν τις διάφορες ακολουθίες συστημάτων.

Στην φάση του σχεδιασμού και των αλλαγών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι αλλαγές που προκύπτουν, προγραμματίζονται να γίνουν ή έχουν ήδη συμβεί, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση των αλλαγών αυτών στην ασφάλεια της εγκατάστασης.

Σχετικά με τη φάση της συντήρησης και του ελέγχου, το ΣΔΑ θα πρέπει να καλύπτει θέματα προληπτικής συντήρησης, ελέγχων και επιδιορθώσεων σε περίπτωση βλάβης, δεδομένου ότι η συντήρηση όλης της εγκατάστασης ή των μεμονωμένων συστημάτων επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των διαφόρων μέτρων προστασίας που καθορίζουν τις ακολουθίες ατυχημάτων.

Τέλος, σε ότι αφορά στις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, στο ΣΔΑ θα πρέπει να περιλαμβάνεται το Σχέδιο Αντιμετώπισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης της εταιρείας που θα πρέπει να καλύπτει όλες τις πλευρές της αντιμετώπισης καταστάσεων που δημιουργούνται από την πραγματοποίηση κάποιας ακολουθίας ατυχήματος και να στοχεύει στην ενεργοποίηση και εφαρμογή των μέτρων, η επιτυχία των οποίων διασφαλίζει τη μη διάδοση της ακολουθίας μέχρι τις τελικές συνέπειες.

Οι κατευθυντήριες γραμμές της ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας σχετικά με τα Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας παρέχουν μεγάλο βαθμό ευελιξίας σε ότι αφορά τη δομή και τις λεπτομέρειες ενός ΣΔΑ, η οποία είναι απαραίτητη για την προσαρμογή των πρακτικών της κάθε εταιρείας, των τοπικών συνθηκών και περιορισμών και της δομής άλλων διαχειριστικών συστημάτων της εγκατάστασης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέσπιση μέτρων απόδοσης και προγραμμάτων αξιολόγησης σε τακτικά διαστήματα, πάντοτε βάσει των συνθηκών της εγκατάστασης και της υπάρχουσας εμπειρίας (Mitchison and Papadakis, 1999).

Ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) δίνει μία αυστηρή δομή και έλεγχο στη διαχείριση των θεμάτων ασφάλειας του οργανισμού και βελτιώνει την απόδοσή του σε πολλούς τομείς και περιοχές όπως είναι το μάρκετινγκ, οι ανθρώπινοι πόροι, η αξιοπιστία του σχεδιασμού και των προϊόντων, οι λειτουργίες, η διαχείριση πληροφοριών, τα οικονομικά και ο προσδιορισμός στρατηγικών στόχων.

Μέσω της εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου και επαρκούς ΣΔΑ πολλαπλά είναι τα οφέλη που μπορούν να αποκομισθούν για έναν οργανισμό, μεταξύ άλλων (Hawksley 1999, IChemE 1998):

- Υιοθέτηση και εφαρμογή ενός κατάλληλου μοντέλου διαχείρισης της ασφάλειας προληπτικά για όλα τα συστήματα και ιδιαίτερα για τα κρίσιμα συστήματα από πλευράς ασφάλειας.
- Δομημένη προσέγγιση στη θέσπιση της πολιτικής, την εκτίμηση επικινδυνότητας, τον έλεγχο και τις επιθεωρήσεις, με αποτέλεσμα να διασφαλίζονται οι απαραίτητοι πόροι για τις περιοχές που έχουν υψηλή επικινδυνότητα.
- Συμμόρφωση με τη νομοθεσία και τους σχετικούς κανονισμούς, κώδικες πρακτικής, πρότυπα και συνιστώμενες πρακτικές και λήψη των απαιτούμενων μέτρων για τη διατήρηση και αύξηση του επιπέδου ασφάλειας
- Αναγνώριση όλων των υψηλών κινδύνων, προσδιορισμός των κατάλληλων μέτρων ελέγχου για την εξάλειψη ή τη μείωση των κινδύνων και θέσπιση κατάλληλων

διαδικασιών για τον έλεγχο καταστάσεων μη κανονικής λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

- Σχεδιασμός των συστημάτων με ασφάλεια, αναγνώριση, έλεγχος και εξάλειψη των ελλείψεων και σφαλμάτων σχεδιασμού σε αρχικό στάδιο.
- Θέσπιση αυστηρών στόχων, μέτρηση της προόδου για τη διασφάλιση συνεχούς βελτίωσης σε ότι αφορά στην υγεία, την ασφάλεια και την περιβαλλοντική απόδοση και επικοινωνία των αποτελεσμάτων
- Παροχή του κατάλληλου επιπέδου εκπαίδευσης και πληροφόρησης για την ασφάλεια, την υγεία και το περιβάλλον στο προσωπικό, τους εργολάβους και λοιπούς συνεργάτες
- Απαίτηση από το προσωπικό για ανάληψη και προσωπικής υπευθυνότητας σχετικά με την ασφάλεια και συνεισφορά στη βελτίωση του επιπέδου ασφάλειας
- Μείωση του αριθμού και ρυθμού ατυχημάτων, η οποία συνεπάγεται μείωση των εξόδων, της απώλειας εσόδων, της απώλειας χρόνου και λοιπών προβλημάτων που σχετίζονται με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων και εν γένει του ευρύτερου περιβάλλοντος
- Εγκατάσταση ενός κατάλληλου σχήματος προληπτικής συντήρησης για όλα τα συστήματα και ιδιαίτερα για τα κρίσιμα συστήματα από πλευράς ασφάλειας.
- Συνεχής επικοινωνία και ανατροφοδότηση της πληροφόρησης σε ότι αφορά στην ασφάλεια, την υγεία και το περιβάλλον, μετάδοση και ανταλλαγή της αποκομισθείσας εμπειρίας με άλλες εγκαταστάσεις και με τις αρμόδιες αρχές με αποτέλεσμα τη βελτίωση της δημόσιας εικόνας και των σχέσεων της εταιρείας με αυτούς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

---

#### 4.1 Η έννοια της αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας

Η αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας αποτελεί μια σύνθετη και ζωτικής σημασίας διαδικασία, η οποία είναι εξίσου σημαντική με τον προσδιορισμό κινδύνου, την εκτίμηση της επικινδυνότητας και τον προσδιορισμό των κατάλληλων συστημάτων και διαδικασιών ασφάλειας, καθώς παρέχει χρήσιμα συμπεράσματα σε ότι αφορά στην πληρότητα των δεδομένων και την αξιοπιστία των στοιχείων των Μελετών Ασφάλειας σχετικά με την αναγνώριση όλων των πιθανών επιπτώσεων από Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης, την ιεράρχηση των σεναρίων ατυχημάτων καθώς και την πληρότητα και επάρκεια των μέτρων πρόληψης, ελέγχου και καταστολής για κάθε ένα σενάριο και για το σύνολο των επιπτώσεων τους στον εξοπλισμό, τον άνθρωπο και το ευρύτερο περιβάλλον.

Η αξιολόγηση αποτελεί μια δομημένη διαδικασία εφαρμογής της νομοθεσίας σε θέματα προστασίας από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα και απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό ώστε να διασφαλίζει αξιόπιστα, ακριβή και ρεαλιστικά συμπεράσματα, αλλά και σαφείς υποδείξεις για τη βελτίωση του επιπέδου ασφάλειας μιας εγκατάστασης που ενέχει κίνδυνο εκδήλωσης μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος (Papadakis, 2001). Αποτελεί, επιπλέον, ένα σημαντικό και ισχυρό εργαλείο για τις αρμόδιες αρχές κάθε χώρας όσον αφορά στην εξέταση της επάρκειας μιας ΜΑ και συνεπώς οφείλει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις εφαρμογής της νομοθεσίας, να είναι διαφανής, συνεπής και σαφώς στοχοθετημένη.

Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας που αφορά σε θέματα πληρότητας στοιχείων των Μελετών Ασφάλειας, εντοπισμού κινδύνων και μέτρων πρόληψης και

καταστολής Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (BAME) μέσα στο χώρο της βιομηχανικής εγκατάστασης, περιλαμβάνει:

- Τον έλεγχο πληρότητας των στοιχείων της ΜΑ, τα οποία αποτελούν το κύριο περιεχόμενο της ΜΑ συμπεριλαμβανομένων και των βασικών στοιχείων του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας, για τα οποία αν δεν υπάρχει πλήρης και επαρκής αναφορά και περιγραφή, δεν είναι δυνατή η αξιολόγηση της ΜΑ,
- Την αξιολόγηση των μεθόδων που έχουν εφαρμοστεί και των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στη ΜΑ σχετικά με την αναγνώριση και προσδιορισμό των κινδύνων και τον καθορισμό των αιτιών ατυχημάτων,
- Την αξιολόγηση των μεθόδων που έχουν εφαρμοστεί και των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στη ΜΑ όσον αφορά στον προσδιορισμό και την ιεράρχηση των ακολουθιών ατυχημάτων (σεναρίων ατυχημάτων),
- Την αξιολόγηση των λειτουργιών ασφάλειας και των συστημάτων ασφάλειας και υποστήριξης που περιγράφονται στη ΜΑ, όπως και την αξιολόγηση των μέτρων πρόληψης και καταστολής ατυχημάτων που προτείνονται από τους υπεύθυνους των εγκαταστάσεων, και
- Την αξιολόγηση του περιεχομένου του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας και του Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης αρμοδιότητας της επιχείρησης, σύμφωνα με το άρθρο 20 της ΚΥΑ 5697/590/2000.

Η αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας και η σύνταξη των αναφορών αξιολόγησης για κάθε Μελέτη Ασφάλειας περιλαμβάνει τα παραπάνω θέματα καθώς και προτάσεις για βελτίωση των μέτρων πρόληψης BAME που πιθανόν να παρουσιάζουν ελλείψεις ή να κρίνονται ανεπαρκή. Η παρουσίαση των προτάσεων για βελτίωση των μέτρων δεν έχει την έννοια πρότασης για επίτευξη «επαρκούς επιπέδου ασφάλειας», αλλά επιστημονικό υλικό υποστηρικτικού χαρακτήρα για την τεκμηρίωση σχετικού σχεδιασμού μέτρων.

Σκοπός εξάλλου της αξιολόγησης είναι να προσδιοριστεί αν η Μελέτη Ασφάλειας μιας εγκατάστασης που ενέχει κίνδυνο εκδήλωσης μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος αναφέρει και αναλύει (Παπάζογλου και Γιακουμάτος, 1997):

1. Όλες τις δυνατές άμεσες αιτίες ατυχηματικού γεγονότος (απώλεια περιβλήματος ή κελύφους του περιέκτη (δεξαμενής, σωληνώσεων, δοχείου κλπ) της επικίνδυνης ουσίας με αποτέλεσμα τη διαφυγή της ουσίας αυτής) στην εγκατάσταση, καθώς και όλα τα σημεία της εγκατάστασης όπου αυτό είναι δυνατόν να συμβεί.
2. Όλες τις δυνατές άμεσες αιτίες “Έναυσης” εύφλεκτων υλικών που τυχόν απελευθερώνονται μετά την απώλεια περιβλήματος.
3. Όλα τα προστατευτικά μέτρα, τεχνικά (ενεργητικά ή παθητικά συστήματα ασφαλείας) ή οργανωτικά (διαδικασίες ανθρώπινων ενεργειών όπως συνεχείς ή περιοδικοί έλεγχοι, παρεμβάσεις συντήρησης ή επιδιόρθωσης κλπ.) που έχουν ληφθεί για τον περιορισμό της πιθανότητας απώλειας περιβλήματος, έναυσης μιας εύφλεκτης ουσίας ή διαφυγής μιας τοξικής ουσίας.

4. Τους βαθμούς επαλληλίας και εφεδρείας που χαρακτηρίζουν τα διάφορα προστατευτικά μέτρα (λειτουργίες ασφαλείας) μέσω πολλαπλών συστημάτων.
5. Τα συγκεκριμένα συστήματα που παρέχουν υπηρεσίες υποστήριξης σε συγκεκριμένα συστήματα πρώτης γραμμής.
6. Τις δυνατές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ συστημάτων πρώτης γραμμής μέσω κοινών υποσυστημάτων ή συστημάτων υποστήριξης.
7. Όλες τις ακολουθίες γεγονότων που αποτελούνται από αστοχίες υλικού ή/και ανθρώπινες ενέργειες και οι οποίες καταλήγουν σε ατυχηματικό γεγονός και διαφυγή, διασπορά ή έναυση για εύφλεκτες ουσίες.

Σημειώνεται ότι τα παραπάνω πρέπει να προσδιορίζονται άμεσα με σαφήνεια και ευκρίνεια στην Μελέτη Ασφάλειας της εγκατάστασης ώστε να μην υπάρχει αμφιβολία ότι η αναγνώριση και η καταγραφή αυτή αποτελεί μια “δέσμευση” της εγκατάστασης προς τις Αρμόδιες Αρχές ότι αναγνωρίζει:

1. Την δυνατότητα ατυχηματικού γεγονότος (απώλειας περιβλήματος, ρήξης κελύφους, διαφυγής, διασποράς, ή/και έναυσης των επικίνδυνων ουσιών που υφίστανται ή δύνανται να δημιουργηθούν στην εγκατάσταση), μέσω των συγκεκριμένων άμεσων αιτιών.
2. Την αποστολή και σπουδαιότητα των διαφόρων προστατευτικών μέτρων που υπάρχουν στην εγκατάσταση για την αποφυγή ατυχηματικού γεγονότος και κατά συνέπεια ότι κατ’ ελάχιστον θα συνεχίζει να φροντίζει για την έγκαιρη και καλή λειτουργία των σχετικών συστημάτων καθώς και την εκτέλεση των διαφόρων σχετικών διαδικασιών.

Σημειώνεται επίσης ότι για τους σκοπούς της αξιολόγησης τα παραπάνω δεν πιστοποιούνται μέσω της περιγραφής της εγκατάστασης αλλά απαιτείται η σαφής αναφορά στο σύστημα οργάνων, τον σκοπό του, την λειτουργία ασφαλείας που εξυπηρετεί, μαζί με την άμεση αιτία ατυχήματος που αποσκοπεί να αποτρέψει ή τις συνέπειες της οποίας στοχεύει να μετριάσει.

Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η επανάληψη ορισμένων βημάτων στη διαδικασία αξιολόγησης πιθανόν να είναι απαραίτητη έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ένας ορθολογικότερος προσδιορισμός επιμέρους κριτηρίων αξιολόγησης και τελικά μια πληρέστερη αξιολόγηση.

Προκειμένου να είναι πλήρης και να αποφέρει αξιόπιστα αποτελέσματα η αξιολόγηση των Μελετών, απαιτείται εμπειρία στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται, εμπειρία στις δραστηριότητες και διεργασίες που περιλαμβάνει η εγκατάσταση, πρόσβαση σε στοιχεία και πηγές πληροφορίας που διατηρεί ο υπεύθυνος της εγκατάστασης, καθώς και επιτόπιους ελέγχους στην εγκατάσταση και ενημέρωση από τη διοίκηση και το αρμόδιο προσωπικό της εγκατάστασης.

Συμπερασματικά, η αξιολόγηση είναι ένα αναπόσπαστο και κρίσιμο κομμάτι της εφαρμογής της νομοθεσίας που αφορά στην προληπτική και κατασταλτική αντιμετώπιση των μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποιότητα του περιεχομένου της Έκθεσης Ασφάλειας στο οποίο καλείται να δώσει προστιθέμενη αξία, την ακρίβεια και πληρότητα των στοιχείων της σε συνάρτηση με την επαρκή τεκμηρίωσή τους,

ενώ αποτελεί τη βάση ικανοποίησης ή μη ικανοποίησης των απαιτήσεων και κριτηρίων που ορίζει η ευρωπαϊκή οδηγία SEVESO II και η σχετική ελληνική νομοθεσία από την Μελέτη Ασφάλειας. Ως εκ τούτου, η διαδικασία αξιολόγησης αποτελεί ένα εξαιρετικά ευαίσθητο μέρος της όλης διαδικασίας εφαρμογής της νομοθεσίας, ενώ παράλληλα απαιτεί εμπειρία και τεχνογνωσία και σε ορισμένες περιπτώσεις ιδιαίτερη επιστημονική γνώση και εξειδίκευση κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή της.

## **4.2 Υφισταμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης στην ΕΕ**

### **4.2.1 Αξιολόγηση Μελετών Ασφάλειας με βάση τις αρχές του COMAH**

Ο οργανισμός Health and Safety Executive (HSE) της Μεγάλης Βρετανίας σε συνεργασία με την Περιβαλλοντική Υπηρεσία (Environmental Agency) της Βρετανίας και την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας της Σκωτίας (Scottish Environment Protection Agency) έχει αναπτύξει μία σειρά αρχών και κριτηρίων για την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας SEVESO II και την επίτευξη ενός υψηλού κοινού επιπέδου αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας.

Αποτέλεσμα της προσπάθειας αυτής αποτελούν οι Κανονισμοί Ελέγχου των Κινδύνων Μεγάλων Ατυχημάτων (Control of Major Accident Hazards Regulations –COMAH). Σκοπός των κανονισμών αυτών είναι η αξιολόγηση των ΜΑ με έμφαση στα Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας ώστε να τεκμηριώνεται επαρκώς ότι αναγνωρίζονται οι κίνδυνοι ατυχημάτων μεγάλης έκτασης και ότι έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα από την εγκατάσταση για την πρόληψη και τον περιορισμό των συνεπειών τους.

Για πρώτη φορά, οι αρμόδιες αρχές καλούνται να διαβιβάζουν τα αποτελέσματα του ελέγχου της ΜΑ στους υπεύθυνους της εγκατάστασης σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα την καθιέρωση ενός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου κατά το οποίο η αξιολόγηση θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί. Επιπλέον, οι αρμόδιες αρχές υποχρεούνται να απαγορεύουν τη λειτουργία μιας εγκατάστασης σε περίπτωση που διαπιστωθούν σοβαρές ελλείψεις και ανεπάρκειες όσον αφορά στα μέτρα πρόληψης και καταστολής ατυχήματος (Sumption, 1999).

Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης των ΜΑ κατά τρόπο συνεπή και αποτελεσματικό, έχει θεσπιστεί από κοινού με τη βιομηχανία, τις τοπικές και εθνικές αρμόδιες αρχές, περιβαλλοντικές οργανώσεις και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη ένας αριθμός κριτηρίων αξιολόγησης, τα οποία κατατάσσονται στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες (Britton, 2001):

- Κριτήρια περιγραφής: έχουν αναπτυχθεί ώστε να διαπιστωθεί στα αρχικά στάδια και πριν η αξιολόγηση προχωρήσει σε βάθος, εάν παρέχονται βασικές πληροφορίες στη ΜΑ. Αυτή η προκαταρκτική εξέταση των στοιχείων της ΜΑ επιτρέπει την έγκαιρη απαίτηση συμπληρωματικών πληροφοριών ή ακόμα και την απόρριψή της σε περίπτωση ανεπάρκειας και σημαντικών ελλείψεων
- Κριτήρια πρόβλεψης: επιτρέπουν στους αξιολογητές την εξέταση των σεναρίων μεγάλων ατυχημάτων, πριν τη θεώρηση των απαιτούμενων μέτρων.



Χρησιμοποιούνται επίσης για την αξιολόγηση της πληρότητας σε ότι αφορά την ανάλυση κινδύνου της ΜΑ

- Κριτήρια για την Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και το ΣΔΑ: σχετίζονται με τις αντίστοιχες παραγράφους και Παραρτήματα της ευρωπαϊκής Οδηγίας και αφορούν όλες τις διαδικασίες και ενέργειες για τη διασφάλιση της επάρκειας των οργανωτικών μέτρων από τη διοίκηση
- Τεχνικά κριτήρια: περιλαμβάνουν τις τεχνικές παραμέτρους που απαιτούνται για την πρόληψη των μεγάλων ατυχημάτων και τον περιορισμό των επιπτώσεων και σχετίζονται με τις απαραίτητες διαδικασίες για τη διασφάλιση ενός ανεκτού επιπέδου ασφάλειας στην εγκατάσταση.
- Κριτήρια απόκρισης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης: αποδεικνύουν ότι έχουν ληφθεί όλα τα απαιτούμενα μέτρα για τον περιορισμό ενός μεγάλου ατυχήματος, συμπεριλαμβανομένου ενός εσωτερικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση του εξωτερικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.

Η μεθοδολογία ορίζει συνολικά περισσότερα από εκατό κριτήρια, για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το εάν η ΜΑ ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τους σκοπούς της σχετικής νομοθεσίας. Τα κριτήρια αυτά συνοδεύονται από επαρκείς επεξηγήσεις και αναπτύχθηκαν με βάση τη συσσωρευμένη εμπειρία των αρμοδίων αρχών της Μεγάλης Βρετανίας από τις πραγματοποιηθείσες επιθεωρήσεις σε εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου της χώρας. Επισημαίνεται ότι με βάση τη μεθοδολογία, δεν απαιτείται να ικανοποιούνται όλα τα κριτήρια αξιολόγησης, ενώ εναπόκειται στην κρίση των αξιολογητών ο αριθμός και το είδος των χρησιμοποιούμενων κριτηρίων, όπως και ο βαθμός λεπτομέρειας που απαιτείται από τη ΜΑ.

Η μεθοδολογία δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην αξιολόγηση της Πολιτικής Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και του ΣΔΑ, έχοντας αναπτύξει 33 σχετικά κριτήρια αξιολόγησης, τα οποία συνοδεύονται από αιτιολόγηση επιλογής τους και προτεινόμενους τρόπους ικανοποίησής τους. Τα κριτήρια αυτά αφορούν κυρίως στην προσέγγιση του διαχειριστικού συστήματος που παρατίθεται στη ΜΑ αναφορικά με τη διαχείριση της ασφάλειας, η οποία περιλαμβάνει την πολιτική του οργανισμού, την οργάνωση, το σχεδιασμό και εγκατάσταση, τη μέτρηση και επανεξέταση της απόδοσης και τον έλεγχο, κατά αντιστοιχία με την ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η αξιολόγηση της Πολιτικής Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων και του ΣΔΑ είναι η ίδια όπως και για τα υπόλοιπα στοιχεία της Μελέτης Ασφάλειας, ενώ ορίζεται ότι το ΣΔΑ θα πρέπει να αξιολογείται στο σύνολο του και όχι μεμονωμένα για κάθε στοιχείο του.

Η μεθοδολογία ορίζει επίσης τις σοβαρές ελλείψεις και ανεπάρκειες που είναι ικανές να οδηγήσουν σε απαγόρευση της λειτουργίας και άρση της αδειοδότησης μιας εγκατάστασης, μόνο όμως αφού διαπιστωθούν μετά και από επίσκεψη στην εγκατάσταση. Αυτές συνοπτικά είναι οι ακόλουθες:

- Η Πολιτική Πρόληψης Μεγάλων Ατυχημάτων είναι απύσχα ή ανεπαρκής
- Το ΣΔΑ παρουσιάζει σοβαρές ελλείψεις στο σύνολο του ή δεν υπάρχει στη ΜΑ

- Μία από τις βασικές επτά θεματικές περιοχές του ΣΔΑ παρουσιάζει σοβαρές ελλείψεις ή δεν υπάρχει στη ΜΑ
- Κάποιο από τα βασικά στοιχεία της ΜΑ (ανάλυση κινδύνου, περιγραφή εγκατάστασης, υφιστάμενα μέτρα, σενάρια ατυχημάτων κλπ) παρουσιάζει σοβαρές ελλείψεις ή δεν υπάρχει στη ΜΑ
- Βασικά στοιχεία της ΜΑ ή του ΣΔΑ, όταν αξιολογούνται σε συνδυασμό με τεχνικά στοιχεία και απαιτήσεις της νομοθεσίας, παρουσιάζουν ελλείψεις σε βαθμό ώστε να καθίσταται ανεπαρκής η ΜΑ.

#### 4.2.2 Η Ιταλική προσέγγιση αξιολόγησης

Στα πλαίσια της εθνικής νομοθεσίας της Ιταλίας η οποία εφαρμόζει την ευρωπαϊκή Οδηγία 96/82/ΕΕ (SEVESO II) , το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Ιταλίας εξέδωσε συγκεκριμένους τεχνικούς κανόνες, οι οποίοι καθορίζουν κριτήρια και διαδικασίες για την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας όσον αφορά συγκεκριμένες κατηγορίες βιομηχανικής δραστηριότητας όπως αποθήκευση υγραερίου, και πρόσφατα, εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διαχείρισης εύφλεκτων και τοξικών ουσιών.

Οι κανόνες αυτοί προετοιμάστηκαν και θεσπίστηκαν από εμπειρογνώμονες της Εθνικής Υπηρεσίας Περιβαλλοντικής Προστασίας (National Environmental Protection Agency – ANPA) και την Εθνική Πυροσβεστική Υπηρεσία της Ιταλίας, με την υποστήριξη του Υπουργείου Περιβάλλοντος και ομάδων εμπειρογνομόνων από τεχνολογικά και πανεπιστημιακά ινστιτούτα, καθώς και με τη συνεργασία της βιομηχανίας.

Ο κύριος σκοπός των κανόνων αυτών που συνιστούν τη μεθοδολογία αξιολόγησης της χώρας είναι η υποβοήθηση των Αρμοδίων Αρχών αναφορικά με την αξιολόγηση των τεχνικών προδιαγραφών των Μελετών Ασφάλειας.

Η προσέγγιση αξιολόγησης, η οποία εφαρμόζεται από το 1996 με θετικά αποτελέσματα, αποτελείται από τα ακόλουθα έξι βήματα (Clini, 2000):

1. Επίσημη ανάλυση και έλεγχος πληρότητας και επάρκειας της Μελέτης Ασφάλειας, με χρήση λιστών ελέγχου.
2. Προσδιορισμός των τεχνικών στοιχείων που χαρακτηρίζουν το επίπεδο και την “ποιότητα” της ασφάλειας μιας εγκατάστασης και αξιολόγηση τους με μέθοδο δεικτών ελέγχου, ειδικά σχεδιασμένης για τις συγκεκριμένες κατηγορίες βιομηχανικής δραστηριότητας. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, οι εγκαταστάσεις ταξινομούνται σε κατηγορίες επικινδυνότητας. Οι εγγενείς παράγοντες που χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση των εγκαταστάσεων αφορούν στην παρουσία συγκεκριμένων συνθηκών κινδύνου. Η αξιολόγηση τέτοιων παραγόντων διασφαλίζει ότι ενεργοποιούνται όλες οι σημαντικές δράσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας της εγκατάστασης.
3. Αξιολόγηση της ανάλυσης κινδύνου που παρατίθεται στη ΜΑ, λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τους οργανωτικούς παράγοντες μέσω του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας και τις εκτιμώμενες συνέπειες, οι οποίες εκφράζονται

αναφορικά με αποστάσεις επιπτώσεων για συγκεκριμένες τιμές φυσικών επιδράσεων.

4. Χαρακτηρισμός και κωδικοποίηση του ευρύτερου περιβάλλοντος της εγκατάστασης, με βάση τις χρήσεις γης και την τρωτότητα απέναντι σε εν δυνάμει επιπτώσεις μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.
5. Κριτική και διεξαγωγή συμπερασμάτων της τεχνικής συμβατότητας και εναρμόνισης της εγκατάστασης με το ευρύτερο γειτονικό περιβάλλον, συνδυάζοντας το επίπεδο ασφάλειας της εγκατάστασης (Βήμα 2) με την κατηγορία περιβαλλοντικής τρωτότητας αυτής (Βήμα 4).
6. Προσδιορισμός πρόσθετων βελτιώσεων, σε περίπτωση που αυτό κριθεί απαραίτητο, για την επίτευξη ενός επαρκούς επιπέδου ασφάλειας της εγκατάστασης.

#### **4.2.3 Η γαλλική μεθοδολογία αξιολόγησης**

Στα πλαίσια εφαρμογής της Κοινοτικής Οδηγίας 96/82/EE (SEVESO II) και της εναρμόνισης της με την εθνική νομοθεσία της Γαλλίας, το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Γαλλίας ανέπτυξε κριτήρια και διαδικασίες για την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας όσον αφορά συγκεκριμένες κατηγορίες βιομηχανικής δραστηριότητας όπως αποθήκευση υγραερίου, και πρόσφατα, εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διαχείρισης εύφλεκτων και τοξικών ουσιών (Min. De L' Environment, 1995).

Ο κύριος σκοπός των κανόνων που συνιστούν τη γαλλική μεθοδολογία αξιολόγησης είναι η υποβοήθηση των Αρμοδίων Αρχών αναφορικά με την αξιολόγηση των τεχνικών προδιαγραφών των Μελετών Ασφάλειας.

Η αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας, η οποία εφαρμόζεται από το 1997 με θετικά αποτελέσματα και η οποία σε ένα βαθμό παρουσιάζει ομοιότητες με την προτεινόμενη από το Πολυτεχνείο Κρήτης μεθοδολογία αξιολόγησης, επικεντρώνεται στον έλεγχο και την αξιολόγηση, με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένων εξαντλητικών και μη εξαντλητικών λιστών ελέγχου, των ακόλουθων σημείων των Εκθέσεων Ασφάλειας:

1. Γενικά στοιχεία και πληροφορίες για την εγκατάσταση (διαδικασίες, λειτουργίες, ισοζύγια μάζας και ενέργειας, γενική οργάνωση σε θέματα ασφάλειας, υπηρεσίες και συστήματα παρακολούθησης και επιθεώρησης, περιβάλλον κλπ).
2. Αναγνώριση και προσδιορισμός των κινδύνων με απαίτηση χρήσης μεθόδων Συστηματικής Ανάλυσης Κινδύνων, αναγνώριση όλων των πιθανών κατηγοριών εκλύσεων και σεναρίων ατυχημάτων (BLEVE, UVCE, έκρηξη, διασπορά τοξικού νέφους στον αέρα, το νερό και το έδαφος) και εξέταση όλων των φάσεων λειτουργίας μιας εγκατάστασης (συντήρηση/ έλεγχοι, shut-down, έναρξη λειτουργίας και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης), λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης και τους οργανωτικούς παράγοντες μέσω του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας.

3. Προσδιορισμός ανεπιθύμητων γεγονότων και συμβάντων στην εγκατάσταση (λόγω φυσικών κινδύνων, εσωτερικών και εξωτερικών συμβάντων και δυσλειτουργιών στην εγκατάσταση, ενεργειών δολιοφθοράς κλπ.) που δύνανται να αποτελέσουν αιτίες μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος.
4. Έλεγχος των υφιστάμενων μέτρων πρόληψης στην εγκατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και το είδος της εγκατάστασης και των επικίνδυνων ουσιών, των υφιστάμενων μέσων και εξοπλισμού της εγκατάστασης, τη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα και την οργανωτική δομή των υπό αξιολόγηση εγκαταστάσεων και επιμέρους μονάδων.
5. Έλεγχος των σημαντικών παραμέτρων και του κρίσιμου για την ασφάλεια της εγκατάστασης εξοπλισμού (κατάλογος και στοιχεία του εξοπλισμού της εγκατάστασης, επιθεώρηση και συντήρηση εξοπλισμού, σχεδιασμός και μετατροπές εξοπλισμού, αξιοπιστία συστημάτων κλπ).
6. Επιπτώσεις και εκτιμώμενες συνέπειες από μεγάλα ατυχήματα που δύνανται να συμβούν στην εγκατάσταση. Αναγνώριση άμεσων επιπτώσεων λαμβανομένων υπόψη προηγούμενων ατυχημάτων, αναγνώριση των επιπτώσεων των σεναρίων, έκταση των επιπτώσεων και σενάρια αναφοράς. Αναγνώριση έμμεσων επιπτώσεων λαμβανομένων υπόψη των έμμεσων επιπτώσεων από φωτιές, εκρήξεις και εκλύσεις τοξικών ουσιών.
7. Οργάνωση και σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης αναφορικά με τα μέσα και τις διαδικασίες προστασίας και επέμβασης, την εκπαίδευση του προσωπικού, την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων σε συνεργασία με τις γειτονικές εγκαταστάσεις, τη λήψη άμεσων μέτρων ελέγχου και καταστολής σε περίπτωση ατυχήματος, καθώς και την πληροφόρηση και προειδοποίηση του κοινού σε περίπτωση ατυχήματος.

#### **4.2.4 Η βελγική μεθοδολογία αξιολόγησης “Metatechnical Evaluation System”**

Η μεθοδολογία M.E.S (Metatechnical Evaluation System), η οποία αναπτύχθηκε από τη Διεύθυνση Χημικών κινδύνων του βελγικού Υπουργείου Απασχόλησης αποσκοπεί στην αξιολόγηση της οργανωτικής ικανότητας των εγκαταστάσεων υψηλού κινδύνου για τον έλεγχο των κινδύνων από βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης όπου εμπλέκονται επικίνδυνες ουσίες. Η δομή του συστήματος M.E.S ακολουθεί τη δομή του προτύπου ISO 9001 και έχει αναπτυχθεί από κοινού με εμπειρογνώμονες της βιομηχανίας και επιχειρησιακούς οργανισμούς.

Από τον Μάιο του 1997, η μεθοδολογία έχει εφαρμοστεί σε περισσότερες από εξήντα εγκαταστάσεις, η πλειοψηφία των οποίων είναι χημικές ή πετροχημικές επιχειρήσεις. Επί του παρόντος, προσπάθεια γίνεται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε εγκαταστάσεις μικρότερου μεγέθους και ειδικότερα εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διαχείρισης προπανίου (LPG).

Η μεθοδολογία επικεντρώνεται στον έλεγχο και την αξιολόγηση των παρακάτω σημείων (Rase, 1999):

1. Υπευθυνότητες της Ανώτερης Διοίκησης
2. Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας
3. Εφαρμογή των προτύπων και απαιτήσεων ασφάλειας
4. Σχεδιασμός και τροποποιήσεις των εγκαταστάσεων
5. Συναλλαγές και συνεργασίες με τρίτα μέρη
6. Επιχειρησιακός έλεγχος
7. Διαδικασίες επιθεώρησης και συντήρησης
8. Σχεδιασμός Εκτάκτου Ανάγκης
9. Διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες
10. Έλεγχοι και επιθεωρήσεις ασφάλειας

#### **4.2.5 Η γερμανική μεθοδολογία αξιολόγησης**

Για την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας στα πλαίσια εφαρμογής της Κοινοτικής Οδηγίας SEVESO II, το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Γερμανίας έχει αναπτύξει από το 1997 μια σειρά κριτηρίων και διαδικασιών (Umweltbundesamt, 1997). Η αξιολόγηση διεξάγεται σε τέσσερα στάδια:

- Αξιολόγηση των δεδομένων της ΜΑ αναφορικά με τα στοιχεία του περιβάλλοντος και τη γενική λειτουργία της εγκατάστασης (δομή εγκατάστασης, ευρύτερο περιβάλλον, πολιτική λειτουργίας και διαδικασίες της εγκατάστασης, συστήματα παρακολούθησης, υφιστάμενα μέτρα πρόληψης και έκτακτης ανάγκης για τον περιορισμό των επιπτώσεων μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων, την ασφάλεια και την προστασία του περιβάλλοντος κλπ). Για την καταγραφή και αξιολόγηση των στοιχείων πραγματοποιείται χρήση λιστών ελέγχου, όπως και τεκμηρίωση των στοιχείων μέσω επιθεωρήσεων, επιτόπιων επισκέψεων στις εγκαταστάσεις και συζητήσεων με το προσωπικό.
- Αξιολόγηση των στοιχείων της ΜΑ όσον αφορά τις επικίνδυνες ουσίες (εξοπλισμός και περιοχές των επικίνδυνων ουσιών, ποσότητες αναφορικά με τα ανώτερα επιτρεπτά όρια κλπ), όπου με βάση τα στοιχεία της ΜΑ και τη σχετική βιβλιογραφία γίνεται καταγραφή των ποσοτήτων των επικίνδυνων ουσιών σε όλες τις μονάδες κάθε εγκατάστασης.
- Αξιολόγηση των στοιχείων της ΜΑ αναφορικά με την υφιστάμενη ανάλυση κινδύνου (καθορισμός και ένταξη των υπό αξιολόγηση εγκαταστάσεων ανά κατηγορία κινδύνου, περιγραφή των υφιστάμενων κινδύνων, επιλογή συγκεκριμένων εγκαταστάσεων ανά κατηγορία κινδύνου για περαιτέρω εξέταση της επικινδυνότητας κλπ). Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται μια πρώτη συνάντηση των εμπειρογνώμων και φορέων αξιολόγησης για την ανασκόπηση των εργασιών και την ανταλλαγή πληροφοριών.
- Αξιολόγηση των λεπτομερών στοιχείων της ΜΑ και λεπτομερής ανάλυση κινδύνου ανά κατηγορία εγκαταστάσεων και επικίνδυνων ουσιών (έλεγχος εν δυνάμει ατυχημάτων και αξιολόγηση των επιπτώσεων τους, αξιολόγηση των υφιστάμενων προληπτικών και

κατασταλτικών μέτρων). Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται ο δεύτερος γύρος των συναντήσεων των αρμόδιων φορέων αξιολόγησης για την τελική ανασκόπηση των εργασιών και την τεκμηριωμένη διεξαγωγή των συμπερασμάτων αξιολόγησης. Το στάδιο αυτό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το προηγούμενο στάδιο και μπορεί να διεξαχθεί παράλληλα με αυτό. Τα απαιτούμενα στοιχεία αξιολογούνται με τη βοήθεια κατάλληλων λιστών ελέγχου, έπειτα από επιτόπιες επισκέψεις στις εγκαταστάσεις και έπειτα από συνεργασία με τη βιομηχανία και αξιοποίηση της εμπειρίας και τεχνογνωσίας των υπεύθυνων των εγκαταστάσεων.

Οι απαιτούμενοι υπολογισμοί διεξάγονται με έμφαση στις επιπτώσεις των ατυχημάτων και αποσκοπούν κυρίως στον προσδιορισμό όλων των πιθανών κινδύνων. Απώτερο στόχο της εν λόγω μεθοδολογίας αξιολόγησης αποτελεί η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης κινδύνων και η εξάλειψη τους με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης κινδύνου.

#### 4.2.6 Το Μοντέλο Αξιολόγησης και Επιθεώρησης AVRIM 2

Το μοντέλο Avrim2 αποτελεί μια μεθοδολογία που υποστηρίζεται από μια σειρά εργαλείων για την υποστήριξη της αξιολόγησης των Μελετών Ασφαλείας και τη διεξαγωγή επιθεωρήσεων σε εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου στην Ολλανδία. Η μεθοδολογία αυτή στοχεύει στην παροχή μιας ομοιόμορφης και ολοκληρωμένης προσέγγισης για τη διαχείριση θεμάτων μείζονος κινδύνου και έχει αναπτυχθεί για το Υπουργείο Κοινωνικών Υποθέσεων και Εργασίας (Labor Inspectorate) της Ολλανδίας (Bellamy & van der Schaaf, 2000).

Ειδικότερα, η μεθοδολογία Avrim2 χρησιμοποιείται για (Bellamy and Brouwer, 1999):

- Την εξέταση των στοιχείων που παρέχονται στις αρμόδιες αρχές από τις εγκαταστάσεις “Seveso II”, όσον αφορά στις Μελέτες Ασφάλειας και την Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης
- Την πιστοποίηση της εφαρμογής καθορισμένων διαχειριστικών συστημάτων ασφαλείας όσον αφορά στη σχεδίαση, διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση
- Τη διεξαγωγή περιοδικών επιθεωρήσεων ασφαλείας σε εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου

Η μεθοδολογία δίνει έμφαση στα σχεδιαστικά και διαχειριστικά θέματα ασφαλείας και συνδέει τα τεχνικά συστήματα και πληροφορίες που περιλαμβάνονται στη ΜΑ με το εφαρμοζόμενο ΣΔΑ. Το Avrim2 έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επικεντρώνεται στα προληπτικά και προστατευτικά συστήματα που ελαχιστοποιούν τη πιθανότητα να υπάρξει απώλεια περιεχομένου. Κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να έχει τέτοια προστατευτικά συστήματα για όλα τα προσδιορισμένα εναρκτήρια γεγονότα

- Τα προληπτικά συστήματα αμύνονται ενάντια σε τυχόν αποκλίσεις από τις σχεδιαστικές παραμέτρους. Για παράδειγμα για τον ελεγκτή θερμοκρασίας, τη γεννήτρια ή μία διαδικασία.

- Τα προστατευτικά συστήματα αμύνονται ενάντια στα αποτελέσματα μιας τέτοιας απόκλισης, αν αυτή προκύψει, και επομένως ανταποκρίνονται μόνο μετά από απαίτηση. Για παράδειγμα μία διαδικασία έκτακτης ανάγκης.

Στο Avrim2, αυτά τα συστήματα ονομάζονται Γραμμές άμυνας (Lines of Defence).

Η μεθοδολογία Avrim2 και τα κριτήρια της βασίζονται:

- Στην ανάλυση των άμεσων και έμμεσων αιτιών για τα φαινόμενα απώλειας περιβλήματος (LOC) σε εγκαταστάσεις που διαχειρίζονται επικίνδυνα υλικά.
- Σε μία προσέγγιση (risk-based) που καλύπτει όλα τα πιθανά σενάρια που οδηγούν στην απώλεια περιεχομένου, την πιθανότητα να συμβεί ένα τέτοιο ατύχημα και τις πιθανές επιπτώσεις του.
- Σε ένα μοντέλο του ΣΔΑ που περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενους βρόχους ελέγχου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως άμυνα έναντι των κινδύνων.

Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα ώστε να προσδιορίσουν όλες τις γενικές αιτίες αστοχίας που θα μπορούσαν να έχουν σαν αποτέλεσμα απώλεια περιεχομένου, συμπεριλαμβανομένων των διαδρομών που οδηγούν στα σενάρια αστοχίας. Αυτά τα μοντέλα αφορούν την παρουσία και αξιοπιστία των γραμμών αμύνης (Lines Of Defence –LOD) που υιοθετούνται ενάντια στους κινδύνους και στο σύστημα διαχείρισης που τις διατηρεί σε ορθή λειτουργία και τις ενεργοποιεί όταν απαιτείται.

Πρέπει να είναι δυνατό για κάθε εγκατάσταση να είναι σε θέση να αναγνωρίσει και να προσδιορίσει επαρκώς τις γραμμές άμυνάς της. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- Εάν οι γραμμές άμυνας είναι στη θέση τους
- Ποιες είναι αυτές
- Εάν το προσωπικό είναι παρών και προστατευμένο από ένα ατύχημα.
- Εάν υπάρχει διαδικασία έκτακτης απόκρισης.

Η μεθοδολογία ορίζει μια σειρά προτεραιότητας για τις γραμμές άμυνας, η οποία είναι η ακόλουθη:

1. Ολική απομάκρυνση του κινδύνου μεγάλης κλίμακας. (υψηλότερη προτίμηση)
2. Ελάττωση του κινδύνου σε αποδεκτό επίπεδο
3. Περιορισμός/Έλεγχος του κινδύνου με φυσικά μέσα
4. Περιορισμός/Έλεγχος του κινδύνου με μέσα της εγκατάστασης
5. Προστασία προσωπικού ενάντια στην έκθεση
6. Ετοιμότητα για καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης

Σύμφωνα με το μοντέλο Avrim2, μια εγκατάσταση μέσω της ΜΑ της αναμένεται να αποδεικνύει ότι έχει προσδιορίσει τις όλες τις απαιτούμενες γραμμές αμύνης έναντι αστοχίας, παρέχοντας αποδείξεις για την αξιοπιστία τους, τις συνέπειες αποτυχίας, καθώς και ότι το

ΣΔΑ είναι ολοκληρωμένο κατά την αναφορά του σε όλους τους παράγοντες ελέγχου και βρόχων παρακολούθησης. Έγκειται στην ίδια την εγκατάσταση να αποδείξει ότι:

- Διαθέτει επαρκή συστήματα ασφάλειας και μέτρα αντιμετώπισης για όλες τις αναγνωρίσιμες αιτίες άμεσης απώλειας περιβλήματος
- Έχουν αναλυθεί οι πιθανότητες αστοχίας των συστημάτων ασφαλείας για κάθε άμεση αιτία και ότι έχουν προσδιοριστεί οι πιθανές επιπτώσεις σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος.
- Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των σεναρίων αστοχίας έχουν συγκριθεί με τα ελάχιστα κριτήρια αποδοχής της επικινδυνότητας
- Δεν υπάρχουν απαράδεκτοι κίνδυνοι και ότι υπάρχει σχέδιο για την μείωση και αντιμετώπιση των μεγάλων κινδύνων ατυχήματος.
- Ότι το ΣΔΑ διασφαλίζει την επάρκεια και διαθεσιμότητα των γραμμών αμύνης, την διατήρηση της αξιοπιστίας τους και την παρακολούθηση της κατάστασής τους. Εν ολίγοις ότι το ΣΔΑ ικανοποιεί όλα τα κριτήρια αξιοπιστίας.

Το Avrim2 ορίζει την αξιολόγηση της ΜΑ σαν μία διαδικασία τριών σταδίων

1. Έλεγχος των βασικών μέτρων και συστημάτων ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών και ανθρώπινων παραγόντων.
2. Αξιολόγηση του ΣΔΑ της εγκατάστασης
3. Επιθεώρηση της εγκατάστασης για τη διακρίβωση και επαλήθευση των ευρημάτων αξιολόγησης.

Τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται από τη μεθοδολογία περιλαμβάνουν:

- Τον Πίνακα Εναρκτήριων Γεγονότων (Initiating Event Matrix), ο οποίος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό όλων των πιθανών αιτιών ατυχήματος που οδηγούν σε απώλεια περιεχομένου (Κορυφαίο Γεγονός) όσον αφορά στον κρίσιμο εξοπλισμό. Οι πιθανές αιτίες ατυχήματος που έχουν προσδιοριστεί από το Avrim2 καλύπτουν όλες τις πιθανότητες ατυχήματος με αποτέλεσμα την απώλεια περιεχομένου και είναι αμοιβαία αποκλειόμενες:
  - Διάβρωση ( Corrosion)
  - Αποσάθρωση ( Erosion)
  - Εξωτερικό φορτίο ( External Loading)
  - Πρόσκρουση ( Impact)
  - Πίεση ( Pressure)
  - Δόνηση ( Vibration)
  - Θερμοκρασία (Temperature)
  - Λάθος εξοπλισμός/ τοποθέτηση (Wrong equipment/location)



- Λάθος χειριστή (όχι αστοχία στον εξοπλισμό που περιέχει το επικίνδυνο υλικό) (Operator error)

Για κάθε εγκατάσταση όλοι οι πιθανοί τύποι απώλειας περιβλήματος (LOC) περιεχομένου συνδυασμένοι με όλες τις πιθανές άμεσες αιτίες συνιστούν τα εναρκτήρια γεγονότα για την εγκατάσταση. Ο Πίνακας Εναρκτήριων Γεγονότων παρουσιάζεται παρακάτω:

**Πίνακας 4.1: Πίνακας Εναρκτήριων Γεγονότων**

Ενέργειες	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (ΣΗΜΕΙΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ)	Διάβρωση	Αποσάθρωση	Εξωτερική φόρτιση	Πρόσκρουση	Πίεση (Υψηλή/ χαμηλή)	Δόνηση	Θερμοκρασία (Υψηλή/ χαμηλή)	Λάθος εξοπλισμός/ τοποθέτηση αυτού	Λάθος χειριστή
<b>Αποθήκευση</b>										
	Δοχεία σε ατμοσφαιρική πίεση									
	Δεξαμενές υπό πίεση									
<b>Μεταφορά εντός της εγκατάστασης</b>										
	Αντλίες									
	Κομπρεσέρ									
	Δίκτυο σωληνώσεων									
	Εργασία σε σωλήνωση									
<b>Δειγματοληψία</b>										
	Σημεία δειγματοληψίας									
	Περιέκτης δείγματος									
<b>Επεξεργασία</b>										
	Αντλίες									
	Κομπρεσέρ									
	Εναλλάκτες θερμότητας									
	Δίκτυο σωληνώσεων									
	Ατμοσφαιρικά δοχεία									
	Δεξαμενές υπό πίεση									
	Αντιδραστήρες									
	Φούρνοι									
<b>Συσκευασία</b>										
	Καταλύματα									
	Δίκτυο σωληνώσεων									
	Πεπιεσμένοι περιέκτες									
	Πακέτα									
	Τσάντες/ θήκες									
<b>Μεταφορά εκτός της εγκατάστασης</b>										
	Πεπιεσμένοι περιέκτες πάνω Βαγόνια τρένου									
	Φορτηγά (road Πλοία									
	Πλωτή φορτηγίδα									
	Ατμοσφαιρικά δοχεία πάνω Βαγόνια τρένου									
	Φορτηγά (road Πλοία									
	Πλωτή φορτηγίδα									
	Φορτωτικοί βραχίονες									
	Μάνικες									
	Δίκτυο σωληνώσεων									
	Αντλίες									
	Κομπρεσέρ									
<b>Σχεδιασμένα σημεία διαφυγής</b>										

	Βαλβίδες ανακούφισης										
	Πάνελ εκρήξεων										
	Σημεία αποστράγγισης										
	Δίσκοι εκτόξευσης										
	Αεραγωγοί										
	Ειδικές περιπτώσεις										
	Ντόμινο (σε άλλες τοποθεσίες)										
	Πρόσκρουση αεροπλάνου										
	Τρομοκρατία/ Βανδαλισμοί										
	Γενικά										
	Φλάντζες										
	Εργαλεία										
	Βαλβίδες										
	Τσιμούχες										
	Μανόμετρα										
	Σύνδεσμοι επέκτασης										
	Συστήματα ψύξης										
	Συστήματα θέρμανσης										
	Αδρανή συστήματα										
	Συστήματα αέρα										
	Συστήματα νερού										

- Δέντρα Σφαλμάτων (Fault Trees) για τη σύνδεση των αιτιών ατυχήματος και εναρκτήριων γεγονότων αστοχίας με ένα Κορυφαίο Γεγονός. Στο Anrim2 η αστοχία μιας γραμμής άμυνας για ένα συγκεκριμένο εναρκτήριο γεγονός καλείται «σενάριο». Μια αλληλουχία αστοχιών στις γραμμές άμυνας οδηγούν στη απώλεια περιεχομένου. Ένα σενάριο περιγράφει μόνο τις απαραίτητες και αναγκαίες συνθήκες προκειμένου να συμβεί απώλεια περιεχομένου. Ένα εναρκτήριο γεγονός μπορεί να είναι ένας αριθμός σεναρίων λόγω των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους οι γραμμές άμυνας μπορούν να αποτύχουν. Προκειμένου να βοηθήσει τον προσδιορισμό όλων των πιθανών σεναρίων, το Anrim2 παρέχει ένα γενικό Δέντρο Αστοχιών (Fault tree) για κάθε άμεση αιτία ατυχήματος. Επισημαίνεται ότι το Δέντρο Αστοχιών είναι ένα μοντέλο που αναπαριστά λογικά και γραφικά όλους τους πιθανούς συνδυασμούς πιθανών γεγονότων αστοχίας που μπορούν να οδηγήσουν σε ένα εναρκτήριο γεγονός. Η ανάλυση Δέντρων Σφαλμάτων αποτελεί μία αποτελεσματική τεχνική για τον προσδιορισμό των συσχετισμών αστοχιών. Το Anrim2 παρουσιάζει περίπου 125 γενικά σενάρια ατυχημάτων στην Ανάλυση των Δέντρων Σφαλμάτων (Bellamy and Brouwer, 1999).
- Πίνακας Επικινδυνότητας (Risk Matrix) για την εκτίμηση της σοβαρότητας των συνεπειών ατυχημάτων σε συνάρτηση με τη συχνότητα εμφάνισης ατυχηματικών γεγονότων. Η αξιοπιστία των γραμμών άμυνας για κάθε πιθανό σενάριο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να προσδιορίζονται ανάλογα οι επιπτώσεις ενός ατυχήματος.

Η μεθοδολογία προτείνει μια μερικώς ποσοτική προσέγγιση όπου ο υπολογισμός των πιθανοτήτων και των επιπτώσεων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορες κατηγορίες. Η εταιρεία πρέπει να παρέχει εκτίμηση της πιθανότητας και των επιπτώσεων ενός ατυχήματος για τα σενάρια ή την ομάδα σεναρίων κάθε εγκατάστασης. Καθώς η εκτίμηση της επικινδυνότητας είναι συνδυασμός της πιθανότητας απώλειας περιεχομένου

και των συνεπειών αυτού του γεγονότος, τα κριτήρια εκτίμησης πρέπει να απευθύνονται και στους δύο αυτούς παράγοντες.

Το κριτήριο εκτίμησης, πρέπει να είναι ότι ο κίνδυνος απώλειας περιβλήματος επικίνδυνου υλικού πρέπει να είναι αποδεκτά χαμηλός. Εάν ένας κίνδυνος μεγάλης έκτασης είναι παρών, ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί μηδενική επικινδυνότητα είναι να αφαιρεθεί. Αυτό ουσιαστικά, σημαίνει ότι οπουδήποτε υπάρχει μεγάλης έκτασης πηγή κινδύνου, θα υπάρχει και πάντα κάποιο επίπεδο επικινδυνότητας.

Το Avnim2 παρέχει ένα σετ κριτηρίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν οδηγός σύγκρισης για τα υπάρχοντα κριτήρια της εγκατάστασης. Αυτά φαίνονται στο Σχήμα 4.1. Η αρχή που χρησιμοποιείται είναι ότι όσο πιο σοβαρές είναι οι επιπτώσεις τόσο μεγαλύτερο πρέπει να είναι το επίπεδο αξιοπιστίας της γραμμής άμυνας. Οι τιμές που φαίνονται στο Σχήμα 4.1. χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς στον Πίνακα 4.2. Οι εκτιμήσεις της σοβαρότητας των επιπτώσεων που γίνονται από μία εταιρεία θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν όλους τους πιθανούς παράγοντες.

**Πίνακας 4.2: Παράδειγμα κλίμακας Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων (Bellamy and Brouwer, 1999)**

<u><b>Κλίμακα πιθανοτήτων</b></u>	<u><b>Κλίμακα επιπτώσεων</b></u>
<p><b>1. Πολύ χαμηλή</b> Δεν έχει προηγηθεί παρόμοιο ατύχημα στην εταιρεία. Σχεδόν απίθανο για την εγκατάσταση. &lt;10<sup>-4</sup> ανά έτος</p> <p><b>2. Χαμηλή</b> Έχει προηγηθεί στην εταιρεία στο παρελθόν Ελάχιστο αλλά πιθανό για την εγκατάσταση &lt;10<sup>-3</sup> ανά έτος</p> <p><b>3.Μέτριο</b> Παρόμοιο ατύχημα έχει παρουσιαστεί στην εταιρεία. Περιστασιακά θα μπορούσε να προκύψει στην εγκατάσταση. &lt;10<sup>-2</sup> ανά έτος</p> <p><b>4. Υψηλή</b> Το περιστατικό συμβαίνει αρκετές φορές το χρόνο στην εταιρεία. Μεγάλη πιθανότητα μεμονωμένων περιστατικών στην εγκατάσταση. &lt;10<sup>-1</sup> ανά έτος</p> <p><b>5. Πολύ υψηλή</b> Το περιστατικό συμβαίνει αρκετές φορές τον χρόνο στην εγκατάσταση. Θα μπορούσε να είναι ένα επαναλαμβανόμενο περιστατικό στην εγκατάσταση. &gt;10<sup>-1</sup> ανά έτος</p>	<p><b>1. Αμελητέα</b> Ελάχιστος αντίκτυπος στο προσωπικό, κανένα χάσιμο χρόνου παραγωγής. &lt; £ 10.000 κόστος</p> <p><b>2. Ελάχιστη</b> Χρήση ιατρικής φροντίδας για το προσωπικό, ελάχιστες βλάβες, σύντομη διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας &lt; £ 100.000 κόστος</p> <p><b>3. Σοβαρή</b> Σοβαρός τραυματισμός του προσωπικού, περιορισμένη ζημιά υγείας, μερικό κλείσιμο παραγωγικής διαδικασίας. &lt; £ 500.000 κόστος</p> <p><b>4.Μείζων</b> Μόνιμη βλάβη υγείας, σοβαρός αντίκτυπος στην υγεία, σημαντικός τραυματισμός, παύση παραγωγικής διαδικασίας &lt; £ 1.000.000 κόστος</p> <p><b>5. Σφοδρή</b> Ένας ή περισσότεροι θάνατοι, μεγάλης κλίμακας τραυματισμοί, μακροπρόθεσμη παύση παραγωγικής διαδικασίας. &gt; £ 1.000.000 κόστος</p>

Πίνακας 4.3: Πίνακας Επικινδυνότητας

Πιθανότητα απώλειας περιεχομένου	Σοβαρότητα συνεπειών				
	5 ΣΦΟΔΡΗ	4 ΜΕΙΖΩΝ	3 ΣΟΒΑΡΗ	2 ΕΛΑΧΙΣΤΗ	1 ΑΜΕΛΗΤΕΑ
5. ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ					
4. ΥΨΗΛΗ					
3. ΜΕΤΡΙΑ					
2.ΧΑΜΗΛΗ					
1. ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ					

	<b>ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΑ ΜΕΓΑΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b> Η εταιρεία πρέπει να τον ελαττώσει με αποτρεπτικά και προστατευτικά μέσα
	<b>ΥΨΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b> Η εταιρεία πρέπει να λάβει ασφαλιστικά μέτρα ή να προχωρήσει σε περαιτέρω μείωση του κινδύνου. Ο επιθεωρητής θα πρέπει να ελέγχει ότι οι γραμμές άμυνας είναι σε άνογη λειτουργία πάντα
	<b>ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b> Δεν χρειάζεται να ληφθεί κανένα πρόσθετο μέτρο προστασίας

Η μείωση της επικινδυνότητας μπορεί να επικεντρωθεί σε περιοχές όπου ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος από τα αποδεκτά επίπεδα, μειώνοντας τις πιθανότητες και τις επιπτώσεις. Στις περιπτώσεις που ο κίνδυνος είναι εκτός των αποδεκτών ορίων πρέπει να γίνεται έλεγχος στα μέτρα ελέγχου ώστε να διασφαλίζεται ότι είναι επαρκή και λειτουργούν κανονικά.

Ο έλεγχος του ΣΔΑ πραγματοποιείται με τη βοήθεια κατάλληλων βρόγχων ελέγχου μέσω του μοντέλου “Control and Monitoring Loop”. Ο σκοπός του μοντέλου είναι να παρέχει στους επιθεωρητές, υποστήριξη κατά την εκτίμηση του εάν όλα τα συστήματα είναι παρόντα και λειτουργικά. Οι περιοχές ελέγχου του ΣΔΑ, σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης AVRIM2 καλύπτουν όλο το σύστημα διαχείρισης αναφορικά με τις πιθανές αιτίες ατυχήματος που οδηγούν σε απώλεια περιβλήματος και κατά συνέπεια σε ατυχηματικό γεγονός.

Πίνακας 4.4: Σημαντικές περιοχές στην Διαχείριση Κίνδυνων

	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
<b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ</b>	Σχεδίαση, κωδικοί, μελέτη επικινδυνότητας/ μελέτη ασφάλειας και συνεχής ενημέρωση στα νέα γεγονότα			
<b>ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ</b>		Έλεγχος και επίβλεψη ότι η κατασκευή των		

		LOD είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές		
<b>ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ</b>	Εκτίμηση σφαλμάτων συντήρησης στη μελέτη επικινδυνότητας- μελέτη ασφάλειας	Επίβλεψη των ζητημάτων συντήρησης και έλεγχος των ολοκληρωμένων ενεργειών για την διαπίστωση του σωστού- ασφαλές για σχετικά LOD ζητήματα	Έλεγχος ρουτίνας και επιθεώρηση του εξοπλισμού LOD για τη διαπίστωση της σωστής λειτουργίας του και εξακολουθητική συντήρηση κατά τις απαιτήσεις	Αναγνώριση ότι οι πιθανότητες για σφάλμα συντήρησης ελαχιστοποιούνται κατά τη συντήρηση των LOD μέσα από κατάλληλες εργονομικές διαδικασίες/ σχεδιασμό/ εκπαίδευση
<b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>	Εκτίμηση σφαλμάτων χειρισμού- διαχείρισης στη μελέτη επικινδυνότητας- μελέτη ασφάλειας	Επίβλεψη και έλεγχος των ζητημάτων χειρισμού για σχετικές LOD		Αναγνώριση ότι οι πιθανότητες για σφάλμα χειρισμού ελαχιστοποιούνται κατά τη συντήρηση των LOD μέσα από κατάλληλες εργονομικές διαδικασίες/ σχεδιασμό/ εκπαίδευση

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

---

### 5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η αναλυτική περιγραφή της προτεινόμενης από το Πολυτεχνείο Κρήτης μεθοδολογίας αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας (ΜΑ) εγκαταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης (ΒΑΜΕ), καθώς και η παρουσίαση των αρχών και κριτηρίων τα οποία αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εν λόγω μεθοδολογίας, με σκοπό την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ικανοποίηση των απαιτήσεων της ελληνικής και Κοινοτικής σχετικής νομοθεσίας.

Η προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης αναπτύχθηκε στα πλαίσια εφαρμογής της ΚΥΑ 5697/590/2000 και της Ευρωπαϊκής Οδηγίας SEVESO II και αναφέρεται σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Ανάπτυξης. Επισημαίνεται ότι οι αρμοδιότητες του Υπουργείου Ανάπτυξης ως προς την αξιολόγηση των Μελετών Ασφαλείας, έχουν προσδιοριστεί στον εντός της περιμέτρου της εγκατάστασης τεχνολογικού εξοπλισμού και των σχετικών διαδικασιών. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση των Μελετών Ασφαλείας επικεντρώνεται στον προσδιορισμό της σχετικής πληρότητας, επάρκειας και αξιοπιστίας των ΜΑ ως προς την ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων ατυχήματος μέσα στο χώρο της βιομηχανικής εγκατάστασης, στη δημόσια υγεία και στο περιβάλλον, καθώς και τον προσδιορισμό της πληρότητας των σεναρίων ενδεχομένων ατυχημάτων. Επιπρόσθετα, η μεθοδολογία περιλαμβάνει την αξιολόγηση του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας, το οποίο στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εκδήλωσης ατυχήματος καθώς και στη μεγιστοποίηση της πιθανότητας καταστολής των δυνατών συνεπειών των ατυχημάτων.

Σημειώνεται ότι μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση Μελετών Ασφάλειας περιλαμβάνει την αξιολόγηση των συνεπειών των πιθανών ατυχημάτων και την εκτίμηση της επικινδυνότητας που συνδέεται με κάθε σενάριο ατυχήματος. Τα τελευταία αυτά τμήματα της αξιολόγησης συνδέονται άρρηκτα με την παρούσα αξιολόγηση αλλά δεν αποτελούν αντικείμενο της

παρούσας μεθοδολογίας. Σε οποιαδήποτε περίπτωση πρέπει να αντιμετωπίζονται και να εκτελούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην μειώνεται η αξία μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης, λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα των επιμέρους αξιολογήσεων.

Για την διεξαγωγή όλων των απαραίτητων επιμέρους ελέγχων, η προτεινόμενη μεθοδολογία περιλαμβάνει μια σειρά από βήματα, τα οποία περιγράφονται διεξοδικά παρακάτω. Σημειώνεται ότι, ανάλογα με την υπό εξέταση περίπτωση, μπορεί κάποια βήματα να θεωρηθούν μειωμένης σημαντικότητας ή και να τροποποιηθεί η σειρά αυτών. Ο φορέας αξιολόγησης μπορεί να ακολουθήσει τη σειρά και τα βήματα εκείνα της μεθοδολογίας που κρίνονται απαραίτητα, όπως και να επαναλάβει ή να αναπτύξει περαιτέρω τις σημαντικότερες φάσεις αυτής, ανάλογα με την απαιτούμενη έκταση ελέγχου της ΜΑ. Η έκταση του ελέγχου μπορεί να είναι ανάλογη του βαθμού επικινδυνότητας της εγκατάστασης όπως αυτή είναι δυνατόν να εκτιμηθεί από τα διαθέσιμα στοιχεία.

Η παρούσα μεθοδολογία περιλαμβάνει τα σημαντικότερα βήματα για την αξιολόγηση των ΜΑ, όπως αυτά έχουν αναγνωριστεί σε βιομηχανικές πρακτικές και μεθοδολογίες και ακολουθούνται κατά περίπτωση από αρμόδιους φορείς αξιολόγησης σε χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως παρουσιάστηκε στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο. Η σύνταξη της παρούσας μεθοδολογίας βασίστηκε σε αρκετά σημαντικό βαθμό στη μεθοδολογία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Παπαδάκης και Λοϊζίδου, 1999), η οποία αναπτύχθηκε στα πλαίσια ανάθεσης προγράμματος του Υπουργείου Ανάπτυξης και αναφέρεται σε τμήμα μιας συνεχιζόμενης μελέτης του Γραφείου Κινδύνων Μεγάλων Ατυχημάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (JRC) αναφορικά με τις μεθοδολογίες αξιολόγησης Εκθέσεων Ασφάλειας, όπως αυτές εφαρμόζονται σε διάφορες χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον, στοιχεία αντλήθηκαν από τη μεθοδολογία αξιολόγησης του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος (Παπάζογλου και Γιακουμάτος, 1997), η οποία αναπτύχθηκε στα πλαίσια των απαιτήσεων των ΚΥΑ 18187/272 του 1988 και 77119/4607 του 1993, ως προς τον προσδιορισμό των αιτιών και των μέτρων ασφάλειας Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης. Στοιχεία επίσης για την ανάπτυξη της προτεινόμενης προσέγγισης ελήφθησαν από τη μεθοδολογία αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας του ΕΜΠ για εγκαταστάσεις φυτοφαρμάκων που αναπτύχθηκε υπό την αιγίδα του ΥΠΕΧΩΔΕ (Μαρκάτος, 2001).

Περαιτέρω, για την σύνταξη της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης λήφθηκαν υπόψη οι αρχές των κατευθυντήριων γραμμών της ΕΕ για την σύνταξη της ΜΑ και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) σύμφωνα με την Οδηγία 96/82/ΕΕ, όπως και η ΚΥΑ 5697/590/2000 με την οποία η ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με την Οδηγία SEVESO II, αλλά και άλλα εγχειρίδια που αναφέρονται στις βιβλιογραφικές αναφορές.

## **5.2 Περιγραφή της Μεθοδολογίας Αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας**

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης αποτελείται από δύο κύριες φάσεις αξιολόγησης όσον αφορά σε θέματα ανάλυσης των κινδύνων, καθορισμού των αιτιών ατυχημάτων και περιγραφής των λειτουργιών και συστημάτων ασφάλειας και υποστήριξης, οι οποίες είναι:

**Φάση Α:** *Έλεγχος Πληρότητας* των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας

**Φάση Β:** *Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας* των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας, σχετικά με τον εντοπισμό των κινδύνων εκδήλωσης BAME και των μέτρων πρόληψης, ελέγχου και καταστολής.

Πριν από την Φάση Α της αξιολόγησης, η μεθοδολογία ορίζει την διενέργεια ορισμένων προκαταρκτικών ελέγχων, με σκοπό να προσδιοριστεί η ικανοποίηση ή μη ικανοποίηση των απαιτήσεων της ΚΥΑ 5697/590/2000 όσον αφορά στις ακριβείς ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονται στην εγκατάσταση, ώστε να διακριβώνεται με τρόπο ασφαλή και επιστημονικό η υπαγωγή της εγκατάστασης στην υποχρέωση υποβολής Μελέτης Ασφάλειας, οπότε και μπορεί να εφαρμοστεί η εν λόγω μεθοδολογία αξιολόγησης. Επιπλέον, οι προκαταρκτικοί έλεγχοι αποσκοπούν στην καλύτερη γενική κατανόηση των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας.

Η φάση του Ελέγχου Πληρότητας περιλαμβάνει δύο βήματα:

- Βήμα 1, όπου με τη χρήση κατάλληλα διαμορφωμένης λίστας ελέγχου με τα ελάχιστα κριτήρια πληρότητας βάσει της νομοθεσίας, ελέγχεται το περιεχόμενο και τα κύρια στοιχεία της Μελέτης Ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένου και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας
- Βήμα 2, όπου σε περίπτωση βασικών ελλείψεων της Μελέτης Ασφάλειας σε ότι αφορά στην πληρότητα των περιεχομένων της, ενεργοποιείται η διαδικασία εξεύρεσης συμπληρωματικών στοιχείων για την ολοκλήρωση του ελέγχου πληρότητας.

Η δεύτερη φάση, του Ελέγχου Αξιοπιστίας και Επάρκειας, περιλαμβάνει έναν αριθμό βημάτων, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια, που εξυπηρετούν τους εξής σκοπούς:

- A. Αναλυτική περιγραφή της εγκατάστασης (διαδικασίες και συνθήκες λειτουργίας, επικίνδυνες ουσίες, οργάνωση κλπ), καθώς και του ευρύτερου περιβάλλοντος.
- B. Εντοπισμός των τμημάτων, μονάδων και εξοπλισμού της εγκατάστασης, τα οποία περικλείουν κινδύνους μεγάλου ατυχήματος.
- Γ. Προσδιορισμός ανεπιθύμητων συμβάντων και εναρκτήριων γεγονότων.
- Δ. Προσδιορισμός και περιγραφή των λειτουργιών και συστημάτων ασφαλείας που αποσκοπούν στη πρόληψη, τον έλεγχο και την καταστολή ατυχημάτων.
- Ε. Περιγραφή λειτουργιών και συστημάτων υποστήριξης των συστημάτων και μέτρων ασφαλείας.

Η διαδικασία αξιολόγησης που ακολουθείται απαιτεί κατ' αρχήν την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης του Ελέγχου Πληρότητας. Εφόσον διαπιστωθεί ότι η Μελέτη Ασφάλειας είναι ελλιπής, τότε δεν είναι δυνατόν να προχωρήσει η αξιολόγηση στη δεύτερη φάση του Ελέγχου Αξιοπιστίας και Επάρκειας.



Ο συνολικός έλεγχος εξάλλου της ΜΑ απαιτεί να έχουν ολοκληρωθεί οι επιμέρους έλεγχοι στις προηγούμενες φάσεις της αξιολόγησης, και περιλαμβάνει την οργάνωση και διενέργεια επιτόπιων ελέγχων στις εγκαταστάσεις για την καλύτερη εκτίμηση των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας και τη συλλογή τυχόν απαιτούμενων συμπληρωματικών πληροφοριών.

Επισημαίνεται ότι οι πληροφορίες που συλλέγονται καθ' όλη τη διαδικασία της αξιολόγησης και σε όλες τις φάσεις της, όπως και οι ευρύτερες λίστες ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από άλλους αρμόδιους φορείς, αποτελούν σημαντικό βοήθημα για την διεξαγωγή του συνολικού ελέγχου της ΜΑ και τη διεξαγωγή ασφαλών και τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με την ανταπόκριση ή όχι της ΜΑ στις νομοθετικές απαιτήσεις.

Πρέπει να τονισθεί τέλος ότι σκοποί της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η συλλογή, συστηματοποίηση, επεξεργασία και συνδυασμός των απαραίτητων πληροφοριών για την ολοκλήρωση των διαφόρων φάσεων της αξιολόγησης, ενώ υπενθυμίζεται ότι η μεθοδολογία μπορεί να αναπτυχθεί, να προσαρμοστεί και να βελτιωθεί ανάλογα με τις ανάγκες αξιολόγησης μιας συγκεκριμένης κατηγορίας Μελετών Ασφάλειας. Αν ο σκοπός της μεθοδολογίας πληρούνται σύμφωνα με άλλες βιομηχανικές πρακτικές ή μεθοδολογικές προσεγγίσεις και αυτό εξυπηρετεί την αποτελεσματικότητα και πληρότητα των διαφόρων φάσεων της αξιολόγησης, τα προτεινόμενα βήματα μπορεί να αναπτυχθούν, να αντικατασταθούν ή και να παραληφθούν ανάλογα.

Η προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης απαιτεί μία ή δύο επισκέψεις και επιτόπιους ελέγχους στην εγκατάσταση –ανάλογα με το βαθμό πληρότητας της ΜΑ- και ενημέρωση από τη διοίκηση και το αρμόδιο προσωπικό της εγκατάστασης. Με τον τρόπο αυτό γίνεται επαλήθευση των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας, καθώς και διακρίβωση των πορισμάτων της αναφοράς αξιολόγησης, τα οποία στη συνέχεια γνωστοποιούνται στην εταιρεία και τις αρμόδιες αρχές. Οι αρμόδιες αρχές με τη σειρά τους, οφείλουν να μελετήσουν και να λάβουν υπόψη τις πιθανές ελλείψεις και ανακρίβειες που αναγνωρίζονται όσον αφορά στην τεκμηρίωση των στοιχείων της ΜΑ και στα υφιστάμενα μέτρα και να αποφανθούν εάν πληρούνται όλες οι νομοθετικές απαιτήσεις και εάν η λειτουργία της υπό αξιολόγηση εγκατάστασης θα πρέπει ή όχι να απαγορευτεί (Stampouli and Papadakis, 2006).

Οι φάσεις της αξιολόγησης, καθώς και τα βασικά βήματα σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία περιγράφονται διεξοδικά στις επόμενες παραγράφους.

### **5.3 Προκαταρτικοί έλεγχοι**

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης, απαραίτητη είναι η διενέργεια προκαταρκτικών ελέγχων με στόχο τη γενική κατανόηση αναφορικά με:

- Τον σκοπό της εγκατάστασης σε ότι αφορά στις δραστηριότητες, τις διαδικασίες, την οργάνωση, τις συνθήκες λειτουργίας κλπ. που χαρακτηρίζουν την εγκατάσταση.

- Τις επικίνδυνες ουσίες που βρίσκονται ανά πάσα στιγμή στην εγκατάσταση σε ότι αφορά στην κατηγορία (εύφλεκτες, τοξικές, εκρηκτικές) στην οποία υπάγονται, τα χαρακτηριστικά και τις ποσότητες αυτών.
- Τις μονάδες της εγκατάστασης που εξετάζονται στη ΜΑ και τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε κάθε μονάδα.
- Το περιβάλλον της εγκατάστασης, τόσο το φυσικό όσο και το ανθρωπογενές που αφορά σε κατοικημένες περιοχές, γειτονικές βιομηχανίες, χρήσεις γης, συγκοινωνιακά δίκτυα, μεταφορές, κλπ.

Οι προκαταρκτικοί έλεγχοι, ωστόσο, κυρίως αποσκοπούν στον καθορισμό της ικανοποίησης ή μη ικανοποίησης των απαιτήσεων της ΚΥΑ 5697/590/200 σχετικά με τον προσδιορισμό των ακριβών ποσοτήτων όλων των επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονται στην εγκατάσταση, ώστε να διακρίβώνεται με τρόπο ασφαλή και επιστημονικό η υπαγωγή της εκάστοτε εγκατάστασης στην υποχρέωση υποβολής Μελέτης Κοινοποίησης ή Μελέτης Ασφάλειας, οπότε και μπορεί να εφαρμοστεί η εν λόγω μεθοδολογία αξιολόγησης.

Επισημαίνεται ότι κατά αντιστοιχία με τη νομοθεσία, η μεθοδολογία αξιολόγησης αντιμετωπίζει τα μείγματα και τα παρασκευάσματα όπως τις καθαρές ουσίες, υπό τον όρο ότι παραμένουν μέσα στα όρια συγκέντρωσης τα οποία καθορίζονται, ανάλογα με τις ιδιότητες τους στις διατάξεις της νομοθεσίας για την ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων. Επιπλέον, αναγνωρίζεται ότι οι ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εφαρμογή της ΚΥΑ 5697/2000 είναι οι μέγιστες ποσότητες, οι οποίες ευρίσκονται ή μπορεί να ευρεθούν σε μία ή περισσότερες μονάδες της εγκατάστασης.

Επιπλέον, οι επικίνδυνες ουσίες που υπάρχουν σε μια μονάδα μόνο σε ποσότητες το πολύ ίσες προς το 2% της σχετικής οριακής ποσότητας δεν λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της συνολικής υπάρχουσας ποσότητας εφόσον ευρίσκονται σε τέτοιο σημείο της μονάδας, ώστε να μην μπορούν να αποτελέσουν το έναυσμα μεγάλου ατυχήματος σε άλλο σημείο της εγκατάστασης (ΚΥΑ 5697/2000). Τέλος, όταν μια επικίνδυνη ουσία ή ομάδα ουσιών που αναγράφεται στο Μέρος 1 των κατονομαζόμενων ουσιών του Παραρτήματος Ι της ΚΥΑ εμπίπτει επίσης σε κατηγορία του Μέρους 2 (όπου περιλαμβάνονται οι γενικές κατηγορίες ουσιών πχ. τοξικές, εύφλεκτες κλπ), η μεθοδολογία αξιολόγησης –σε συμφωνία με τη νομοθεσία- λαμβάνει υπόψη τις οριακές ποσότητες του Μέρους 1, ενώ στην περίπτωση ουσιών και παρασκευασμάτων με ιδιότητες που επιτρέπουν ταξινόμηση σε περισσότερες από μία κατηγορίες, ισχύουν πάντοτε τα χαμηλότερα όρια.

Ειδικότερα, στα πλαίσια των προκαταρκτικών ελέγχων εξετάζεται αρχικά αν η εγκατάσταση υπάγεται στην σχετική ελληνική νομοθεσία λόγω μιας ή περισσότερων επικίνδυνων ουσιών. Στην περίπτωση που υπάρχει μία μόνο επικίνδυνη ουσία στην εγκατάσταση, η μεθοδολογία απαιτεί την αναφορά στη Μελέτη Ασφάλειας όλων των μονάδων που περιέχουν αυτήν την ουσία. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου περισσότερες από μία επικίνδυνες ουσίες αποθηκεύονται ή υπάρχουν στην εγκατάσταση -ως πρώτες ύλες, προϊόντα ή ενδιάμεσα παραπροϊόντα- πρέπει όλες οι ουσίες να αναφέρονται ανεξάρτητα από τις ποσότητες τους, συμπεριλαμβανομένων και των ουσιών με ποσότητες μικρότερες από τις οριακές τιμές.

Περαιτέρω, για κάθε εγκατάσταση που υπάγεται στην ΚΥΑ 5697/590, η μεθοδολογία ορίζει την αναφορά και περιγραφή όλων ανεξαιρέτως των μονάδων με επικίνδυνες ουσίες, ανεξάρτητα από τις ποσότητες τους. Στις μονάδες αυτές συμπεριλαμβάνονται επίσης και οι μονάδες με ποσότητες ουσιών τουλάχιστον ίσες προς το 5% των οριακών ποσοτήτων για την υποβολή Μελέτης Ασφάλειας, καθώς τέτοιες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών δύνανται να προκαλέσουν Βιομηχανικό Ατύχημα Μεγάλης Έκτασης, το οποίο θα πρέπει να κοινοποιηθεί στην Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΚΥΑ 5697/2000, Παράρτημα VI, Μέρος I, Παράγρ. 1).

Η προτεινόμενη μεθοδολογία απαιτεί και εξετάζει επίσης την εφαρμογή της “αθροιστικής ιδιότητας”, όπως ορίζεται στην ΚΥΑ 5697/590/2000. Πρόκειται ουσιαστικά για το άθροισμα των ποσοτήτων όλων των επικίνδυνων ουσιών στην εγκατάσταση, το οποίο υπολογίζεται με βάση τον ακόλουθο κανόνα:

$$q_1/Q + q_2/Q + q_3/Q + q_4/Q + q_i/Q + \dots > 1,$$

όπου  $q_x$  είναι η υπάρχουσα ποσότητα της επικίνδυνης ουσίας x (ή της κατηγορίας επικίνδυνων ουσιών όπου ανήκει η x) που εμπίπτει στα Μέρη 1 και 2 του Παραρτήματος I, και Q η σχετική οριακή ποσότητα που αναφέρουν τα Μέρη 1 και 2 του Παραρτήματος I της ΚΥΑ.

Ο κανόνας αυτός εφαρμόζεται για την συγκεντρωτική πρόσθεση των τοξικών, πολύ τοξικών και επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών, όπως και την συγκεντρωτική πρόσθεση των οξειδωτικών, εκρηκτικών, εύφλεκτων, πολύ εύφλεκτων και εξαιρετικά εύφλεκτων ουσιών που συνυπάρχουν σε όλη την εγκατάσταση που έχει τον ίδιο κατά το νόμο υπεύθυνο.

Εφόσον ο κανόνας του κλάσματος οριακών ποσοτήτων επαληθεύεται, τότε η αντίστοιχη μονάδα και εν γένει η εγκατάσταση καλύπτεται από τις σχετικές απαιτήσεις της παρούσας απόφασης και υποχρεούται να υποβάλει Μελέτη Ασφάλειας στις αρμόδιες αδειοδοτούσες αρχές.

Στον υπολογισμό του αθροίσματος των κλασμάτων οριακών ποσοτήτων, ορίζεται με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία να συμπεριλαμβάνονται όλες οι μονάδες μιας εγκατάστασης, ανεξάρτητα από τη θέση στην οποία βρίσκονται, π.χ. μονάδες σε μη συνορεύοντα οικοπέδα. Σε διαφορετική περίπτωση, η Μελέτη Ασφάλειας θα πρέπει να παρουσιάζει και να καθορίζει σαφώς τα κριτήρια για τον χωρικό και λειτουργικό διαχωρισμό των μονάδων αυτών από τις υπόλοιπες μονάδες και διεργασίες της εγκατάστασης.

Με τον τρόπο αυτό, η μεθοδολογία αξιολόγησης θεωρεί ότι μπορούν να εξετάζονται (και συνεπώς να αξιολογούνται και να αδειοδοτούνται) όλες οι μονάδες, ως τμήματα και όχι ως άλλες, ξεχωριστές μονάδες από εκείνες της αξιολογούμενης εγκατάστασης.

Μετά τη διεξαγωγή των προκαταρκτικών ελέγχων και εφόσον αυτοί δεν προσδώσουν σημαντικά ευρήματα ή μη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας σε ότι αφορά στον προσδιορισμό των ακριβών ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονται στην εγκατάσταση, η μεθοδολογία προχωρά στην Α Φάση της αξιολόγησης, τον Έλεγχο Πληρότητας.

## **5.4 Έλεγχος Πληρότητας**

Κατά τον Έλεγχο Πληρότητας εξετάζεται η πληρότητα των περιεχομένων της ΜΑ σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΚΥΑ 5697/590/2000, συγκριτικά με την εφαρμογή μιας σειράς κριτηρίων που σχετίζονται με τον εντοπισμό των κινδύνων εκδήλωσης Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης, των πιθανών εναρκτήριων γεγονότων που δύνανται να οδηγήσουν σε ένα τέτοιο ατύχημα, καθώς και των συστημάτων ασφαλείας αλλά και των μέτρων πρόληψης και καταστολής των επιπτώσεων από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα. Ο έλεγχος πληρότητας αποσκοπεί στη σύγκριση των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην ΜΑ με τις απαιτήσεις των κατευθυντηρίων οδηγιών που έχουν εκδοθεί για την σύνταξη της ΜΑ, πρωτίστως σε εθνικό, αλλά και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή των κατευθυντηρίων οδηγιών θα πρέπει να είναι ανάλογη με τους κινδύνους της εγκατάστασης.

Ο έλεγχος πληρότητας των κύριων στοιχείων της ΜΑ, συμπεριλαμβανομένου και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας περιλαμβάνει -όπως αναφέρθηκε παραπάνω- δύο βήματα:

- 1<sup>ο</sup> Βήμα, όπου με τη χρήση κατάλληλα διαμορφωμένης Λίστας Ελάχιστων Κριτηρίων Πληρότητας με βάση την κείμενη νομοθεσία και τις κατευθυντήριες οδηγίες σύνταξης των ΜΑ, ελέγχεται το περιεχόμενο και τα κύρια στοιχεία της Μελέτης Ασφάλειας και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας. Για τον σκοπό αυτό εφαρμόζεται Ερωτηματολόγιο Ελέγχου Πληρότητας με ελάχιστα κριτήρια πληρότητας όσον αφορά:
  - Στην περιγραφή της εγκατάστασης
  - Τις επικίνδυνες ουσίες
  - Τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εγκατάσταση
  - Τις αιτίες ατυχημάτων
  - Τα μέτρα πρόληψης και καταστολής
  - Τα σενάρια και τις επιπτώσεις Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (BAME)
  - Την Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και το ΣΔΑ

Επισημαίνεται ότι για τους σκοπούς της παρούσας μεθοδολογίας αξιολόγησης, η πληρότητα της ΜΑ ως προς τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει από τη σαφή και άμεση αναγνώριση και καταγραφή των στοιχείων στη Μελέτη Ασφάλειας που πιστοποιούν το επίπεδο ασφάλειας της εγκατάστασης, και όχι από γενικές και έμμεσες αναφορές στα διάφορα κεφάλαια αυτής.

- 2<sup>ο</sup> Βήμα, όπου σε περίπτωση που η Μελέτη Ασφάλειας δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις πληρότητας όπως αυτές καθορίζονται στο Βήμα 1, ενεργοποιείται η διαδικασία εξεύρεσης συμπληρωματικών στοιχείων, χωρίς τα οποία δεν είναι δυνατή η ολοκλήρωση του ελέγχου πληρότητας και κατά συνέπεια της διαδικασίας αξιολόγησης της ΜΑ. Ως μέσα για την συλλογή των απαιτούμενων συμπληρωματικών στοιχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι επιτόπιες επισκέψεις στην εγκατάσταση, οι συνεντεύξεις με τους αρμόδιους ασφαλείας και υπεύθυνους λειτουργίας της εγκατάστασης, καθώς και

άντληση πληροφορίας από άλλες πηγές όπως Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, μελέτες ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της υπό αξιολόγηση μονάδας κλπ. Η διαδικασία αυτή απαιτεί στενή συνεργασία και συντονισμένη προσπάθεια με τους αρμόδιους της εγκατάστασης και μπορεί να αποδειχθεί χρονοβόρα, ωστόσο είναι πολύ σημαντική, καθώς η αξιολόγηση δεν είναι δυνατόν να προχωρήσει στην επόμενη φάση του Ελέγχου Αξιοπιστίας και Επάρκειας, εάν παρουσιάζονται βασικές ελλείψεις ως προς το περιεχόμενο της Μελέτης Ασφάλειας. Ως εκ τούτου, εφόσον η Μελέτη Ασφάλειας παραμένει ελλιπής, μετά από επανάληψη της διαδικασίας εξεύρεσης συμπληρωματικών στοιχείων, ως προς ένα ή περισσότερα θέματα των περιεχομένων όπως αυτά ορίζονται στο παρακάτω βασικό ερωτηματολόγιο, η διαδικασία της αξιολόγησης πρέπει να τερματιστεί και η Μελέτη Ασφάλειας μπορεί να θεωρηθεί αδύνατη προς αξιολόγηση.

Η Λίστα Ελέγχου Πληρότητας των περιεχομένων των Μελετών Ασφάλειας παρατίθεται στον Πίνακα 5.1, ενώ υπενθυμίζεται ότι ανάλογα με την επικινδυνότητα και το είδος της εγκατάστασης, η λίστα αυτή μπορεί να τροποποιηθεί κατάλληλα, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας.

**Πίνακας 5.1: Έλεγχος πληρότητας των περιεχομένων της ΜΑ**

Γενικές πληροφορίες		
Επωνυμία Εταιρίας / Βιομηχανικής Μονάδας:		
Θέση Εγκατάστασης / Γραφεία - Διοίκηση:		
Η ΜΑ εξετάζεται για τις ακόλουθες κατηγορίες ουσιών:		
Εύφλεκτες	<input type="checkbox"/>	
Εκρηκτικές ουσίες	<input type="checkbox"/>	
Τοξικές ουσίες	<input type="checkbox"/>	
Η ΜΑ έχει εκπονηθεί με πλήρη ή μερική υποστήριξη από εξωτερικούς συμβούλους ;	NAI <input type="checkbox"/>	OXI <input type="checkbox"/>

**Έλεγχος των περιεχομένων της Μελέτης Ασφαλείας**

	NAI	OXI	Ελλιπής
Υπάρχει στη ΜΑ συνολικά μια πλήρης περιγραφή της εγκατάστασης ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται στη ΜΑ ευκρινή σχέδια των μονάδων; (τοπογραφικά, διαγράμματα κάλυψης, χάρτες περιοχής, κλπ.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Επικίνδυνες Ουσίες</b>			
Περιγράφονται οι θέσεις των επικίνδυνων ουσιών στην εγκατάσταση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται με ευκρίνεια και σε κατάλληλα σχέδια οι κρίσιμες περιοχές / θέσεις στις οποίες βρίσκονται οι ουσίες;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζεται με επαρκή στοιχεία ο κρίσιμος εξοπλισμός στον οποίο περιέχονται οι ουσίες;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι ποσότητες ουσιών που διακινούνται και αποθηκεύονται στην εγκατάσταση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τα χαρακτηριστικά των ουσιών βασίζονται σε Φύλλα Ασφαλούς	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Χειρισμού MSDS ή σε άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού; Υπάρχει αναγραφή:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ της ταυτότητας τους: χημική ονομασία, αριθμός CAS, όνομα σύμφωνα με την ονομασία IUPAC;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ της μέγιστης ποσότητας της ουσίας ή των ουσιών που υπάρχουν ή που ενδέχεται να υπάρχουν σε κάθε μονάδα;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Διεργασίες

Περιγράφονται στη ΜΑ οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εγκατάσταση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Για την περιγραφή των διεργασιών δίδονται διαγράμματα ροής;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Αιτίες ατυχημάτων

Περιγράφονται στη ΜΑ γεγονότα υπό ανώμαλες ή μη κανονικές καταστάσεις που είναι δυνατόν να αποτελέσουν αιτίες ατυχημάτων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιγράφονται στη ΜΑ γεγονότα υπό μη κανονικές συνθήκες με επιπτώσεις στο περιβάλλον της εγκατάστασης ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Μέτρα πρόληψης και καταστολής

Περιγράφονται τα μέτρα πρόληψης που λαμβάνονται ή τουλάχιστον για την ελαχιστοποίηση της εκδήλωσης τέτοιων καταστάσεων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιγράφονται τα κατασταλτικά μέτρα πρόληψης που λαμβάνονται για τον περιορισμό των επιπτώσεων τέτοιων γεγονότων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Σενάρια ατυχημάτων

Περιγράφονται στη ΜΑ σενάρια ατυχημάτων που λαμβάνονται υπόψη για τις μη κανονικές καταστάσεις και συμβάντα;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Έχουν χρησιμοποιηθεί δένδρογράμματα γεγονότων για την περιγραφή και την παρουσίαση των σεναρίων ατυχημάτων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι επιπτώσεις κάθε πιθανού σεναρίου;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Οι ΜΑ που περιέχουν ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας αναφέρουν πιθανότητες για την εκδήλωση και τις επιπτώσεις κάθε σεναρίου ξεχωριστά;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Πολιτική Πρόληψης και Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας

Υπάρχει περιγραφή της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) με τους στόχους της εταιρίας για την ασφάλεια;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Υπάρχει περιγραφή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) που εφαρμόζει την ΠΠΑΜΕ στην εταιρία;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Είναι τα περιεχόμενα του ΣΔΑ πλήρη σύμφωνα με τις νομοθετικές απαιτήσεις;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης, σχετικά με τα ελάχιστα κριτήρια πληρότητας που περιλαμβάνονται στο παραπάνω Ερωτηματολόγιο Ελέγχου Πληρότητας, επισημαίνονται τα εξής:

- Τα σχέδια των μονάδων της εγκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνουν PLOT PLANS σε κατάλληλη κλίμακα ώστε να αναδεικνύονται τα απαραίτητα κρίσιμα σημεία και στοιχεία κάθε μονάδας. Απαραίτητα είναι επίσης τα διαγράμματα κάλυψης και οι τοπογραφικοί χάρτες κατάλληλης κλίμακας (κλίμακας τουλάχιστον 1:2000 ή 1:5000) που περιλαμβάνουν την περιοχή γύρω από την μονάδα όπου θα αποτυπώνονται ευκρινώς οι σημαντικότερες γειτονικές χρήσεις της μονάδας (κρίσιμες εγκαταστάσεις και γειτονικές μονάδες) και ο κρίσιμος εξοπλισμός (σωληνογραμμές τροφοδοσίας εκτός ορίων της μονάδας, λιμενικές εγκαταστάσεις, οδεύσεις, προσβάσεις, κλπ.), καθώς και οι διασυνδέσεις της μονάδας με γειτονικές μονάδες και οι εξυπηρετήσεις στην ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή μελέτης γύρω από την μονάδα ορίζεται γενικά από την ζώνη συνεπειών του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος.
- Για την ευκρινή παρουσίαση των κρίσιμων περιοχών και των ακριβών θέσεων στις οποίες βρίσκονται οι επικίνδυνες ουσίες, απαιτούνται στοιχεία κατασκευής και ελέγχων του κρίσιμου εξοπλισμού (δεξαμενές, δοχεία, σωληνώσεις κλπ) και αναφορά στα κατασκευαστικά πρότυπα, τις πραγματοποιηθείσες επιθεωρήσεις του εξοπλισμού, στοιχεία τεκμηρίωσης δοκιμών, πιστοποιητικά ελέγχων, κλπ.
- Τα χαρακτηριστικά των επικίνδυνων ουσιών πρέπει να βασίζονται σε επίσημα Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού (MSDS) ή σε άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού των προμηθευτριών εταιριών για όλες τις επικίνδυνες ουσίες και τα προϊόντα που διακινούνται στην εγκατάσταση, καθώς και των ουσιών που είναι δυνατόν να σχηματισθούν κατά την διάρκεια ενός μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος όπως πχ. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, κλπ.
- Οι μέγιστες ποσότητες της ουσίας ή των ουσιών που υπάρχουν ή που ενδέχεται να υπάρχουν σε κάθε εγκατάσταση πρέπει να τεκμηριώνονται με βάση τις χωρητικότητες των κρίσιμων δεξαμενών και δοχείων, τις μέγιστες ποσότητες στον κρίσιμο εξοπλισμό και τα κυκλώματα (critical equipment inventories) και τις μέγιστες ποσότητες των επικίνδυνων αερίων που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν κατά την κλιμάκωση ενός μεγάλου ατυχήματος.
- Σε ότι αφορά στην περιγραφή των διεργασιών που πραγματοποιούνται στην εγκατάσταση και τα απαιτούμενα διαγράμματα ροής, αυτά περιλαμβάνουν Flow Charts, Process Diagrams, P&IDs, κλπ.
- Σε ότι αφορά στην περιγραφή των γεγονότων τα οποία υπό μη κανονικές συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν επιπτώσεις στο περιβάλλον της εγκατάστασης, περιλαμβάνονται οι διαρροές επικίνδυνων ουσιών με επιπτώσεις (θάνατος, βαρύς τραυματισμός, ελαφρύς τραυματισμός πολίτη) από θερμική ακτινοβολία, ωστικό κύμα ή τοξικές συγκεντρώσεις π.χ. από διασπορά νέφους CO, εκτός των ορίων της μονάδας και με περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Απαιτείται επίσης η αναφορά σε πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα από αλληλουχίες σεναρίων (φαινόμενο Domino) και οι πιθανές επιπτώσεις τους, καθώς και αναφορά σε ευάλωτες γειτονικές χρήσεις. Διεξοδική περιγραφή των εν

δυνάμει εναρκτήριων γεγονότων και των επιπτώσεων τους πραγματοποιείται στον Έλεγχο Αξιοπιστίας και Επάρκειας.

- Όσον αφορά στην απαίτηση για αναφορά πιθανοτήτων για την εκδήλωση και τις επιπτώσεις κάθε σεναρίου, αναγνωρίζεται ότι στο σημερινό νομοθετικό πλαίσιο για την εκτίμηση της επικινδυνότητας σε μια ΜΑ δεν αποτελεί νομοθετική υποχρέωση ούτε αναγκαία προϋπόθεση η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας και συνεπώς ο προσδιορισμός των πιθανοτήτων των αστοχιών και της εκδήλωσης των σεναρίων ατυχήματος. Τα δυσμενέστερα σενάρια ορίζονται είτε σαν τα σενάρια με την μεγαλύτερη έκταση των ζωνών επιπτώσεων (ντετερμινιστική προσέγγιση), είτε σαν τα σενάρια με την υψηλότερη επικινδυνότητα (ποσοτική εκτίμηση κινδύνου-QRA) που απαιτεί συνδυασμό πιθανότητας εμφάνισης του σεναρίου και έκτασης των αντίστοιχων επιπτώσεων.
- Σχετικά με την Πολιτική Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) η μεθοδολογία αξιολόγησης ορίζει την αναφορά σε ποσοτικοποιημένους στόχους αυτής. Επιπλέον, απαιτείται και εξετάζεται έγκριση της ΠΠΑΜΕ από την εταιρία και τεκμηρίωση της εφαρμογής της.
- Όσον αφορά στο ΣΔΑ, τα περιεχόμενα του εξετάζονται ως προς τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και ζητείται τεκμηρίωση της εφαρμογής του ΣΔΑ, τόσο από τη διοίκηση, όσο και από το προσωπικό της εταιρίας.

## **5.5 Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας**

Μετά τον Έλεγχο Πληρότητας και εφόσον δεν υπάρχουν ελλείψεις στα περιεχόμενα της ΜΑ, ακολουθεί ο Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας των στοιχείων των Εκθέσεων Ασφάλειας σε ότι αφορά στα θέματα εντοπισμού των κινδύνων, εκτίμησης επικινδυνότητας, καθώς και των μέτρων πρόληψης και καταστολής.

Στα πλαίσια του ελέγχου Αξιοπιστίας και Επάρκειας η προτεινόμενη μεθοδολογία ορίζει την οργάνωση και διενέργεια επιτόπιων επισκέψεων στην εγκατάσταση για διευκρινίσεις σε θέματα που δεν επαρκεί η περιγραφή στην Μελέτη Ασφάλειας, με απώτερο στόχο την τεκμηρίωση και τον έλεγχο της ακρίβειας των στοιχείων και αποτελεσμάτων της ανάλυσης κινδύνου που παρουσιάζονται στην ΜΑ. Προς την κατεύθυνση αυτή, πραγματοποιούνται συναντήσεις με τους αρμόδιους ασφάλειας της εγκατάστασης και εξετάζονται πτυχές της ΜΑ που αφορούν βασικές παραμέτρους αξιολόγησης, βάσει ενός καθορισμένου και κατάλληλα δομημένου ερωτηματολογίου.

Σε ότι αφορά ειδικότερα την ανάλυση κινδύνου και εκτίμηση της επικινδυνότητας της εγκατάστασης, ο Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας δεν στοχεύει σε επανεκτέλεση των υπολογισμών επικινδυνότητας που έχουν πραγματοποιηθεί και παρατίθενται μέσα στη Μελέτη Ασφάλειας, αλλά χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει εάν τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών είναι αντιπροσωπευτικά του επιπέδου επικινδυνότητας της μονάδας, και να καθορίσει τα σημεία που οδηγούν σε αμφιβολίες και εγείρουν προβληματισμούς σε περίπτωση που δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.



Σημειώνεται ότι και σε αυτή τη φάση της αξιολόγησης, η έκταση εφαρμογής της μεθοδολογίας ελέγχου πρέπει να είναι ανάλογη με τον βαθμό επικινδυνότητας της υπό εξιολόγηση εγκατάστασης.

Ο Έλεγχος Αξιοπιστίας περιλαμβάνει εννέα στάδια αξιολόγησης της πληρότητας και αξιοπιστίας των στοιχείων της Μελέτης Ασφάλειας, τα οποία και περιγράφονται στις ακόλουθες παραγράφους:

1. Περιγραφή της εγκατάστασης: τοποθεσία, περιβάλλον, εγκαταστάσεις, διαδικασίες, ουσίες, ποσότητες, συνθήκες λειτουργίας, οργάνωση κλπ.
2. Εντοπισμός εστιών κινδύνου: επιλογή των υποσυστημάτων και μονάδων της εγκατάστασης που περικλείουν κινδύνους, ουσίες και φαινόμενα που μπορεί να προκληθούν.
3. Καθορισμός αιτίων ατυχημάτων: εναρκτήρια γεγονότα, εσωτερικά ή εξωτερικά της εγκατάστασης που δύνανται να προκαλέσουν ακολουθίες γεγονότων που καταλήγουν σε ατυχήματα.
4. Περιγραφή λειτουργιών και συστημάτων ασφαλείας που αποσκοπούν στην πρόληψη ή και καταστολή των ατυχημάτων.
5. Περιγραφή λειτουργιών και συστημάτων υποστήριξης των συστημάτων ασφαλείας.
6. Προσδιορισμός ακολουθιών ατυχημάτων (σενάρια): προσδιορισμός των ακολουθιών γεγονότων που οδηγούν σε έκλυση επικινδύνων ουσιών στο περιβάλλον ή σε άλλα φαινόμενα με ανεπιθύμητες συνέπειες.
7. Προσδιορισμός επιπτώσεων των ακολουθιών ατυχημάτων βάσει της έκτασης επιπτώσεων (ΖΩΝΕΣ I, II και III) ανά σενάριο και της απόστασης του εμπλεκόμενου εξοπλισμού από τα όρια της εγκατάστασης.
8. Μέτρα πρόληψης και καταστολής ατυχημάτων ανά αιτία ατυχήματος και ανά εξοπλισμό.
9. Περιγραφή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας.

#### **5.5.1. Περιγραφή της εγκατάστασης**

Η περιγραφή της εγκατάστασης πρέπει να περιέχει όλα τα στοιχεία που κατά περίπτωση απαιτούνται για την πλήρη αξιολόγηση της ΜΑ σύμφωνα και με τις επίσημες Ελληνικές και Ευρωπαϊκές κατευθυντήριες οδηγίες σύνταξης των μελετών αυτών. Ως εκ τούτου, η δράση αυτή συνίσταται στην συγκέντρωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την εγκατάσταση καθώς και για τον περιβάλλοντα χώρο, τις μετεωρολογικές συνθήκες, κλπ. καθώς και την πλήρη κατανόηση της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Η κατανόηση της λειτουργίας είναι ίσως το πλέον σημαντικό βήμα στην ανάλυση ασφαλείας μιας εγκατάστασης. Επισημαίνεται ότι καθώς η πλέον πλήρης γνώση της εγκατάστασης και της λειτουργίας της βρίσκεται στην ίδια την επιχείρηση και το προσωπικό της, θεωρείται σχεδόν αδύνατη μία σωστή και πλήρης ανάλυση ασφαλείας μιας εγκατάστασης χωρίς την ενεργό συμμετοχή του προσωπικού της (αρμόδιοι ασφαλείας, μηχανικοί, χειριστές κλπ.).

Μία συνοπτική λίστα στα πλαίσια του ερωτηματολογίου ελέγχου πληρότητας της ΜΑ αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο. Για την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας, μπορεί να απαιτείται διαφορετικός βαθμός ανάλυσης και λεπτομέρειας στην περιγραφή και παρουσίαση των στοιχείων. Μια ενδεικτική λίστα θεμάτων για τον έλεγχο της πληρότητας της περιγραφής, η οποία προτείνεται από τη μεθοδολογία αξιολόγησης, δίδεται παρακάτω:

**Πίνακας 5.2: Αξιολόγηση αξιοπιστίας και επάρκειας της περιγραφής της εγκατάστασης**

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ελλιπής
<b>Γενικά</b>			
Είναι η γενική περιγραφή της εγκατάστασης επαρκής για μια σαφή εικόνα του σκοπού, του τύπου και της έκτασης των δραστηριοτήτων, όπως και του μεγέθους της εγκατάστασης ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σε περίπτωση πολλών διαφορετικών μονάδων στην εγκατάσταση, περιγράφονται οι λειτουργικές αλληλοεξαρτήσεις αυτών και οι κοινές υπηρεσίες υποστήριξης και διαχείρισης στην εγκατάσταση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Τοποθεσία</b>			
Συνοδεύεται η ΜΑ:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ από ευκρινή τοπογραφικά διαγράμματα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ διαγράμματα κάλυψης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ PLOT PLANS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των κρίσιμων περιοχών και εξοπλισμού	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των υποδομών γύρω από την εγκατάσταση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται οι σημαντικές υποδομές και χρήσεις γης στους χάρτες π.χ. κατοικημένες περιοχές, ευαίσθητα κτίρια, βιομηχανία, συγκοινωνία ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται οι προσβάσεις στην εγκατάσταση και στις επιμέρους μονάδες όπως και οι δίοδοι διαφυγής από αυτές;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζεται σε διαγράμματα κατάλληλης κλίμακας ο κρίσιμος εξοπλισμός;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται, σε διαγράμματα κατάλληλης κλίμακας, οι κρίσιμες περιοχές, π.χ.:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ αποθηκευτικοί χώροι;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ διεργασίες;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται οι βασικές υπηρεσίες υποστήριξης και σημεία ελέγχου;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται επαρκή στοιχεία για τους φυσικούς κινδύνους της περιοχής;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται επαρκή στοιχεία για το περιβάλλον ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Επικίνδυνες ουσίες</b>			
Αναφέρονται οι ποσότητες ουσιών που διακινούνται και αποθηκεύονται στην εγκατάσταση ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ουσιών /μιγμάτων /διαλυμάτων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τα χαρακτηριστικά των ουσιών βασίζονται σε Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού MSDS ή σε άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Διεργασίες</b>			
Αναφέρονται οι βασικές διεργασίες και λειτουργίες στις κρίσιμες περιοχές και εξοπλισμό;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι συνθήκες, δεδομένα και άλλα χαρακτηριστικά για τις κρίσιμες διεργασίες και λειτουργίες ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Συνοδεύεται η MA από τα απαραίτητα διαγράμματα ροής;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Συνοδεύεται η MA από τα απαραίτητα στοιχεία κρίσιμου εξοπλισμού και σωληνώσεων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Παροχές - Υπηρεσίες</b>			
Αναφέρονται οι βασικές και εφεδρικές τροφοδοσίες / παροχές για τον κρίσιμο εξοπλισμό και τις λειτουργίες ασφάλειας;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι σημαντικές υπηρεσίες και συστήματα:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ πυρόσβεσης;			
▪ έκτακτης ανάγκης;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ συντήρησης;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ επεξεργασίας αποβλήτων;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι σημαντικές υπηρεσίες και συστήματα:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ ανίχνευσης;			
▪ παρακολούθησης;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ ασφάλειας πρόσβασης;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Στα πλαίσια της αξιολόγησης και της τεκμηρίωσης των παρεχόμενων από τη Μελέτη Ασφάλειας πληροφοριών σε ότι αφορά στην περιγραφή, η μεθοδολογία αξιολόγησης ορίζει να λαμβάνεται παράλληλα υπόψη η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της εγκατάστασης, η οποία αποτελεί νομοθετική υποχρέωση για τον υπεύθυνο της εγκατάστασης, ενώ η έγκριση της είναι απαραίτητη για την αδειοδότηση λειτουργίας της εγκατάστασης.

### 5.5.2 Εντοπισμός εστιών κινδύνου

Το στάδιο αυτό της αξιολόγησης των πηγών κινδύνου μιας ανάλυσης ασφάλειας της εγκατάστασης αφορά στον προσδιορισμό και καθορισμό όλων των πηγών κινδύνου, δηλαδή τα μέρη της εγκατάστασης που είναι επικίνδυνα, τις ουσίες που δύναται να εκλυθούν, τα αρχικά γεγονότα (ή αφορμές) που είναι δυνατόν να προκαλέσουν μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα, την απόκριση της εγκατάστασης στα γεγονότα αυτά και τον προσδιορισμό των καταστάσεων βλάβης στις οποίες τα γεγονότα αυτά δύνανται να οδηγήσουν την εγκατάσταση.

Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης, μια Μελέτη Ασφάλειας πρέπει απαραίτητα να περιέχει τα αποτελέσματα της φάσης αυτής, ανεξάρτητα από το αν έχει ή όχι γίνει ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Η φάση αυτή της αξιολόγησης διακρίνεται στα ακόλουθα επί μέρους βήματα ή δράσεις.

#### 5.5.2.1. Εντοπισμός κρίσιμου εξοπλισμού

Στόχος της δράσης αυτής είναι ο προσδιορισμός όλων των τμημάτων και εξοπλισμού της εγκατάστασης που αποτελούν κρίσιμες περιοχές από άποψη ασφάλειας. Τέτοιες κρίσιμες περιοχές δύνανται να αποτελούν συγκεκριμένα τμήματα, περιοχές και εξοπλισμός της εγκατάστασης, όπως π.χ. δεξαμενές αποθήκευσης, αποθήκες γεμάτων φιαλών, δοχεία μεγάλης χωρητικότητας, δοχεία και εξοπλισμός υπό πίεση, σωληνώσεις μεγάλης διατομής, σωληνώσεις τροφοδοσίας, σημεία φορτο-εκφόρτωσης, βυτιοφόρα, κλπ.

Κύριο χαρακτηριστικό της κρισιμότητας είναι συνήθως η ύπαρξη ποσοτήτων των επικίνδυνων ουσιών (σύμφωνα με την Οδηγία Seveso II) οι οποίες αν εκλυθούν στο περιβάλλον δύνανται να προκαλέσουν ανεπιθύμητες συνέπειες. Τονίζεται ότι ο προσδιορισμός αυτός στην αρχή είναι προκαταρκτικός και καθορίζει περιοχές για περαιτέρω λεπτομερή ανάλυση.

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης “...μια προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου πρέπει να εντοπίζει τα τμήματα της εγκατάστασης που σχετίζονται με την ασφάλεια. Τα τμήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την ποσότητα και τις εγγενείς ιδιότητες των επικίνδυνων ουσιών που χρησιμοποιούνται σε αυτά ή/και από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα και αποτελούν τα μέρη της εγκατάστασης για τα οποία απαιτείται πιο λεπτομερής και εκτενής ανάλυση κινδύνου. Ο εντοπισμός των τμημάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορες μεθόδους και κριτήρια .... Τα κριτήρια αυτά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις φυσικές και χημικές ιδιότητες κάθε ουσίας καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις ατυχήματος υπό τις συνθήκες που λαμβάνουν χώρα οι διάφορες διεργασίες... ”.

Οι επικίνδυνες ουσίες συμμετέχουν συνήθως σε διάφορες διεργασίες μέσα σε μια εγκατάσταση. Η επιλογή των κρίσιμων περιοχών ή εξοπλισμού της εγκατάστασης (μονάδων, τμημάτων, υποσυστημάτων) είναι σημαντικό βήμα διότι συνήθως μόνο αυτός ο εξοπλισμός εξετάζεται στη ΜΑ. Η επιλογή γίνεται συνήθως με κριτήρια ποσότητας των ουσιών, αλλά και με βάση τη χωρική και λειτουργική τους αυτοτέλεια. Σημειώνεται ότι η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου για τον προσδιορισμό των κρίσιμων περιοχών εξαρτάται από την έκταση και τον βαθμό πολυπλοκότητας της εγκατάστασης, όπως και το επίπεδο των συνεπαγόμενων κινδύνων. Όποια και να είναι όμως, θα πρέπει να περιγράφεται σε ικανοποιητικό βαθμό λεπτομέρειας στην αναφορά της Μελέτης Ασφάλειας.

Η διαδικασία προσδιορισμού των κρίσιμων περιοχών οφείλει να εξετάζει όλα τα τμήματα της μονάδας που παρουσιάζουν δυνατότητα ανάπτυξης συνθηκών που ευνοούν την εκδήλωση ατυχήματος. Ο εντοπισμός των κρίσιμων περιοχών μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση μεθόδων Δείκτη Κινδύνου -πχ. Δείκτες Κινδύνου Dow (F&E, T), η εφαρμογή των οποίων μπορεί να περιορίσει σημαντικά την ανάλυση στον πλέον κρίσιμο εξοπλισμό-, με κριτήρια κατωφλίου ή ποσότητας όπως πχ. ποσότητα επικίνδυνης ουσίας ίση με το 5% της οριακής τιμής ή με άλλες μεθόδους. Τα κριτήρια επιλογής κρίσιμου εξοπλισμού πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις φυσικές και χημικές ιδιότητες κάθε ουσίας, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις ατυχήματος υπό τις συνθήκες που λαμβάνουν χώρα οι διάφορες διεργασίες. Για τον λόγο αυτό, αυτά τα κριτήρια μπορεί να δίνουν τιμές μικρότερες από τα όρια που καθορίζει η ΚΥΑ 5697/590/2000. Επιπλέον, η προσπάθεια προσδιορισμού των κρίσιμων περιοχών της

εγκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνει και όλες τις φάσεις λειτουργίας της εγκατάστασης, δεδομένου ότι είναι πολλές φορές δυνατό να δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις σε διάφορες φάσεις της λειτουργίας οι οποίες συνεπάγονται διαφορετικές ποσότητες επικίνδυνων ουσιών και διαφορετικές διαδικασίες και συνθήκες διαχείρισης τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι φάσεις φόρτωσης, αποθήκευσης και εκφόρτωσης επικίνδυνων ουσιών, καθώς και οι φάσεις εκκίνησης, κανονικής λειτουργίας και διακοπής των διαφόρων διεργασιών.

Ο έλεγχος της επιλογής των κρίσιμων περιοχών/εξοπλισμού κατά την αξιολόγηση, λαμβάνει υπόψη τα κριτήρια επιλογής που προτείνει η MA, αλλά και κριτήρια σχετικά με τις συνθήκες λειτουργίας των διεργασιών που εξετάζονται, όπως και την απόσταση των μονάδων από τα όρια της εγκατάστασης. Εάν επικίνδυνες ουσίες περιέχονται σε μεγάλες ποσότητες σε περισσότερα από ένα τμήματα (περιοχές, εξοπλισμό), από τη μεθοδολογία αξιολόγησης προτείνεται η επιλογή του κρίσιμου εξοπλισμού (κρίσιμων περιοχών) με βάση την παρακάτω μεθοδολογία, η οποία λαμβάνει υπόψη την απόσταση του εξοπλισμού από επιλεγμένο τυχόν αποδέκτη ή τα όρια του οικοπέδου της εγκατάστασης και η οποία χρησιμοποιείται και στην Ολλανδική μεθοδολογία επιλογής εξοπλισμού (Purple Book: Guidelines for QRA, SZW). Η μεθοδολογία αξιολόγησης θεωρεί ότι η υιοθέτηση μιας τέτοιας μεθοδολογίας επιλογής θα βοηθούσε στον τεκμηριωμένο περιορισμό της MA στις σημαντικές μονάδες και σενάρια όπως και στην αποτελεσματικότερη αξιολόγηση και σε ουσιαστικότερες επιθεωρήσεις.

Η εν λόγω μεθοδολογία επιλογής αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

1. Προσδιορίζεται η απόσταση (L) μεταξύ της θέσης του εξοπλισμού ή του κυκλώματος που συμμετέχει η ουσία και του εξωτερικού συνόρου (γεωγραφικού ορίου) της εγκατάστασης. Αυτό επαναλαμβάνεται για όλα τα όρια του γηπέδου της εγκατάστασης.
2. Υπολογίζεται ο χαρακτηριστικός παράγοντας (A) για κάθε εξοπλισμό της εγκατάστασης:

$$A = Q \sigma / \psi$$

*Q = η μέγιστη ποσότητα της επικίνδυνης ουσίας στον εξοπλισμό (εξοπλισμός μπορεί να θεωρηθεί ένα δοχείο, μια σωλήνωση, ένα κύκλωμα ή και ένα λειτουργικό τμήμα της εγκατάστασης)*

*σ = παράγοντας συνθηκών, ο οποίος υπολογίζεται με βάση τις ιδιότητες της ουσίας, την θερμοκρασία και πίεση της διεργασίας*

*ψ = οριακή ποσότητα της επικίνδυνης ουσίας σύμφωνα με την νομοθεσία*

3. Υπολογίζεται η συνάρτηση (  $A_{corr}$  ) σύμφωνα με τους τύπους:

$$\triangleright A_{corr} = (100/L)^2 A \quad \text{για τοξικές ουσίες}$$

$$\triangleright A_{corr} = (100/L)^3 A \quad \text{για εύφλεκτες και εκρηκτικές ουσίες}$$

Για κάθε εξοπλισμό και κάθε χαρακτηριστική απόσταση από τα όρια της εγκατάστασης υπολογίζονται οι παράγοντες  $A_{corr}$  και συγκρίνονται με τους αντίστοιχους παράγοντες του υπόλοιπου εξοπλισμού που εξετάζεται για το ίδιο εξωτερικό όριο:

Για κάθε εξοπλισμό ( $I_i$ ,  $i=1, \nu$ ) και κάθε σημείο ( $P_j$ ,  $j=1, \dots, 4$ ) στα πλευρικά όρια του γηπέδου (το σημείο ορίζεται ως ο πόδας της καθέτου απόστασης του εξοπλισμού από το πλευρικό όριο) υπολογίζεται ο παράγοντας  $A_{corr}(I_i, P_j)$

και ο μέγιστος

$$\max \{A_{corr, j=const}\} = \max \{A_{corr}(I_i, P_j)\} \quad \text{για } i=1, \nu$$

Επιλέγονται οι μονάδες εκείνες για τις οποίες ικανοποιείται το κριτήριο

$$A_{corr} > 0.5 \max \{A_{corr, j=const}\} \quad \text{για } i=1, \nu$$

λαμβάνοντας υπόψη τις μέγιστες ποσότητες των ουσιών που είναι δυνατόν να διαρρεύσουν σε κάθε υπό εξέταση εξοπλισμό. Τα αποτελέσματα της μεθόδου μπορεί να συγκριθούν με τα συμπεράσματα άλλων μεθόδων π.χ. των δεικτών κινδύνου.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας για ένα παράδειγμα με 4 διακριτούς εξοπλισμούς:  $I_1, I_2, I_3, I_4$ , όπου με ΧΠ συμβολίζεται ο Χαρακτηριστικός Παράγοντας  $A$ .

**Πίνακας 5.3: Παράδειγμα εφαρμογής μεθοδολογίας επιλογής κρίσιμου εξοπλισμού**

$I_i$	ΧΠ		Σημεία ορίων γηπέδου της εγκατάστασης $P_j$								
			$P_1$		$P_2$		$P_3$		$P_4$		Επιλογή
	$A_i$	Κατηγορία	$L_1$	$A_{corr}$	$L_2$	$A_{corr}$	$L_3$	$A_{corr}$	$L_4$	$A_{corr}$	
$I_1$	100	τοξικό	75	100*	189	28	195	26	138	53	NAI
$I_2$	150	εύφλεκτο	165	34	180	26	90	150*	66	150*	NAI
$I_3$	300	τοξικό	126	189*	99	300*	108	250*	150	132*	NAI
$I_4$	100	εύφλεκτο	195	14	69	100	111	74	210	52	OXI

Ο εξοπλισμός που επιλέγεται είναι ο εξοπλισμός που παρουσιάζει τιμές  $A_{corr}$  μεγαλύτερες του 50% της μέγιστης της τιμής,  $\max \{A_{corr, j=const}\}$  για κάθε στήλη  $P_j$ . Στο παράδειγμα, στη στήλη  $P_1$  η μέγιστη τιμή  $\max \{A_{corr, j=1}\}$  είναι 189, και οι μονάδες που παρουσιάζουν τιμές  $A_{corr}$  μεγαλύτερες του 50% της μέγιστης αυτής τιμής είναι οι  $I_1$  και  $I_3$ . Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλα τα όρια  $P_j$  και επιλέγεται όλος ο εξοπλισμός που ικανοποιεί τα παραπάνω κριτήρια.

### 5.5.2.2. Ανάλυση Κινδύνων

Ανάλογα με την έκταση των επιπτώσεων κατά την ενδεχόμενη εκδήλωση ατυχήματος μεγάλης έκτασης, οι πηγές κινδύνου μπορούν να προσδιορισθούν με χρήση απλών μέσων

όπως οι λίστες ελέγχου ή με πιο σύνθετες μεθόδους με τη χρήση τεχνικών όπως HAZOP (Hazard & Operability study), FMEA (Failure Mode Event Analysis), What-if analysis, MLD (Master Logic Diagrams), FTA (Fault Tree Analysis), κ.λπ.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται λίστες έλεγχου, αυτές δεν πρέπει να θεωρούνται εξαντλητικές και πλήρεις. Κατ' ελάχιστο, και σε συμφωνία με τη νομοθεσία, οι λίστες ελέγχου πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα παρακάτω:

- i. όρια των φυσικών και χημικών παραμέτρων της κάθε διεργασίας
- ii. κίνδυνο σε ειδικά στάδια της λειτουργίας (π.χ. έναρξη και παύση)
- iii. αστοχία των δοχείων και δεξαμενών που περιέχουν διάφορες ουσίες
- iv. ελαττωματικός εξοπλισμός και τεχνική αστοχία εξοπλισμού και συστημάτων
- v. φαινόμενα αλληλουχίας συνεπειών (πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα)
- vi. σφάλματα κατά την τροφοδοσία
- vii. ανθρώπινοι παράγοντες που εμπλέκονται με τις διάφορες εργασίες, τον έλεγχο και τη συντήρηση
- viii. χημική συμβατότητα και αλλοίωση της ποιότητας των ουσιών
- ix. ανάπτυξη ηλεκτροστατικού φορτίου και άλλων πηγών ανάφλεξης

Οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να διερευνώνται σε σχέση με το βαθμό που συμμετέχουν στην πιθανή εκδήλωση ατυχήματος π.χ. διαφυγή τοξικών αερίων, εκρήξεις, διαφυγή εύφλεκτων ουσιών με ή χωρίς δυνατότητα ανάφλεξης, φωτιά μεγάλης έκτασης, αντιδράσεις εκτός ελέγχου (εξώθερμες) και διαφυγή επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον.

Για τις εγκαταστάσεις που ανήκουν σε υψηλές κατηγορίες κινδύνου (όταν ο δείκτης κινδύνου Dow είναι μεγάλος, π.χ.  $> 95$ ), μια συστηματική μέθοδος προσδιορισμού κινδύνου είναι απαραίτητη. Με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία, προτιμάται η ανάλυση HAZOP για τον σημαντικότερο εξοπλισμό, η οποία εξετάζει όλες τις πιθανές αποκλίσεις από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας π.χ. υψηλή θερμοκρασία, πίεση, υπερβολική ροή, κλπ., και βάσει της οποίας ελέγχονται όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι, οι άμεσες αιτίες και τα μέτρα ατυχημάτων, ενώ αναφέρονται και τα σχετικά προληπτικά μέτρα που έχουν ληφθεί από την εταιρία. Σε περίπτωση που δεν παρέχεται συστηματική ανάλυση HAZOP, γίνεται έλεγχος με λίστα πιθανών αποκλίσεων. Σημειώνεται ότι οι συστηματικές μέθοδοι δίνουν μεγαλύτερη δυνατότητα ελέγχου των πηγών κινδύνου που συνδέονται με την λειτουργία και εποπτείας όσον αφορά στις αλληλουχίες γεγονότων που εξετάζονται και στις ενέργειες και λειτουργίες ασφαλείας που λαμβάνονται για την αποφυγή ανεπιθύμητων συμβάντων. Σε αυτές τις ενέργειες και λειτουργίες ασφαλείας, η συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα και η επάρκεια και αξιοπιστία των συστημάτων ασφαλείας μπορεί να ελεγχθεί με μεγαλύτερη ευχέρεια. Μία σύντομη αναφορά στον δείκτη κινδύνου Dow, καθώς και σε άλλα εργαλεία και τεχνικές εκτίμησης κινδύνου πραγματοποιείται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

### **5.5.2.3. Κατηγορίες εκλύσεων**

Ο κατάλογος των ανεπιθύμητων συμβάντων (κατηγοριών εκλύσεων) που εξετάζεται στην Μελέτη Ασφάλειας ελέγχεται με βάση αντίστοιχα γεγονότα που έχουν συμβεί ή αναγνωρισθεί ως πιθανά σε αντίστοιχες δραστηριότητες. Αν έχει εκπονηθεί ανάλυση HAZOP ή άλλη συστηματική ανάλυση κινδύνου σε κάποια τμήματα της εγκατάστασης ή σε παρόμοιες μονάδες, τα κορυφαία γεγονότα που έχουν προσδιοριστεί από τις αναλύσεις πρέπει να ληφθούν υπόψη στον έλεγχο του καταλόγου των κατηγοριών εκλύσεων. Καθώς οι αναλύσεις αυτές αφορούν συνήθως ορισμένα τμήματα μιας μονάδας και υιοθετούν προσεγγίσεις “από κάτω προς τα πάνω” (bottom up)<sup>3</sup>, ο κατάλογος των κατηγοριών εκλύσεων που εξάγονται με βάση αυτές δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρης. Συμπληρωματικές πληροφορίες από αναλύσεις σε παρεμφερείς δραστηριότητες που έχουν υιοθετήσει διαφορετικές προσεγγίσεις πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον έλεγχο της ΜΑ.

Σημειώνεται ότι η παράλληλη αξιολόγηση των ΜΑ μιας κατηγορίας εγκαταστάσεων που έχουν παρεμφερείς δραστηριότητες δύναται να παρέχει τη δυνατότητα να προσδιοριστούν οι κατηγορίες εκλύσεων που θεωρούνται πιο σημαντικές και να δημιουργηθεί έτσι ένας κατάλογος συμβάντων που μπορεί να αποτελέσει κατάλογο αναφοράς των ελέγχων που πραγματοποιούνται κατά την αξιολόγηση.

Σε περιπτώσεις που ακολουθείται μια προσέγγιση “από πάνω προς τα κάτω” (top down), τα κορυφαία γεγονότα ορίζονται εξ αρχής. Στην περίπτωση αυτή, με βάση τη μεθοδολογία αξιολόγησης, ελέγχονται όλες οι κατηγορίες εκλύσεων που περιγράφονται στη Μελέτη Ασφάλειας με βάση ελάχιστη λίστα πιθανών εκλύσεων στον κρίσιμο εξοπλισμό. Μία τέτοια ενδεικτική λίστα αναφοράς (όχι εξαντλητική) για διαρροή και διαφυγή ουσιών δίνεται παρακάτω.

1. Αποθήκευση υγρού ή αερίου σε δοχεία υπό πίεση
  - α. Στιγμιαία διαφυγή (καταστροφική ρήξη δοχείου)
  - β. Συνεχής διαρροή (ρήγμα στο δοχείο)
  - δ. Συνεχής διαρροή στις συνδέσεις του δοχείου
2. Διαφυγή από συσκευή εκτός των δοχείων υπό πίεση
  - 2.1 Υγρό αέριο
    - α. Στιγμιαία διαφυγή
    - β. Εκροή
    - γ. Εκπομπή στις συνδέσεις
  - 2.2 Στερεά
    - α. Έκρηξη

---

<sup>3</sup> “από κάτω προς τα πάνω “ είναι η προσέγγιση που εξετάζει μία διαταραχή των συνθηκών της ομαλής λειτουργίας ή άλλο εναρκτήριο (απλό) γεγονός και με μία επαγωγική τεχνική προχωρά σε πιο σύνθετα γεγονότα (ανεπιθύμητα συμβάντα ή κορυφαία γεγονότα), ενώ “από πάνω προς τα κάτω” (top down) είναι η προσέγγιση που αναλύει ένα κορυφαίο γεγονός (π.χ. διαφυγή τοξικής ουσίας) σε πιο απλά γεγονότα (π.χ. αύξηση της πίεσης).

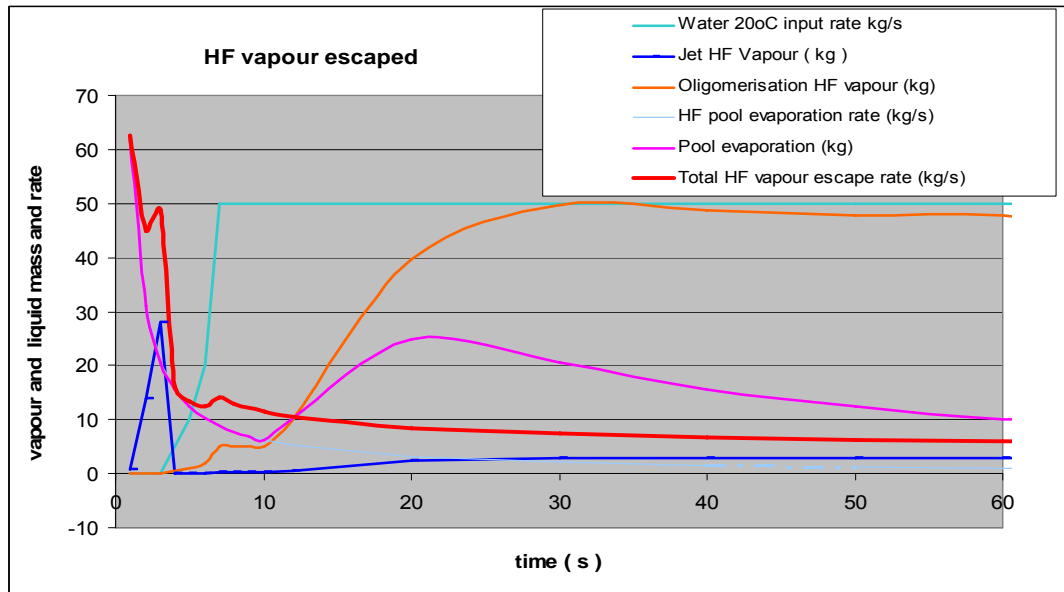


3. Αγωγός (υπέργειος ή υπόγειος)
  - α. Διαφυγή από καταστροφική ρήξη
  - β. Διαρροή (διάμετρος ροής < διάμετρος αγωγού)
4. Διαφυγή / Διαρροή σε εσωτερικά δοχεία (δεξαμενές) υπό πίεση
  - α. Στιγμιαία διαφυγή στην ατμόσφαιρα (δίοδοι ανακούφισης) ή υπερπίεση
  - β. Στιγμιαία διαφυγή στην ατμόσφαιρα (οπή)
  - γ. Συνεχής διαρροή (δίοδοι ανακούφισης)
5. Μεταφορά από/σε βυτιοφόρο ή βαγόνι
  - α. Εκπομπή μέσω διαρροής σε σωλήνα σύνδεσης
  - β. Στιγμιαία διαφυγή
  - γ. Συνεχής διαρροή (ρήγμα στο βυτιοφόρο)
6. Συσκευή Κρυογενούς Αποθήκευσης / Συστήματος
  - α. Στιγμιαία διαφυγή λόγω αστοχίας εσωτερικού/εξωτερικού τοιχώματος δοχείου
  - β. Συνεχής διαρροή λόγω αστοχίας εσωτερικού/εξωτερικού τοιχώματος δοχείου
  - γ. Συνεχής διαρροή από συνδέσεις της δεξαμενής

Για προϊόντα καύσης (καυσαέρια) εξετάζεται η διασπορά στην ατμόσφαιρα σε διάφορες καταστάσεις ευστάθειας.

Κατά την αξιολόγηση της Μελέτης Ασφάλειας μετά τον έλεγχο των κατηγοριών εκλύσεων, και για όλες τις πιθανές κατηγορίες εκλύσεων στον κρίσιμο εξοπλισμό, ελέγχονται οι ρυθμοί διαρροής και οι διάρκειες διαρροής που παρουσιάζονται στη ΜΑ. Επιπλέον, εξετάζεται η τεκμηρίωση που παρέχεται στη μελέτη για τους χρόνους διαρροής λαμβάνοντας υπόψη τα μέτρα και συστήματα διακοπής της ροής ή περιορισμού του ρυθμού διαφυγής και διασποράς. Στο στάδιο αυτό η μεθοδολογία λαμβάνει υπόψη ότι για διαρροές αερίων οι ρυθμοί διαρροής και οι ποσότητες είναι σχετικά μικρότερες από τις αντίστοιχες των υγρών και κυρίως από ρήξη του πυθμένα, καθώς και ότι οι διαρροές υγρών από τον πυθμένα των δοχείων, από μεγάλες οπές και υπό πίεση παρουσιάζουν σχετικά τις μεγαλύτερες τιμές.

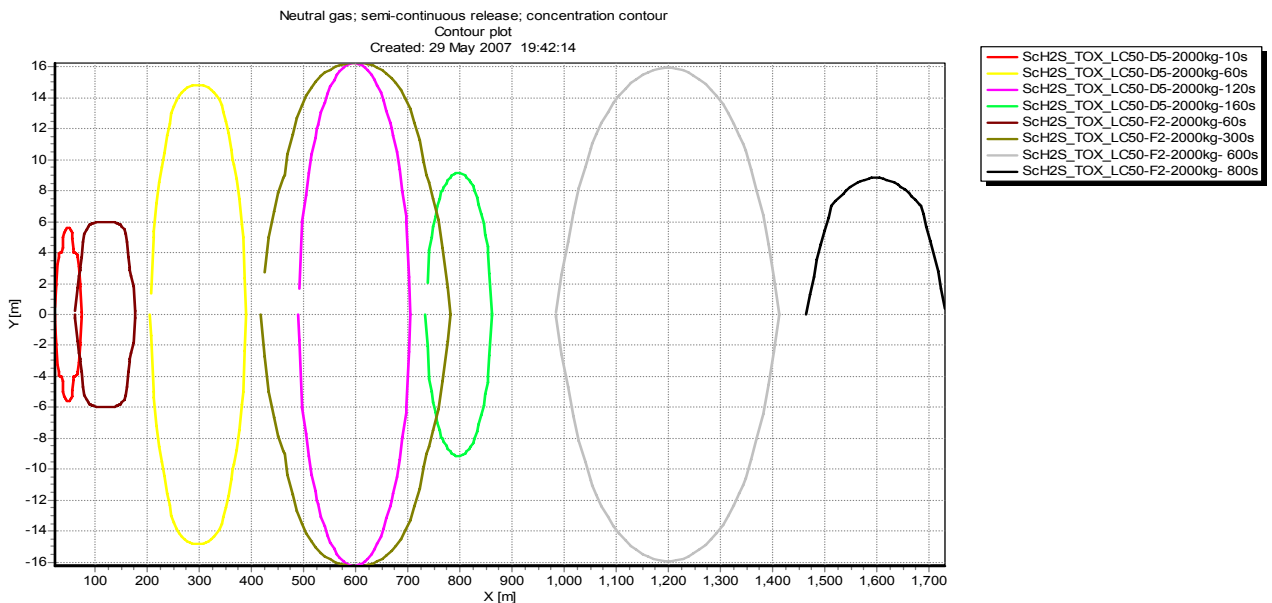
Για την περίπτωση πχ. διασποράς τοξικού νέφους άνυδρου υδροφθορίου (HF), μετά από στιγμιαία διαφυγή ατμών από δεξαμενή υπό πίεση 9350 kg HF και εξάτμιση 1145 kg HF, όπου ως μέτρο περιορισμού των επιπτώσεων της διασποράς χρησιμοποιείται κουρτίνα νερού 20°C, προέκυψαν έπειτα από έλεγχο οι παρακάτω ρυθμοί διαρροής και διάρκειες διαρροής του τοξικού νέφους, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Ρυθμοί και χρόνοι διαρροής για διαφυγή ατμών HF με κουρτίνα νερού 20 °C

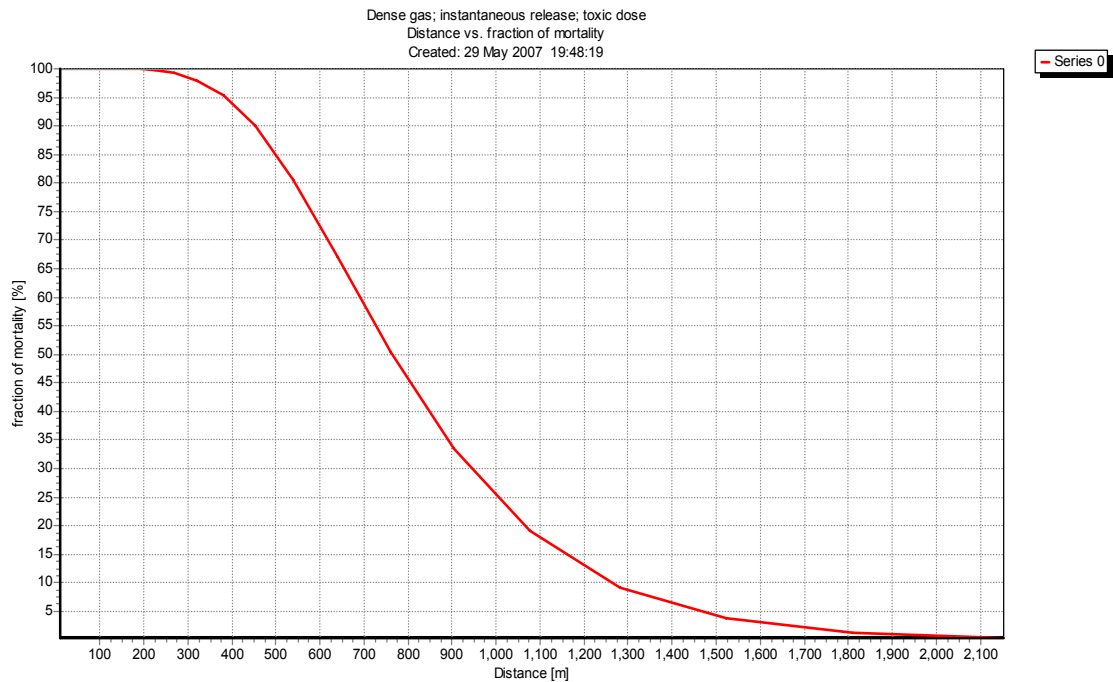
Επιπλέον, για τον αποτελεσματικό έλεγχο της εκτίμησης επιπτώσεων από διαρροή τοξικών ουσιών και διασπορά τοξικού νέφους στο περιβάλλον, διαρροή εύφλεκτου ρευστού, υγρού, αερίου και ανάφλεξη εκρηκτικού νέφους, υπερπίεση λόγω έκρηξης εκρηκτικού νέφους, όπως και θερμική ακτινοβολία από φωτιές, η μεθοδολογία χρησιμοποιεί το λογισμικό πακέτο EFFECTS.

Έτσι, για την περίπτωση π.χ. διασποράς τοξικού νέφους υδρόθειου ( $H_2S$ ), μετά από στιγμιαία έκλυση από δεξαμενή υπό πίεση 2000kg  $H_2S$  σε συνθήκες ατμοσφαιρικής ισορροπίας F2 (πολύ σταθερή ατμόσφαιρα) και D5 (ουδέτερη ατμόσφαιρα), για διαφορετικούς χρόνους διασποράς, με χρήση του EFFECTS προέκυψε το ακόλουθο διάγραμμα συγκέντρωσης του εκλυόμενου  $H_2S$  ως προς την απόσταση από την πηγή και κατά τη φορά του ανέμου (Σχήμα 5.2).



Σχήμα 5.2: Διάγραμμα διασποράς τοξικού νέφους  $H_2S$  για διαφορετικούς χρόνους και καταστάσεις ατμοσφαιρικής ευστάθειας

Με χρήση του λογισμικού EFFECTS είναι επίσης δυνατός ο υπολογισμός των επιπτώσεων από έκλυση, διασπορά ή διαρροή τοξικών και εύφλεκτων ουσιών στην ανθρώπινη υγεία όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα, όπου απεικονίζεται η σχέση του ποσοστού θνησιμότητας από έκλυση τοξικού νέφους σε συνάρτηση με την απόσταση από την πηγή της έκλυσης.



**Σχήμα 5.3:** Διάγραμμα μεταβολής ποσοστού θνησιμότητας από έκλυση τοξικού νέφους σε συνάρτηση με την απόσταση από την πηγή της έκλυσης

Παραδείγματα χρήσης του λογισμικού πακέτου EFFECTS που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή της παρούσας μεθοδολογίας σε εγκαταστάσεις εύφλεκτων και τοξικών ουσιών παρουσιάζονται στο Παράρτημα VI.

#### 5.5.2.4. Παρελθόντα ατυχήματα

Η μελέτη περιστατικών που έχουν συμβεί κατά το παρελθόν στην εγκατάσταση, αλλά και σε εγκαταστάσεις ή μονάδες παρεμφερών δραστηριοτήτων, καθώς και η εμπειρία από τη λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων της επιλεγόμενης μεθόδου εξέτασης κινδύνου. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, και ανεξάρτητα από το σύστημα που υιοθετείται για τον εντοπισμό του κινδύνου, κατά την αξιολόγηση της Μελέτης Ασφάλειας πρέπει να ζητείται κατάλογος και στοιχεία παρελθόντων ατυχημάτων ή οιονεί ατυχημάτων με εμπλοκή των επικίνδυνων ουσιών στην εγκατάσταση με βάση το ιστορικό της υπό εξέταση μονάδας, καθώς και αναφορά σε σημαντικά ατυχήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία όσον αφορά στις επικίνδυνες ουσίες και τον εξοπλισμό που εξετάζονται. Η μελέτη των γεγονότων αυτών είναι πολύ σημαντική αφού παρέχεται η δυνατότητα εντοπισμού των σφαλμάτων και αποφυγής επανάληψής τους, ενώ οι πηγές κινδύνου που σύμφωνα με την εμπειρία έχουν οδηγήσει στην

εκδήλωση ατυχήματος, πρέπει απαραίτητα να θεωρούνται σημαντικές σε οποιαδήποτε ανάλυση κινδύνου όπου εφαρμόζονται ανάλογες διεργασίες και συνθήκες.

Η αναζήτηση σχετικής πληροφορίας από βάσεις δεδομένων ατυχημάτων (π.χ. βάση MARS) δεν πρέπει να περιορίζεται στη γενική περιγραφή των συμβάντων αλλά πρέπει να γίνεται σαφής αναφορά σε:

- Αιτίες των ατυχημάτων
- Μέγεθος και σημεία διαρροών
- Μέτρα που ελήφθησαν
- Κατηγορίες έκλυσης
- Αποκτηθείσα εμπειρία

Κατά την αξιολόγηση μπορεί να απαιτηθούν συμπληρωματικά στοιχεία σχετικά με αιτίες ατυχημάτων που έχουν τεκμηριωθεί και δεν περιλαμβάνονται στη ανάλυση των κινδύνων της ΜΑ. Ως εκ τούτου, προτείνεται η ενημέρωση να βασίζεται σε περισσότερες από μία διεθνώς αναγνωρισμένες βάσεις δεδομένων ατυχημάτων.

### **5.5.3 Εκτίμηση αιτιών ατυχημάτων**

Κάθε μια από τις αιτίες ατυχήματος μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα ενός αρχικού γεγονότος συνδυασμένο με την αστοχία μιας ή περισσότερων διατάξεων ασφαλείας. Το βήμα αυτό της αξιολόγησης αποσκοπεί στον προσδιορισμό όλων των γεγονότων που μπορούν να προκαλέσουν κάποια διαταραχή στη λειτουργία της εγκατάστασης, η οποία αν δεν ελεγχθεί από τις υπάρχουσες λειτουργίες και συστήματα ασφαλείας μπορεί να οδηγήσει σε αστοχίες με τελικό αποτέλεσμα την έκλυση της επικίνδυνης ουσίας στο περιβάλλον.

Γενικά στις εγκαταστάσεις που επεξεργάζονται επικίνδυνες ουσίες, η βασική αρχή προστασίας επιβάλλει τον περιορισμό των ουσιών αυτών εντός πλήρως ελεγχόμενων χώρων. Τέτοιοι χώροι είναι οι δεξαμενές, τα δοχεία και οι γραμμές των σωληνώσεων μεταφοράς αυτών των επικίνδυνων ουσιών. Ο ελεγχόμενος χώρος μέσα στον οποίο βρίσκεται η επικίνδυνη ουσία διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο περιβάλλοντα χώρο μέσω του περιβλήματος. Το *περίβλημα* είναι εκείνος ο συνδυασμός των τεχνολογικών ή και φυσικών μέσων που εξασφαλίζει την απομόνωση της επικίνδυνης ουσίας από το περιβάλλον. Από τα παραπάνω εύκολα συμπεραίνεται πως η απώλεια του περιβλήματος αποτελεί την πρώτη και αμεσότερη αιτία πρόκλησης μεγάλων ατυχημάτων σε τέτοιες εγκαταστάσεις. Διακρίνονται δύο μεγάλες κατηγορίες γεγονότων που οδηγούν σε αυτό το αποτέλεσμα, η δομική αστοχία (ρήξη) του περιβλήματος και η παράκαμψη του περιβλήματος από μια δίοδο διαφυγής (όπως για παράδειγμα το εσφαλμένο άνοιγμα μιας βάνας).

Ο προσδιορισμός των εναρκτήριων γεγονότων μπορεί να βασίζεται σε επισκόπηση της συσσωρευμένης λειτουργικής εμπειρίας της εγκατάστασης, γενική γνώση της επιστήμης και της τεχνολογίας η οποία υπάρχει καταγεγραμμένη στην βιβλιογραφία, διδάγματα και συμπεράσματα από παρελθόντα ατυχήματα σε εγχώριο και παγκόσμιο επίπεδο, στη γενική εμπειρία που έχει συσσωρευτεί από τις επιθεωρήσεις των αρμοδίων αρχών ασφαλείας καθώς και τα δεδομένα για τις εστίες κινδύνων που περιλαμβάνονται στη ΜΑ. Επιπλέον, με βάση

την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης, ο κρίσιμος εξοπλισμός που περιέχει μεγάλες ποσότητες ουσιών, αστοχία του οποίου μπορεί να προκαλέσει ατύχημα με εκτεταμένες επιπτώσεις, αναμένεται να έχει εξετασθεί με μια συστηματική μέθοδο προσδιορισμού κινδύνου π.χ. HAZOP, What-if ? κλπ. Όπως προαναφέρθηκε, οι συστηματικές μέθοδοι δίνουν μεγαλύτερη δυνατότητα ελέγχου των πηγών κινδύνου που συνδέονται με την λειτουργία, εποπτεία στις αλληλουχίες γεγονότων που εξετάζονται αλλά και στις ενέργειες και λειτουργίες ασφαλείας που λαμβάνονται από τους ασκούντες την εκμετάλλευση. Σε αυτές τις ενέργειες και λειτουργίες ασφάλειας η συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα και η επάρκεια και αξιοπιστία των συστημάτων ασφάλειας μπορεί να ελεγχθεί με μεγαλύτερη ευχέρεια.

Στις άμεσες αιτίες γεγονότων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τη Μελέτη Ασφάλειας και εξωτερικά γεγονότα, μη εξουσιοδοτημένες παρεμβάσεις από τρίτους ή άλλες αιτίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την κατασκευή και την ασφαλή διαχείριση του κρίσιμου εξοπλισμού. Καθώς δεν είναι πάντοτε δυνατός ο έλεγχος αυτών των αιτιών με εφαρμογή κάποιας συστηματικής μεθόδου, όλα τα εμπειρικά δεδομένα είναι χρήσιμα στην εκτίμηση της πιθανότητας εκδήλωσης ατυχήματος από εξωτερικά αίτια, όπως και στον προσδιορισμό των επιδράσεων που αυτά προκαλούν. Με βάση εξάλλου τη νομοθεσία (ΚΥΑ 5697/2000) “Για να ελεγχθούν οι κίνδυνοι από εξωτερικές δραστηριότητες και χρήσεις η ΜΑ θα πρέπει να περιλαμβάνει πληροφορίες για :

- βιομηχανικές δραστηριότητες στον εξωτερικό χώρο της μονάδας (π.χ. είδος και απόσταση ανάμεσα στις βιομηχανικές μονάδες, περιορισμοί που επιβάλλονται από άλλες μονάδες, κ.λπ).
- συγκοινωνιακό δίκτυο και κομβικά σημεία συγκοινωνίας (π.χ. δρόμοι, σιδηρόδρομοι, θαλάσσιοι οδοί, λιμάνια, αεροδρόμια, σταθμοί σύνδεσης σιδηροδρόμων), ενώ επιπλέον
- για να ελεγχθούν οι κίνδυνοι από το φυσικό περιβάλλον της εγκατάστασης θα πρέπει να περιγράφονται οι σχετικοί με τον κίνδυνο περιβαλλοντικοί παράγοντες. Γενικά, οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν μετεωρολογικά δεδομένα, και γεωλογικά, υδρολογικά και υδρογραφικά δεδομένα της περιοχής.”

Επισημαίνεται ότι η προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης απαιτεί να προσδιορίζονται τα παραπάνω με σαφήνεια και ευκρίνεια στην Μελέτη Ασφάλειας, ώστε να μην υπάρχει αμφιβολία ότι η αναγνώριση και η καταγραφή αυτή αποτελεί μια “δέσμευση” της εγκατάστασης ότι αναγνωρίζει την δυνατότητα “Απώλειας Περιβλήματος” ή /και “Εναυσης” για τις επικίνδυνες ουσίες, μέσω των συγκεκριμένων άμεσων αιτιών.

Επιπλέον, για τους σκοπούς της αξιολόγησης με βάση τη μεθοδολογία, τα παραπάνω δεν πιστοποιούνται μέσω της περιγραφής της εγκατάστασης αλλά απαιτείται η σαφής αναφορά στα υπάρχοντα συστήματα, και λειτουργίες της εγκατάστασης μαζί με τις πιθανές άμεσες αιτίες ατυχήματος.

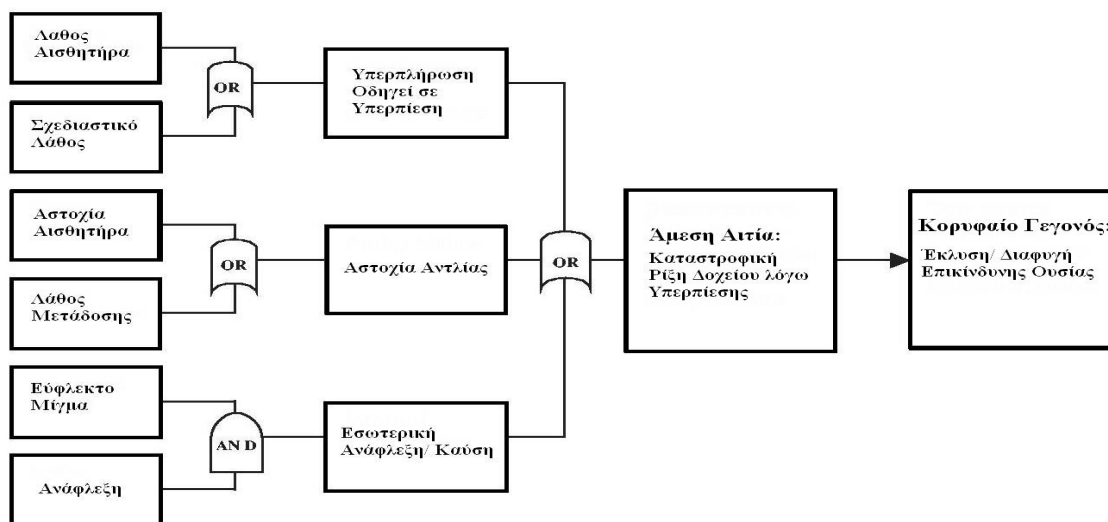
Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, ο έλεγχος των πιθανών άμεσων αιτιών που αποτελούν εναρκτήρια γεγονότα για κάθε κρίσιμη περιοχή και για όλον τον κρίσιμο

εξοπλισμό, γίνεται με βάση την ακόλουθη εξαντλητική λίστα αμοιβαία αποκλειόμενων αρχικών γεγονότων (*mutually exclusive events*):

1. Διάβρωση
2. Αποσάθρωση, Γήρανση
3. Εξωτερική φόρτιση/ μηχανική καταπόνηση
4. Κρούση(Κτύπημα)
5. Πίεση (Υψηλή /Χαμηλή)
6. Στάθμη (Υψηλή /Χαμηλή)
7. Δονήσεις /κραδασμοί
8. Θερμοκρασία(Υψηλή /Χαμηλή)
9. Εσφαλμένη τοποθέτηση εξοπλισμού
10. Σφάλμα χειρισμού
11. Φαινόμενα Αλληλουχίας Συνεπειών (από άλλα σημεία)
12. Άλλες αιτίες π.χ. σεισμός, πλημμύρα, ισχυροί άνεμοι, δολιοφθορά κλπ.

Οι αιτίες αυτές μαζί με τα *κορυφαία γεγονότα* (*top events*) συνιστούν τα *Δέντρα Σφαλμάτων* (*Fault Trees*). Η ανάλυση του δέντρου σφαλμάτων (*fault tree analysis*) είναι μία μέθοδος που αναλύει τους τρόπους και τα μέσα με τα οποία εμφανίζεται ένα ανεπιθύμητο γεγονός (ατύχημα). Η τεχνική αυτή αν και αρχικά αναπτύχθηκε για την προστασία από την εμφάνιση ατυχημάτων, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση και τη διερεύνησή τους και δείχνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των πιθανών υπεύθυνων αιτιών για την εμφάνιση ενός ατυχήματος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα γεγονότα σε ένα δέντρο αστοχιών δεν περιορίζονται μόνο σε αστοχίες εξαρτημάτων, αλλά μπορούν ακόμη να περιλαμβάνουν ανθρώπινους, διαχειριστικούς, περιβαλλοντικούς και άλλους παράγοντες.

Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι επιλέγεται το κορυφαίο γεγονός που είναι σημαντικό προς περαιτέρω μελέτη, ενώ μέσω του δέντρου παρέχονται σημαντικές πληροφορίες στους αξιολογητές σχετικά με τον τρόπο που μπορεί να προκληθεί ένα κορυφαίο γεγονός. Ένα παράδειγμα τυπικού Δέντρου Σφαλμάτων παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.4:







Σχήμα 5.4. Τυπικό Δέντρο Σφαλμάτων για διαρροή επικίνδυνης ουσίας (Πηγή: Fabbri et al., 2005)

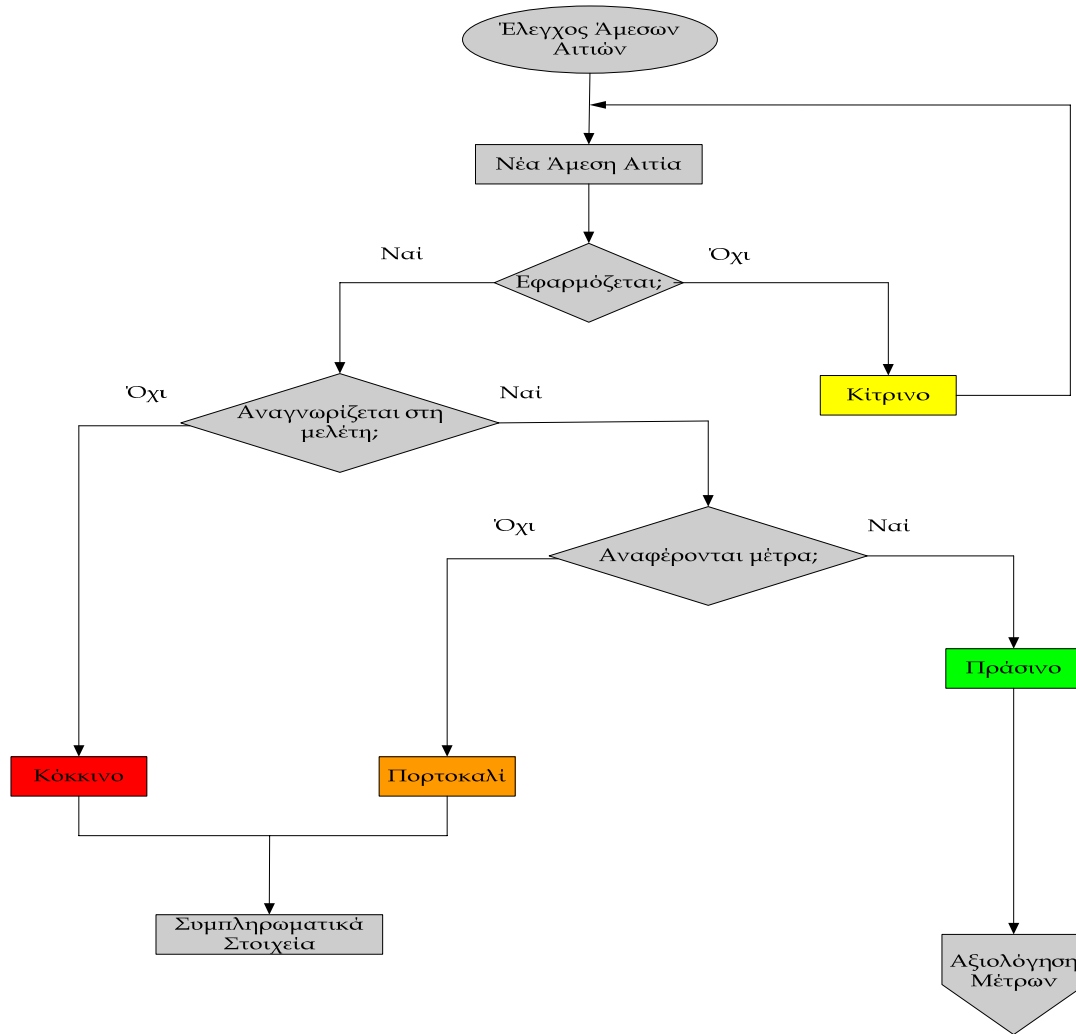
Στη συνέχεια, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η υπό αξιολόγηση Μελέτη Ασφάλειας εξετάζει όλες τις άμεσες αιτίες που θεωρούνται σημαντικές για την εκδήλωση ατυχήματος, με βάση τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις περιγραφές περιστατικών παρελθόντων ατυχημάτων, στις μεθόδους ανάλυσης κινδύνων (π.χ. HAZOP, What-if ?), στα Δέντρα Αστοχιών, στα δεδομένα για τις εστίες κινδύνων που περιλαμβάνονται στη ΜΑ για τον κρίσιμο εξοπλισμό της εγκατάστασης και σε ΜΑ συναφών μονάδων και εγκαταστάσεων, αλλά και την εμπειρία των αξιολογητών, η μεθοδολογία ορίζει την ανάπτυξη πινάκων πιθανών άμεσων αιτιών γεγονότων (εναρκτήριων γεγονότων) για κάθε κομμάτι του κρίσιμου εξοπλισμού της εγκατάστασης.

Σε όλες τις περιπτώσεις όπου η εξέταση των αντίστοιχων αιτιών δεν έχει νόημα για το συγκεκριμένο εξοπλισμό, χρησιμοποιείται η φράση «Δεν εφαρμόζεται/ Δεν αφορά» και η αιτία χαρακτηρίζεται με κίτρινο χρώμα. Το γεγονός αυτό είναι σύνηθες, καθώς η ΜΑ εξετάζει πολλές αιτίες ατυχημάτων, αλλά για ορισμένες καταλήγει στο συμπέρασμα ότι δε μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλο ατύχημα. Οι άμεσες αιτίες που αναγνωρίζονται, προσδιορίζονται και αναλύονται επαρκώς χαρακτηρίζονται με πράσινο χρώμα, ενώ στην περίπτωση που μία άμεση αιτία αναγνωρίζεται αλλά δεν αναλύεται επαρκώς και δεν αναφέρονται μέτρα σημειώνεται με πορτοκαλί χρώμα. Τέλος, οι άμεσες αιτίες οι οποίες θεωρούνται σημαντικές και δεν αναγνωρίζονται στη ΜΑ χαρακτηρίζονται με κόκκινο χρώμα, όπως δείχνει ο ακόλουθος Πίνακας:

**Πίνακας 5.4: Αξιολόγηση και χαρακτηρισμός των αιτιών ατυχημάτων**

Η αιτία δεν εφαρμόζεται/ δεν αφορά τον συγκεκριμένο εξοπλισμό	
Η αιτία αναγνωρίζεται και προσδιορίζεται/ αναλύεται επαρκώς	
Η αιτία αναγνωρίζεται αλλά δεν προσδιορίζεται/ δεν αναλύεται επαρκώς	
Η αιτία δεν αναγνωρίζεται	

Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθούνται για τον έλεγχο και την εκτίμηση των αιτιών ατυχημάτων, με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης, ενώ εκτενής αναφορά στις πιθανές αιτίες ατυχημάτων που εξετάζονται κατά την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας πραγματοποιείται στο Παράρτημα Ι.



Σχήμα 5.5. Αξιολόγηση των άμεσων αιτιών ατυχημάτων

#### 5.5.4 Λειτουργίες και συστήματα ασφαλείας

Η δράση αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό όλων των λειτουργιών, συστημάτων και πρακτικών ασφαλείας που σχετίζονται με τον σχεδιασμό και τη λειτουργία της εγκατάστασης και αποσκοπούν αφενός στην πρόληψη και αφετέρου στον έλεγχο των εναρκτήριων γεγονότων ώστε αυτά να μην οδηγήσουν σε κατάσταση βλάβης που συνεπάγεται έκλυση επικίνδυνης ουσίας.

Οι λειτουργίες ασφαλείας εγγυώνται την αποφυγή της εκτροπής της λειτουργίας των διεργασιών από το εύρος των συνθηκών ομαλής λειτουργίας, τον έλεγχο των αναπόφευκτων εκτροπών και την επαναφορά των διεργασιών στην κανονική τους λειτουργία. Τα συστήματα ασφαλείας που εξυπηρετούν τις λειτουργίες ασφαλείας είναι είτε πρώτης γραμμής είτε βοηθητικά.

Οι αρχές που διέπουν την αναγνώριση των λειτουργιών ασφαλείας αναφέρονται στις κατευθυντήριες οδηγίες σύνταξης των Μελετών Ασφάλειας (Παπαδάκης and Amendola, 1998) και αφορούν βασικές αρχές της αντικατάστασης, απομόνωσης και διαχωρισμού.

Οι λειτουργίες ασφαλείας περιλαμβάνουν μέτρα που αποσκοπούν :



- α) στην πρόληψη δημιουργίας κατάστασης βλάβης στην εγκατάσταση, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην έκλυση επικίνδυνων ουσιών
- β) στην καταστολή των δυνατών συνεπειών στη δημόσια υγεία και στο περιβάλλον εκλυθείσας επικίνδυνης ουσίας
- γ) στην προστασία της δημόσιας υγείας, του περιβάλλοντος και των διαφόρων περιουσιακών στοιχείων

Οι λειτουργίες ασφαλείας εξαρτώνται από το είδος της εγκατάστασης και τη φύση της επικίνδυνης ουσίας και δεν μπορούν να προσδιοριστούν γενικά. Ενδεικτικά όμως αναφέρονται μία σειρά από λειτουργίες ασφαλείας που εξυπηρετούν το γενικότερο σκοπό ασφαλείας “Αποφυγή απώλειας Περιβλήματος/ Κελύφους” (Loss of Containment).

- 1) Αποφυγή Διάβρωσης Κελύφους
- 2) Αποφυγή Δημιουργίας Εσωτερικής Υπερπίεσης
- 3) Αποφυγή Δημιουργίας Υψηλών Θερμοκρασιών
- 4) Αποφυγή Δημιουργίας Υποπίεσης
- 5) Αποφυγή Ταλαντώσεων
- 6) Αποφυγή Υπερβολικών Εξωτερικών Φορτίσεων
- 7) Αποφυγή Παράκαμψης Κελύφους (μη ενδεδειγμένο άνοιγμα του περιβλήματος λόγω ανθρώπινου σφάλματος).

Κάθε μία από τις προσδιορισθείσες λειτουργίες ασφαλείας μπορεί να εξυπηρετείται από ένα ή περισσότερα συστήματα ασφαλείας ή διαδικασίες και πρακτικές. Για παράδειγμα, η λειτουργία “αποφυγή υπερπίεσης ” μπορεί μεταξύ άλλων να εξυπηρετείται από συστήματα ψύξης ουσιών που είναι αποθηκευμένες υπό συνθήκες “υγροποίησης από ψύξη”. Η λειτουργία αποφυγής δημιουργίας εξωτερικά υψηλής θερμοκρασίας, μεταξύ άλλων απαιτείται να εξυπηρετείται από συστήματα πυρόσβεσης κ.ο.κ.

Ένας μη εξαντλητικός κατάλογος τέτοιων συστημάτων ασφαλείας είναι ο ακόλουθος :

- Συστήματα Ελέγχου Διαδικασιών (Process Control Systems)
- Συστήματα προστασίας από πυρκαγιές και εκρήξεις
- Συστήματα περιορισμού εκλύσεων, όπως συσκευές ταχείας απομόνωσης, δοχεία συλλογής, συστήματα καταιονισμού, κουρτίνες ύδατος/ατμών
- Συστήματα Συναγερμού
- Παθητικά Συστήματα Ασφάλειας (περιβλήματα, προστατευτικά τοιχία κλπ.)
- Συστήματα αυτόματης διακοπής λειτουργίας
- Υπολογιστικά Συστήματα
- Συστήματα Αδρανοποίησης ατμοσφαιρών και άλλων περιβαλλόντων
- Ορολογία Ασφαλούς Αστοχίας

- Ηλεκτρονικοί Προγραμματιζόμενοι Ελεγκτές
- Εκρηκτικοί Πίνακες (Explosion Panels)

Στις λειτουργίες ασφαλείας που αποσκοπούν στην πρόληψη ή και καταστολή των ατυχημάτων περιλαμβάνονται και τα συστήματα (μέτρα) πυροπροστασίας. Τα μέτρα πυροπροστασίας, τα οποία ελέγχονται κατά την αξιολόγηση με μία σύντομη ενδεικτική λίστα, αφορούν:

- Συστήματα ανίχνευσης καπνού
- Συστήματα ανίχνευσης φωτιάς
- Παθητική προφύλαξη (ειδικά σκυροδέματα, εξαχνωτικές ουσίες, βραδύκαυστα υλικά)
- Ενεργητική πυροπροστασία:
  - Νερό πυρόσβεσης,
  - Νερό καταιονισμού
  - Ξηρά χημικά
  - Αφροποιητικά συστήματα

Τα συστήματα που εξυπηρετούν άμεσα τις λειτουργίες ασφαλείας (όπως π.χ. το σύστημα ψύξης ουσίας υγροποιημένης υπό ψύξη) καλούνται συστήματα ασφαλείας πρώτης γραμμής.

#### **5.5.5 Συστήματα υποστήριξης των συστημάτων ασφαλείας**

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα συστήματα πρώτης γραμμής απαιτούν για την σωστή λειτουργία τους την παροχή ορισμένων βασικών υπηρεσιών υποστήριξης, όπως π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, πεπιεσμένο αέρα, λίπανση, κλιματισμό κλπ. Είναι πολύ σημαντικό μαζί με τα συστήματα πρώτης γραμμής να προσδιοριστούν και τα συστήματα παροχής και υποστήριξης όλων των βασικών λειτουργιών υποστήριξης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιτυχή λειτουργία των συστημάτων πρώτης γραμμής.

Τα συστήματα αυτά ονομάζονται συστήματα υποστήριξης και ένας ενδεικτικός κατάλογος περιλαμβάνει :

- Εσωτερικές Υπηρεσίες
  - ⇒ Παραγωγή Ηλεκτρικής Ισχύος
  - ⇒ Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ισχύος
  - ⇒ Ηλεκτρική Ισχύς Έκτακτης Ανάγκης
  - ⇒ Καύσιμο (παροχή και αποθήκευση)
  - ⇒ Πηγές και Καταβόθρες Θερμότητας
  - ⇒ Παροχή και Δίκτυο Ύδατος
  - ⇒ Παροχή ψύξης/θέρμανσης

- ⇒ Παροχή Λίπανσης
- ⇒ Εσωτερικό Δίκτυο Επικοινωνίας
- ⇒ Παροχή Ατμού
- ⇒ Παροχή Πεπιεσμένου Αέρα
- Άλλες υπηρεσίες που δύναται να έχουν κατασταλτικό χαρακτήρα
  - ⇒ Κοινές Υπηρεσίες
  - ⇒ Υπηρεσίες Επιθεωρήσεων
  - ⇒ Ιατρικές Υπηρεσίες
  - ⇒ Κέντρα Ελέγχου και Κέντρα Συγκέντρωσης Εκκενωθέντων
  - ⇒ Υπηρεσία Διάσωσης
  - ⇒ Υπηρεσία Φύλαξης και Ελέγχου Πρόσβασης στην Εγκατάσταση
  - ⇒ Περιβαλλοντική Υπηρεσία
  - ⇒ Υπηρεσία Επιθεώρησης Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων
  - ⇒ Εργαστήριο Συντήρησης και Επισκευών
  - ⇒ Άλλα Εργαστήρια
- Συστήματα Καθαρισμού (αυτόνομα ή κοινά με άλλες εγκαταστάσεις)
  - ⇒ Δίκτυο Αποχέτευσης και σύστημα επεξεργασίας λυμάτων ύδατος
  - ⇒ Διαδικασίες και συστήματα διαχείρισης υδάτων πυρόσβεσης
- Δίκτυα παρακολούθησης και συλλογής δεδομένων
  - ⇒ Μετεωρολογικοί Σταθμοί
  - ⇒ Σταθμοί Ελέγχου ποιότητας του αέρα
  - ⇒ Σταθμοί Ελέγχου ποιότητας επιφανειακών υδάτων
  - ⇒ Σταθμοί ελέγχου ποιότητας υπογείων υδάτων
  - ⇒ Δίκτυο Ανίχνευσης τοξικών προϊόντων στον αέρα
  - ⇒ Δίκτυο Ανίχνευσης τοξικών προϊόντων στην αποχέτευση ή σε άλλες εκλύσεις
  - ⇒ Δίκτυο Ανίχνευσης και ειδοποίησης εύφλεκτων-εκρηκτικών συνθηκών στον αέρα
  - ⇒ Δίκτυο Ελέγχου-παρακολούθησης και ανίχνευσης μη εγκεκριμένης εισόδου

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, τα συστήματα ασφαλείας (πρώτης γραμμής ή βοηθητικά) που εξυπηρετούν τις λειτουργίες ασφαλείας πρέπει να ελέγχονται και να αξιολογούνται ως προς την πληρότητα και την επάρκεια τους. Ως εκ τούτου, στο βήμα αυτό προσδιορίζονται οι λειτουργικές απαιτήσεις των διαφόρων συστημάτων πρώτης γραμμής, καθώς και των συστημάτων υποστήριξης. Καθορίζονται δηλαδή τα κριτήρια επιτυχίας και

κατά συνέπεια ο βαθμός εφεδρείας που χαρακτηρίζει τα διάφορα συστήματα. Για παράδειγμα, ένα σύστημα ψύξης που διαθέτει τρεις συμπιεστές μπορεί να παρέχει την απαιτούμενη ψυκτική ισχύ με την λειτουργία μόνο των δύο από τους τρεις συμπιεστές.

Για κάθε ανεπιθύμητο γεγονός ελέγχεται η αλληλουχία γεγονότων που οδηγεί σε αυτό και εντοπίζονται για κάθε επιμέρους αστοχία οι ενέργειες (αυτόματες ή με τη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα) που πρέπει να ληφθούν για την αποφυγή τους. Ο καθορισμός των απαιτήσεων αυτών πρέπει να γίνεται για όλα τα εναρκτήρια γεγονότα ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπόψη την λειτουργία ή μη άλλων συστημάτων ασφαλείας, καθώς οι απαιτήσεις επιτυχούς λειτουργίας είναι δυνατόν να εξαρτώνται και από άλλους παράγοντες. Για τον λόγο αυτό ενδείκνυται η δημιουργία ενός καταλόγου των ιδιαίτερων συνθηκών και απαιτήσεων που δημιουργεί η αστοχία κάθε συστήματος στο υπόλοιπα συστήματα ασφαλείας, υποστήριξης αλλά και στους χειριστές της εγκατάστασης. Οι συστηματικές μέθοδοι ανάλυσης κινδύνου συνήθως περιέχουν πληροφορίες σχετικές με τις απαραίτητες ενέργειες για κάθε αλληλουχία γεγονότων που εξετάζονται.

#### **5.5.6 Εκτίμηση ακολουθιών ατυχημάτων (σενάρια ατυχημάτων)**

Το στάδιο αυτό συνίσταται στην αξιολόγηση των ακολουθιών ατυχημάτων που παρουσιάζονται στη Μελέτη Ασφάλειας ως προς την πληρότητα τους. Μια ακολουθία ατυχήματος συνήθως βασίζεται στην υπόθεση της “Απώλειας Κελύφους /Περιβλήματος” (*Loss of Containment - LOC*) και συνιστά μια αλληλουχία γεγονότων, η οποία καταλήγει σε μια κατάσταση βλάβης της εγκατάστασης που συνεπάγεται έκλυση της επικίνδυνης ουσίας στο περιβάλλον και αποτελείται από ένα καλά ορισμένο ατύχημα, δηλαδή ένα *κορυφαίο γεγονός* (*top event*), συγκεκριμένες επιτυχίες ή αστοχίες συστημάτων και την χρονική αλληλουχία του γεγονότος, καθώς και ανθρώπινες ενέργειες.

Η μεθοδολογία αξιολόγησης εξετάζει τα σενάρια της ΜΑ βάσει εξαντλητικής λίστας για όλες τις πιθανές καταστάσεις βλάβης που μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις ανά κατηγορία έκλυσης. Για την αξιολόγηση των ακολουθιών ατυχημάτων χρησιμοποιούνται επίσης τα αποτελέσματα της ανάλυσης κινδύνου της εγκατάστασης (πχ. συστηματική ανάλυση κινδύνου με τη μέθοδο HAZOP), πληροφορίες από τη βιβλιογραφία για σχετικά ατυχήματα παγκοσμίως, καθώς και η εμπειρία, κρίση και τεχνογνωσία της ομάδας αξιολόγησης.

Κατά την αξιολόγηση των σεναρίων, η μεθοδολογία –ανάλογα με τις υπό εξέταση επικίνδυνες ουσίες- απαιτεί να εξετάζονται όλες οι σημαντικές πιθανές καταστάσεις βλάβης. Επισημαίνεται ότι μια κατάσταση βλάβης της εγκατάστασης μονοσήμαντα καθορίζει όλες τις παραμέτρους που προσδιορίζουν τις συνθήκες έκλυσης της επικίνδυνης ουσίας και εξαρτώνται από την εγκατάσταση. Ακολουθίες ατυχημάτων που καταλήγουν ή δημιουργούν τις ίδιες συνθήκες έκλυσης επικίνδυνης ουσίας ομαδοποιούνται σε ομάδες, καθεμιά από τις οποίες συνιστά και μια κατάσταση βλάβης της εγκατάστασης. Οι κυριότερες τελικές καταστάσεις βλάβης είναι (Παπαδάκης, 2004):

- *Ολική Ρήξη δεξαμενής ή δοχείου* (*hot/cold total rupture*) που οδηγεί σε έκρηξη (πύρινη σφαίρα) *BLEVE* (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*)
- *Γλώσσα φωτιάς ή πυρσός* (*flame jet/flare*)

- Στιγμιαία ανάφλεξη (*flash fire*)
- Έκρηξη νέφους (*vapor cloud explosion*)
- Διασπορά (*dispersion*)
- Σχηματισμός λίμνης και ανάφλεξή της (*pool fire*)
- Σχηματισμός πύρινης σφαίρας (*fireball*)

Στα πλαίσια της απαίτησης για εξέταση όλων των σημαντικών πιθανών καταστάσεων βλάβης, και ειδικότερα σε ότι αφορά στο υγραέριο (LPG) και τα εύφλεκτα υδροποιημένα αέρια απαιτείται να εξετάζονται όλες οι σημαντικές πιθανές καταστάσεις βλάβης από:

- Θερμική ακτινοβολία:
  - ο Πύρινη σφαίρα (BLEVE -Fire ball): στιγμιαία διαρροή από δοχείο και άμεση ανάφλεξη
  - ο Γλώσσα φωτιάς (Jet Fire): συνεχής διαρροή και άμεση ανάφλεξη
  - ο Φωτιά λίμνης (pool fire): Μόνον εάν στοιχειοθετείται από τις συνθήκες διαρροής υγρού και τις ιδιότητες του υδροποιημένου αερίου καυσίμου
  - ο Κατάκαυση (Flash Fire): Συνεχής ή ημι-συνεχής διαρροή - διασπορά αερίου νέφους και καθυστερημένη ανάφλεξη (Συνθήκες ατμοσφαιρικής ευστάθειας D5 , F2)
- Υπερπίεση από έκρηξη (UVCE) σε ανοικτό ή ημι-έγκλειστο χώρο: Συνεχής διαρροή - Διασπορά αερίου νέφους και καθυστερημένη ανάφλεξη (εξέταση πιθανών σημείων ανάφλεξης)
- Τοξικό νέφος: Διασπορά τοξικών ουσιών με τα καυσαέρια, μόνο εάν στοιχειοθετείται από τη σύσταση του υδροποιημένου αερίου π.χ. περιεκτικότητα σε S ή N (όχι για LPG) να εξετάζεται η διασπορά αερίου νέφους λόγω συνεχούς διαρροής

Για τα εύφλεκτα υγρά απαιτείται να εξετάζονται όλες οι σημαντικές πιθανές καταστάσεις βλάβης από:

- Θερμική ακτινοβολία:
  - ο Γλώσσα φωτιάς (Jet Fire): συνεχής διαρροή και άμεση ανάφλεξη
  - ο Φωτιά λίμνης (pool fire), διαρροή υγρού και ανάφλεξη δημιουργηθείσας λίμνης
  - ο Φωτιά οροφής σε δεξαμενή: ανάφλεξη υγρού στην οροφή - Φωτιά λίμνης (pool fire)
  - ο Κατάκαυση (Flash Fire): Εάν στοιχειοθετείται από την εξάτμιση του υγρού και δημιουργία εκρηκτικού νέφους – να εξετάζεται η διασπορά αερίου νέφους και καθυστερημένη ανάφλεξη (Συνθήκες D5 , F2)
- Τοξικό νέφος: Διασπορά τοξικών ουσιών με τα καυσαέρια μόνον εάν στοιχειοθετείται από τη σύσταση του υγρού π.χ. περιεκτικότητα σε S ή N. Να

εξετάζεται η διασπορά αερίου νέφους ως αποτέλεσμα της συνεχούς διαρροής - (Συνθήκες D5 , F2)

- Υπερπίεση από έκρηξη (UVCE) σε ανοικτό ή ημι-έγκλειστο χώρο, μόνον εάν στοιχειοθετείται από την εξάτμιση του υγρού και δημιουργία εκρηκτικού νέφους - να εξετάζεται η διασπορά αερίου νέφους και η καθυστερημένη ανάφλεξη, όπως και τα πιθανά σημεία ανάφλεξης.

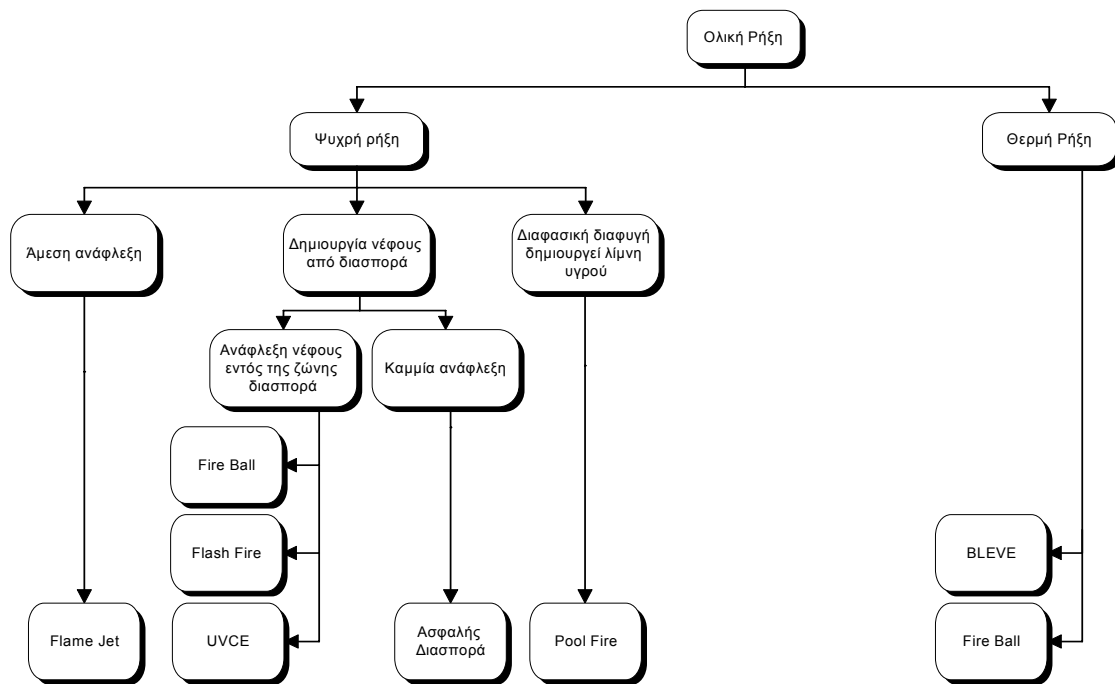
Επιπλέον, η μεθοδολογία απαιτεί και την εξέταση από τη Μελέτη Ασφάλειας σεναρίων ατυχημάτων που αφορούν σε πολλαπλασιαστικά φαινόμενα, δεδομένου ότι ορισμένοι παράγοντες κινδύνου απώλειας αντοχής κελύφους δοχείων πιθανόν να προκύψουν από εκδήλωση γεγονότων σε γειτονικούς εξοπλισμούς (φαινόμενο DOMINO).

Επισημαίνεται, ότι στα πλαίσια της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης, τα σενάρια ατυχημάτων πρέπει να ακολουθούνται από επαρκή τεκμηρίωση:

- της μέγιστης ποσότητας που είναι δυνατόν να διαρρεύσει από τον κρίσιμο εξοπλισμό,
- του ρυθμού διαρροής σε κάθε περίπτωση και του ρυθμού εξάτμισης υγρού από πιθανή λίμνη,
- της μέγιστης έκτασης της λίμνης εύφλεκτων υγρών σε μη περιορισμένο χώρο,
- της μέγιστης διασποράς εκρηκτικού νέφους (μέτωπο συγκέντρωσης LFL, 1/2 LFL) σε μη περιορισμένο χώρο πριν την ανάφλεξη και κέντρο έκρηξης το μέσο της απόστασης του σημείου διαρροής από το μέτωπο LFL, και
- της μέγιστης διασποράς τοξικού νέφους πριν την αραίωση του σε συγκεντρώσεις κάτω από τις οριακές συγκεντρώσεις (LC50, LC1, IDLH) για χρόνους διασποράς μεγαλύτερους από τους χρόνους στους οποίους ορίζονται τα όρια για την δόση των σχετικών συνεπειών (π.χ. 30 min για IDLH).

Κατά την αξιολόγηση, χρήσιμη θεωρείται από την προτεινόμενη μεθοδολογία η περιγραφή και παρουσίαση των σεναρίων ατυχημάτων με τη μέθοδο των *Δέντρων Γεγονότων (Event Trees)*. Η ανάλυση με τη Μέθοδο των Δέντρων Γεγονότων καθορίζει την απόκριση της εγκατάστασης σε κάθε εναρκτήριο γεγονός και πραγματοποιεί ανάλυση των επιπτώσεων του ατυχήματος. Μέσω των Δέντρων Γεγονότων καθορίζονται συγκεκριμένες ακολουθίες ατυχημάτων που αποτελούνται από ένα αρχικό γεγονός, συγκεκριμένες επιτυχίες ή αστοχίες συστημάτων και η χρονική αλληλουχία τους καθώς και ανθρώπινες ενέργειες. Το δέντρο αποτελείται από κόμβους και κλάδους δημιουργώντας όλους τους δυνατούς συνδυασμούς καταστάσεων των συστημάτων σαν μονοπάτια (paths) ή κλάδους (branches) του δέντρου. Μετά την ανάπτυξη του δέντρου καθορίζεται για κάθε μονοπάτι αν το εναρκτήριο γεγονός συνδυασμένο με τη συγκεκριμένη ακολουθία καταστάσεων των συστημάτων οδηγεί σε επιτυχή απόκριση της εγκατάστασης ή σε ατύχημα. Τα "μονοπάτια" που οδηγούν σε ατύχημα ονομάζονται "ακολουθίες γεγονότων".

Ένα τυπικό Δέντρο Γεγονότων για την περίπτωση εκδήλωσης περιστατικών ατυχημάτων σε δοχεία και σωληνογραμμές εύφλεκτων αερίων, δίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



**Σχήμα 5.6:** Δέντρο Γεγονότων για αναλύσεις ατυχημάτων από ολική ρήξη δοχείου (Πηγή: Ανδρέου, 2001)

Για την καλύτερη κατανόηση της μεθοδολογίας αξιολόγησης, παρακάτω πραγματοποιείται ποιοτική ανάλυση και περιγραφή των πιθανών καταστάσεων βλάβης (Παπαδάκης, 2004), ενώ αναφορά στα πολλαπλασιαστικά φαινόμενα γίνεται στο Παράρτημα IV.

- *Διαφυγή αερίου με φωτιά (BLEVE)*: Το σοβαρότερο ατύχημα που μπορεί να συμβεί με τη συμμετοχή πολύ εύφλεκτων αερίων (υπό πίεση ή υγροποιημένων) είναι η ακαριαία διαφυγή μεγάλης ποσότητας και έκρηξη αυτής. Τα υγροποιημένα αέρια αναμένεται να διαφύγουν υπό μορφή εκτονωμένου νέφους αναβράζοντας υγρού (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Αποτελεί συνήθως την κατάληξη μιας μεγάλης φωτιάς στον χώρο αποθήκευσης όταν οι φλόγες φτάνουν και προσβάλουν σημεία του κελύφους των δοχείων/δεξαμενών, ενώ παράλληλα υπάρχουν προβλήματα ψύξης (ανεπαρκής ή έλλειψη). Το περιστατικό BLEVE εξελίσσεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μετά από την εκδήλωση τοπικής φωτιάς, σε σύντομο χρονικό διάστημα θα δημιουργηθούν οι συνθήκες (υπερπίεση στη δεξαμενή) για ολική ρήξη της δεξαμενής/ δοχείου. Ο χρόνος για την εκδήλωση του ατυχήματος εξαρτάται από τον ρυθμό θέρμανσης της δεξαμενής (αύξηση θερμοκρασίας → αύξηση πίεσης πάνω από την πίεση σχεδιασμού και εξασθένηση του ξηρού κελύφους του δοχείου). Στο μεσοδιάστημα, λόγω ανεπαρκούς ψύξης, αυξάνεται ραγδαία η πίεση στην δεξαμενή/ δοχείο λόγω εξαέρωσης και η θερμοκρασία στο κέλυφος της δεξαμενής. Όταν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή η αντοχή του μετάλλου μειώνεται και ακολουθεί το δεύτερο στάδιο, δηλαδή, η πλήρης ρήξη της δεξαμενής/δοχείου και η ακαριαία διαφυγή και εκτόνωση του περιεχομένου της. Ακολουθεί ανάφλεξη και έκρηξη της εκτονωθείσας μάζας σε μεγάλο ύψος ανάλογα με το μέγεθος και του δοχείου. Οι επιπτώσεις του ατυχήματος είναι : ωστικό κύμα λόγω της έκρηξης, αλλά κυρίως θερμική ακτινοβολία λόγω της πύρινης σφαίρας και εκτίναξη τμημάτων της δεξαμενής στην γύρω περιοχή. Η διάμετρος της πύρινης σφαίρας που σχηματίζεται είναι συνάρτηση της διαρρεύσας μάζας του που συμμετέχει στο ατύχημα.

Η διάρκεια της σχηματιζόμενης πύρινης σφαίρας είναι της τάξεως των μερικών δευτερολέπτων και είναι επίσης συνάρτηση της μάζας του αερίου. Η πιθανότητα εμφάνισης BLEVE είναι σπάνια ( $\sim 10^{-6}$  ανά έτη λειτουργίας), ωστόσο, έχει συμβεί στο παρελθόν σε σχετικές εγκαταστάσεις.

- *Γλώσσα φωτιάς/ πυρσός (flame jet/flare)*: Διαρροή αερίου υπό πίεση, ή αερίου αναμειγμένου με σταγονίδια υγρού, σε ελεύθερο χώρο μέσω ενός ακροφυσίου, σε περίπτωση ανάφλεξης θα προκαλέσει γλώσσα φωτιάς (flame jet/flare). Η γλώσσα φωτιάς θεωρείται ότι καίει από το σημείο διαρροής μέχρι το σημείο του χώρου που η συγκέντρωση του υγραερίου φτάνει στο κατώτερο όριο ανάφλεξης. Η κατεύθυνση της φλόγας μπορεί να σχηματίζει οποιαδήποτε γωνία με το οριζόντιο επίπεδο, σοβαρότερες επιπτώσεις προκαλούνται όταν η φλόγα είναι οριζόντια. Η επίπτωση που ενδιαφέρει είναι η θερμική ακτινοβολία και κατά συνέπεια η λαμβανόμενη δόση ακτινοβολίας. Η γλώσσα φωτιάς μπορεί να αποτελέσει αιτία εμφάνισης BLEVE. Συνήθως το σενάριο αυτό εμφανίζεται μετά από μερική ρήξη στην αέρια φάση (διαρροή αερίου) ή μερική ρήξη στην υγρή φάση (διαρροή διφασικού μίγματος)
- *Στιγμιαία ανάφλεξη (flash fire)*: Διαρροή αερίων μπορεί να μην αναφλεγεί αμέσως και πλησίον του σημείου διαρροής και να οδηγήσει στην στιγμιαία ανάφλεξη του νέφους που σχηματίζεται, όταν αυτό συναντήσει μια πηγή ανάφλεξης, και επιστροφή της φλόγας στο σημείο της διαρροής. Η φλόγα θα καλύψει την περιοχή στην οποία η συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη από το κατώτατο όριο αναφλεξιμότητας (LEL). Οι συνέπειες προκαλούνται από την θερμική ακτινοβολία που παράγεται. Η βαρύτητα των επιπτώσεων εξαρτάται από την ποσότητα της ουσίας που έχει διαρρεύσει και την έκταση της περιοχής που καλύπτει. Δεν αναμένονται επιπτώσεις έξω από τα όρια του νέφους. Συνηθισμένες πηγές ανάφλεξης είναι άλλα σημεία των εγκαταστάσεων (θερμές επιφάνειες φούρνων κλπ) ή άνθρωπος παράγοντας κλπ. Η θνησιμότητα όσων βρεθούν μέσα στα όρια του νέφους αναμένεται να φτάσει το 95% ενώ φωτιές θα προκληθούν στα κτίρια που βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Λόγω της μικρής διάρκειας του φαινομένου (γενικά περίπου 1 min), σε μια περιοχή κοντινή του νέφους αν και η θερμική ροή θα είναι σχετικά υψηλή η πιθανότητα εγκαύματος θα είναι ασήμαντες σε σχέση με φωτιές μεγάλης διάρκειας.
- *Έκρηξη αερίου νέφους (Vapor Cloud Explosion)*: Στην περίπτωση διαρροής το αέριο αναμιγνύεται με τον αέρα και είναι δυνατό να σχηματίσει εκρηκτικό νέφος. Στην συνέχεια, το νέφος εξαπλώνεται στην γύρω περιοχή (η εξάπλωση εξαρτάται από την διεύθυνση, την ταχύτητα του ανέμου και την διαμόρφωση της γύρω περιοχής). Το νέφος, αρχικά, παραμένει χαμηλά αν πρόκειται για βαρύτερους από προπάνιο υδρογονάνθρακες και συμπεριφέρεται ως βαρύ αέριο ή ανυψώνεται αν πρόκειται για μεθάνιο ή υδρογόνο. Όταν το μίγμα συναντήσει πηγή ενέργειας αναφλέγεται και εκρήγνυται. Σημειώνεται ότι οι αρχικές συνθήκες για την δημιουργία στιγμιαίας φωτιάς ή έκρηξης είναι ίδιες, Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η πιθανότητα έκρηξης είναι 2/3 και η πιθανότητα στιγμιαίας φωτιάς είναι 1/3. Οι προϋποθέσεις για την εκδήλωση του φαινομένου είναι η διαρροή μιας ελάχιστης κρίσιμης μάζας και η επαρκής ανάμιξη με τον αέρα ώστε να σχηματιστεί μίγμα με συγκέντρωση μέσα στα όρια ανάφλεξης. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, αν το εκρηκτικό νέφος σχηματιστεί τότε είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα συναντήσει



μια πηγή ανάφλεξης στην γύρω περιοχή. Ο χρόνος μεταξύ της έναρξης της διαρροής και της έκρηξης κυμαίνεται από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι και αρκετά λεπτά, σε ιστορικά ατυχημάτων έχουν αναφερθεί χρόνοι μεγαλύτεροι από μια ώρα. Είναι προφανές ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος μεταξύ της διαρροής και της έκρηξης τόσο αυξάνεται η βαρύτητα των συνεπειών διότι αυξάνει η έκταση που καλύπτει το νέφος (σε ιστορικές αναλύσεις ατυχημάτων αναφέρονται ατυχήματα στα οποία το νέφος "ταξίδεψε" σε αποστάσεις εκατοντάδων μέτρων πριν γίνει η έκρηξη). Η πιθανότητα να γίνει έκρηξη και η βαρύτητα των επιπτώσεων εξαρτώνται από το είδος του χώρου στον οποίο εξαπλώνεται το νέφος. Συγκεκριμένα, αυξάνονται σημαντικά όταν αυξάνεται ο «περιορισμός» του νέφους λόγω εγκλωβισμού του νέφους σε κλειστούς χώρους στη γύρω περιοχή (π.χ. κτίρια) διότι το ωστικό κύμα δεν εκτονώνεται. Αυτό είναι πιθανότερο με τα βαρύτερα αέρια. Για τα ελαφρύτερα του αέρα αέρια (π.χ. υδρογόνο, μεθάνιο) η έκρηξη πρέπει να θεωρηθεί μη περιορισμένη (unconfined; UVCE).

- *Διασπορά χωρίς ανάφλεξη*: Όταν η ποσότητα που διαρρέει δεν είναι αρκετή για να σχηματιστεί εκρηκτικό νέφος ή όταν δεν γίνεται καλή ανάμιξη με τον ατμοσφαιρικό αέρα, τότε το αέριο διασπείρεται στο γύρω χώρο χωρίς να αναφλεγεί. Σημειώνεται ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι δυνατό να δημιουργήσουν τοπικές διαφοροποιήσεις στη συγκέντρωση (πχ. έντονη αστάθεια της ατμόσφαιρας) και να δημιουργηθούν έτσι συνθήκες έκρηξης. Η διασπορά εξαρτάται από τις μετεωρολογικές συνθήκες (διεύθυνση, ταχύτητα του ανέμου, ευστάθεια της ατμόσφαιρας, θερμοκρασία) και τη διαμόρφωση της περιοχής. Η επίπτωση που ενδιαφέρει είναι η συγκέντρωση στο χώρο και η λαμβανόμενη δόση.
- *Πύρινη σφαίρα (fireball)*: Αναφέρεται ουσιαστικά στο δεύτερο στάδιο του BLEVE, δηλαδή την ανάφλεξη νέφους υγραερίου (σχηματισμός πύρινης σφαίρας) και την μετακίνηση της πύρινης σφαίρας στο χώρο λόγω ανωστικών δυνάμεων. Η επίπτωση που ενδιαφέρει είναι η παραγόμενη θερμική ακτινοβολία.
- *Φωτιά λίμνης (Pool fire)*: Η διαρροή εύφλεκτου υγρού οδηγεί στο σχηματισμό λίμνης η οποία αν αναφλεγεί οδηγεί στο φαινόμενο το οποίο ονομάζεται φωτιά λίμνης. Αν γύρω από την δεξαμενή/δοχείο υπάρχει ανάχωμα δημιουργείται περιορισμένη λίμνη. Στην περίπτωση αυτή η διάρκεια και η ένταση του φαινομένου εξαρτάται από την ποσότητα που διαρρέει και από την διάμετρο της λίμνης. Ενδιαφέρει ο υπολογισμός της θερμικής ακτινοβολίας που παράγεται από την καύση. Είναι γνωστόν ότι τα αέρια νέφη υγραερίου, βενζίνης και βαρύτερων κλασμάτων κατά τη διασπορά τους, αν δεν αναφλεγούν, συμπεριφέρονται ως νέφη «βαρέως αερίου». Όταν η συγκέντρωση στο νέφος είναι μεγαλύτερη από το LFL τότε υπάρχει πιθανότητα ανάφλεξης με συνέπεια τη φωτιά ή την έκρηξη. Το μέγεθος των συνεπειών εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, δηλαδή την ατμοσφαιρική σταθερότητα και την ταχύτητα.

Κατά την αξιολόγηση των σεναρίων, η μεθοδολογία εξετάζει και ελέγχει με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου EFFECTS σε ποια απόσταση από το σημείο διαρροής είναι το πιθανότερο σημείο ανάφλεξης, ενώ μπορεί να φτάσει σε ασφαλή συμπεράσματα αναφορικά με τα δυσμενέστερα Σενάρια Ατυχημάτων και τα Σενάρια Ατυχημάτων μειωμένης σημασίας βάσει των επιπτώσεων τους, όπως αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.

### 5.5.7 Προσδιορισμός και εκτίμηση επιπτώσεων των ακολουθιών ατυχημάτων

Η εκτίμηση επιπτώσεων περιγράφει τα συμπεράσματα από μια σειρά σεναρίων ατυχημάτων, παρέχοντας πληροφορίες για τον γενικό έλεγχο του κινδύνου, τα σχέδια έκτακτης ανάγκης (εσωτερικά και εξωτερικά) καθώς και για τον σχεδιασμό χρήσεων γης στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης και, σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, η ΜΑ πρέπει να συνοψίζει και να τεκμηριώνει τα συμπεράσματα μιας τέτοιας εκτίμησης. Η εκτίμηση πρέπει να βασίζεται σε κατάλληλα ποσοτικά μοντέλα και για τον σκοπό αυτό απαιτείται η μοντελοποίηση των φαινομένων που ακολουθούν την έκλυση μιας επικίνδυνης ουσίας (εκροή, εξάτμιση, διασπορά, φωτιά, έκρηξη, επιπτώσεις στην υγεία από έκθεση σε τοξικές ουσίες, από θερμική ακτινοβολία και ωστικό κύμα) με χρήση κατάλληλων πακέτων λογισμικού (πχ. ZZB, SLAB), αλλά και μεθόδων υπολογισμού που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία (πχ. Αμερικανικό Ινστιτούτο Χημικών Μηχανικών –AIChE, EPA κλπ.).

Οι επιπτώσεις των ακολουθιών ατυχημάτων διακρίνονται γενικά σε τρεις κατηγορίες:

- Επιπτώσεις από *Θερμική ακτινοβολία (Thermal dose)*, που υπολογίζεται ως θερμική ροή σε σχέση με την απόσταση από τη πηγή ακτινοβολίας.
- Επιπτώσεις από *Ωστικό κύμα (Overpressure)*, που υπολογίζεται ως υπερπίεση που παράγεται σε σχέση με την απόσταση από την έκρηξη
- Επιπτώσεις από *Έκθεση σε τοξικό νέφος (toxic cloud exposure)*

Για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, και για την καλύτερη κατανόηση των απαιτήσεων της μεθοδολογίας αξιολόγησης αναφορικά με τις επιπτώσεις των ατυχημάτων, επισημαίνονται σύντομα τα εξής (Παπαδάκης, 2004):

- Επιπτώσεις από *θερμική ακτινοβολία*: Οι επιπτώσεις της θερμικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο είναι συνάρτηση της λαμβανόμενης δόσης θερμικής ακτινοβολίας (D), η οποία υπολογίζεται από την ένταση θερμικής ακτινοβολίας και από το χρόνο έκθεσης και εκφράζεται σε TDU –Thermal Dose Units- ( $1\text{ TDU}=1\text{ (KW/m}^2\text{)}^{4/3}\text{s}$ ). Η δόση υπολογίζεται για ακίνητο ή κινούμενο παρατηρητή και στην τελευταία περίπτωση η ένταση μεταβάλλεται με την απόσταση.
- Επιπτώσεις από *ωστικό κύμα*: Ένα από τα κύρια αποτελέσματα μιας έκρηξης είναι το ωστικό κύμα το οποίο προκαλείται από την απότομη αύξηση της πίεσης και κινείται από το κέντρο της έκρηξης με μια δεδομένη ταχύτητα. Οι επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του ωστικού κύματος διακρίνονται σε άμεσες επιδράσεις, όπου περιλαμβάνονται ο τραυματισμός των πνευμόνων και η διάρρηξη του ακουστικού τύμπανου, σε επιδράσεις λόγω μετατόπισης (λόγω του ωστικού κύματος ένα άτομο μπορεί να εκτιναχθεί σε σχετικά μεγάλη απόσταση και να τραυματιστεί σοβαρά κατά την πτώση του ή από πρόσκρουση σε διάφορα αντικείμενα), και σε επιδράσεις από θραύσματα, καθώς κατά τη διάρκεια έκρηξης διάφορα αντικείμενα, όπως κομμάτια μετάλλων, γυαλιού, σκυροδέματος, εκτινάσσονται σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις. Τα θραύσματα αυτά μπορεί να τραυματίσουν ή ακόμη και να θανατώσουν ένα άτομο. Για τη μελέτη των επιδράσεων από θραύσματα υπάρχουν δύο κατηγορίες θραυσμάτων: εκείνα που είναι αιχμηρά (fragments), όπως τα κομμάτια γυαλιού και εκείνα που δεν είναι

αιχμηρά, όπως τα κομμάτια από σκυρόδεμα (debris). Η τελευταία κατηγορία επιδράσεων από ωστικό κύμα αφορά στις επιδράσεις από καταρρεύσεις κτιρίων: ένα κτίριο είναι δυνατόν να καταρρεύσει από μια έκρηξη κατά πολύ ασθενέστερη από εκείνη που απαιτείται για να υπάρξουν άμεσες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα άτομα που βρίσκονται μέσα στο κτίριο υπό κατάρρευση μπορεί να τραυματιστούν σοβαρά ή ακόμα και πεθάνουν.

- **Επιδράσεις από Έκθεση σε τοξικό νέφος:** Σύμφωνα με το Τεχνικό Υπόμνημα του ΕΜΠ (1998) για έκθεση σε τοξικές ουσίες, ο χρόνος έκθεσης θεωρείται ίσος με 30 λεπτά, που είναι ένα εύλογο χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο θα μπορέσει ο εκτιθέμενος πληθυσμός να διαφύγει από τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι τοξικολογικές παράμετροι/όρια που αφορούν στη συγκέντρωση των εκλυόμενων τοξικών ουσιών στον αέρα είναι:
  - **IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health):** Ορίζεται ως η συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα στην οποία μπορεί να εκτεθεί ένας υγιής εργαζόμενος για 30 min και να διαφύγει, χωρίς να υποστεί μη-αναστρέψιμες βλάβες στην υγεία του ή τραυματισμούς που να εμποδίζουν τη διαφυγή του.
  - **LC50 (50% Lethal Concentration):** Ορίζεται ως η συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα, στην οποία είναι δυνατόν να συμβεί θάνατος στο 50% του πληθυσμού, με εισπνοή της ουσίας αυτής για καθορισμένο χρόνο έκθεσης (30 min).
  - **LC1 (1% Lethal Concentration):** Ορίζεται ως η συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα, στην οποία είναι δυνατόν να συμβεί θάνατος στο 1% του πληθυσμού, με εισπνοή της ουσίας αυτής για καθορισμένο χρόνο έκθεσης (30 min).

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης ορίζει ότι οι υπολογισμοί των επιπτώσεων σεναρίων ατυχημάτων που εξετάζονται στη ΜΑ, πρέπει να γίνονται για συγκεκριμένες μετεωρολογικές συνθήκες και κατηγορίες ατμοσφαιρικής ισορροπίας (ευστάθειας). Τα μετεωρολογικά στοιχεία που προσδιορίζουν τη διασπορά είναι η ταχύτητα του ανέμου, η διεύθυνσή του, η κατάσταση ευστάθειας της ατμόσφαιρας και το ύψος ανάμιξης. Η ταχύτητα του ανέμου προσδιορίζει την ταχύτητα με την οποία κινείται το αέριο και η κατάσταση ευστάθειας προσδιορίζει τους μηχανισμούς ανάμιξης της διασποράς των εκλυόμενων ουσιών με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Σημειώνεται ότι οι κατηγορίες ατμοσφαιρικής ισορροπίας δίδονται σε συνάρτηση με την ώρα (ημέρα ή νύχτα), την ηλιοφάνεια, τη νυχτερινή κάλυψη νέφωσης και την ταχύτητα του ανέμου (Perry, 1984). Ως αντιπροσωπευτικές μετεωρολογικές συνθήκες κατά την κατάταξη Pasquill, η μεθοδολογία θεωρεί τις συνθήκες D5 (ουδέτερη ατμόσφαιρα, νέφωση μεγαλύτερη από 4/8 του ουρανού, ταχύτητα ανέμου 5m/sec) ως πιθανότερες και F2 (ευσταθής ατμόσφαιρα, νέφωση μέχρι και τα 3/8 του ουρανού, ταχύτητα ανέμου 2m/sec) ως δυσμενέστερες διότι αναμένεται μικρότερη αραίωση του νέφους (εκρηκτικό, τοξικό) και συνεπώς διασπορά του σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Σημειώνεται ότι η σχετική υγρασία είναι επίσης κρίσιμη παράμετρος για τον υπολογισμό της θερμικής ακτινοβολίας διότι η υγρασία απορροφά την ακτινοβολία και μειώνει σημαντικά τη βαρύτητα των επιπτώσεων. Η μέση σχετική υγρασία που θεωρείται αποδεκτή είναι 65%. Τέλος, για την εκτίμηση των επιπτώσεων κατά την αξιολόγηση της ΜΑ, σημαντική είναι η γνώση του

κατώτερου και ανώτερου ορίου ανάφλεξης (LFL, UFL), όπως και του κατώτερου και ανώτερου ορίου εκρηκτικότητας (LEL, UEL), που αποτελούν χαρακτηριστικές ιδιότητες κάθε εύφλεκτης ουσίας και εκρηκτικής ουσίας αντίστοιχα, καθώς μέσα στα όρια αυτά δημιουργούνται εύφλεκτα και εκρηκτικά μίγματα με τον αέρα αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, οι επιπτώσεις κάθε σεναρίου της Μελέτης Ασφάλειας απαιτείται να ταξινομούνται σε τρεις Ζώνες Προστασίας (Ζώνες I, II και III), που αφορούν τα όρια επιπτώσεων που έχει θέσει το ΥΠΕΧΩΔΕ κατά την σύνταξη των Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ). Η ταξινόμηση αυτή πρέπει να συμμορφώνεται με συγκεκριμένα κριτήρια βλάβης που αφορούν σε υπερπίεσεις, θερμικές δόσεις και τοξική έκθεση, ενώ οι επιπτώσεις λόγω των πολλαπλασιαστικών φαινομένων (Domino effects) απαιτείται επίσης να υπολογίζονται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια υπερπίεσης και θερμικής δόσης (Stampouli and Papadakis, 2006).

Οι Ζώνες Προστασίας αναφέρονται στην ακτίνα των επιπτώσεων του δυσμενέστερου πιθανού ατυχήματος, πληροφορία που είναι απαραίτητη στην περίπτωση ατυχήματος, καθώς υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης της ακτίνας των επιπτώσεων του συγκεκριμένου ατυχήματος και της πιθανής εξέλιξής του (με βάση τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες) και ακολούθως δυνατότητα προγραμματισμού των δράσεων υποστήριξης και προστασίας για το τμήμα του πληθυσμού που δύναται να πληγεί. Ειδικότερα (Μαρκάτος, 1999):

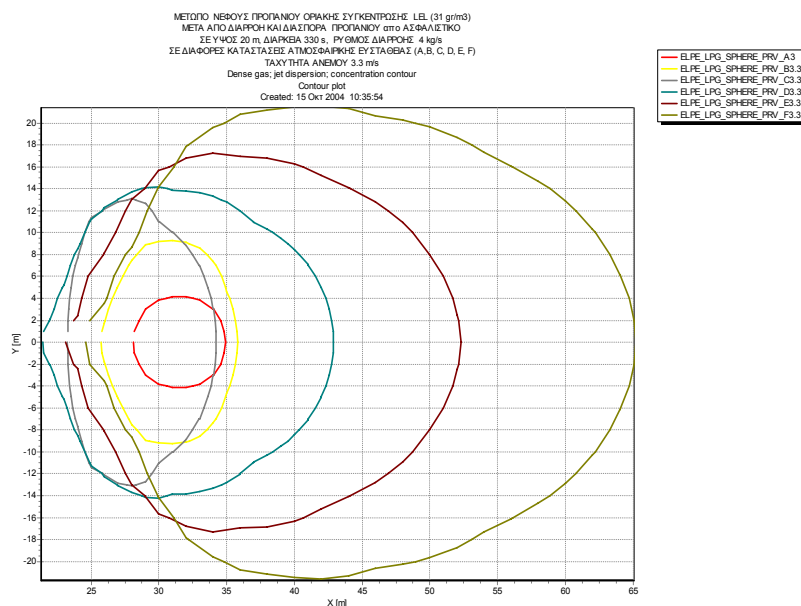
- *Ζώνη I* καλείται η ζώνη προστασίας των δυνάμεων καταστολής (με ακτίνα πιθανής πρόκλησης θανάτων από δεκάδες έως μερικές εκατοντάδες μέτρα). Είναι η Ζώνη πρόκλησης πιθανών θανάτων από εισπνοή τοξικής ουσίας στο 50% του πληθυσμού, ενώ μέσα στη Ζώνη I μπορούν να υπάρξουν εγκαύματα γ' βαθμού από ακτινοβολία σε ποσοστό πάνω από το 50% του πληθυσμού και σοβαρές ζημιές στους εξωτερικούς τοίχους κτιρίων από ωστικό κύμα σε ποσοστό 50%.
- *Ζώνη II* καλείται η ζώνη προστασίας του πληθυσμού από σοβαρές επιπτώσεις (ακτίνα πρόκλησης σοβαρών τραυματισμών). Αποτελεί τη Ζώνη πρόκλησης θανάτου από εισπνοή τοξικής ουσίας στο 1% του πληθυσμού, ενώ σε αυτή παρατηρούνται εγκαύματα γ' βαθμού από ακτινοβολία στο 1% του πληθυσμού, καθώς και καταρρεύσεις στεγών και ζημιές σε τοίχους και πόρτες από ωστικό κύμα
- *Ζώνη III* καλείται η ζώνη προστασίας του πληθυσμού από μέτριες επιπτώσεις (ακτίνα πρόκλησης μικρών τραυματισμών). Στη ζώνη αυτή παρατηρούνται μόνο πιθανές ανατάξιμες βλάβες στην υγεία από εισπνοή τοξικής ουσίας, εγκαύματα α' βαθμού από θερμική ακτινοβολία σε σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού και μικρές ζημιές σε κτίρια από το ωστικό κύμα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι οριακές τιμές επιπτώσεων από θερμική ακτινοβολία (TDU), ωστικό κύμα (mbar) και τοξική έκθεση αντίστοιχα, συμπεριλαμβανομένων και των πολλαπλασιαστικών φαινομένων. Στο Παράρτημα IV, γίνεται εκτενής αναφορά στις συνέπειες για διάφορες τιμές της θερμικής ακτινοβολίας και του ωστικού κύματος, καθώς και στην εκτίμηση των φαινομένων domino.

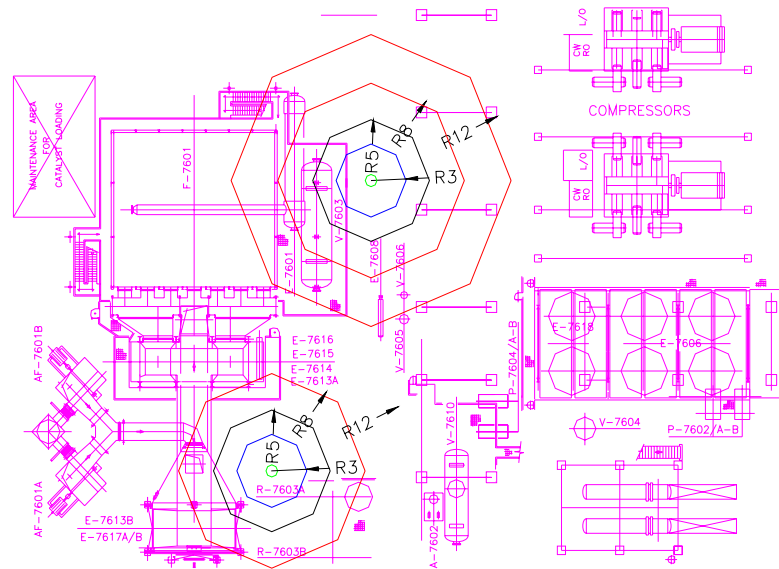
Πίνακας 5.5: Όρια ζωνών προστασίας (Stampouli and Papadakis, 2006)

	Ζώνη Ι Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	Ζώνη ΙΙ Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής Σοβαρές Επιπτώσεις	Ζώνη ΙΙΙ Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής Μέτριες Επιπτώσεις	Πολλαπλασιαστικά φαινόμενα (Domino)
Θερμική δόση (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> s	1500 TDU	450 TDU	170 TDU	37,5 kW/m <sup>2</sup>
Υπερπίεση (mbar)	350	140	50	700
Έκθεση σε τοξικό νέφος	LC50 (50%)	LC1 (1%)	IDLH	-

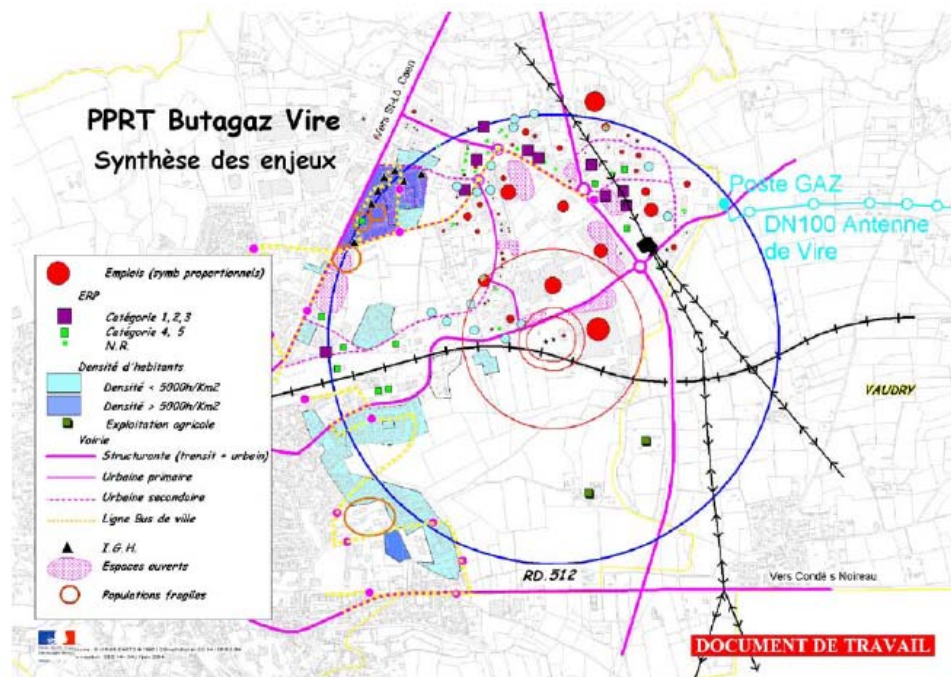
Η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης ορίζει την εκτίμηση των επιπτώσεων για κάθε σενάριο, τόσο σε ατμοσφαιρικές συνθήκες D5, όσο και F2, καθώς και την απεικόνιση των επιπτώσεων σε διαγράμματα συγκέντρωσης της εκλυόμενης επικίνδυνης ουσίας ως προς την απόσταση κατά τη φορά του ανέμου. Απαιτείται επίσης η γραφική απεικόνιση των ζωνών προστασίας των σεναρίων ατυχημάτων σε διαγράμματα κάλυψης και χάρτες με χρήσεις γης, όπως παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα:



Σχήμα 5.7: Διάγραμμα διασποράς νέφους υγροποιημένου αερίου σε διάφορες καταστάσεις ατμοσφαιρικής ευστάθειας (Πηγή: Πολυτεχνείο Κρήτης, 2001)



**Σχήμα 5.8:** Απεικόνιση Ζωνών Προστασίας σε Διάγραμμα κάλυψης (Πηγή: Πολυτεχνείο Κρήτης, 2003)



**Σχήμα 5.9:** Απεικόνιση Ζωνών Προστασίας σε χάρτη χρήσεων γης (Πηγή: Cahen, 2006)

Επισημαίνεται ότι οι Ζώνες Προστασίας των χαρτών απεικονίζουν την έκταση τους για κάθε κατεύθυνση ανέμου και για τον λόγο αυτό έχουν τη μορφή κύκλου.

### 5.5.8 Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και καταστολής ατυχημάτων

Στο στάδιο αυτό, με βάση τα στοιχεία της Μελέτης Ασφάλειας και μετά την αναγνώριση των άμεσων αιτιών ατυχημάτων ανά κρίσιμη περιοχή, πραγματοποιείται ο έλεγχος και η αξιολόγηση των μέτρων. Τα μέτρα διακρίνονται σε μέτρα πρόληψης και μέτρα ελέγχου και

καταστολής. Τα μέτρα πρόληψης περιλαμβάνουν τις λειτουργίες ασφαλείας που στοχεύουν στον περιορισμό και την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης των άμεσων αιτιών και τα αντίστοιχα συστήματα ή διαδικασίες που επιτελούν τις λειτουργίες ασφαλείας, καθώς και τις τυχόν υπάρχουσες εφεδρείες. Τα μέτρα ελέγχου και καταστολής περιλαμβάνουν τις λειτουργίες ασφαλείας που στοχεύουν στην καταστολή των συνεπειών ατυχημάτων μέσω του περιορισμού της έκτασης των φαινομένων και των αντίστοιχων συστημάτων ασφαλείας.

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση των μέτρων ως προς την πληρότητα και καταλληλότητα τους πραγματοποιείται, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, με τη βοήθεια γενικών λιστών ελέγχου μέτρων ασφαλείας για κάθε αιτία ατυχήματος. Εκτενής περιγραφή στα μέτρα ασφαλείας πραγματοποιείται στο Παράρτημα II.

Επιπλέον, για την ποιοτική αξιολόγηση της επάρκειας των μέτρων λαμβάνονται υπόψη παράγοντες, όπως:

- αναφορές σε σχετικές μελέτες που αφορούν την ασφάλεια και εν γένει τη λειτουργία της εγκατάστασης, π.χ. μελέτη πυροπροστασίας
- η σοβαρότητα των πιθανών επιπτώσεων από το ατύχημα, με του οποίου το αίτιο συνδέεται το εν λόγω μέτρο
- η ύπαρξη επικουρικών συστημάτων και διαδικασιών
- αναφορές στην αξιοπιστία του συστήματος ή υλικού
- ο χρόνος ενεργοποίησης και ο βαθμός αυτοματισμού της εγκατάστασης
- αναφορές σε σύγχρονα συστήματα και τεχνολογία
- ο βαθμός συμμετοχής του ανθρώπου, κλπ.

Σημαντικά συμπεράσματα για την αξιολόγηση των προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων εξάγονται από τη συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας της εγκατάστασης, τη βιβλιογραφία, την κοινή πρακτική, την εναρμόνιση με τη σχετική εθνική νομοθεσία και τους σχετικούς κώδικες ασφαλείας και πρακτικής, καθώς και την εμπειρία της ομάδας αξιολόγησης. Χρήσιμα και ασφαλή συμπεράσματα επίσης προκύπτουν από τις επιτόπιες παρατηρήσεις κατά την επίσκεψη στην εγκατάσταση και συζητήσεις με τους αρμόδιους ασφαλείας.

Στη συνέχεια, η αξιολόγηση των προστατευτικών και κατασταλτικών μέτρων γίνεται ως εξής:

Για κάθε άμεση αιτία που εφαρμόζεται σε κάθε κρίσιμη περιοχή (εξοπλισμό), συμπληρώνεται ένας πίνακας όπου αναγράφονται οι αιτίες ατυχήματος που αφορούν τον συγκεκριμένο εξοπλισμό, καθώς και τα αντίστοιχα μέτρα. Τα σημαντικά μέτρα που δεν αναφέρονται στη Μελέτη Ασφάλειας ή είναι ανεπαρκή χαρακτηρίζονται με κόκκινο χρώμα. Τα σημαντικά μέτρα που αναφέρονται στη ΜΑ αλλά με ελλιπή τεκμηρίωση σημειώνονται με πορτοκαλί χρώμα. Τέλος, τα μέτρα που κρίνονται επαρκή και κατάλληλα και περιγράφονται επαρκώς στη ΜΑ σημειώνονται με πράσινο χρώμα, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 5.6: Αξιολόγηση και χαρακτηρισμός των μέτρων ατυχημάτων**

Τα σημαντικά μέτρα είναι επαρκή και αναφέρονται στη ΜΑ



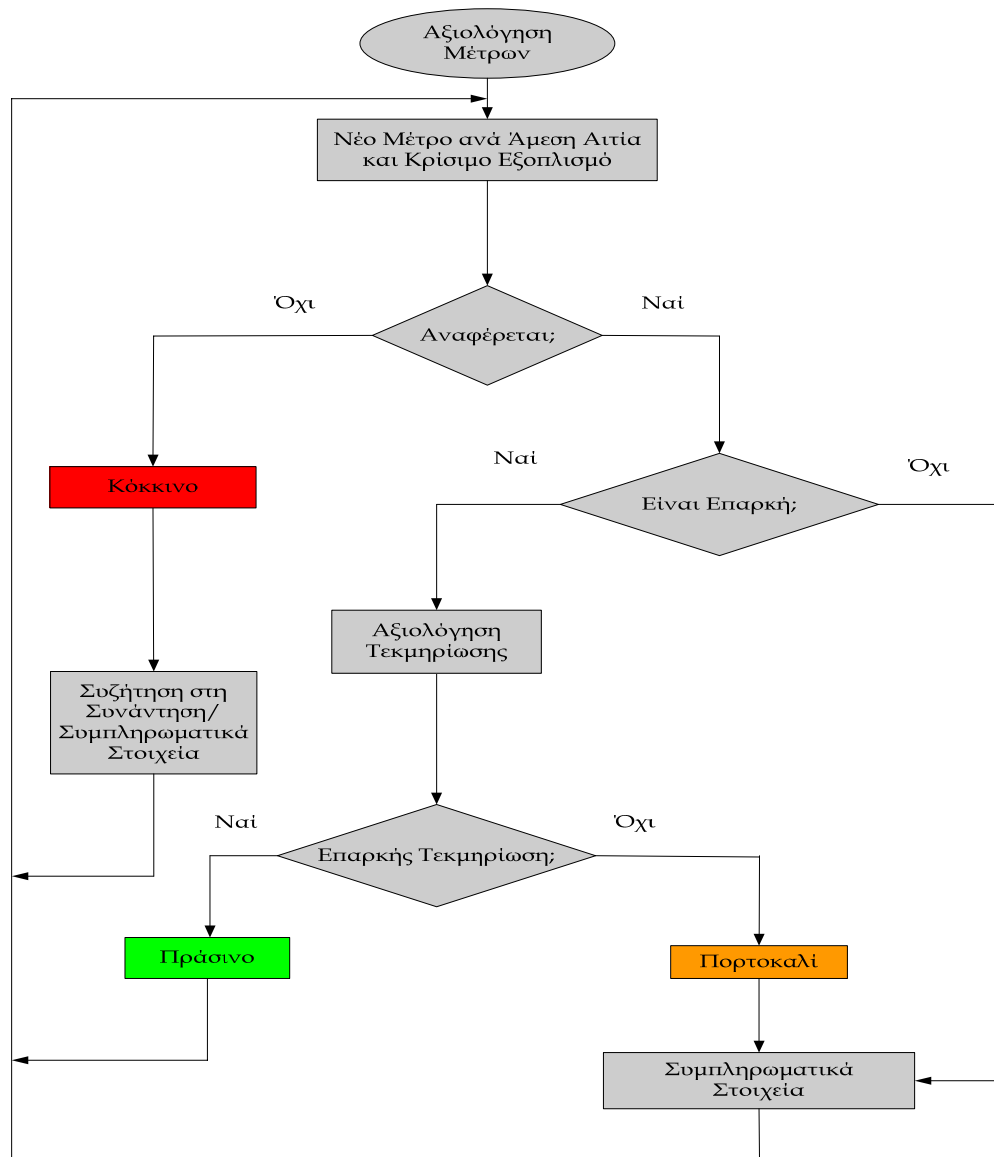
Το σημαντικά μέτρα αναφέρονται αλλά δεν τεκμηριώνονται επαρκώς



Τα σημαντικά μέτρα δεν αναφέρονται ή είναι ανεπαρκή



Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθούνται για τον έλεγχο και την αξιολόγηση των μέτρων, με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης.



**Σχήμα 5.10:** Αξιολόγηση μέτρων πρόληψης και καταστολής

Σημειώνεται ότι για τους σκοπούς της αξιολόγησης με βάση τη μεθοδολογία, τα παραπάνω δεν πιστοποιούνται μόνο μέσω της περιγραφής που υπάρχει στη Μελέτη Ασφάλειας της εγκατάστασης, αλλά πρέπει να προσδιορίζονται άμεσα, με σαφήνεια και ευκρίνεια στην ώστε να μην υπάρχει αμφιβολία ότι η αναγνώριση και η καταγραφή αυτή αποτελεί μια “δέσμευση” της εγκατάστασης προς τις αρμόδιες αρχές ότι αναγνωρίζει την αποστολή και σπουδαιότητα



των διαφόρων προστατευτικών μέτρων που υπάρχουν στην εγκατάσταση για την αποφυγή εκδήλωσης μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος και κατά συνέπεια ότι (κατ' ελάχιστον) θα συνεχίζει να φροντίζει για την έγκαιρη και καλή λειτουργία των σχετικών συστημάτων καθώς και την εκτέλεση των διαφόρων σχετικών διαδικασιών ασφάλειας.

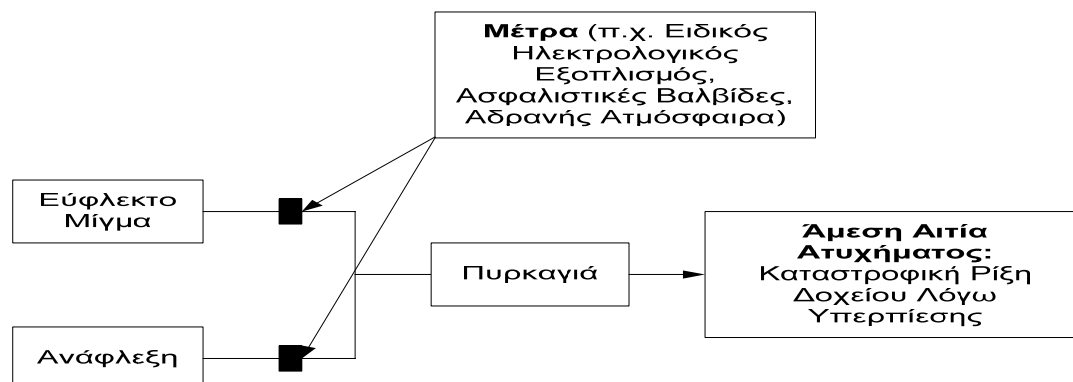
Τονίζεται επίσης ότι στα πλαίσια της αξιολόγησης απαιτείται η σαφής αναφορά στο σύστημα οργάνων και μέτρων εγγενούς και εξωγενούς ασφάλειας, τον σκοπό, τις λειτουργίες ασφαλείας που εξυπηρετούν, μαζί με τις άμεσες αιτίες ατυχήματος που αποσκοπούν να αποτρέψουν ή τις συνέπειες των οποίων στοχεύουν να μετριάσουν.

### 5.5.9 Ανάλυση Bow-tie

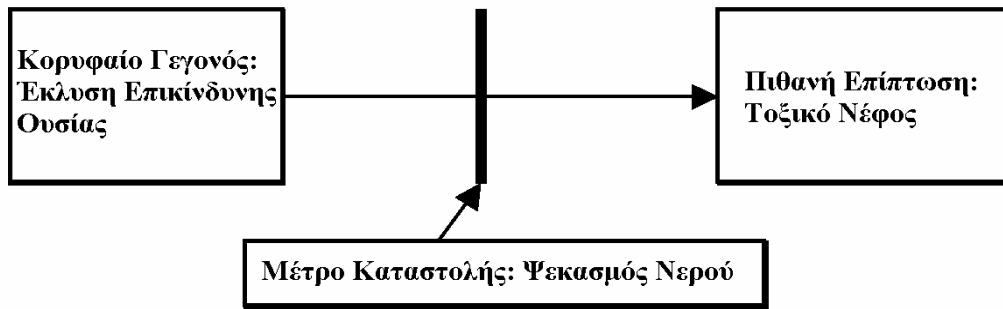
Ένα καινοτόμο στοιχείο και βασικό εργαλείο της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης είναι η χρήση και ενσωμάτωση των αρχών της “Ανάλυσης bow –tie” (αρχή της “πεταλούδας”), μέσω της οποίας συνδέονται όλες οι πιθανές –άμεσες και έμμεσες- αιτίες ατυχημάτων (εναρκτήρια γεγονότα), με κάθε κορυφαίο γεγονός και με τις εκτιμώμενες επιπτώσεις του, χρησιμοποιώντας Δέντρα Σφαλμάτων (Fault trees) και Δέντρα Γεγονότων (Event trees), λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις διατάξεις και τα φράγματα ασφαλείας (Stampouli and Papadakis, 2006).

Ειδικότερα, για κάθε κορυφαίο γεγονός (top event) αναγνωρίζονται όλα τα πιθανά αμοιβαίως αποκλειόμενα αρχικά γεγονότα (δέντρο αστοχιών στην αριστερή πλευρά του bow-tie) και όλες οι πιθανές συνέπειες (δέντρο γεγονότων στη δεξιά πλευρά του bow-tie).

Πραγματοποιείται επίσης για τον έλεγχο της επάρκειας των υφιστάμενων διατάξεων (*safety functions*) και φραγμάτων ασφαλείας (*safety barriers*), λογική σύνδεση των μέτρων πρόληψης με τις πιθανές άμεσες και έμμεσες αιτίες ατυχημάτων, καθώς και των μέτρων ελέγχου και περιορισμού των επιπτώσεων με τις πιθανές επιπτώσεις για κάθε σενάριο ατυχήματος που προσδιορίζεται στη Μελέτη Ασφάλειας. Εξωτερικά γεγονότα, μη εξουσιοδοτημένες παρεμβάσεις από τρίτα μέρη, όπως και άλλες αιτίες μπορούν επίσης να αποτελέσουν πιθανά εναρκτήρια γεγονότα. Το Σχήμα 5.11 παρουσιάζει σχηματικά τον ρόλο των προληπτικών μέτρων στο δέντρο σφαλμάτων, ενώ η σύνδεση των κατασταλτικών μέτρων με τις συνέπειες των ατυχημάτων στο δέντρο γεγονότων φαίνεται στο Σχήμα 5.12:

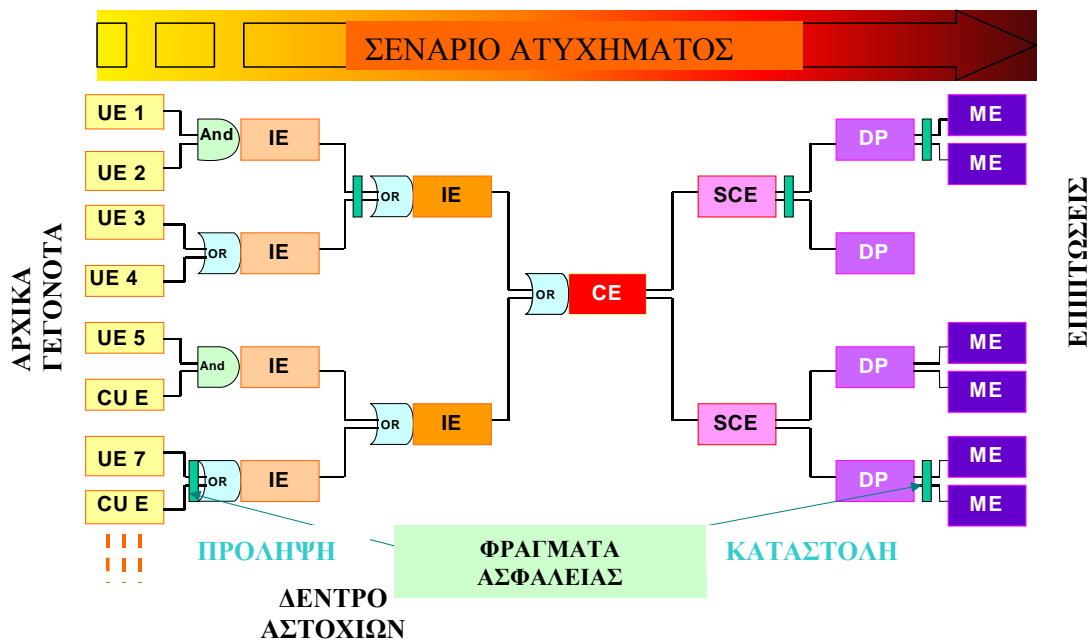


Σχήμα 5.11: Σύνδεση μέτρων πρόληψης με αιτίες ατυχημάτων στο Δέντρο Σφαλμάτων (Πηγή: Fabbri et al., 2005)



Σχήμα 5.12: Σύνδεση μέτρων καταστολής με επιπτώσεις στο Δέντρο Γεγονότων (Πηγή: Fabbri et al., 2005)

Στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης κατασκευάζονται διαγράμματα bow-tie για κάθε κορυφαίο γεγονός και κάθε μέρος του κρίσιμου εξοπλισμού, υπό τη μορφή του παρακάτω διαγράμματος (Σχήμα 5.13).



Σχήμα 5.13: Διάγραμμα “bow-tie” (Πηγή: Salvi, 2006)

Όπου:

- CE το Κορυφαίο Γεγονός (Critical/top Event), συνήθως Απώλεια Περιβλήματος / Κελύφους (LOC)
- SCE (Secondary Critical Events) τα δευτερεύοντα κρίσιμα γεγονότα
- DP (Dangerous Phenomena), τα σχετιζόμενα επικίνδυνα φαινόμενα
- ME (Major Events) τα περιστατικά επιπτώσεων από BAME (BLEVE, UVCE κλπ).
- IE (Initiating Events) τα αρχικά γεγονότα ή άμεσες αιτίες ατυχήματος
- UE τα ανεπιθύμητα γεγονότα (Unwanted Events) ή έμμεσες αιτίες ατυχημάτων

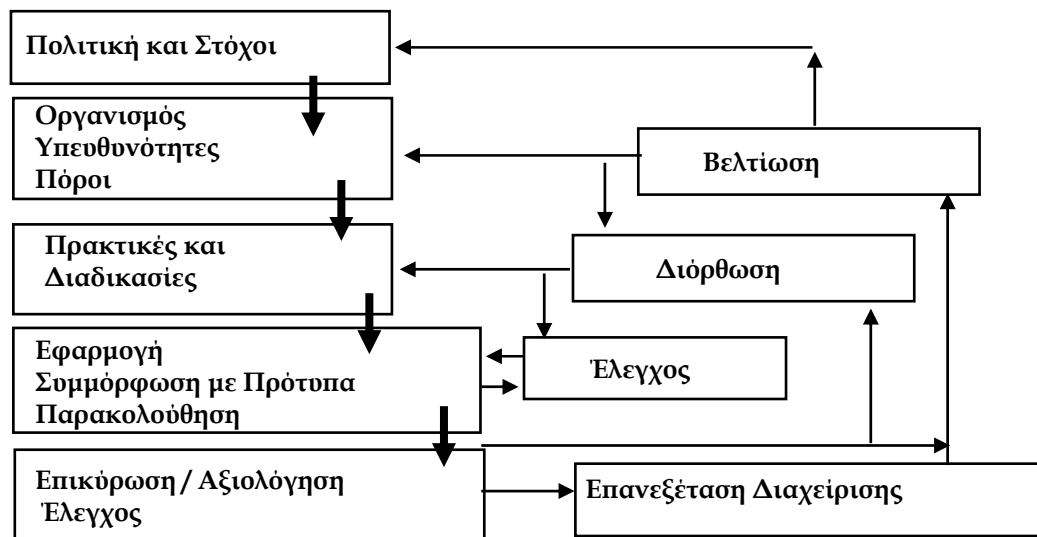
Οι κάθετες στήλες αναφέρονται στα υφιστάμενα μέτρα για την πρόληψη ατυχήματος και τον περιορισμό των επιπτώσεων.

### 5.5.10 Αξιολόγηση Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας

Η τελευταία φάση του Ελέγχου Αξιοπιστίας και Ασφάλειας της Μελέτης Ασφάλειας αφορά στον έλεγχο και στην αξιολόγηση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας και κατ' επέκταση της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης που πραγματοποιείται με βάση κατάλληλη λίστα κριτηρίων, τα οποία χρησιμοποιούνται για τις επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος και υιοθετούνται στις εθνικές κατευθυντήριες γραμμές επιθεωρήσεων που έχουν πρόσφατα αναπτυχθεί (Πολυτεχνείο Κρήτης, 2004). Προς την κατεύθυνση αυτή, σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, πραγματοποιείται εφαρμογή ερωτηματολογίου με θέματα που εξετάζονται στις επιθεωρήσεις, τα οποία καλύπτουν τις επτά θεματικές ενότητες του ΣΔΑ, όπως ορίζεται από τη νομοθεσία (ΚΥΑ 5697/590/2000):

1. Οργάνωση και προσωπικό - εκπαίδευση
2. Προσδιορισμός και εκτίμηση κινδύνων ΒΑΜΕ (διαδικασίες)
3. Έλεγχος λειτουργίας – διαδικασίες συντήρησης
4. Διαχείριση Αλλαγών
5. Σχεδιασμός Έκτακτης Ανάγκης
6. Παρακολούθηση Απόδοσης
7. Έλεγχος και επανεξέταση του ΣΔΑ .

Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Ασφάλειας παρατίθεται στο Παράρτημα V, ενώ παράδειγμα της δομής του ΣΔΑ, παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.14:



Σχήμα 5.14: Δομή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (Πηγή: Παπαδάκης, 2003)

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, στα πλαίσια της οργανωμένης και συστηματικής εξέτασης των τεχνικών, διαχειριστικών και οργανωτικών συστημάτων της εγκατάστασης, προκαταρκτικά εξετάζονται έντεκα περιοχές του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.6 και περιγράφεται περιληπτικά στη συνέχεια (Κωνσταντινίδου, 2005). Επισημαίνεται ότι η αξιολόγηση του ΣΔΑ αφορά στην κάλυψη όλων των φάσεων

λειτουργίας και στην εκτίμηση και τον έλεγχο του Εσωτερικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης της εταιρείας, πάντοτε με βάση τις απαιτήσεις της ΚΥΑ 5697/590/2000.

*1. Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης:* Η Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) πρέπει να είναι εγκεκριμένη από το Διοικητικό Συμβούλιο (ή άλλο ανώτερο όργανο της εταιρείας). Πρέπει επίσης να περιέχει σαφείς και μετρήσιμους στόχους και δείκτες, καθώς και δεσμεύσεις της εταιρείας που αφορούν στην ασφάλεια με επικυρωμένους, ποσοτικοποιημένους στόχους. Η ΠΠΑΜΕ πρέπει να αναφέρεται ρητά στα βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης (BAME).

Η πολιτική πρέπει να διαχέεται από τις ανώτερες προς τις κατώτερες βαθμίδες αλλά και να περιέχει βρόγχους ανατροφοδότησης και εσωτερικής επικοινωνίας από τις κατώτερες βαθμίδες, π.χ. μέσω επιτροπών ασφαλείας, συσκέψεων ασφαλείας, ερωτηματολογίων προσωπικού. Απαιτείται από τη μεθοδολογία σύνδεση με το οργανόγραμμα της εγκατάστασης.

*2. Οργάνωση προσωπικού:* Εξετάζεται η δομή και οργάνωση του προσωπικού στις 4 φάσεις λειτουργίας της εγκατάστασης:

- Κανονική λειτουργία
- Συντήρηση (εν λειτουργία / στάση)
- Σχεδιασμός / Αλλαγές
- Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

Στην ενότητα αυτή πρέπει να υπάρχει σαφής και γραπτή περιγραφή καθηκόντων, αρμοδιοτήτων και ευθυνών του προσωπικού, συμπεριλαμβανομένων των εργολάβων για κάθε φάση λειτουργίας της εγκατάστασης.

Επίσης πρέπει να υπάρχει σαφής περιγραφή προσόντων του προσωπικού (και των εργολάβων) για τις διάφορες θέσεις εργασίας.

Τέλος σε αυτήν την ενότητα περιλαμβάνονται και τα θέματα εκπαίδευσης προσωπικού (και εργολάβων) για όλες τις φάσεις λειτουργίας.

*3. Επάρκεια προσωπικού και μέσων:* Η επάρκεια του προσωπικού -ποιοτική όσον αφορά στα προσόντα τους και ποσοτική όσον αφορά στον αριθμό των εργαζομένων- πρέπει να διασφαλίζεται για κάθε φάση εργασίας της εγκατάστασης. Το ίδιο ισχύει και για τα θέματα εξοπλισμού.

*4. Γραπτές διαδικασίες:* Σε ότι αφορά στις διαδικασίες πρέπει να υπάρχουν γραπτές διαδικασίες για τις ενέργειες του προσωπικού για κάθε φάση λειτουργίας της εγκατάστασης. Τέτοιες διαδικασίες μπορεί να αφορούν:

- Τις αναφορές συμβάντων Βιομηχανικής Ασφάλειας
- Το πρόγραμμα εκπαίδευσης του προσωπικού σε θέματα ασφαλείας, υγιεινής, πυρασφάλειας, πρώτων βοηθειών
- Τις υποχρεώσεις του προσωπικού και των εργολάβων σε θέματα τήρησης κανόνων

- Ασφαλείας
- Τη χορήγηση αδειών εργασίας
- Τους κανόνες ασφάλειας και τα μέτρα προστασίας που υποχρεούνται να λαμβάνουν οι εργολάβοι
- Την επιθεώρηση του εξοπλισμού
- Τις απαιτούμενες ενέργειες που αφορούν στα εξεταζόμενα σενάρια ατυχημάτων
- Τους ελέγχους των σχεδίων έκτακτης ανάγκης
- Την υλοποίηση των διορθωτικών αλλαγών

5. *Επικοινωνία προσωπικού:* Αφορά στην εσωτερική επικοινωνία και συντονισμό προκειμένου να διασφαλίζεται η σωστή και ασφαλής λειτουργία της εγκατάστασης και στις τέσσερις φάσεις λειτουργίας.

6. *Διεπαφή προσωπικού με τεχνολογικό εξοπλισμό:* Η εργονομία της εγκατάστασης, ο σχεδιασμός και η διάταξη του εξοπλισμού πρέπει να διασφαλίζουν την σωστή και ασφαλή λειτουργία των συστημάτων σε κάθε φάση λειτουργίας της εγκατάστασης. Επιπλέον η σήμανση πρέπει να είναι άριστη και η διεπαφή του εξοπλισμού φιλική προς τον χρήστη.

7. *Σύστημα ελέγχου προσωπικού:* Ο τρόπος με τον οποίο ελέγχεται το προσωπικό ως προς το βαθμό που συμμορφώνεται στις διαδικασίες ασφαλείας. Περιλαμβάνει τον έλεγχο και εποπτεία για την τήρηση των κανονισμών από το προσωπικό, δείκτες επίδοσης, μεταφορά στοιχείων σε ανώτερες βαθμίδες, αξιολόγηση των εργολάβων ως προς τη συμμόρφωση με τις διαδικασίες ασφαλείας.

8. *Σύνδεση ΣΔΑ με ακολουθίες ατυχημάτων:* Απαιτείται να αναφέρονται οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται για τον συστηματικό προσδιορισμό των κινδύνων από BAME σε όλες τις φάσεις λειτουργίας, ο τρόπος προσδιορισμού των ακολουθιών ατυχημάτων, ο τρόπος εκτίμησης επικινδυνότητας και ο τρόπος ελέγχου της αξιοπιστίας των συστημάτων ασφαλείας.

9. *Καταγραφή συμβάντων:* Το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας πρέπει να επιβάλλει την καταγραφή συμβάντων (οιονεί ατυχήματα, εργατικά ατυχήματα, περιστατικά μονάδων), καθώς και την διερεύνηση των αιτιών τους και τις ενδεχόμενες διορθωτικές ενέργειες. Για τα συμβάντα ή τα παρ' ολίγον συμβάντα βασική είναι η τήρηση αρχείων και η ενημέρωση του προσωπικού της εγκατάστασης.

10. *Ενημέρωση της εταιρείας σε θέματα ασφαλείας:* Να γίνεται αναφορά στον τρόπο ενημέρωσης των ανώτερων στελεχών της εταιρείας για τις εξελίξεις σε θέματα ασφαλείας (συναντήσεις, περιοδικά, διαδίκτυο).

11. *Επανεξέταση και Αναθεώρηση ΣΔΑ:* Απαιτείται σύνδεση του ΣΔΑ με τους δείκτες της πολιτικής Υγιεινής και Ασφάλειας. Να περιγράφονται οι τρόποι παρακολούθησης και χρήσης αυτών των δεικτών και να πραγματοποιείται ανατροφοδότηση σχολίων από τις κατώτερες βαθμίδες προς την διοίκηση, για παράδειγμα μέσω επιτροπών, συναντήσεων

εργασίας, ερωτηματολογίων. Απαιτείται επίσης η καταγραφή και ανάλυση της απόδοσης, των αποκλίσεων, και των πραγματοποιούμενων αλλαγών όσον αφορά στα συστήματα, τις διαδικασίες και την κατανομή αρμοδιοτήτων. Ζητείται επίσης σύνδεση με την Πολιτική Υγιεινής και Ασφάλειας και το οργανόγραμμα της εταιρείας και σαφής αναφορά στις επιθεωρήσεις και ελέγχους που λαμβάνουν χώρα στις εγκαταστάσεις. Τέλος, πρέπει να υφίσταται περιγραφή της διαδικασίας ανασκόπησης και ενδεχόμενης αναθεώρησης του υπό αξιολόγηση Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας.

**Πίνακας 5.7: Κατάλογος Προκαταρκτικού Ελέγχου Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (Κωνσταντινίδου, 2005)**

			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ref.
<b>Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης</b>					
Έχει εγκριθεί από ανώτερο όργανο της εταιρείας;					
Δεσμεύει την εταιρεία;					
Είναι ξεκάθαροι οι στόχοι;					
Είναι μετρήσιμοι οι στόχοι;					
Αναφέρονται σε πρόληψη ΒΔΜΕ;					
Καλύπτουν τα κύρια θέματα του ΣΔΑ;					
Ενημερώνονται όλες οι βαθμίδες του προσωπικού;					
<b>Οργάνωση προσωπικού για ασφάλεια</b>	Οργανόγραμμα	Κανονική	Συντήρηση	Αλλαγές	Έκτακτη Ανάγκη
	Περιγραφή καθηκόντων				
	Περιγραφή προσόντων				
	Εκπαίδευση				
<b>Επάρκεια προσωπικού και μέσων</b>					
<b>Γραπτές Διαδικασίες</b>					
<b>Επικοινωνία προσωπικού</b>					
<b>Διεπαφή προσωπικού- τεχνολογικού εξοπλισμού</b>					
<b>Σύστημα ελέγχου προσωπικού</b>					
<b>Σύνδεση ΣΔΑ με ακολουθίες ατυχημάτων</b>	Προσδιορισμός κινδύνων				
	Προσδιορισμός ακολουθιών				
	Εκτίμηση επικινδυνότητας				
	Συστήματα Ασφαλείας				
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ref.
<b>Καταγραφή συμβάντων</b>	Παρ' ολίγον ατυχήματα				
	Εργατικά ατυχήματα				
	Συμβάντα				
	Διερεύνηση αιτιών				
	Διορθωτικές ενέργειες				
<b>Υπάρχει ενημέρωση της εταιρείας σε θέματα ασφαλείας;</b>					
<b>Επανεξέταση και Αναθεώρηση ΣΔΑ</b>	Λαμβάνονται υπόψη οι προτάσεις των εργαζομένων σε θέματα ασφαλείας;				
	Γίνεται παρακολούθηση και σύνδεση με τους δείκτες;				
	Γίνονται επιθεωρήσεις ασφαλείας;				
	Έχει προβλεφθεί διαδικασία αναθεώρησης του ΣΔΑ;				

#### **5.5.11 Συνολική παρουσίαση των κριτηρίων της μεθοδολογίας αξιολόγησης**

Για τους σκοπούς της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης, αναπτύσσεται μια φιλική προς τον χρήστη λίστα κριτηρίων αξιολόγησης, η οποία καλύπτει όλα τα σημαντικά θέματα της Μελέτης Ασφάλειας. Η λίστα αυτή θεωρείται ότι είναι εξαντλητική σε ότι αφορά την εκτίμηση της πληρότητας και της αξιοπιστίας των Μελετών Ασφάλειας, πάντοτε σε συμφωνία με τις νομοθετικές απαιτήσεις της ΚΥΑ 5697/590/2000 και κατ' επέκταση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας SEVESO II. Τα πιο σημαντικά κριτήρια, τα οποία συνιστούν και τα τελικά αποτελέσματα της ανάπτυξης της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 5.8, ενώ με έντονο χρώμα επισημαίνονται τα κριτήρια που αποτελούν καινοτόμα στοιχεία σε ότι αφορά την παρούσα προσέγγιση, συγκριτικά με άλλες μεθοδολογίες αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας.

Σημειώνεται ότι ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης και την υπό εξέταση Μελέτη Ασφάλειας, η μεθοδολογία δεν απαιτείται να εξετάζει όλα τα κριτήρια με την ίδια λεπτομέρεια για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων και τη σύσταση διορθωτικών ενεργειών, καθώς ο αριθμός και το είδος των χρησιμοποιούμενων από την ομάδα αξιολόγησης κριτηρίων, πρέπει να είναι ανάλογος με το επίπεδο κινδύνου της εκάστοτε εγκατάστασης (Stampouli and Papadakis, 2006).

**Πίνακας 5.8: Ελάχιστα Κριτήρια Πληρότητας και Επάρκειας για την αξιολόγηση της Μελέτης Ασφάλειας (Πηγή: Stampouli and Papadakis, 2006)**

Έλεγχος Πληρότητας	Κριτήρια Πληρότητας
Υπάρχει περιγραφή της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ);	<p>- ΠΠΑΜΕ που περιλαμβάνει τους στόχους της εταιρίας για την ασφάλεια και τις αρχές δράσης των υπεύθυνων της εγκατάστασης για τον έλεγχο των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων. Απαιτείται και εξετάζεται έγκριση της ΠΠΑΜΕ από την εταιρία και τεκμηρίωση της εφαρμογής της.</p> <p>- Εφαρμοζόμενο ΣΔΑ, με πλήρη περιεχόμενα ως προς τις νομοθετικές απαιτήσεις (ΚΥΑ 5697/2000, Οδηγία 96/82/ΕΚ, εθνικές και ευρωπαϊκές Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη σύνταξη των ΜΑ). Απαίτηση της τεκμηρίωση εφαρμογής του ΣΔΑ από το προσωπικό της εταιρίας.</p> <p>- Αναφορά του ΣΔΑ σε όλες τις φάσεις λειτουργίας: Κανονική λειτουργία, Σταμάτημα λειτουργίας (shut down), Εκκίνηση λειτουργίας (start up), Συντήρηση, Σχεδιασμός / Αλλαγές και Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης</p> <p>- Επικυρωμένη λίστα ποσοτικοποιημένων στόχων της ΠΠΑΜΕ και των επτά στοιχείων του ΣΔΑ (Οργάνωση και προσωπικό, Προσδιορισμός και αξιολόγηση κινδύνων μεγάλου ατυχήματος, Έλεγχος λειτουργίας, Διαχείριση Αλλαγών, Σχεδιασμός Έκτακτης Ανάγκης, Παρακολούθηση Επιδόσεων, Έλεγχος και επανεξέταση του ΣΔΑ).</p>
Περιλαμβάνονται στη ΜΑ ευκρινή σχέδια των μονάδων; (τοπογραφικά, διαγράμματα κάλυψης, plot plans, χάρτες περιοχής, κλπ.)	<p>- Διαγράμματα κάλυψης, Plot plans σε κατάλληλη κλίμακα, ανάλογα με το βαθμό κινδύνου, την έκταση της εγκατάστασης και το μέγεθος των υπό εξέταση μονάδων.</p> <p>- Τοπογραφικοί χάρτες που περιλαμβάνουν την περιοχή γύρω από την μονάδα και αποτύπωση των σημαντικότερων γειτονικών χρήσεων της μονάδας (κρίσιμες εγκαταστάσεις και γειτονικές μονάδες) και χρήσεων γης της ευρύτερης περιοχής.</p> <p><b>Η περιοχή μελέτης γύρω από την μονάδα ορίζεται γενικά από την ζώνη συνεπειών του δυσμενέστερου σεναρίου ατυχήματος.</b></p>
Υπάρχει στη ΜΑ συνολικά μια πλήρης περιγραφή της εγκατάστασης;	<p>Πλήρης και επαρκής περιγραφή της εγκατάστασης και όλων των υφιστάμενων μονάδων. Σαφής προσδιορισμός:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ σκοπού της εγκατάστασης και των επιμέρους μονάδων</li> <li>▪ κύριων δραστηριοτήτων και παραγωγικών διεργασιών</li> <li>▪ ιστορικού και εξέλιξης των δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των σταδίων στα οποία βρίσκονται οι διάφορες εγκρίσεις λειτουργίας που είναι υπό έλεγχο ή /και έχουν χορηγηθεί</li> <li>▪ αριθμού εργαζομένων και παρευρισκόμενων στην εγκατάσταση (π.χ. προσωπικό της εγκατάστασης και υπεργολάβων με ωράρια εργασίας, επισκέπτες, κ.λπ.)</li> <li>▪ της εγκατάστασης σχετικά με τους κυριότερους κινδύνους λόγω των ουσιών που διαχειρίζεται καθώς και των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα.</li> </ul>
Παρατίθενται στη ΜΑ Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού (MSDS) ή	<p>- Παράθεση Φύλλων Ασφαλούς Χειρισμού (MSDS) για <b>όλες</b> τις επικίνδυνες ουσίες που υπάρχουν στην εγκατάσταση και των ουσιών που</p>



άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού σε ότι αφορά στα χαρακτηριστικά των επικίνδυνων ουσιών;	είναι δυνατόν να σχηματισθούν κατά την διάρκεια ατυχήματος από τους επίσημους προμηθευτές της εταιρείας.
Παρουσιάζεται με επαρκή στοιχεία ο κρίσιμος εξοπλισμός στον οποίο περιέχονται οι επικίνδυνες ουσίες σε ευκρινή διαγράμματα κάλυψης;	PLOT PLANS, P&IDs (pipeline arrangements) κλπ. σε κατάλληλη κλίμακα, ώστε να αναδεικνύονται τα απαραίτητα κρίσιμα σημεία και στοιχεία του κρίσιμου εξοπλισμού.
Περιγράφονται όλες οι κρίσιμες από πλευράς ασφάλειας διαδικασίες και διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εγκατάσταση;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Αναλυτική και σαφώς διαχωρισμένη περιγραφή των διεργασιών που πραγματοποιούνται στις μονάδες της εγκατάστασης</li> <li>- Παράθεση απαιτούμενων σχετικών διαγραμμάτων ροής (Flow Charts), διαγραμμάτων διεργασιών (Process Diagrams), διαγραμμάτων σωληνογραμμών και διατάξεων ελέγχου (P&amp;IDs), πίνακες συνθηκών σχεδιασμού και λειτουργίας του εξοπλισμού (Equipment Data Sheets) κλπ.</li> </ul>
Αναγνωρίζονται και τεκμηριώνονται όλες οι πιθανές αιτίες μεγάλου ατυχήματος;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Προσδιορισμός κινδύνων και εκτίμηση επικινδυνότητας με εκπόνηση συστηματικής ανάλυσης κινδύνου, προσδιορισμός Κύριων Λογικών Διαγραμμάτων (Master Logic Diagrams) ή άλλων συστηματικών μεθόδων εκτίμησης επικινδυνότητας</li> <li>- Αξιοποίηση αποκτηθείσας εμπειρίας από παρελθόντα ατυχήματα, με στοιχεία από διεθνείς βάσεις δεδομένων ατυχημάτων</li> </ul>
Γίνεται εκτίμηση όλων των επιπτώσεων από BAME;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Επιπτώσεις μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων για εύφλεκτες ουσίες: BLEVE, UVCE, Φωτιές</li> <li>- Για τοξικές ουσίες και προϊόντα καύσης/ ανάφλεξης να εξετάζεται η διασπορά τοξικού νέφους.</li> </ul>
Υπάρχει επαρκής περιγραφή όλων των υφιστάμενων μέτρων;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Φράγματα, Διατάξεις και Συστήματα Ασφαλείας (Γραμμές άμυνας - Lines of Defence – LODs),</li> <li>- Προσδιορισμός μέτρων σε Δέντρα Σφαλμάτων (Fault trees) και Δέντρα Γεγονότων (Event Trees)</li> </ul>

Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας	Κριτήρια Αξιοπιστίας και Επάρκειας
<i>Λεπτομερής περιγραφή της εγκατάστασης, των υφιστάμενων μονάδων και των λειτουργικών αλληλεξαρτήσεων των μονάδων και του υφιστάμενου εξοπλισμού</i>	<p>Σαφής αναφορά σε:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Γενικά στοιχεία της εγκατάστασης και όλων των μονάδων</li> <li>▪ Σκοπός λειτουργίας, τύπος και έκταση δραστηριοτήτων, μέγεθος παραγωγής</li> <li>▪ Λεπτομέρειες και αναλυτική περιγραφή διεργασιών παραγωγής και συνθηκών λειτουργίας</li> <li>▪ Οργάνωση της εγκατάστασης</li> <li>▪ Τοποθεσία, περιβάλλον, επικίνδυνες ουσίες κλπ.</li> </ul>
<i>Τοποθεσία εγκατάστασης και προσδιορισμός κρίσιμου εξοπλισμού και κρίσιμων περιοχών</i>	<p>- Διάταξη εγκατάστασης και σχέδια που περιλαμβάνουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PLOT PLANS σε κατάλληλη κλίμακα για τον προσδιορισμό της θέσης των κρίσιμων περιοχών και του κρίσιμου εξοπλισμού (σωληνογραμμές τροφοδοσίας εκτός ορίων της μονάδας, λιμενικές εγκαταστάσεις, οδεύσεις κλπ.),</li> <li>▪ Τοπογραφικοί χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των υποδομών γύρω από την εγκατάσταση και αποτύπωση των σημαντικότερων γειτονικών χρήσεων γης της μονάδας (κρίσιμες εγκαταστάσεις και γειτονικές μονάδες, εξυπηρετήσεις στην ευρύτερη περιοχή)</li> <li>▪ Προσβάσεις στην εγκατάσταση και στις επιμέρους μονάδες όπως και οι δίοδοι διαφυγής από αυτές, βασικές υπηρεσίες υποστήριξης και σημεία ελέγχου</li> <li>▪ Αποτύπωση του γειτονικού και ευρύτερου περιβάλλοντος: Χάρτες με σημαντικές και ευαίσθητες υποδομές και χρήσεις γης, π.χ. κατοικημένες περιοχές, ευαίσθητα κτίρια, βιομηχανία, συγκοινωνία</li> <li>▪ Επαρκή στοιχεία για τους φυσικούς κινδύνους και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής.</li> </ul> <p>- Αναφορά σε στοιχεία κατασκευής και ελέγχων του κρίσιμου εξοπλισμού (δεξαμενές, δοχεία, σωληνώσεις κλπ) και αναφορά στα κατασκευαστικά πρότυπα, τις πραγματοποιηθείσες επιθεωρήσεις του εξοπλισμού, στοιχεία τεκμηρίωσης δοκιμών, πιστοποιητικά ελέγχων.</p> <p>- <b>Αναγνώριση του κρίσιμου εξοπλισμού και των κρίσιμων περιοχών με βάση:</b>  <b>α. κριτήρια ποσότητας των ουσιών και τη λειτουργική τους αυτοτέλεια (&gt;5% της οριακής ποσότητας), β. Δείκτες Κινδύνου (πχ. Δείκτης Dow <math>\geq</math> 95), γ. απόσταση από τα όρια της εγκατάστασης και τις ευαίσθητες γειτονικές χρήσεις γης</b></p>
<i>Επικίνδυνες ουσίες</i>	<p>- <b>Λεπτομερής λίστα και μέγιστες ποσότητες ΟΛΩΝ των επικίνδυνων ουσιών που υπάρχουν ή ενδέχεται να υπάρχουν ανά πάσα στιγμή στην εγκατάσταση (συμπεριλαμβανομένων καταλυτών, συγκαταλυτών κλπ) και καθορισμός της θέσης τους ανά πάσα στιγμή (περιοχές διεργασιών και περιοχές αποθήκευσης)</b></p> <p>- Διακύμανση των ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών που διακινούνται στην εγκατάσταση σε διάφορες περιόδους λειτουργίας της μονάδας</p> <p>- Τεκμηρίωση των μέγιστων ποσοτήτων της ουσίας ή των ουσιών με βάση τις χωρητικότητες των κρίσιμων δεξαμενών και δοχείων, μέγιστες ποσότητες στον</p>

	<p>κρίσιμο εξοπλισμό και τα κυκλώματα (critical equipment inventories) και μέγιστες ποσότητες των επικίνδυνων αερίων που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν κατά την κλιμάκωση ενός μεγάλου ατυχήματος.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Παράθεση επίσημων MSDS προμηθευτών και συνθηκών κατά τη διάρκεια ατυχήματος</li><li>- Ισοζύγια μάζας επικίνδυνων ουσιών</li></ul>
Διεργασίες	<p>-Βασικές διεργασίες, χημικές αντιδράσεις και λειτουργίες στις κρίσιμες περιοχές και τον κρίσιμο εξοπλισμό</p> <p>-Διαγράμματα ροής (Flow Charts), διεργασιών (Process Diagrams), στοιχεία κρίσιμου εξοπλισμού και σωληνώσεων (P&amp;IDs) κλπ</p> <p>- Συνθήκες, δεδομένα και άλλα χαρακτηριστικά για τις κρίσιμες διεργασίες και λειτουργίες</p> <p>- Προσδιορισμός των ορίων ασφαλούς λειτουργίας του εξοπλισμού</p>
Παρελθόντα ατυχήματα	<p>Διδάγματα από παρελθόντα ατυχήματα και οιονεί ατυχήματα στην εγκατάσταση ή άλλες εγκαταστάσεις με ίδιες ή παρόμοιες επικίνδυνες ουσίες και εξοπλισμό, όπως και από την εμπειρία λειτουργίας τέτοιων μονάδων.</p> <p>Αναζήτηση σχετικής πληροφορίας από βάσεις δεδομένων ατυχημάτων (π.χ. βάση MARS) με σαφή αναφορά σε:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Αιτίες των ατυχημάτων</li><li>▪ Μέγεθος και σημεία διαρροών</li><li>▪ Μέτρα που ελήφθησαν</li><li>▪ Κατηγορίες έκλυσης</li><li>▪ Αποκτηθείσα εμπειρία</li></ul>
Συστήματα ασφαλείας και υποστήριξης κρίσιμων διεργασιών, λειτουργιών και περιορισμού των συνεπειών	<p>Συστήματα συναγερμού και ανίχνευσης αερίων, αυτόματα συστήματα διακοπής (παροχής, λειτουργίας), συστήματα προστασίας από φωτιά και έκρηξη, δοχεία έκτακτης παγίδευσης ή δοχεία περισυλλογής, συστήματα αδρανοποίησης, fail-safe instrumentation, δίκτυα επικοινωνίας, ασφάλεια εγκατάστασης κλπ.</p>
Ανάλυση Κινδύνου	<p>Λίστες ελέγχου ή Δέντρα Σφαλμάτων με προβλεπόμενες εσωτερικές ή εξωτερικές αιτίες ανεπιθύμητων γεγονότων στον κρίσιμο εξοπλισμό.</p> <p><b>Απαίτηση Συστηματικής Ανάλυσης Κινδύνου ή/ και Ανάλυση Επικινδυνότητας και Λειτουργικότητας (HAZOP) για τον κρίσιμο εξοπλισμό με Δείκτη Dow (F&amp;E) <math>\geq 95</math></b></p> <p>- Η ανάλυση HAZOP περιλαμβάνει τεκμηρίωση των πιθανών αποκλίσεων από τα ασφαλή όρια λειτουργίας στις οποίες οφείλονται τα πιθανά άμεσα αίτια των κορυφαίων γεγονότων και τις συνέπειες των κορυφαίων γεγονότων όπως και τα μέτρα πρόληψης και μέτρα βελτίωσης.</p>

<i>Καθορισμός αιτιών ατυχημάτων</i>	<p>- Ύπαρξη δένδρογραμμάτων των κορυφαίων γεγονότων για τις άμεσες αιτίες ατυχημάτων και τα πιθανά φαινόμενα που συνδέονται με τα γεγονότα αυτά σε μορφή Master Logic Diagrams MLD, Bow-Ties, Fault Trees, κλπ.</p> <p>- Έλεγχος και αξιολόγηση των όλων των σημαντικών άμεσων ή έμμεσων αιτιών ατυχημάτων για όλο τον κρίσιμο εξοπλισμό, βάσει εξαντλητικής λίστας αμοιβαία αποκλειόμενων αρχικών γεγονότων (<i>mutually exclusive events</i>), πχ. διάβρωση, υπερπίεση, μηχανική καταπόνηση, σφάλμα χειρισμού, κρούση, υπερπλήρωση, υποπίεση, δονήσεις κλπ.</p> <p>- Κατασκευή πινάκων αιτιών για κάθε τμήμα του κρίσιμου εξοπλισμού και αξιολόγηση των αιτιών ως προς το εάν αναγνωρίζονται ή όχι από τη ΜΑ, αν αναλύονται και τεκμηριώνονται επαρκώς, εάν αναφέρονται στη ΜΑ και εάν είναι ή όχι εφαρμόσιμα στον συγκεκριμένο εξοπλισμό.</p>
<i>Κατηγορίες εκλύσεων επικίνδυνων ουσιών</i>	<p>Έλεγχος με βάση ελάχιστη λίστα πιθανών εκλύσεων στον κρίσιμο εξοπλισμό:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Στιγμιαία διαφυγή λόγω καταστροφικής ρήξης δοχείου, καταστροφική ρήξη αγωγού, Διαρροή από οπή σε αγωγό (οπή διαρροής &lt; διάμετρο αγωγού), συνεχής/ στιγμιαία διαφυγή αερίου, έκλυση υγρού από εξοπλισμό υπό πίεση κλπ.</li></ul>
<i>Σενάρια και επιπτώσεις ατυχημάτων</i>	<p>- Έλεγχος με βάση ελάχιστη λίστα αναφοράς σεναρίων για τον κρίσιμο εξοπλισμό, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα σενάρια:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Καταστροφική θραύση δοχείων, δεξαμενών και σωληνώσεων (Full Bore Rupture, FBR) και ακαριαία διαφυγή της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (φαινόμενα BLEVE, Pool Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).</li><li>▪ Μερική θραύση (Ρήγμα) δοχείων, δεξαμενών (διάμετρος ανοίγματος = μέγιστη διάμετρο της μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνωσης που συνδέεται με το δοχείο) και ρήγμα σωληνώσεων (διάμετρος ανοίγματος = 20% διαμέτρου της σωλήνωσης) και συνεχούς ή ημι-συνεχούς διαφυγής της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (Jet Fire, Pool Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).</li><li>▪ Μικρή διαρροή από μικρό ρήγμα σε δοχεία, δεξαμενές (διάμετρος ανοίγματος = διάμετρο μικρής σωλήνωσης που συνδέεται με το δοχείο) και μικρό ρήγμα σε σωληνώσεις (διάμετρος ανοίγματος = 25 mm, 50mm, ανάλογα με τη διάμετρο της σωλήνωσης) και συνεχούς ή ημι-συνεχούς διαφυγής της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (Jet Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).</li></ul> <p>- Αναφορά σε πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα από αλληλουχίες σεναρίων (φαινόμενο Domino) και οι πιθανές επιπτώσεις τους, καθώς και αναφορά σε ευάλωτες γειτονικές χρήσεις.</p> <p>Επαρκής τεκμηρίωση:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- της μέγιστης ποσότητας που είναι δυνατόν να διαρρεύσει από τον κρίσιμο εξοπλισμό,</li><li>- του ρυθμού διαρροής σε κάθε περίπτωση και του ρυθμού εξάτμισης υγρού από</li></ul>

πιθανή λίμνη,

- της μέγιστης έκτασης της λίμνης εύφλεκτων υγρών σε μη περιορισμένο χώρο,
- της μέγιστης διασποράς εκρηκτικού νέφους (μέτωπο συγκέντρωσης LFL, 1/2 LFL) σε μη περιορισμένο χώρο πριν την ανάφλεξη και κέντρο έκρηξης το μέσο της απόστασης του σημείου διαρροής από το μέτωπο LFL, και
- της μέγιστης διασποράς τοξικού νέφους πριν την αραιώση του σε συγκεντρώσεις κάτω από τις οριακές (LC50, LC1, IDLH) για χρόνους διασποράς μεγαλύτερους από τους χρόνους στους οποίους ορίζονται τα όρια για την δόση των σχετικών συνεπειών (π.χ. 30 min για IDLH)

- **Αξιολόγηση των επιπτώσεων για κάθε σενάριο της ΜΑ σε ατμοσφαιρικές συνθήκες D5 και F2, με βάση το σύστημα των τριών ζωνών προστασίας (Ζώνες I, II και III) σύμφωνα με καθορισμένα κριτήρια για εκπόνηση ΣΑΤΑΜΕ (Πίνακας 5.3)**

- **Έλεγχος διαρροών επικίνδυνων ουσιών με επιπτώσεις (θάνατος, βαρύς τραυματισμός, ελαφρύς τραυματισμός πολίτη) από θερμική ακτινοβολία (37.5, 15, 6 και 3 KW/m<sup>2</sup>), ωστικό κύμα (700, 350, 140, 50 mbar) ή τοξικές συγκεντρώσεις (LC50, LC1, IDLH) π.χ. από διασπορά νέφους SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, εκτός των ορίων της μονάδας και με περιβαλλοντικές επιπτώσεις.**

- **Απεικόνιση των επιπτώσεων σε διαγράμματα συγκέντρωσης της εκλυόμενης ουσίας ως προς την απόσταση κατά τη φορά του ανέμου και απαίτηση γραφικής απεικόνιση των τριών ζωνών προστασίας των σεναρίων ατυχημάτων σε διαγράμματα κάλυψης της εγκατάστασης και χάρτες με χρήσεις γης.**

Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και καταστολής

Έλεγχος βάσει εξαντλητικής λίστας των μέτρων πρόληψης και ελέγχου των αιτιών ατυχημάτων και των μέτρων καταστολής και περιορισμού των επιπτώσεων που παρατίθενται στη ΜΑ και αξιολόγηση τους για κάθε τμήμα του κρίσιμου εξοπλισμού και κάθε αιτία ατυχήματος, ως προς το εάν είναι επαρκή και αναφέρονται στη ΜΑ, αναφέρονται αλλά δεν τεκμηριώνονται επαρκώς και δεν αναφέρονται στη ΜΑ ή είναι ανεπαρκή ή ακατάλληλα.

Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας

- **Ικανοποίηση Κριτηρίων Εθνικού Οδηγού Επιθεωρήσεων (βλ. Παράρτημα V)**

- **Σύγκριση με Ευρωπαϊκές Κατευθυντήριες Γραμμές για τη σύνταξη ΣΔΑ**

- Σαφής αναφορά και επάρκεια στοιχείων όσον αφορά στις επτά θεματικές περιοχές του ΣΔΑ

- Επάρκεια και αξιοπιστία στοιχείων αναφορικά με:

- περιγραφή του εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος στη μονάδα για τον περιορισμό των συνεπειών των τυχόν μεγάλων ατυχημάτων
- οργάνωση του συναγερμού και της επέμβασης
- περιγραφή των κινητοποιήσιμων εσωτερικών και εξωτερικών μέσων
- συγκεφαλαιωτική παρουσίαση του Εσωτερικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης

---

**- Έλεγχος του ΣΔΑ σε συνδυασμό με επιτόπια επίσκεψη στην εγκατάσταση, συνεντεύξεις με αρμόδιους ασφάλειας και προσωπικό της εγκατάστασης.**

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

---

#### 6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ένα παράδειγμα εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης που περιγράφηκε στο πέμπτο κεφάλαιο. Η εφαρμογή συνοψίζει τα αποτελέσματα της τελικής αναφοράς αξιολόγησης της Μελέτης Ασφαλείας μιας μονάδας υγροποιημένου εύφλεκτου αερίου σε ένα από τα μεγαλύτερα διυλιστήρια της χώρας και συγκεκριμένα μιας μονάδας πολυμερισμού ενός εξαιρετικά εύφλεκτου υγροποιημένου αερίου υπό πίεση. Η αξιολόγηση της εν λόγω ΜΑ πραγματοποιήθηκε από το εργαστήριο Νοητικής Εργονομίας και Βιομηχανικής Ασφάλειας του Πολυτεχνείου Κρήτης, σύμφωνα με την προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης και αποτελεί –όπως προαναφέρθηκε- μέρος του έργου που έχει ανατεθεί στο Πολυτεχνείο Κρήτης από το ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος” σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, με απόφαση του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Επισημαίνεται ότι η Μελέτη Ασφάλειας της εγκατάστασης έχει εκπονηθεί από το έμπειρο σε θέματα βιομηχανικής ασφάλειας αρμόδιο προσωπικό της εταιρείας σε συνεργασία με ειδικούς εμπειρογνώμονες σε θέματα ασφάλειας. Τα στοιχεία για την αξιολόγηση αντλήθηκαν από τη Μελέτη Ασφαλείας της εγκατάστασης, καθώς και τα συμπληρωματικά στοιχεία που συλλέχθηκαν έπειτα από επισημάνσεις και συζητήσεις με τους αρμοδίους της εταιρείας κατά τις επιτόπιες επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου στις 10/1/2005 και στις 26/9/2005 (Παπαδάκης και Σταμπούλη, 2005).

Τονίζεται ότι για λόγους εμπιστευτικότητας και βιομηχανικού απορρήτου, δεν αποκαλύπτεται το όνομα της εταιρείας, οι ακριβείς ποσότητες επικίνδυνων ουσιών, καθώς και τα λεπτομερή στοιχεία του εξοπλισμού και εν γένει της λειτουργίας της εγκατάστασης, ενώ γίνεται

προσπάθεια για την τήρηση ενός κατά το δυνατό βαθμού γενικότητας που περιορίζεται στους σκοπούς της παρουσίασης της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Υπενθυμίζεται, επιπλέον, ότι η μεθοδολογία επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο στα πιο σημαντικά βήματα για την αξιολόγηση της Μελέτης Ασφαλείας του διυλιστηρίου, όπως αυτά έχουν αναγνωριστεί σε βιομηχανικές πρακτικές και μεθοδολογίες που ακολουθούνται κατά περίπτωση από αρμόδιους φορείς αξιολόγησης σε χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ παράλληλα λαμβάνει υπόψη τις αρχές των κατευθυντήριων γραμμών της ΕΕ για την σύνταξη της ΜΑ και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/590/2000 (ΦΕΚ 405/Β/2000) και την Οδηγία 96/82/ΕΕ (Seveso II).

Ως εκ τούτου, σκοπός της αξιολόγησης της Μελέτης Ασφαλείας της μονάδας πολυμερισμού και αποθήκευσης υδροποιημένου αερίου του διυλιστηρίου είναι ο προσδιορισμός της πληρότητας και αξιοπιστίας της μελέτης, ως προς τα εξής :

- Καθορισμό Πηγών Κινδύνου στην Εγκατάσταση
- Προσδιορισμό Μεγάλων Ατυχημάτων
- Προσδιορισμό των ακολουθιών γεγονότων (σεναρίων ατυχημάτων) που δύνανται να οδηγήσουν σε κάθε μία από τις Κατηγορίες Έκρηξης, από αυτές που έχουν ήδη προσδιοριστεί στο προηγούμενο βήμα. Οι ακολουθίες αυτές προσδιορίζονται ως προς :
  - Τις άμεσες αιτίες και τα αρχικά γεγονότα που δύνανται να οδηγήσουν στην πρόκληση μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος.
  - Τις λειτουργίες και τα μέτρα ασφαλείας που στοχεύουν στην πρόληψη του αρχικού γεγονότος και τα αντίστοιχα συστήματα ή διαδικασίες που επιτελούν τις λειτουργίες ασφαλείας καθώς και τις τυχόν υπάρχουσες εφεδρείες.
  - Τις λειτουργίες και τα μέτρα ασφαλείας που στοχεύουν στην καταστολή των συνεπειών της μεγάλου ατυχήματος κυρίως ως προς την αποφυγή δευτερογενών ατυχημάτων και την προστασία του προσωπικού.
  - Τα συστήματα υποστήριξης των συστημάτων ασφαλείας και τις τυχόν αλληλεξαρτήσεις των συστημάτων ασφαλείας μέσω κοινών συστημάτων υποστήριξης.
  - Την ύπαρξη επαρκούς Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας, το οποίο αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας έλευσης διαρροής της επικίνδυνης ουσίας μέσω της παροχής συγκεκριμένων οργανωτικών δομών, πολιτικής ασφάλειας, παροχής αναγκαίων πόρων σε προσωπικό και υλικό εξοπλισμό, οδηγιών και διαδικασιών για όλες τις φάσεις λειτουργίας της εγκατάστασης (Κανονική λειτουργία, συντήρηση, σχεδιασμό/ αλλαγές, έκτακτη ανάγκη) όπως και του υφιστάμενου Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης της συγκεκριμένης μονάδας του διυλιστηρίου.



Για τους σκοπούς της αξιολόγησης η πληρότητα της μελέτης ως προς τα παραπάνω προκύπτει από τη σαφή και άμεση αναγνώριση και καταγραφή των στοιχείων στη μελέτη και όχι από την έμμεση αναφορά στο σχεδιασμό και την περιγραφή της εγκατάστασης. Η αναφορά σε ένα σύστημα φυσικών εμποδίων για το περιορισμό της διέλευσης οχημάτων μέσω μιας γενικής περιγραφής της εγκατάστασης για παράδειγμα, δεν αρκεί για να θεωρηθεί ότι η μελέτη καλύπτει την αποφυγή πρόκλησης ρήξης του κελύφους μιας δεξαμενής και διαρροής επικίνδυνης ουσίας λόγω κρούσης (σύγκρουση οχήματος). Απαιτείται η σαφής αναγνώριση της άμεσης αυτής αιτίας και η ειδική αναφορά στον σχεδιασμό των προσβάσεων στα κτίρια που να αποκλείει ή να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα διέλευσης οχήματος και κρούση του στον χώρο των δεξαμενών αποθήκευσης των επικίνδυνων ουσιών.

Η υπό αξιολόγηση μονάδα παράγει υγροποιημένο αέριο υπό πίεση, προς διάθεση στην ελληνική αγορά και το εξωτερικό και αποτελείται κυρίως από τα τμήματα αποθήκευσης του υγροποιημένου αερίου, το τμήμα πολυμερισμού και το τμήμα αποθήκευσης του πολυμερισμένου τελικού προϊόντος. Η επικίνδυνη ουσία μεταφέρεται στην εγκατάσταση με δεξαμενόπλοια σε ημι-ψυχόμενη κατάσταση και αποθηκεύεται σε τρεις σφαιρικές ημι-ψυχόμενες δεξαμενές, από τις οποίες τροφοδοτείται στην κύρια μονάδα. Στη συνέχεια ακολουθεί πολυμερισμός της ουσίας με μια ειδική διεργασία και κατόπιν ενσάκκιση του τελικού προϊόντος σε πολυμερισμένη μορφή και αποθήκευση πριν τη διάθεση του στην αγορά. Η εγκατάσταση συνδέεται με προβλήτα που βρίσκεται σε ιδιόκτητη νησίδα μέσω ενός αγωγού 6 km, υπόγειου στο τμήμα εκτός της εγκατάστασης και υπέργειο εντός της εγκατάστασης, μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά της επικίνδυνης ουσίας στις σφαιρικές δεξαμενές. Η αξιολόγηση της μελέτης ασφαλείας της μονάδας υγροποιημένου αερίου του διυλιστηρίου επικεντρώνεται στην επικινδυνότητα που αφορά στη δυνατότητα ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, ατυχημάτων δηλαδή που έχουν κάποια μη αμελητέα πιθανότητα να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία του κοινού ή μεγάλης έκτασης ατύχημα στους εργαζόμενους στην εγκατάσταση.

Η αξιολόγηση της ΜΑ καλύπτει:

- την αποθήκευση του εύφλεκτου υγροποιημένου αερίου στις σφαιρικές δεξαμενές και,
- τις διαδικασίες τροφοδοσίας από το πλοίο και αποστολής της ουσίας από τις δεξαμενές στην παραγωγή,

δεδομένου ότι στις μονάδες αυτές οι ποσότητες της επικίνδυνης ουσίας υπερβαίνουν τα όρια που έχουν τεθεί από την ελληνική νομοθεσία.

Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά η εφαρμογή της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης, με βάση τα βήματα και τους ελέγχους που προσδιορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

## 6.2 Προκαταρκτικοί έλεγχοι

Στα πλαίσια των προκαταρκτικών ελέγχων εξετάζεται αρχικά αν η μονάδα υπάγεται στην υποχρέωση υποβολής Μελέτης Ασφάλειας λόγω μιας ή περισσότερων επικίνδυνων ουσιών. Στη Μελέτη Ασφάλειας παρατίθεται κατάλογος όλων των υφιστάμενων επικίνδυνων ουσιών στη μονάδα (πρώτες ύλες, καταλύτες, πρόσθετα κλπ), περιγράφεται η χρήση τους και ο

τρόπος συμμετοχής τους στη διεργασία του πολυμερισμού, ενώ λεπτομερή στοιχεία παρέχονται όσον αφορά στις μέγιστες ποσότητες όλων των ουσιών συνολικά, όπως και στις επιμέρους ποσότητες των ουσιών στις περιοχές διεργασιών και τις περιοχές αποθήκευσης τους. Γίνεται επίσης κατηγοριοποίηση των ουσιών ανάλογα με το είδος τους σε εύφλεκτες, οξειδωτικές, τοξικές και εκρηκτικές.

Από την εξέταση των παρεχόμενων στοιχείων της ΜΑ, με βάση τα κριτήρια των προκαταρκτικών ελέγχων που εφαρμόζει η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης (κριτήριο ποσότητας ουσιών άνω του 5% της οριακής ποσότητας) και την εφαρμογή της “αθροιστικής ιδιότητας” εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μονάδα καλύπτεται από τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για υποβολή Μελέτης Ασφάλειας μόνο σε ότι αφορά το υδροποιημένο αέριο, το οποίο υπερβαίνει το προκαθορισμένο όριο που τίθεται από τη νομοθεσία (200 τόνοι για τις εύφλεκτες ουσίες, όπου ανήκει η ουσία).

Μετά τη διεξαγωγή των προκαταρκτικών ελέγχων και εφόσον διαπιστώνεται συμμόρφωση με τις σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις σε ότι αφορά στον προσδιορισμό των ακριβών ποσοτήτων επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονται στη μονάδα, η μεθοδολογία προχωρά στην πρώτη Φάση της αξιολόγησης, τον Έλεγχο Πληρότητας.

### 6.3 Φάση Α: Έλεγχος Πληρότητας της Μελέτης Ασφάλειας

Κατά την πρώτη φάση της αξιολόγησης, εφαρμόζεται η λίστα ελέγχου των ελαχίστων κριτηρίων πληρότητας που σχετίζονται με τον εντοπισμό των κινδύνων, των πιθανών εναρκτήριων γεγονότων ατυχήματος, των μέτρων πρόληψης και καταστολής, όπως και τον έλεγχο επάρκειας της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και του εφαρμοζόμενου Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας της μονάδας (βλ. Πίνακα 5.4). Η λίστα αυτή έγινε αποδεκτή από τους υπεύθυνους ασφάλειας του διυλιστηρίου, ως εξαντλητική σε ότι αφορά στα εξεταζόμενα κριτήρια και τα απαιτούμενα δεδομένα, και παράλληλα εύχρηστη, απλή στην εφαρμογή και μη χρονοβόρα.

Ο έλεγχος πληρότητας, ο οποίος ουσιαστικά συντελεί στην εξοικείωση με τη Μελέτη Ασφάλειας και εν γένει την κατάσταση ασφάλειας της μονάδας, πραγματοποιήθηκε από δύο αξιολογητές, με τη συνεργασία των στελεχών ασφάλειας του εργοστασίου και ολοκληρώθηκε σε τρεις εβδομάδες. Στον ακόλουθο Πίνακα παρατίθεται η λίστα ελέγχου πληρότητας των περιεχομένων της ΜΑ της Μονάδας Υδροποιημένου Αερίου, συνοδευόμενη από τα σχόλια των αξιολογητών (Παπαδάκης και Σταμπούλη, 2005).

**Πίνακας 6.1: Έλεγχος πληρότητας της ΜΑ της μονάδας Υδροποιημένου Αερίου**

#### Έλεγχος των περιεχομένων της Μελέτης Ασφάλειας

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ελλιπής
Υπάρχει στη ΜΑ συνολικά μια πλήρης περιγραφή της εγκατάστασης ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται στη ΜΑ ευκρινή σχέδια των μονάδων; (τοπογραφικά, διαγράμματα κάλυψης, χάρτες περιοχής, κλπ.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ελλιπής
<b>Επικίνδυνες Ουσίες</b>			
Περιγράφονται οι θέσεις των επικίνδυνων ουσιών στην εγκατάσταση;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται με ευκρίνεια και σε κατάλληλα σχέδια οι κρίσιμες περιοχές / θέσεις στις οποίες βρίσκονται οι ουσίες;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζεται με επαρκή στοιχεία ο κρίσιμος εξοπλισμός στον οποίο περιέχονται οι ουσίες;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι ποσότητες ουσιών που διακινούνται και αποθηκεύονται στην εγκατάσταση;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τα χαρακτηριστικά των ουσιών βασίζονται σε Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού MSDS ή σε άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Υπάρχει αναγραφή:			
▪ της ταυτότητας τους: χημική ονομασία, αριθμός CAS, όνομα σύμφωνα με την ονομασία IUPAC;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ της μέγιστης ποσότητας της ουσίας ή των ουσιών που υπάρχουν ή που ενδέχεται να υπάρχουν σε κάθε μονάδα;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Διεργασίες</b>			
Περιγράφονται στη ΜΑ οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εγκατάσταση;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Για την περιγραφή των διεργασιών δίδονται διαγράμματα ροής ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Αιτίες ατυχημάτων</b>			
Περιγράφονται στη ΜΑ γεγονότα υπό ανώμαλες ή μη κανονικές καταστάσεις που είναι δυνατόν να αποτελέσουν αιτίες ατυχημάτων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιγράφονται στη ΜΑ γεγονότα υπό μη κανονικές συνθήκες με επιπτώσεις στο περιβάλλον της εγκατάστασης ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Μέτρα πρόληψης και καταστολής</b>			
Περιγράφονται τα μέτρα πρόληψης που λαμβάνονται ή τουλάχιστον για την ελαχιστοποίηση της εκδήλωσης τέτοιων καταστάσεων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιγράφονται τα κατασταλτικά μέτρα πρόληψης που λαμβάνονται για τον περιορισμό των επιπτώσεων τέτοιων γεγονότων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Σενάρια ατυχημάτων</b>			

<sup>4</sup> Τα στοιχεία που αφορούν το υγροποιημένο αέριο είναι επαρκή. Όσον αφορά τις επικίνδυνες ουσίες που βρίσκονται σε άλλες μονάδες της εγκατάστασης, εξέταση τους πραγματοποιείται στη Μελέτη Ασφάλειας του Διυλιστηρίου και σε άλλες μελέτες και συνεπώς δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας αξιολόγησης.

Περιγράφονται στη ΜΑ σενάρια ατυχημάτων που λαμβάνονται υπόψη για τις μη κανονικές καταστάσεις και συμβάντα;

☒ ☐ ☐

Έχουν χρησιμοποιηθεί δένδρογράμματα γεγονότων για την περιγραφή και την παρουσίαση των σεναρίων ατυχημάτων;

☒ ☐ ☐

Αναφέρονται οι επιπτώσεις κάθε πιθανού σεναρίου;

☒ ☐ ☐

Οι ΜΑ που περιέχουν ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας αναφέρουν πιθανότητες για την εκδήλωση και τις επιπτώσεις κάθε σεναρίου ξεχωριστά;

☐ ☒<sup>5</sup> ☐

### Πολιτική Πρόληψης και Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας

Υπάρχει περιγραφή της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης (ΠΠΑΜΕ) με τους στόχους της εταιρίας για την ασφάλεια ;

☒ ☐ ☐

Υπάρχει περιγραφή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας ΣΔΑ που εφαρμόζει την ΠΠΑΜΕ στην εταιρία;

☒ ☐ ☐

Είναι τα περιεχόμενα του ΣΔΑ πλήρη σύμφωνα με τις νομοθετικές απαιτήσεις;

☒ ☐ ☐

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6.1, όλα τα κριτήρια πληρότητας των περιεχομένων της Μελέτης Ασφάλειας της Μονάδας Υγροποιημένου Αερίου ικανοποιούνται πλήρως και ως εκ τούτου η αξιολόγηση μπορεί να προχωρήσει στην Β' Φάση, τον Έλεγχο Αξιοπιστίας και Επάρκειας.

## 6.4 Φάση Β: Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας της Μελέτης Ασφάλειας

Μετά την ικανοποίηση των κριτηρίων πληρότητας των περιεχομένων της Μελέτης Ασφάλειας της Μονάδας Υγροποιημένου Αερίου, ακολουθεί ο Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας των στοιχείων σχετικά με τα θέματα εντοπισμού των κινδύνων, εκτίμησης της επικινδυνότητας, καθώς και των μέτρων πρόληψης και καταστολής.

Ο Έλεγχος Αξιοπιστίας και Επάρκειας πραγματοποιήθηκε σε εννέα στάδια αναφορικά με την πληρότητα και αξιοπιστία των στοιχείων της εξεταζόμενης μελέτης ασφάλειας, όπως παρουσιάζεται συνοπτικά στις ακόλουθες παραγράφους.

### 6.4.1. Περιγραφή της εγκατάστασης

Η δράση αυτή συνίσταται στην συγκέντρωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την εγκατάσταση καθώς και για τον περιβάλλοντα χώρο, τις μετεωρολογικές συνθήκες, κλπ. καθώς και την πλήρη κατανόηση της λειτουργίας της εγκατάστασης.

<sup>5</sup> Αναγνωρίζεται ότι στο σημερινό νομοθετικό πλαίσιο η πλήρης εκτίμηση της επικινδυνότητας και συνεπώς των πιθανοτήτων εκδήλωσης ενός σεναρίου δεν αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την υποβολή μιας ΜΑ όπως απαιτούν οι ΚΥΑ 18187/272 του 1988, 77119/4607 του 1993 και 5697/590/2000 (ΦΕΚ 405/Β/2000).

Στην περίπτωση της αξιολογούμενης μελέτης ασφάλειας, η γενική περιγραφή της μονάδας υγροποιημένου αερίου κρίνεται επαρκής, καθώς παρέχεται μια σαφής εικόνα του σκοπού, του τύπου και της έκτασης των δραστηριοτήτων και του μεγέθους αυτής. Επιπλέον, περιγράφονται οι βοηθητικές εγκαταστάσεις της μονάδας (π.χ. μονάδα ψυχρού νερού, κεντρικό σύστημα λαδιού, τμήμα συλλογής απόνερων, σύστημα πυρσού, αποθήκευση LPG, παραγωγή αζώτου κλπ.) οι λειτουργικές αλληλεξαρτήσεις αυτών και οι κοινές υπηρεσίες υποστήριξης και διαχείρισης μέσα στο χώρο του διυλιστηρίου.

Σε ότι αφορά την αξιολόγηση των επιμέρους στοιχείων της περιγραφής της μονάδας, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τοποθεσία: Στη ΜΑ περιλαμβάνονται ευκρινή τοπογραφικά διαγράμματα, διαγράμματα κάλυψης και χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των κρίσιμων περιοχών και του εξοπλισμού (αποθηκευτικοί χώροι, διεργασίες κτλ.). Στους παραπάνω χάρτες, παρουσιάζονται οι σημαντικές υποδομές και χρήσεις γης, καθώς και η θέση των πιο σημαντικών κτιρίων (σχολεία, οδικά δίκτυα, γειτονικές βιομηχανικές μονάδες). Ωστόσο, δεδομένου ότι η αξιολόγηση συνέπεσε με την ολοκλήρωση της σύνταξης των ειδικών Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ) της βιομηχανικής περιοχής του διυλιστηρίου από το ΥΠΕΧΩΔΕ και τη νομαρχία όπου υπάγεται το διυλιστήριο, τα στοιχεία των χρήσεων γης βρέθηκαν μη επικαιροποιημένα πρόσφατα και ως εκ τούτου από τους αξιολογητές ζητήθηκε η συμπλήρωση και αναθεώρηση των χαρτών με επισύναψη στοιχείων από τα ειδικά ΣΑΤΑΜΕ της περιοχής (στοιχεία των γειτονικών βιομηχανιών και των γειτονικών κατοικημένων περιοχών κλπ.)<sup>6</sup>.

Περιγράφονται οι προσβάσεις και οι δίοδοι διαφυγής από το χώρο της εγκατάστασης, καθώς και τα κυκλοφοριακά δίκτυα που είναι σημαντικά κατά τη διάσωση και τις περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, χωρίς όμως να επισυνάπτεται διάγραμμα κατάλληλης κλίμακας των διόδων διαφυγής και σημείων εκτάκτου ανάγκης, το οποίο ζητήθηκε στα συμπληρωματικά στοιχεία <sup>7</sup>. Αναφορικά με τις βασικές υπηρεσίες υποστήριξης και τα σημεία ελέγχου, η περιγραφή κρίθηκε ικανοποιητική, ωστόσο σημειώνεται ότι η αξιολόγηση δεν υπαισέρχεται στην αξιολόγηση των βασικών μονάδων υποστήριξης του διυλιστηρίου.

Όσον αφορά τα αναλυτικά μετεωρολογικά, γεωλογικά, υδρολογικά και υδρογραφικά δεδομένα της υφιστάμενης περιοχής, γίνεται αναφορά στη γενική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του διυλιστηρίου, η οποία είναι εγκεκριμένη από το ΥΠΕΧΩΔΕ και για την εξεταζόμενη μονάδα ισχύει έπ' αόριστον. Επιπλέον, για τις θεμελιώσεις του νέου εξοπλισμού έχουν ληφθεί υπόψη τα συμπεράσματα ειδικής εδαφολογικής μελέτης της περιοχής. Η μεθοδολογία αξιολόγησης έλαβε υπόψη της,

<sup>6</sup> Επισημαίνεται ότι στα συμπληρωματικά στοιχεία δόθηκαν οι διαθέσιμοι πλέον χάρτες της ευρύτερης περιοχής των διυλιστηρίων.

<sup>7</sup> Στα συμπληρωματικά στοιχεία επισυνάφθηκε το ζητούμενο διάγραμμα διόδων διαφυγής και σημείων εκτάκτου ανάγκης.

ωστόσο δεν εισήλθε στην αξιολόγηση της πληρότητας των στοιχείων των παραπάνω μελετών.

- **Επικίνδυνες Ουσίες:** Όπως προαναφέρθηκε στους προκαταρκτικούς ελέγχους, στη ΜΑ της μονάδας υγροποιημένου αερίου περιγράφεται ο τύπος και οι ποσότητες των επικίνδυνων ουσιών που διακινούνται και αποθηκεύονται στη μονάδα (μεταξύ άλλων LPG, υδρογόνο, συγκαταλύτες, μονοξείδιο του άνθρακα κλπ.<sup>8</sup>). Τα χαρακτηριστικά των ουσιών βασίζονται σε Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού MSDS.
- **Διεργασίες:** Η μονάδα του υγροποιημένου αερίου αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:
  - Αποθήκευση υγροποιημένου αερίου
  - Διεργασία πολυμερισμού με τη μέθοδο “spheripol”
  - Αποθήκευση πολυμερισμένου τελικού προϊόντος

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η αξιολόγηση της ΜΑ καλύπτει την αποθήκευση του υγροποιημένου αερίου στις σφαιρικές δεξαμενές, όπως και τις διαδικασίες τροφοδοσίας από το πλοίο και αποστολής του υγροποιημένου αερίου από τις δεξαμενές στην παραγωγή.

Με εφαρμογή των κριτηρίων αξιοπιστίας και επάρκειας διαπιστώθηκε ότι στη ΜΑ πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή των βασικών διεργασιών, χημικών αντιδράσεων και λειτουργιών στις κρίσιμες περιοχές και τον εξοπλισμό της μονάδας, ενώ περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα διαγράμματα ροής για την περιγραφή των στοιχείων του κρίσιμου εξοπλισμού και των σωληνώσεων και τα όρια ασφαλούς λειτουργίας του εξοπλισμού.

- **Παροχές- Υπηρεσίες:** Αναφέρονται οι βασικές και εφεδρικές τροφοδοσίες και παροχές για τον κρίσιμο εξοπλισμό και τις λειτουργίες ασφάλειας (π.χ. διευθετήσεις τροφοδοσίας, εφεδρική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, αέρα οργάνων κτλ.), οι σημαντικές υπηρεσίες και τα συστήματα πυρόσβεσης, έκτακτης ανάγκης, συντήρησης και επεξεργασίας αποβλήτων, καθώς και τα συστήματα ανίχνευσης, παρακολούθησης και ασφάλειας πρόσβασης. Όλες οι παραπάνω υπηρεσίες και συστήματα υποστηρίζονται πλήρως από τις αντίστοιχες μονάδες του διυλιστηρίου. Η αξιολόγηση δεν επεκτάθηκε στην αξιολόγηση των βασικών μονάδων υποστήριξης του διυλιστηρίου. Στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζεται η αναλυτική λίστα αξιολόγησης της περιγραφής της μονάδας υγροποιημένου αερίου.

**Πίνακας 6.2: Αξιολόγηση της περιγραφής της Μονάδας Υγροποιημένου Αερίου**

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ελλιπής
<b>Γενικά</b>			
Είναι η γενική περιγραφή της εγκατάστασης επαρκής για μια σαφή εικόνα του σκοπού, του τύπου και της έκτασης των δραστηριοτήτων, όπως και του μεγέθους της εγκατάστασης ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σε περίπτωση πολλών διαφορετικών μονάδων στην εγκατάσταση, περιγράφονται οι λειτουργικές αλληλεξαρτήσεις αυτών και οι κοινές	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>8</sup> Για λόγους εμπιστευτικότητας και βιομηχανικού απορρήτου δε γίνεται αναφορά σε όλες τις υφιστάμενες επικίνδυνες ουσίες της μονάδας

υπηρεσίες υποστήριξης και διαχείρισης στην εγκατάσταση;

### Τοποθεσία

Συνοδεύεται η ΜΑ:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ από ευκρινή τοπογραφικά διαγράμματα	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ διαγράμματα κάλυψης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ PLOT PLANS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των κρίσιμων περιοχών και εξοπλισμού	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ χάρτες κατάλληλης κλίμακας για τον εντοπισμό των υποδομών γύρω από την εγκατάσταση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>9</sup>
Παρουσιάζονται οι σημαντικές υποδομές και χρήσεις γης στους χάρτες π.χ. κατοικημένες περιοχές, ευαίσθητα κτίρια, βιομηχανία, συγκοινωνία ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται οι προσβάσεις στην εγκατάσταση και στις επιμέρους μονάδες όπως και οι δίοδοι διαφυγής από αυτές;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζεται σε διαγράμματα κατάλληλης κλίμακας ο κρίσιμος εξοπλισμός;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Παρουσιάζονται, σε διαγράμματα κατάλληλης κλίμακας, οι κρίσιμες περιοχές, π.χ.:			
▪ αποθηκευτικοί χώροι;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ διεργασίες;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται οι βασικές υπηρεσίες υποστήριξης και σημεία ελέγχου;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται επαρκή στοιχεία για τους φυσικούς κινδύνους της περιοχής;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Περιλαμβάνονται επαρκή στοιχεία για το περιβάλλον ;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Επικίνδυνες ουσίες

Αναφέρονται οι ποσότητες ουσιών που διακινούνται και αποθηκεύονται στην εγκατάσταση ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ουσιών /μιγμάτων /διαλυμάτων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τα χαρακτηριστικά των ουσιών βασίζονται σε Φύλλα Ασφαλούς Χειρισμού MSDS ή σε άλλα πρότυπα φύλλα χειρισμού;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Διεργασίες

Αναφέρονται οι βασικές διεργασίες και λειτουργίες στις κρίσιμες περιοχές και εξοπλισμό;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

<sup>9</sup> Δεν υπάρχει χάρτης χρήσεων και υποδομών ευρύτερης περιοχής επικαιροποιημένος με πρόσφατα στοιχεία (π.χ. υπόβαθρο ΣΑΤΑΜΕ, ΖΟΕ από ΓΠΣ).

<sup>10</sup> Ζητείται η βελτίωση της περιγραφής με παρουσίαση/ αποτύπωση των σημαντικών διόδων/ σημείων εκτάκτου ανάγκης σε διάγραμμα κάλυψης υπό κλίμακα.

<sup>11</sup> Η αξιολόγηση δεν αφορά στην αξιολόγηση των βασικών μονάδων υποστήριξης του διυλιστηρίου.

<sup>12</sup> Αναλυτικά στοιχεία για το φυσικό και οικιστικό περιβάλλον της εταιρείας περιλαμβάνονται στη ΜΠΕ, η οποία έχει υποβληθεί και εγκριθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και ισχύει επ' αόριστον για τη μονάδα του υδροποιημένου αερίου.

Αναφέρονται οι συνθήκες, δεδομένα και άλλα χαρακτηριστικά για τις κρίσιμες διεργασίες και λειτουργίες ;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Συνοδεύεται η ΜΑ από τα απαραίτητα διαγράμματα ροής;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Συνοδεύεται η ΜΑ από τα απαραίτητα στοιχεία κρίσιμου εξοπλισμού και σωληνώσεων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Παροχές - Υπηρεσίες</b>			
Αναφέρονται οι βασικές και εφεδρικές τροφοδοσίες / παροχές για τον κρίσιμο εξοπλισμό και τις λειτουργίες ασφάλειας;	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>13</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι σημαντικές υπηρεσίες και συστήματα:			
▪ πυρόσβεσης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ έκτακτης ανάγκης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ συντήρησης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ επεξεργασίας αποβλήτων;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αναφέρονται οι σημαντικές υπηρεσίες και συστήματα:			
▪ ανίχνευσης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ παρακολούθησης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▪ ασφάλειας πρόσβασης;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 6.4.2 Εντοπισμός κρίσιμου εξοπλισμού

Στη Μελέτη Ασφάλειας αναγνωρίζονται και εντοπίζονται οι κίνδυνοι εκδήλωσης ατυχήματος μεγάλης έκτασης. Αναγνωρίζονται οι κρίσιμες περιοχές και ο κρίσιμος εξοπλισμός της μονάδας για τον οποίο απαιτείται λεπτομερέστερη ανάλυση κινδύνου με βάση την ποσότητα της επικίνδυνης ουσίας. Σημειώνεται ότι η συνολική μέγιστη ποσότητα υγροποιημένου αερίου στην εγκατάσταση (περιοχή αποθήκευσης και πολυμερισμού) ανέρχεται σε 6455 τόνους (οριακή ποσότητα 200 τόνοι, ΚΥΑ 5697/ 2000).

Σύμφωνα με την ΜΑ, ο κρίσιμος εξοπλισμός της μονάδας υγροποιημένου αερίου περιλαμβάνει:

1. τις δεξαμενές αποθήκευσης (τρεις σφαίρες αποθήκευσης υγροποιημένου αερίου)
2. το βραχίονα εκφόρτωσης από το δεξαμενόπλοιο
3. τις σωληνώσεις μεταφοράς υγροποιημένου αερίου 10'' (οι οποίες συνδέονται με τις σφαίρες αποθήκευσης).
4. τις σωληνώσεις μεταφοράς υγροποιημένου αερίου 2'' (οι οποίες συνδέονται με τις σφαίρες αποθήκευσης).

Κατά την αξιολόγηση της ΜΑ, καθώς στο χώρο της μονάδας υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες σε περισσότερα από ένα τμήματα, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος της επιλογής του κρίσιμου εξοπλισμού σύμφωνα με κριτήρια σχετικά με τις συνθήκες λειτουργίας των διεργασιών που εξετάζονται και την απόσταση των μονάδων από τα όρια της εγκατάστασης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται η εφαρμογή της Ολλανδικής μεθοδολογίας επιλογής εξοπλισμού (Purple Book: Guidelines for QRA, SZW) με βάση την απόσταση μεταξύ της θέσης όπου βρίσκεται η

<sup>13</sup> Όλες οι παραπάνω υπηρεσίες και συστήματα υποστηρίζονται πλήρως από τις αντίστοιχες μονάδες του διυλιστηρίου



κάθε επικίνδυνη ουσία και του πλησιέστερου εξωτερικού συνόρου της εγκατάστασης, τη μέγιστη ποσότητα της κάθε επικίνδυνης ουσίας, καθώς και την οριακή ποσότητα της επικίνδυνης ουσίας. Μετά από εφαρμογή της εν λόγω μεθοδολογίας επιλογής προκύπτει ότι η εξαίρεση του εξοπλισμού που περιέχει Υδρογόνο, LPG, Συγκαταλύτη και Αιθυλένιο από τον κρίσιμο εξοπλισμό είναι ορθή. Συγκεκριμένα:

- i. Το Υδρογόνο βρίσκεται σε ποσότητα 450 kg, μικρότερη της ποσότητας των 16 τόνων που θα απαιτούνταν για να αποτελέσει οποιοσδήποτε περιέκτης υδρογόνου κρίσιμο εξοπλισμό μέσα στην εγκατάσταση.
- ii. Το ίδιο ισχύει για το LPG, η ποσότητα του οποίου περιορίζεται σε 8,5 τόνους. Οποιαδήποτε συσκευή LPG θα θεωρούνταν κρίσιμος εξοπλισμός *μόνο* εφόσον περιείχε ποσότητα της ουσίας μεγαλύτερη των 64 τόνων σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων από τα όρια της εγκατάστασης.
- iii. Ομοίως, ο Συγκαταλύτης 2 και το Αιθυλένιο ορθώς δεν περιλαμβάνονται στον κρίσιμο εξοπλισμό της εγκατάστασης.

Κατά τον έλεγχο του κρίσιμου εξοπλισμού με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, προκύπτει ότι οποιαδήποτε συσκευή ή εξοπλισμός υδροποιημένου αερίου περιέχει ποσότητα άνω των 8 τόνων σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων από τα όρια της εγκατάστασης, θεωρείται κρίσιμος εξοπλισμός. Στην περίπτωση αυτή υπάγεται η σωληνογραμμή εκφόρτωσης υδροποιημένου αερίου από το δεξαμενόπλοιο διαμέτρου 10'' και μήκους 6 km, συνδετήρια της νησίδας με την εγκατάσταση και συγκεκριμένα, τα τμήματα αυτής με μήκος μεγαλύτερο από 320 m χωρίς ενδιάμεση βάνα, η οποία σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας αξιολόγησης, θα έπρεπε να συμπεριληφθεί στον κρίσιμο εξοπλισμό.

#### 6.4.3 Ανάλυση κινδύνου

Στη ΜΑ της μονάδας υδροποιημένου αερίου πραγματοποιείται Ανάλυση Κινδύνου με τη συστηματική μέθοδο προσδιορισμού κινδύνου HAZOP, η οποία συντάχθηκε από τους αρμόδιους μηχανικούς του διυλιστηρίου και ομάδα συνεργαζόμενων εμπειρογνομόνων σε θέματα ασφάλειας. Η τεχνική HAZOP εξετάζει όλες τις πιθανές αποκλίσεις από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας όπως υψηλή θερμοκρασία, πίεση, υπερβολική ροή, κλπ., και με αυτή ελέγχονται οι πιθανοί κίνδυνοι, η συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα, η επάρκεια και αξιοπιστία των συστημάτων ασφάλειας, οι άμεσες αιτίες και τα μέτρα ατυχημάτων, ενώ αναφέρονται και τα σχετικά προληπτικά μέτρα που έχουν ληφθεί από την εταιρία.

Επισημαίνεται ότι η επιλογή των σημαντικότερων μονάδων με βάση το προηγούμενο βήμα επιλογής του κρίσιμου εξοπλισμού θα υποστήριζε την εκπόνηση HAZOP στις μονάδες αυτές και όχι υποχρεωτικά σε όλες τις μονάδες του διυλιστηρίου.

#### 6.4.4 Κατηγορίες εκλύσεων

Τα κορυφαία γεγονότα που έχουν προσδιοριστεί από την ανάλυση HAZOP, με βάση την προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης, λαμβάνονται υπόψη στον έλεγχο του καταλόγου των

κατηγοριών εκλύσεων. Οι κατηγορίες εκλύσεων που αναφέρονται στη ΜΑ ελέγχονται με βάση ελάχιστη λίστα γεγονότων κορυφής:

1. Δεξαμενές
  - Στιγμιαία διαφυγή (καταστροφική ρήξη δοχείου)
  - Συνεχής διαρροή (ρήγμα στο δοχείο)
  - Συνεχής διαρροή στις συνδέσεις του δοχείου
2. Σωληνώσεις
  - Διαφυγή από καταστροφική ρήξη
  - Διαρροή (οπή διαρροής < διάμετρος αγωγού)

Οι Πίνακες (6.3) που ακολουθούν παρουσιάζουν τα αποτελέσματα του ελέγχου.

**Πίνακας 6.3.α: Κατηγορίες εκλύσεων για την αποθήκευση του υγροποιημένου αερίου στις δεξαμενές αποθήκευσης**

Εξοπλισμός	Στιγμιαία διαφυγή (καταστροφική ρήξη δεξαμενής)	Συνεχής διαρροή (ρήγμα στη δεξαμενή)	Συνεχής διαρροή στις συνδέσεις της δεξαμενής
Σφαίρες αποθήκευσης υγροποιημένου αερίου	Αναγνωρίζεται	Αναγνωρίζεται	Αναγνωρίζεται

**Πίνακας 6.3.β: Κατηγορίες εκλύσεων για αγωγούς- σωληνώσεις**

Εξοπλισμός	Διαφυγή από καταστροφική ρήξη	Διαρροή (οπή διαρροής < διάμετρος αγωγού)
Βραχίονας εκφόρτωσης από το δεξαμενόπλοιο	Αναγνωρίζεται	-
Σωληνώσεις μεταφοράς υγροποιημένου αερίου 10''	Δεν αναγνωρίζεται 100% FBR	Αναγνωρίζεται
Σωληνώσεις μεταφοράς υγροποιημένου αερίου 2''	Αναγνωρίζεται	Αναγνωρίζεται (αστοχία φραγών αντλιών)

Από τον έλεγχο με βάση την ελάχιστη λίστα γεγονότων κορυφής και τη μελέτη HAZOP, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η Μελέτη Ασφάλειας εξετάζει σχεδόν όλες τις σημαντικές κατηγορίες εκλύσεων. Δε λαμβάνεται ωστόσο υπόψη η καταστροφική ρήξη της σωληνογραμμής 10'' εισαγωγής (ή εξαγωγής) υγροποιημένου αερίου προς (ή από) τις δεξαμενές (100% της διαμέτρου FBR). Ως πιθανό σημείο έκλυσης θεωρείται το σημείο ένωσης της σωληνώσεως με τη σφαίρα υγροποιημένου αερίου πριν από τη βάνα όπου δύναται να πραγματοποιηθεί πλήρης κένωση της σφαίρας και διαρροή όλης της ποσότητας της επικίνδυνης ουσίας, που υπερβαίνει τα όρια των 200 τόνων που θέτει η νομοθεσία. Για τον σκοπό αυτό, ζητήθηκε από τους αξιολογητές στην αναθεώρηση της ΜΑ να εξεταστεί η περίπτωση της καταστροφικής ρήξης σωληνώσεως 10''.

Με βάση τη μεθοδολογία αξιολόγησης, μετά τον έλεγχο των κατηγοριών εκλύσεων, και για όλες τις πιθανές κατηγορίες εκλύσεων στον κρίσιμο εξοπλισμό, ελέγχονται οι ρυθμοί διαρροής και οι διάρκειες διαρροής που παρουσιάζονται στη ΜΑ και εξετάζεται η

τεκμηρίωση που παρέχεται στη μελέτη για τους χρόνους διαρροής του υγροποιημένου αερίου από τον κρίσιμο εξοπλισμό. Από τον έλεγχο αυτό προέκυψε το συμπέρασμα ότι απαιτείται συμπληρωματική τεκμηρίωση για την μέγιστη ποσότητα διαρροής, καθώς και τη μέγιστη διάρκεια διαρροής του υγροποιημένου αερίου από τον βραχίονα εκφόρτωσης από το δεξαμενόπλοιο.

#### 6.4.5 Παρελθόντα ατυχήματα

Στη ΜΑ παρατίθεται πλήρης κατάλογος και στοιχεία παρελθόντων ατυχημάτων ή οιονεί ατυχημάτων με εμπλοκή υγροποιημένου αερίου στην εγκατάσταση με βάση το ιστορικό της υπό εξέταση μονάδας, καθώς και αναφορά σε σημαντικά ατυχήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία όσον αφορά στο υγροποιημένο αέριο. Σημαντικά συμπεράσματα για τη μονάδα προκύπτουν από την εξέταση:

- των αιτίων των ατυχημάτων
- του μεγέθους και της θέσης της διαρροής
- της κατηγορίας έκλυσης
- των μέτρων που ελήφθησαν
- της αποκτηθείσας εμπειρίας

#### 6.4.6 Εκτίμηση αιτιών ατυχημάτων

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, ο έλεγχος των πιθανών άμεσων αιτιών που αποτελούν εναρκτήρια γεγονότα για κάθε κρίσιμη περιοχή και για όλον τον κρίσιμο εξοπλισμό, γίνεται με βάση την ακόλουθη εξαντλητική λίστα αμοιβαία αποκλειόμενων αρχικών γεγονότων (*mutually exclusive events*):

13. Διάβρωση
14. Αποσάθρωση, Γήρανση
15. Εξωτερική φόρτιση/ μηχανική καταπόνηση
16. Κρούση(Κτύπημα)
17. Πίεση (Υψηλή /Χαμηλή)
18. Στάθμη (Υψηλή /Χαμηλή)
19. Δονήσεις /κραδασμοί
20. Θερμοκρασία(Υψηλή /Χαμηλή)
21. Εσφαλμένη τοποθέτηση εξοπλισμού
22. Σφάλμα χειρισμού
23. Φαινόμενα Αλληλουχίας Συνεπειών (από άλλα σημεία)
24. Άλλες αιτίες π.χ. σεισμός, πλημμύρα, ισχυροί άνεμοι, δολιοφθορά κλπ.

Στη συνέχεια, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η Μελέτη Ασφάλειας εξετάζει όλες τις άμεσες αιτίες που θεωρούνται σημαντικές για την εκδήλωση ατυχήματος, η μεθοδολογία ορίζει την

ανάπτυξη πινάκων πιθανών άμεσων αιτιών γεγονότων (εναρκτήριων γεγονότων) για κάθε κομμάτι του κρίσιμου εξοπλισμού της εγκατάστασης. Οι πίνακες συμπληρώνονται με βάση τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στις περιγραφές των παρελθόντων ατυχημάτων, τη μελέτη HAZOP, τα δεδομένα για τις εστίες κινδύνων που περιλαμβάνονται στη ΜΑ για τον κρίσιμο εξοπλισμό της εγκατάστασης όπως και σε ΜΑ συναφών μονάδων, καθώς και την εμπειρία των αξιολογητών. Στις άμεσες αιτίες γεγονότων έχουν ληφθεί επίσης υπόψη εξωτερικά γεγονότα, μη εξουσιοδοτημένες παρεμβάσεις από τρίτους και άλλες αιτίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την κατασκευή και την ασφαλή διαχείριση του κρίσιμου εξοπλισμού.

Όπως περιγράφηκε στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, για τις αιτίες που εξετάζονται στον κρίσιμο εξοπλισμό πραγματοποιείται αξιολόγηση και χαρακτηρισμός τους με βάση την κλίμακα:

**Πίνακας 6.4: Αξιολόγηση και χαρακτηρισμός των αιτιών ατυχημάτων**

Η αιτία δεν εφαρμόζεται/ δεν αφορά τον συγκεκριμένο εξοπλισμό



Η αιτία αναγνωρίζεται και προσδιορίζεται/ αναλύεται επαρκώς στη ΜΑ



Η αιτία αναγνωρίζεται αλλά δεν προσδιορίζεται/ δεν αναλύεται επαρκώς



Η αιτία δεν αναγνωρίζεται στη ΜΑ



Επισημαίνεται ότι η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε για κάθε τμήμα του κρίσιμου εξοπλισμού της μονάδας υγροποιημένου αερίου (δοχεία, σωληνώσεις, όργανα/ ελεγκτές, παρεμβύσματα, βαλβίδες κλπ), καθώς και για τα συστήματα υποστήριξης της μονάδας (πχ. συστήματα ψύξης, συστήματα νερού), οπότε και προέκυψαν συνολικά δεκατρείς πίνακες αξιολόγησης των πιθανών άμεσων αιτιών ατυχημάτων (Παπαδάκης και Σταμπουλή, 2005). Για λόγους οικονομίας, ενδεικτικά παρατίθεται στο κεφάλαιο αυτό μόνο ένας τέτοιος πίνακας, που αφορά στις σφαιρικές δεξαμενές αποθήκευσης του υγροποιημένου αερίου.

**Πίνακας 6.5: Άμεσες αιτίες ατυχημάτων στις σφαίρες αποθήκευσης υγροποιημένου αερίου**

ΣΦΑΙΡΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΑΕΡΙΟΥ		
Άμεσες αιτίες γεγονότων	Σχόλια	
Διάβρωση		Η εσωτερική διάβρωση, παρά το γεγονός ότι αναφέρεται στη ΜΑ ως αιτία διάρρηξης των σφαιρών, έχει απειροελάχιστη πιθανότητα να συμβεί, δεδομένου ότι ουσία, όπως όλα τα υγραέρια, δεν είναι διαβρωτική. Η εξωτερική διάβρωση, αναγνωρίζεται ως άμεση αιτία ατυχήματος και λαμβάνονται μέτρα.
Γήρανση, Αποσάθρωση, (Ψαθυρότητα μετάλλου)		Η ψαθυρότητα του μετάλλου είναι θεωρητική αιτία.
Εξωτερική φόρτιση/ μηχανική καταπόνηση		Αφορά το σύνολο των πιθανών εξωτερικών καταπονήσεων του κελύφους των σφαιρών - πτώση αεροπλάνου, πρόσκρουση θραυσμάτων από γειτονική έκρηξη κτλ.-.
Κρούση (Κτύπημα)		Η διαρροή των σφαιρών από κρούση αναγνωρίζεται ως άμεση αιτία ατυχήματος και λαμβάνονται μέτρα.

Πίεση (Υψηλή/ Χαμηλή)		Αύξηση ελαφρών συστατικών στο υγροποιημένο αέριο: Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα
		Υπερπίεση λόγω ανεπαρκούς ψύξης (εισαγωγή θερμού αερίου κατά τη φάση τροφοδοσίας): Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα.
		Ανάπτυξη υπερπίεσης στη σφαίρα εντός των ορίων ασφαλείας, εάν η λειτουργία ασφαλείας είναι στην αρχική φάση όταν η σωληνογραμμή είναι θερμή
		Αστοχία του FV302A/FIC302 μπορεί να επιφέρει ανάπτυξη υπερπίεσης στη σφαίρα
		Υπερπίεση λόγω αντίδρασης εκτός ελέγχου: Δεν αφορά
		Υπερπίεση λόγω υπερπλήρωσης: Δύνανται να συμβεί κατά τη διάρκεια της φόρτωσης. Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα
		Υπερπίεση λόγω εισαγωγής αερίου: Δεν αφορά
		Υπερπίεση λόγω καύσης: Δεν αφορά το προπυλένιο
		Υπερπίεση λόγω φαινομένου Rollover: Δεν αφορά το υγροποιημένο αέριο
		Υποπίεση λόγω χαμηλής στάθμης: Δεν αφορά τις συνθήκες δεξαμενισμού
Στάθμη (Υψηλή/ Χαμηλή)		Αύξηση της στάθμης επιφέρει υπερπλήρωση και κρίσιμη υδραυλική πίεση στη σφαίρα. Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα (σελ. 5.4)
		Δεν αφορά το δεξαμενισμό
Θερμοκρασία (Υψηλή/ Χαμηλή)		Αφορά την αστοχία του κελύφους των σφαιρών από πρόσπτωση φλόγας στην επιφάνειά τους (φαινόμενο BLEVE). Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα.
		Απώλειες στη μονάδα ψύξης: Τα απαέρια κατευθύνονται προς τον πυρσό και στη συνέχεια το PSV ανοίγει προς την ατμόσφαιρα
Εσφαλμένη τοποθέτηση εξοπλισμού		Πυρκαγιά: Πυρκαγιά στον εξωτερικό χώρο της εγκατάστασης δύναται να προκαλέσει αύξηση της ροής θερμότητας με συνεπακόλουθη αύξηση της πίεσης, η οποία μπορεί να φτάσει σε ρήξη του περιβλήματος.
		Αφορά και τις κατασκευαστικές ατέλειες που μπορούν να οδηγήσουν σε παράκαμψη του κελύφους των σφαιρών (σελ. 7.6, 7.8)
Σφάλμα χειρισμού		Ανεπαρκής συντήρηση ή ανθρώπινο λάθος δύναται να προκαλέσει θραύση του σώματος της αντλίας ή αύξηση της στάθμης του υγρού σε άλλη σφαίρα
Φαινόμενα Αλληλουχίας Συνεπειών (από άλλα σημεία)		Θερμική ακτινοβολία από τον πυρσό: Επιφέρει υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας στο κέλυφος της σφαίρας (ξηρά ζώνη)
		Πύρινη σφαίρα ή έκρηξη αερίου νέφους από γειτονική μονάδα: Στη ΜΑ εξετάζεται και απορρίπτεται αυτή η αιτία λόγω της μικρής ζώνης επιπτώσεων
		Έκρηξη αερίου νέφους σε άλλο τμήμα της μονάδας π.χ. αντλία P301: Στη ΜΑ εξετάζεται και απορρίπτεται αυτή η αιτία λόγω της μικρής ζώνης επιπτώσεων
Άλλη αιτία		Σεισμός: Σεισμός κατάλληλου μεγέθους δύναται να προκαλέσει φόρτιση στις δεξαμενές που να υπερβαίνει την αντοχή τους. Αναγνωρίζεται αλλά δεν αναλύεται επαρκώς
		Κεραυνός: Απειροελάχιστη πιθανότητα να συμβεί. Αναγνωρίζεται αλλά δεν αναλύεται επαρκώς
		Πλημμύρα: Εκτιμάται ότι η αιτία δεν αφορά την εν λόγω κρίσιμη περιοχή
		Αστοχία των στηριγμάτων: Δύνανται να προκαλέσει ρωγμή στη δεξαμενή αποθήκευσης. Αναγνωρίζεται, αναλύεται επαρκώς και λαμβάνονται μέτρα

		Ισχυροί άνεμοι: Μπορούν να προκαλέσουν φορτία που υπερβαίνουν την αντοχή του κελύφους. Ελάχιστη πιθανότητα καθώς το 95% των ανέμων είναι κάτω από 5 Beufort Αναγνωρίζεται αλλά δεν αναλύεται επαρκώς (δομικά στοιχεία δεξαμενών)
--	--	--

Η αξιολόγηση των πιθανών εναρκτήριων γεγονότων για όλο τον κρίσιμο εξοπλισμό της μονάδας με βάση την προτεινόμενη μεθοδολογία, έγινε ευρέως αποδεκτή από την διοίκηση ασφάλειας του διυλιστηρίου και αποδείχτηκε ιδιαίτερα πρακτική και αποτελεσματική, καθώς όλες οι πιθανές αιτίες εξετάστηκαν ενδελεχώς και αξιολογήθηκαν με τρόπο αντικειμενικό, επιτρέποντας περαιτέρω βελτιώσεις.

#### 6.4.7 Εκτίμηση σεναρίων ατυχημάτων

Η επιλογή των σεναρίων της Μελέτης Ασφάλειας της μονάδας υγροποιημένου αερίου βασίζεται στα αποτελέσματα της μελέτης HAZOP, σε πληροφορίες από τη βιβλιογραφία για σχετικά ατυχήματα παγκοσμίως και στην κρίση των μηχανικών της εγκατάστασης. Κατά την εξέταση και αξιολόγηση των σεναρίων λήφθηκε υπόψη η ακόλουθη ελάχιστη λίστα σεναρίων για τον κρίσιμο εξοπλισμό:

α. Καταστροφική θραύση δοχείων, δεξαμενών και σωληνώσεων (Full Bore Rupture, FBR) και ακαριαία διαφυγή της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (φαινόμενα BLEVE, Pool Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).

β. Μερική θραύση (Ρήγμα) δοχείων, δεξαμενών (διάμετρος ανοίγματος = μέγιστη διάμετρο της μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνωσης που συνδέεται με το δοχείο) και ρήγμα σωληνώσεων (διάμετρος ανοίγματος = 20% διαμέτρου της σωλήνωσης) και συνεχούς ή ημι-συνεχούς διαφυγής της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (Jet Fire, Pool Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).

γ. Μικρή διαρροή από μικρό ρήγμα σε δοχεία, δεξαμενές (διάμετρος ανοίγματος = διάμετρο μικρής σωλήνωσης που συνδέεται με το δοχείο) και μικρό ρήγμα σε σωληνώσεις και συνεχούς ή ημι-συνεχούς διαφυγής της μέγιστης ποσότητας του περιεχομένου τους (Jet Fire, Flash Fire, UVCE, Toxic Clouds Dispersion).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης, η μελέτη ασφάλειας θεωρεί όλες τις σημαντικές πιθανές καταστάσεις βλάβης:

- Φωτιά (πύρινη σφαίρα, φωτιά λίμνης, γλώσσα φωτιάς)
- Διασπορά αερίου νέφους και έκρηξη
- Θερμική ακτινοβολία και υπερπίεση στις πλησιέστερες κατοικημένες περιοχές

Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη σενάρια που αφορούν πολλαπλασιαστικά φαινόμενα.

Τα δυσμενέστερα και μειωμένης σημασίας εξεταζόμενα σενάρια, μαζί με τις κατηγορίες εκλύσεων και τις αντίστοιχες ζώνες επιπτώσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.6- 6.7.

Τα σενάρια ελέγχθηκαν επιπλέον, ως προς το αν παρέχεται επαρκής τεκμηρίωση:

- της μέγιστης ποσότητας υγροποιημένου αερίου που είναι δυνατόν να διαρρεύσει από τον κρίσιμο εξοπλισμό,

- του ρυθμού διαρροής σε κάθε περίπτωση και του ρυθμού εξάτμισης υγρού από πιθανή λίμνη.

Από την αξιολόγηση των σεναρίων και των δέντρων γεγονότων (event tree) που περιλαμβάνονται στη Μελέτη Ασφάλειας της μονάδας υδροποιημένου αερίου, προέκυψε ότι εξετάζονται όλες οι πιθανές καταστάσεις βλάβης που μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις, για κάθε κατηγορία έκλυσης. Επομένως, τα σενάρια ατυχημάτων που εξετάζονται στη ΜΑ θεωρήθηκαν σχεδόν πλήρη, απαιτώντας ωστόσο την:

- εξέταση ορισμένων σεναρίων για μεγαλύτερους ρυθμούς διαρροής που μπορούν να τεκμηριωθούν λόγω υπερλειτουργίας των αντλιών.
- εξέταση των επιπτώσεων από γλώσσα φωτιάς (Jet fire) μετά από καταστροφική ρήξη σωλήνωσης 10'' και τις επιπτώσεις domino από υπερθέρμανση παρακείμενου εξοπλισμού.

#### 6.4.8 Προσδιορισμός και εκτίμηση επιπτώσεων των ακολουθιών ατυχημάτων

Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης, απαιτείται αξιολόγηση των επιπτώσεων για κάθε σενάριο της Μελέτης Ασφάλειας σε ατμοσφαιρικές συνθήκες D5 και F2, με βάση το σύστημα των τριών ζωνών προστασίας (Ζώνες I, II και III) σύμφωνα με τα καθορισμένα από το ΥΠΕΧΩΔΕ κριτήρια για την εκπόνηση των Σχεδίων Αντιμετώπισης Τεχνολογικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης (ΣΑΤΑΜΕ), όπως παρουσιάστηκε στον Πίνακα 5.3 του προηγούμενου κεφαλαίου.

Τα σενάρια ελέγχθηκαν επιπλέον, ως προς το αν παρέχεται επαρκής τεκμηρίωση:

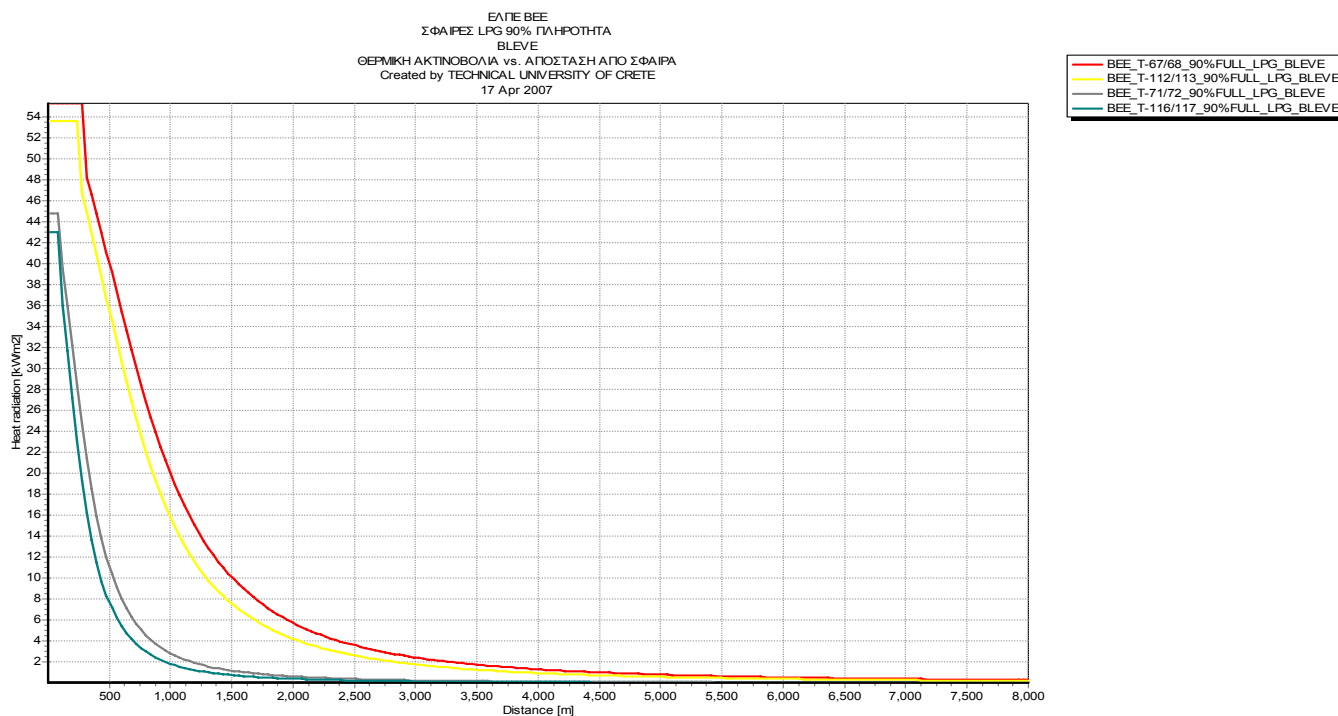
- της μέγιστης έκτασης της λίμνης του εύφλεκτου υδροποιημένου αερίου σε μη περιορισμένο χώρο, και

- της μέγιστης διασποράς εκρηκτικού νέφους (μέτωπο συγκέντρωσης LFL, 1/2 LFL) σε μη περιορισμένο χώρο πριν την ανάφλεξη και κέντρο έκρηξης το μέσο της απόστασης του σημείου διαρροής από το μέτωπο LFL

και προέκυψε ότι πληρούνται οι απαιτήσεις των κριτηρίων της παρούσας προσέγγισης αξιολόγησης.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι η ανάλυση των επιπτώσεων των σεναρίων ατυχημάτων όσον αφορά στο υδροποιημένο αέριο έλαβε υπόψη τις επιπτώσεις (θάνατος, βαρύς τραυματισμός, ελαφρύς τραυματισμός πολίτη) από θερμική ακτινοβολία (37.5, 15, 6 και 3 KW/m<sup>2</sup>) και ωστικό κύμα (700, 350, 140, 50 mbar).

Με χρήση του λογισμικού πακέτου EFFECTS επιπλέον, ελέγχθηκαν οι επιπτώσεις από τα διάφορα σενάρια ατυχημάτων. Στο Σχήμα 6.1 ενδεικτικά παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμικής ακτινοβολίας μετά από BLEVE σε συνάρτηση με την απόσταση από τη σφαίρα του υδροποιημένου αερίου.

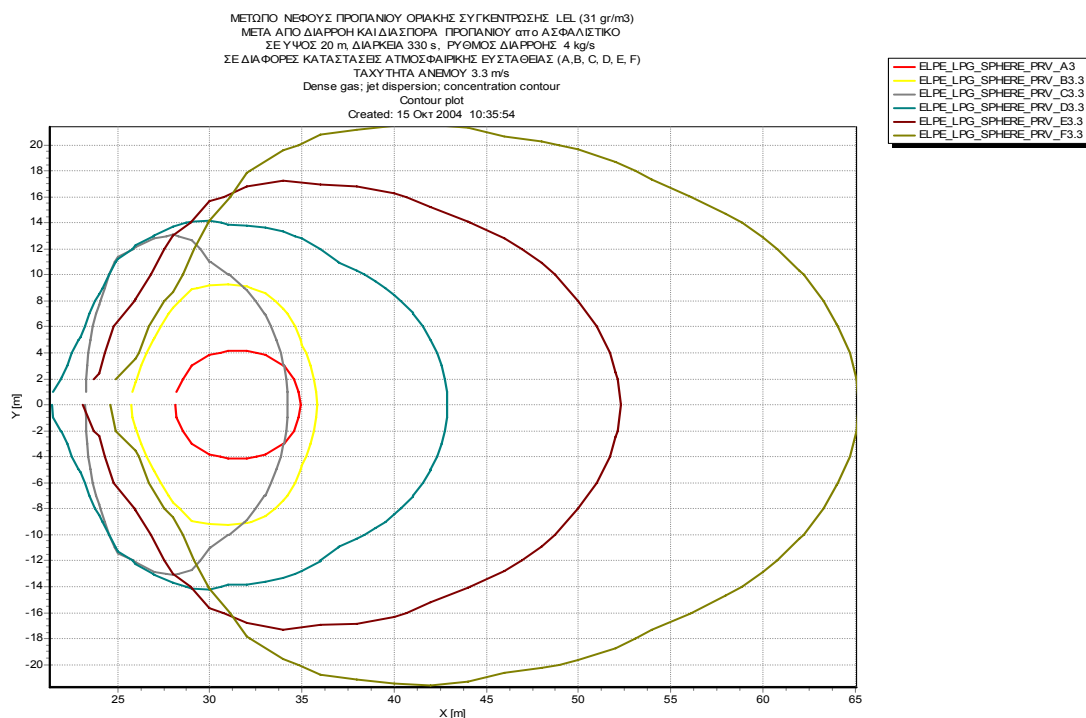


**Σχήμα 6.1:** Εξέταση της μεταβολής της θερμικής ακτινοβολίας σε συνάρτηση με την απόσταση από τη σφαίρα του υγροποιημένου αερίου, με το λογισμικό EFFECTS

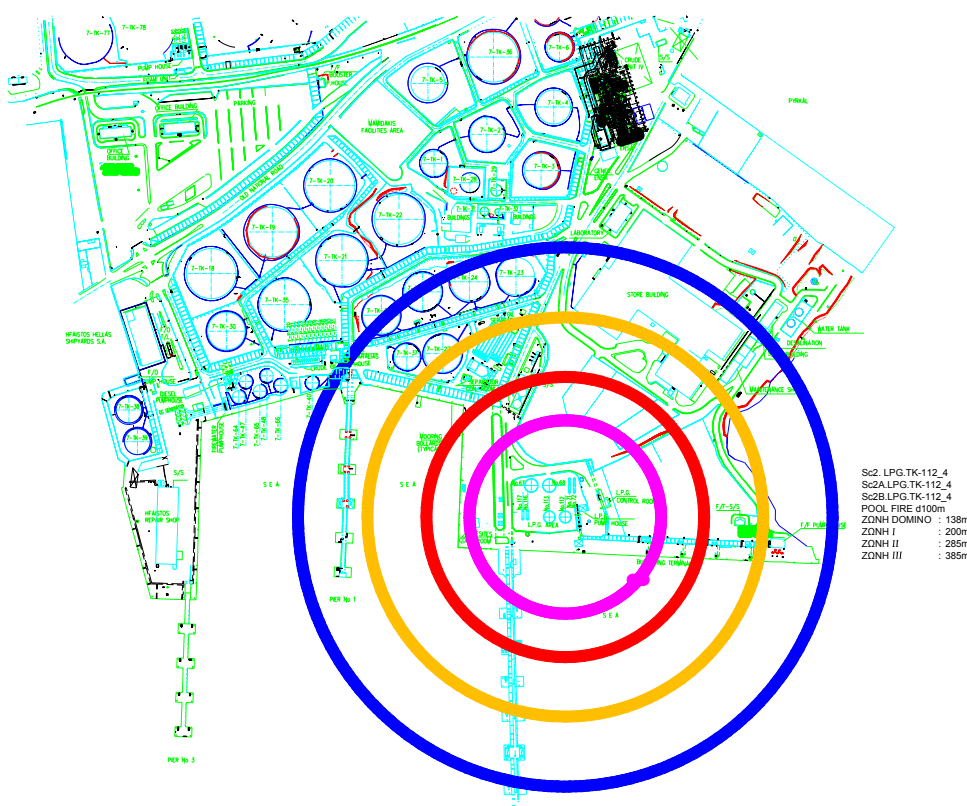
Στη Μελέτη Ασφάλειας πραγματοποιείται απεικόνιση των επιπτώσεων σε διαγράμματα συγκέντρωσης της εκλυόμενης ουσίας ως προς την απόσταση κατά τη φορά του ανέμου με το λογισμικό EFFECTS, καθώς και γραφική απεικόνιση των τριών ζωνών προστασίας των σεναρίων ατυχημάτων σε διαγράμματα κάλυψης της εγκατάστασης και χάρτες χρήσεων γης, με το λογισμικό PHAST.

Ενδεικτικά, παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.2 ένα διάγραμμα ισοϋψών καμπυλών για συγκεντρώσεις του υγροποιημένου αερίου στο επίπεδο του εδάφους και διάφορες καταστάσεις ατμοσφαιρικής ισορροπίας για τον έλεγχο των υπολογισμών των επιπτώσεων ατυχημάτων που παρατίθενται στη ΜΑ. Στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα ισοϋψών καμπυλών για τις χαρακτηριστικές τιμές θερμικής ακτινοβολίας και υπερπίεσης των ζωνών προστατευτικών δράσεων, όπως παρατίθεται στην υπό αξιολόγηση μελέτη της μονάδας.





Σχήμα 6.2: Διάγραμμα διασποράς νέφους υγροποιημένου αερίου σε διάφορες καταστάσεις ατμοσφαιρικής ευστάθειας (Πηγή: Μελέτη Ασφάλειας διυλιστηρίου, 2000)



Σχήμα 6.3: Απεικόνιση Ζωνών Προστασίας (Πηγή: Μελέτη Ασφάλειας διυλιστηρίου, 2000)

Με βάση τις επιπτώσεις των σεναρίων ατυχημάτων που παρουσιάζονται στη ΜΑ και επαληθεύονται κατά την αξιολόγηση, στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται ενδεικτικά τα δυσμενέστερα σενάρια ατυχημάτων και τα σενάρια μείζονος σημασίας από πλευράς επιπτώσεων:

**Πίνακας 6.6: Δυσμενέστερα σενάρια ατυχημάτων υγροποιημένου αερίου**

Περιγραφή	Ρυθμός ολικής διαρροής	Κατάσταση βλάβης	Ζώνες επιπτώσεων			
Καταστροφική αστοχία δεξαμενής αποθήκευσης  1) BLEVE πλήρους δεξαμενής  2) «στιγμιαία» διαρροή (3 min) του περιεχομένου πλήρους δεξαμενής	1) 2000 t  2) 11 t/s	Πύρινη σφαίρα (BLEVE)	Ζώνη I		Ζώνη II	
			908 m		1474 m	
		Διασπορά αερίου νέφους	D5: LFL		1621m (DW)	
			F2: LFL		1641m (DW)	
			D5: ½ LFL		2332m (DW)	
			F2: ½ LFL		2571m (DW)	
		Έκρηξη αερίου νέφους	D5	Ζώνη I	Ζώνη II	Ζώνη III
				309 m	555 m	1145m
				309 m	555 m	1145m

**Πίνακας 6.7: Σενάρια ατυχημάτων υγροποιημένου αερίου ελάχιστονος σημασίας**

Περιγραφή	Ρυθμός ολικής διαρροής	Κατάσταση βλάβης	Ζώνες επιπτώσεων	
Διαρροή από αντλία	3 kg/s	Διασπορά αερίου νέφους	D5: LFL	17 m (DW)
			F2: LFL	30 m (DW)
			D5: ½ LFL	30 m (DW)
			F2: ½ LFL	58 m (DW)
		Γλώσσα φωτιάς (jet fire)	3,7 m μήκος φλόγας	

#### 6.4.9 Μέτρα πρόληψης, ελέγχου και καταστολής ατυχημάτων

Η ασφάλεια της μονάδας του υγροποιημένου αερίου διασφαλίζεται με μια σειρά προληπτικών μέτρων και μέτρων ελέγχου για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ατυχήματος και των επιπτώσεων από ενδεχόμενο ατύχημα. Στη ΜΑ παρουσιάζεται η εγγενής

καθώς και η εξωγενής ασφάλεια της μονάδας, ενώ γίνεται περιγραφή των συστημάτων ασφαλείας και των συστημάτων υποστήριξης της μονάδας.

Για κάθε ένα από τα επιλεγόμενα σενάρια περιγράφονται τα προληπτικά μέτρα και τα μέτρα προστασίας, ενώ οι διαδικασίες επέμβασης και τα μέτρα περιορισμού των επιδράσεων περιγράφονται στο σχέδιο αντιμετώπισης BAME. Εκτενής αναφορά πραγματοποιείται στο πρόγραμμα εκπαίδευσης του προσωπικού των εγκαταστάσεων όλου του διυλιστηρίου σε θέματα λειτουργίας, ασφάλειας και υγιεινής.

Στο ΣΔΑ καλύπτονται θέματα ελέγχου και επιθεωρήσεων του εξοπλισμού, ελέγχου ασφαλείας κατά τις αλλαγές και τροποποιήσεις του εξοπλισμού, καταγραφή και διερεύνηση αιτιών των ατυχημάτων κτλ. ώστε να παρέχεται συνολικά ένα πλήρως ορισμένο πλαίσιο όλων των θεμάτων ασφαλείας της μονάδας.

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση των μέτρων ως προς την πληρότητα και καταλληλότητα τους πραγματοποιήθηκε, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, με τη βοήθεια γενικών λιστών ελέγχου μέτρων ασφαλείας για κάθε αιτία ατυχήματος.

Επιπλέον, για την ποιοτική αξιολόγηση της επάρκειας των μέτρων λήφθηκαν υπόψη παράγοντες, όπως:

- αναφορές σε σχετικές μελέτες που αφορούν την ασφάλεια και εν γένει τη λειτουργία της εγκατάστασης, π.χ. μελέτη πυροπροστασίας
- η σοβαρότητα των πιθανών επιπτώσεων από το ατύχημα με του οποίου το αίτιο συνδέεται το εν λόγω μέτρο
- η ύπαρξη επικουρικών συστημάτων και διαδικασιών
- αναφορές στην αξιοπιστία του συστήματος ή υλικού
- ο χρόνος ενεργοποίησης και ο βαθμός αυτοματισμού της εγκατάστασης
- αναφορές σε σύγχρονα συστήματα και τεχνολογία
- ο βαθμός συμμετοχής του ανθρώπου, κλπ.
- συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας της εγκατάστασης,
- βιβλιογραφία και κοινές πρακτικές ασφαλείας,
- εναρμόνιση με τη σχετική εθνική νομοθεσία και τους σχετικούς κώδικες ασφαλείας

Χρήσιμα συμπεράσματα προέκυψαν επίσης από τις επιτόπιες παρατηρήσεις κατά τις επισκέψεις στην μονάδα και την εγκατάσταση του διυλιστηρίου και την από κοινού εξέταση με το προσωπικό ασφαλείας των γενικών λιστών ελέγχου μέτρων ασφαλείας για κάθε αιτία ατυχήματος σε όλο τον κρίσιμο εξοπλισμό.

Στη συνέχεια, με βάση τις αρχές της ανάλυσης 'bow-tie', έγινε λογική σύνδεση των μέτρων πρόληψης με τις πιθανές άμεσες και έμμεσες αιτίες ατυχημάτων, καθώς και των μέτρων ελέγχου και περιορισμού των επιπτώσεων με τις πιθανές επιπτώσεις για όλα τα σενάρια που προσδιορίζονται στη Μελέτη Ασφάλειας. Με τον τρόπο αυτό, όλα τα μέτρα αξιολογήθηκαν ως προς την επάρκεια, καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα τους.

Τέλος, σύμφωνα με την μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, με βάση τα στοιχεία της ΜΑ και μετά την αναγνώριση των άμεσων αιτιών ατυχημάτων, για κάθε άμεση αιτία που εφαρμόζεται σε κάθε κρίσιμη περιοχή (εξοπλισμό) συμπληρώθηκαν πίνακες αξιολόγησης των μέτρων με βάση την κλίμακα:

**Πίνακας 6.8: Αξιολόγηση και χαρακτηρισμός των μέτρων ατυχημάτων**

Τα σημαντικά μέτρα είναι επαρκή και αναφέρονται στη ΜΑ



Το σημαντικά μέτρα αναφέρονται αλλά δεν τεκμηριώνονται επαρκώς



Τα σημαντικά μέτρα δεν αναφέρονται ή είναι ανεπαρκή



Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε για κάθε τμήμα του κρίσιμου εξοπλισμού της μονάδας υδροποιημένου αερίου (δοχεία, σωληνώσεις κλπ), καθώς και για τα συστήματα υποστήριξης της μονάδας (πχ. συστήματα ψύξης, συστήματα νερού), οπότε και προέκυψαν συνολικά δεκατρείς πίνακες αξιολόγησης μέτρων (Παπαδάκης και Σταμπουλή, 2005). Ενδεικτικά στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ένας από τους πίνακες αξιολόγησης των μέτρων, που αφορά στις σφαιρικές δεξαμενές αποθήκευσης του υδροποιημένου αερίου.

**Πίνακας 6.9: Αξιολόγηση των μέτρων στις σφαίρες υδροποιημένου αερίου**

ΣΦΑΙΡΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΑΕΡΙΟΥ		
Άμεσες αιτίες γεγονότων	Μέτρα πρόληψης	
Διάβρωση		Πραγματοποιείται corrosion allowance και διενεργούνται περιοδικοί έλεγχοι, αλληπάλληλες στρώσεις ειδικών αντισκωρικών βαφών, ανοχή σε διάβρωση 1,5 mm και ενδεδειγμένος οπτικός έλεγχος
Γήρανση, Αποσάθρωση, Ψαθυρότητα		Κατάλληλος ανθρακούχος χάλυβας χαμηλών θερμοκρασιών (CS 516 grade 70), σχεδιασμός δεξαμενής και σχετικές δοκιμές θραύσης για αντοχή σε θερμοκρασία -480C, που είναι η ελάχιστη θερμοκρασία ψύξης του τοιχώματος σε περίπτωση διαρροής και απότομης εξαέρωσης του περιεχομένου της
Κρούση (Κτύπημα)		Αυξημένη αντοχή των τοιχωμάτων (πάχος 43mm) και ανάχωμα εντός του οποίου δεν κυκλοφορούν οχήματα.
Πίεση (Υψηλή/ Χαμηλή)		Υπερπίεση λόγω ανεπαρκούς ψύξης: το θερμικό φορτίο ελέγχεται κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και θερμοκρασιακές διαφορές αποφεύγονται ή είναι ελαφρά αρνητικές (θερμοκρασία τροφοδοσίας λίγο χαμηλότερη από τη θερμοκρασία της δεξαμενής).
		Υπερπίεση λόγω υπερπλήρωσης: Δείκτες στάθμης και πυκνότητας του περιεχομένου της δεξαμενής
Στάθμη (Υψηλή/ Χαμηλή)		Ανεξάρτητοι μεταφορείς σήματος στάθμης και τακτικός έλεγχος των οργάνων στάθμης
Θερμοκρασία (Υψηλή/ Χαμηλή)		Δείκτες θερμοκρασίας στη δεξαμενή
		Πυρκαγιά: Σύστημα καταιονισμού τοιχώματος δεξαμενής, θερμική προστασία (fire proofing) των υποστηρίγμάτων και ανακουφιστικές βαλβίδες
Σφάλμα χειρισμού		Ανεπαρκής συντήρηση/ ανθρώπινο λάθος: Διαδικασία εκπαίδευσης και γραπτές οδηγίες Ασφάλειας και Λειτουργίας
Φαινόμενα Αλληλουχίας Συνεπειών (από άλλα σημεία)		Απώλειες στη μονάδα ψύξης: εγκατάσταση ελεγκτών υψηλής πίεσης
		Θερμική ακτινοβολία από άλλο εξοπλισμό : Θέση εξοπλισμού σε απόσταση ασφαλείας > από ζώνη επιπτώσεων domino

Άλλη αιτία		Αστοχία ελεγκτή που μπορεί να επιφέρει ανάπτυξη υπερπίεσης: τακτική συντήρηση και επιθεώρηση
		Σεισμός: αντισεισμικός σχεδιασμός
		Κεραυνός: Σύστημα γείωσης για προστασία από κεραυνό

Μετά τους παραπάνω ελέγχους βάσει της προτεινόμενης προσέγγισης αξιολόγησης, προέκυψε ότι τα μέτρα πρόληψης και ελέγχου τα οποία λαμβάνονται και εξυπηρετούν τις λειτουργίες ασφαλείας της μονάδας, είναι ικανοποιητικά και στην πλειοψηφία τους επαρκή για την πρόληψη και αντιμετώπιση BAME. Ωστόσο, για να θεωρηθούν πλήρη απαιτήθηκε συμπληρωματικά (Σταμπουλή, 2005):

- Αναφορά σε στοιχεία για τον προσδιορισμό των ζωνών (0,1,2) κατά τον κανονισμό ATEX (area classification zones για τα εκρηκτικά αέρια μίγματα) γύρω από τις δεξαμενές αποθήκευσης και τον κρίσιμο εξοπλισμό στο σύνολο του
- Πληρέστερη αναφορά στην αντισεισμική προστασία του κρίσιμου εξοπλισμού της μονάδας

#### 6.4.10 Αξιολόγηση Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση του ΣΔΑ της μονάδας υδροποιημένου αερίου πραγματοποιήθηκε σε συνδυασμό με μια επιτόπια επίσκεψη στην εγκατάσταση, διευκρινίσεις και συζητήσεις με τους υπεύθυνους ασφαλείας του διυλιστηρίου και συνεντεύξεις από το προσωπικό της εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης, προκαταρκτικά εξετάστηκαν τα περιεχόμενα του υφιστάμενου Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας ως προς τις ακόλουθες έντεκα περιοχές:

1. Πολιτική Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης
2. Οργάνωση προσωπικού
3. Επάρκεια προσωπικού και μέσων
4. Γραπτές διαδικασίες
5. Επικοινωνία προσωπικού
6. Διεπαφή προσωπικού με τεχνολογικό εξοπλισμό
7. Σύστημα ελέγχου προσωπικού
8. Σύνδεση ΣΔΑ με ακολουθίες ατυχημάτων
9. Καταγραφή συμβάντων
10. Ενημέρωση της εταιρείας σε θέματα ασφαλείας:
11. Επανεξέταση και Αναθεώρηση ΣΔΑ

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος και αξιολόγηση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας, της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης και του Εσωτερικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης της εταιρείας συγκριτικά με τις Ευρωπαϊκές Κατευθυντήριες Γραμμές για τη σύνταξη ΣΔΑ, με τη βοήθεια της λίστας κριτηρίων του Εθνικού Οδηγού Επιθεωρήσεων (βλ. Παράρτημα V), τα οποία καλύπτουν τις επτά θεματικές ενότητες του ΣΔΑ.

Με τη χρήση της εξαντλητικής λίστας των κριτηρίων επιθεωρήσεων, ελέγχθηκε η επάρκεια και αξιοπιστία των στοιχείων του ΣΔΑ αναφορικά με την περιγραφή του εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος στη μονάδα για τον περιορισμό των συνεπειών των τυχόν μεγάλων ατυχημάτων, την οργάνωση του συναγερμού και της επέμβασης, όπως και την περιγραφή των κινητοποιήσιμων εσωτερικών και εξωτερικών μέσων σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος.

Η χρήση της λίστας κριτηρίων αποδείχτηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη διαχείριση του μεγάλου όγκου πληροφοριών προς αξιολόγηση όσον αφορά την κάλυψη όλων των θεματικών περιοχών του ΣΔΑ και την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Από τον έλεγχο και την αξιολόγηση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας της μονάδας υδροποιημένου αερίου, διαπιστώθηκε ότι αυτό είναι κοινό για όλο το διυλιστήριο και ότι στην πλειονότητα των διαδικασιών του καλύπτει τις βασικές απαιτήσεις της νομοθεσίας και τις ανάγκες της μονάδας. Ωστόσο, ενδείκνυται η συμπλήρωση της Πολιτικής Πρόληψης με ποσοτικούς στόχους και η αξιολόγηση των επιδόσεων με ποσοτικούς δείκτες πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων. Επιπλέον, ενδείκνυται η συμπλήρωση του εγχειριδίου αντιμετώπισης BAME με τη μονάδα του υδροποιημένου αερίου και η πληρέστερη αναφορά σε κωδικούς διαδικασιών που σχετίζονται με την πρόληψη σεναρίων Μεγάλων Ατυχημάτων που έχουν εξεταστεί στη ΜΑ.

## **6.5 Συμπεράσματα αξιολόγησης**

Με εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης, ο έλεγχος αξιοπιστίας και επάρκειας της Μελέτης Ασφάλειας της μονάδας υδροποιημένου αερίου ολοκληρώθηκε από ομάδα δύο αξιολογητών σε χρονικό διάστημα περίπου ενός μήνα. Συνολικά, η αξιολόγηση της ΜΑ διήρκεσε περίπου δύο μήνες, χρονικό διάστημα το οποίο ανταποκρίνεται πολύ ικανοποιητικά στις απαιτήσεις της νομοθεσίας με βάση την ΚΥΑ 5697/590/2000, δεδομένου μάλιστα του μεγέθους της εγκατάστασης και της πολυπλοκότητας των δεδομένων στη ΜΑ (επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την ΚΥΑ 5697/590/2000, το χρονικό πλαίσιο για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης της ΜΑ είναι 4 μήνες).

Δεδομένα και χρήσιμα στοιχεία για την αξιολόγηση συλλέχθηκαν επίσης κατά τις επιτόπιες επισκέψεις στη μονάδα, σε συνεργασία με το αρμόδιο προσωπικό ασφάλειας της εγκατάστασης. Επισημαίνεται ότι η μεθοδολογία ευνοεί τη συνεργασία με τη βιομηχανία, καθώς αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματική συντελώντας στη διεξαγωγή ασφαλέστερων και ακριβέστερων συμπερασμάτων σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα.

Παρά το γεγονός ότι η αξιολόγηση αφορούσε μια Μελέτη Ασφάλειας ενός από τα μεγαλύτερα διυλιστήρια της χώρας με σημαντική εμπειρία σε θέματα βιομηχανικής ασφάλειας και ότι η σύνταξη της έγινε από εμπειρογνώμονες ασφάλειας, η εφαρμογή της

προτεινόμενης προσέγγισης κατάφερε να προσδώσει προστιθέμενη αξία στην διαδικασία της αξιολόγησης και αντικειμενικής εκτίμησης της ΜΑ, υπογραμμίζοντας ορισμένες ουσιαστικές ελλείψεις της μελέτης ασφάλειας:

- Μη ένταξη στον κρίσιμο εξοπλισμό της σωλήνας τροφοδοσίας 10'', συνδετήρια του σημείου φόρτωσης με την προβλήτα στη νησίδα του διυλιστηρίου
- Μη εξέταση της περίπτωσης καταστροφικής ρήξης της σωληνογραμμής 10'' εισαγωγής (ή εξαγωγής) υδροποιημένου αερίου προς (ή από) τις δεξαμενές (100% της διαμέτρου FBR).
- Μη εξέταση των ζωνών επιπτώσεων από γλώσσα φωτιάς μετά από καταστροφική ρήξη FBR σωλήνωσης 10''
- Μη αναφορά σε στοιχεία για τον προσδιορισμό των ζωνών (0,1,2) κατά ATEX (area classification zones) γύρω από τη δεξαμενή και τον κρίσιμο εξοπλισμό
- Ελλιπής αναφορά στην αντισεισμική προστασία του κρίσιμου εξοπλισμού της μονάδας
- Μη επικαιροποιημένη περιγραφή του περιβάλλοντος της εγκατάστασης αναφορικά με στοιχεία του αριθμού εργαζομένων στις γειτονικές βιομηχανίες, τον παρακείμενο πληθυσμό, τις χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής (π.χ. στοιχεία από ΣΑΤΑΜΕ της περιοχής).
- Απουσία αποτύπωσης των σημαντικών διόδων πρόσβασης και εκκένωσης όλων των κρίσιμων σημείων στη μονάδα και την εγκατάσταση

Η ανάδραση από την εφαρμογή της μεθοδολογίας από τη διοίκηση του διυλιστηρίου υπήρξε θετική, καθώς μέσω της χρήσης ειδικών κριτηρίων αξιολόγησης και εργαλείων, όπως οι λίστες ελέγχου, η ανάλυση “bow-tie”, οι Δείκτες Κινδύνου, τα Δέντρα Σφαλμάτων κλπ, η προτεινόμενη προσέγγιση αποδείχτηκε πρακτική, επαρκής και αποτελεσματική καθώς προέκυψαν σημαντικά ευρήματα και υπογραμμίστηκε η ελλιπής τεκμηρίωση ορισμένων στοιχείων της ΜΑ, ενώ πραγματοποιήθηκαν προτάσεις βελτίωσης του επιπέδου ασφάλειας της μονάδας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

---

#### 7.1 Ανασκόπηση και συμπεράσματα από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η περιγραφή της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολόγησης από το Εργαστήριο Εργονομίας και Ασφάλειας της Εργασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης, στα πλαίσια του έργου που έχει ανατεθεί από το Υπουργείο Ανάπτυξης στο Πολυτεχνείο Κρήτης, σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, με απώτερο στόχο την από κοινού διαμόρφωση μιας ενιαίας εθνικής μεθοδολογίας αξιολόγησης των Μελετών Ασφάλειας και τη σύνταξη Εθνικών Κατευθυντήριων Γραμμών και Κριτηρίων Αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας.

Η μεθοδολογία αξιολόγησης αφορά κυρίως στην πληρότητα των ελαχίστων νομοθετικών κριτηρίων και την επάρκεια της παρεχόμενης τεκμηρίωσης για την αναγνώριση των κινδύνων, τον καθορισμό των γεγονότων και των μηχανισμών που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα, τα σενάρια ατυχημάτων και τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται από τις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου στη χώρα μας, τον καθορισμό της έκτασης των δυνατών συνεπειών, καθώς και την εκτίμηση και αξιολόγηση των υφιστάμενων μέτρων πρόληψης και καταστολής των ατυχημάτων. Η προσέγγιση αξιολόγησης επικεντρώνεται επομένως στην ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, με σημαντικές συνέπειες για την υγεία των πολιτών και των εργαζομένων στην εγκατάσταση, καθώς και το περιβάλλον.

Στη μεθοδολογία υιοθετήθηκαν τα σημαντικότερα βήματα και εργαλεία αξιολόγησης, όπως αυτά έχουν αναγνωριστεί σε βιομηχανικές πρακτικές και μεθοδολογίες και ακολουθούνται κατά περίπτωση από αρμόδιους φορείς αξιολόγησης σε χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>), ενώ κατά τη σύνταξη της λήφθηκαν υπόψη οι υπάρχουσες μεθοδολογίες που



έχουν αναπτυχθεί από αρμόδιους φορείς στην Ελλάδα (Παπαδάκης και Λοϊζίδου, 1999, Παπαζογλου και Γιακουμάτος, 1997, Μαρκάτος 2001), όπως και οι αρχές των κατευθυντήριων γραμμών της ΕΕ αναφορικά με τη σύνταξη των Μελετών Ασφάλειας και του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ) σύμφωνα με την Οδηγία 96/82/ΕΕ (SEVESO II). Επιπλέον, λήφθηκαν υπόψη οι απαιτήσεις της ελληνικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 5607/590/2000) σε ότι αφορά τον έλεγχο, την καταστολή και περιορισμό των συνεπειών από βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης.

Η προτεινόμενη προσέγγιση αναγνωρίζει το γεγονός ότι η Μελέτη Ασφάλειας απεικονίζει το επίπεδο ασφάλειας μιας εγκατάστασης και συνεπώς οφείλει να αξιολογείται με αυστηρά κριτήρια. Ως εκ τούτου, η μεθοδολογία αποτυπώνει αυστηρές αρχές και κριτήρια, τα οποία θα αποτελούν τη βάση για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων όσον αφορά στο επίπεδο ασφάλειας των εγκαταστάσεων υψηλού κινδύνου –είτε αποδεκτό επίπεδο ασφάλειας είτε απαράδεκτα υψηλό οπότε και ακολουθεί απαγόρευση ή παύση της λειτουργίας της εγκατάστασης-, καθώς και την στήριξη των σχετικών αποφάσεων των αρμοδίων αρχών και φορέων αξιολόγησης αναφορικά με ενδεχόμενες ελλείψεις της Μελέτης Ασφάλειας, τη λήψη τυχόν πρόσθετων μέτρων ασφαλείας, τον καθορισμό της απόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και τον καθορισμό χρήσεων γης γύρω από την εγκατάσταση, ενσωματώνοντας και ικανοποιώντας πλήρως τις σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις.

Η προτεινόμενη προσέγγιση προσβλέπει στην υποβοήθηση και υποστήριξη της βιομηχανίας αλλά και των Αρμοδίων Αρχών αξιολόγησης για την ορθή αξιολόγηση της πληρότητας, αξιοπιστίας και επάρκειας των ΜΑ, καθώς και στην αποτελεσματικότερη προώθηση της επικοινωνίας μεταξύ τους αναφορικά με τον έλεγχο κινδύνου. Για τον σκοπό αυτό παρέχεται και εφαρμόζεται μια σειρά εύχρηστων εργαλείων και κριτηρίων αξιολόγησης, όπως οι λίστες ελέγχου των κριτηρίων, οι Δείκτες Κινδύνου και οι μεθοδολογίες Συστηματικής Ανάλυσης Κινδύνου για την αναγνώριση του κρίσιμου εξοπλισμού, τα Δέντρα Σφαλμάτων (Fault Trees) και τα δενδρογράμματα γεγονότων (Event Trees), η εξαντλητική λίστα των αμοιβαία αποκλειόμενων γεγονότων (mutually exclusive events) για τον έλεγχο των αιτιών ατυχημάτων, καθώς και η λίστα ελέγχου για την αξιολόγηση των σεναρίων και των μέτρων ασφάλειας όλων των αιτιών ατυχημάτων. Η μεθοδολογία προτείνει επίσης τη χρήση κατάλληλων λογισμικών για τον αποτελεσματικό έλεγχο της εκτίμησης επιπτώσεων από διαρροή τοξικών και διασπορά τοξικού νέφους στο περιβάλλον, τη διαρροή εύφλεκτου ρευστού, υγρού, αερίου και ανάφλεξη εκρηκτικού νέφους, την υπερπίεση λόγω έκρηξης εκρηκτικού νέφους, τη θερμική ακτινοβολία από φωτιές, καθώς επίσης και για την ανάλυση λογικών διαγραμμάτων και δενδρογραμμάτων αστοχιών.

Καινοτόμο στοιχείο της μεθοδολογικής προσέγγισης αποτελεί η υιοθέτηση της ανάλυσης ‘bow-tie’ και η χρήση των αντίστοιχων “διαγραμμάτων bow-tie” για κάθε κορυφαίο γεγονός (top event) και κάθε μέρος του κρίσιμου εξοπλισμού, μέσω των οποίων αναγνωρίζονται επαρκώς όλες οι πιθανές αιτίες ατυχημάτων και όλα τα απαιτούμενα προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα. Με τη βοήθεια της ανάλυσης ‘bow-tie’ εξάλλου, πραγματοποιείται λογική σύνδεση των μέτρων πρόληψης με τις πιθανές άμεσες και έμμεσες αιτίες ατυχημάτων (Δέντρα Σφαλμάτων), καθώς και των μέτρων ελέγχου και περιορισμού των επιπτώσεων με τις πιθανές επιπτώσεις (δενδρογράμματα γεγονότων) για όλα τα σενάρια που προσδιορίζονται

στη Μελέτη Ασφάλειας. Με τον τρόπο αυτό, καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση όλων των μέτρων ως προς την επάρκεια, καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα τους. Επιπλέον, η προτεινόμενη προσέγγιση εισάγει και εφαρμόζει για πρώτη φορά τη χρήση της εξαντλητικής λίστας κριτηρίων του Εθνικού Οδηγού Επιθεωρήσεων, για τον έλεγχο της επάρκειας και αξιοπιστίας των στοιχείων του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας, η οποία στην πράξη αποδείχτηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη διαχείριση του μεγάλου όγκου των προς αξιολόγηση πληροφοριών και την κάλυψη όλων των θεματικών περιοχών του ΣΔΑ.

Αναφορικά με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες για τη σύνταξη των Μελετών Ασφάλειας (Papadakis and Amendola, 1997) και τη νέα έκδοση των Οδηγιών του Δεκεμβρίου 2005 (Fabbri et al., 2005) τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά, καθώς η προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης, η οποία αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται από το 2004, αποδεικνύεται ότι καλύπτει όλες τις πτυχές και απαιτήσεις, δεδομένου ότι ήδη υιοθετεί τις αρχές της ανάλυσης ‘bowtie’ που εισάγονται για πρώτη φορά στις νέες οδηγίες, ενώ συνδέει –όπως προαναφέρθηκε- τα κορυφαία εναρκτήρια γεγονότα (LOCs) με τις αιτίες ατυχημάτων και τα φράγματα ασφαλείας, μέσω δέντρων αστοχιών και δενδρογραμμάτων γεγονότων αντίστοιχα (όπως ορίζεται από τις αναθεωρημένες Οδηγίες). Οι νέες οδηγίες προτείνουν λίστες ελέγχου, όμοιες με εκείνες των Κατευθυντήριων Γραμμών των Παπαδάκη και Amendola (1997), και για το λόγο αυτό έχουν ήδη ενσωματωθεί και εφαρμόζονται στα κριτήρια της παρούσας μεθοδολογίας. Το μοναδικό σημείο στο οποίο διαφοροποιείται η προτεινόμενη προσέγγιση, συνίσταται στο γεγονός ότι δεν υιοθετείται ο καθορισμός πιθανοτήτων όσον αφορά τα σενάρια ατυχημάτων, δεδομένου ότι στο σημερινό νομοθετικό πλαίσιο της χώρας μας για την εκτίμηση της επικινδυνότητας σε μια Μελέτη Ασφάλειας, δεν αποτελεί νομοθετική υποχρέωση ούτε αναγκαία προϋπόθεση η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας και συνεπώς δεν καθίσταται υποχρεωτικός ο προσδιορισμός των πιθανοτήτων των αστοχιών και της εκδήλωσης των σεναρίων ατυχημάτων.

Στα πλαίσια του ελέγχου και της πιλοτικής εφαρμογής της, η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας εφαρμόστηκε από το Εργαστήριο Νοητικής Εργονομίας και Ασφάλειας της Εργασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης σε έναν αριθμό βιομηχανικών εγκαταστάσεων της χώρας. Οι εγκαταστάσεις αυτές αφορούν χημικές βιομηχανίες και μεγάλα διυλιστήρια του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα, διαφορετικού τύπου, μεγέθους και γεωγραφικής θέσης, οι οποίες διαχειρίζονται διαφορετικού είδους και ποσοτήτων επικίνδυνες ουσίες (τοξικές, εύφλεκτες κλπ. ουσίες όπως πχ. NH<sub>3</sub>, HF, LPG, Οξέα, Τολουόλη, Ακετόνη, εύφλεκτα υγρά κ.ά.). Η εφαρμογή της προσέγγισης αξιολόγησης MA μέχρι τώρα, έχει τύχει ευρείας αποδοχής και ιδιαίτερα θετικής απόκρισης από τη βιομηχανία καθώς αποδεικνύεται ιδιαίτερα πρακτική και αποτελεσματική, επιτρέποντας την αξιολόγηση των Μελετών Ασφάλειας με τρόπο αντικειμενικό, επισημαίνοντας τυχόν ανεπαρκή τεκμηρίωση των στοιχείων των MA και υποδεικνύοντας παράλληλα περαιτέρω βελτιώσεις. Μέσω των επιτόπιων επισκέψεων και ελέγχων η μεθοδολογία ευνοεί την επισταμένη συνεργασία με τη βιομηχανία και διασφαλίζει τη διεξαγωγή ασφαλών και τεκμηριωμένων συμπερασμάτων επιτυγχάνοντας αποτελεσματικότητα στην εφαρμογή της διαδικασίας αξιολόγησης και εξοικονόμηση χρόνου.

Η ευρεία αποδοχή από τη βιομηχανία οφείλεται εξάλλου στο γεγονός ότι η εφαρμογή της προτεινόμενης προσέγγισης κατάφερε σε κάθε περίπτωση να προσδώσει προστιθέμενη αξία στην διαδικασία της αξιολόγησης και στην αντικειμενικότητα του ελέγχου της Μελέτης Ασφάλειας, επιτυγχάνοντας την κατάδειξη προτάσεων βελτίωσης και διορθωτικών ενεργειών της ΜΑ και εν γένει βελτίωση του επιπέδου ασφάλειας της υπό αξιολόγηση εταιρείας, ακόμη και σε εγκαταστάσεις με σημαντική εμπειρία σε θέματα βιομηχανικής ασφάλειας, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την πλήρη ικανοποίηση και συμμόρφωση με τις νομοθετικές απαιτήσεις.

Συμπερασματικά, η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης αποδεικνύεται ως μια ευέλικτη και εύκολα προσαρμόσιμη μεθοδολογία σε διαφορετικές βιομηχανικές πρακτικές με διαφορετικό βαθμό επικινδυνότητας, μέσω της οποίας παρέχεται μια ολοκληρωμένη εικόνα για την σύγκριση των στοιχείων των Μελετών Ασφάλειας με τις γενικές αρχές των κατευθυντήριων οδηγιών και τις νομοθετικές απαιτήσεις σε Κοινοτικό και εθνικό επίπεδο. Επισημαίνεται επιπλέον, ότι η εν λόγω προσέγγιση -πέρα από την βιομηχανία- είναι ευρέως αποδεκτή και από τις ελληνικές Αρχές και παρέχει σημαντικά στοιχεία για την σύνταξη των εθνικών Κατευθυντήριων Οδηγιών Αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας, που συντάσσονται επί του παρόντος, ενώ παράλληλα οι πληροφορίες και τα ευρήματα των εκθέσεων αξιολόγησης χρησιμοποιούνται ήδη για την ανάπτυξη των παρεπόμενων σχεδίων επιθεώρησης στις εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου της χώρας.

## **7.2 Μελλοντικές κατευθύνσεις και προοπτικές**

Η προτεινόμενη προσέγγιση αξιολόγησης επιτρέπει περαιτέρω έρευνα όσον αφορά στην ανάπτυξη των κριτηρίων αξιολόγησης του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας, τα οποία προέρχονται από τα κριτήρια των επιθεωρήσεων, ώστε να ανταποκρίνονται πλήρως στη φύση και το μέγεθος κάθε εγκατάστασης, όπως και στο είδος των υπό εξέταση επικινδυνών ουσιών.

Επιπλέον, σημαντικές προοπτικές περαιτέρω έρευνας εντοπίζονται στον προσδιορισμό της ιεράρχησης των σεναρίων ατυχημάτων ως προς τη σχετική σπουδαιότητα τους και τον επαναπροσδιορισμό με σαφή κριτήρια του όρου πηγής και των δυσμενέστερων ακολουθιών ατυχημάτων.

Δεδομένου επίσης ότι κάθε μονάδα SEVESO όσο κοινή κι αν είναι, χρήζει ιδιαίτερης Ανάλυσης Κινδύνου, και τακτικών ελέγχων στα μέτρα πρόληψης BAME, προοπτικές περαιτέρω έρευνας παρουσιάζει η κατάλληλη επιλογή και τεκμηρίωση εφαρμογής της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας Ανάλυσης Κινδύνου στη Μελέτη Ασφάλειας κάθε εγκατάστασης, όπως και η σαφής τεκμηρίωση της επάρκειας και καταλληλότητας των μέτρων πρόληψης και καταστολής, ανάλογα με τη φύση των επικινδυνών ουσιών, αλλά και την κατηγορία της εγκατάστασης.

Επισημαίνεται επίσης ότι η θέσπιση μιας κοινά αποδεκτής μεθοδολογίας ανάλυσης κινδύνου και επιλογής του κρίσιμου εξοπλισμού θα βοηθούσε στον τεκμηριωμένο περιορισμό της Μελέτης Ασφάλειας στις σημαντικές μονάδες των εγκαταστάσεων και τα σημαντικότερα σενάρια ατυχημάτων και κατά συνέπεια στην αποτελεσματικότερη αξιολόγηση και σε

ουσιαστικότερες επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων. Επιτακτική προβάλλει εξάλλου η υιοθέτηση μιας αυστηρότερης εθνικής πολιτικής όσον αφορά στην επάρκεια των Αναλύσεων Κινδύνου στις μονάδες SEVESO αλλά και στις μονάδες κοινοποίησης, οι οποίες ενέχουν επίσης υψηλό κίνδυνο εκδήλωσης μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος.

Περαιτέρω έρευνα μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί σχετικά με την παγιοποίηση εθνικών κριτηρίων για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των Φαινομένων Αλληλουχίας Συνεπειών (φαινόμενα Domino) αλλά και έρευνα όσον αφορά τον σχεδιασμό χρήσεων γης και τον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό στις περιοχές γύρω από τις μονάδες SEVESO. Δεδομένου ότι ουσιαστικά είναι αδύνατο το «Μηδενικό Ρίσκο» σε περίπτωση γειτνίασης αστικού πληθυσμού με μονάδες SEVESO, απαραίτητη προβάλλει η εκ νέου θέσπιση αποδεκτών κριτηρίων χωροθέτησης όσον αφορά στις αναγκαίες αποστάσεις ασφαλείας και γενικότερα στη δυνατότητα γειτνίασης βιομηχανικών μονάδων διαφορετικών κλάδων αλλά και βιομηχανικών μονάδων υψηλού κινδύνου με κατοικημένες περιοχές.

Για την αποτελεσματική αξιολόγηση της Μελέτης Ασφάλειας με προστιθέμενη αξία για όλους τους συναρμόδιους φορείς και τη βιομηχανία προτείνεται επίσης μελλοντικά η θέσπιση ενός συνολικού πλαισίου διαδικασιών, μεθόδων και κριτηρίων ως προς τον αριθμό και τη βαρύτητα των κριτηρίων αξιολόγησης των Εκθέσεων Ασφάλειας κατά περίπτωση, για κάθε είδος εγκατάστασης και επικίνδυνων ουσιών.

Σε ευρύτερο επίπεδο, περαιτέρω έρευνα μπορεί να πραγματοποιηθεί προς την κατεύθυνση του προσδιορισμού κατάλληλου πλαισίου και κριτηρίων αξιολόγησης για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την περιβαλλοντική επικινδυνότητα σε περίπτωση εκδήλωσης βιομηχανικού ατυχήματος μεγάλης έκτασης, λαμβάνοντας υπόψη την τρωτότητα των αποδεκτών και την έκταση των επιπτώσεων ατυχημάτων, δεδομένου ότι κατά την εκδήλωση ενός BAME είναι πιθανό να εκλυθούν μεγάλες ποσότητες ουσιών, επικίνδυνες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, ενώ η διάρκεια, οι δόσεις και ο ρυθμός εκπομπής των ρυπαντών δεν είναι προβλέψιμοι.

Επιπλέον, πρόσφορο για έρευνα εμφανίζεται το πεδίο του προσδιορισμού και της ποσοτικοποίησης της επαγγελματικής επικινδυνότητας που αφορά το προσωπικό των εγκαταστάσεων υψηλού κινδύνου, με τεκμηριωμένο καθορισμό Ζωνών Επιπτώσεων για τους εργαζόμενους στους χώρους εργασίας κατά την εκδήλωση BAME και τον προσδιορισμό της τρωτότητας του προσωπικού σε περίπτωση εκδήλωσης ενός τέτοιου ατυχήματος. Σε όλους τους παραπάνω τομείς δραστηριοποιείται ενεργά το Εργαστήριο Νοητικής Εργονομίας και Ασφάλειας της Εργασίας με ερευνητικά έργα σε συνεργασία με τη βιομηχανία SEVESO και τους αρμόδιους φορείς της χώρας.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΜΕΣΩΝ ΑΙΤΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε, ως απώλεια περιβλήματος ορίζεται η λύση της συνέχειας ή η απώλεια της ακεραιότητας ορίου πίεσης μεταξύ της επικίνδυνης ουσίας και του περιβάλλοντος, που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωσή της. Δύο μεγάλες κατηγορίες γεγονότων οδηγούν σε αυτό το αποτέλεσμα : α) η δομική αστοχία (ρήξη) του περιβλήματος και β) η παράκαμψη του περιβλήματος από μία δίοδο διαφυγής, π.χ. το εσφαλμένο άνοιγμα μιας βάνας.

### 1. Απώλεια Περιβλήματος Λόγω Δομικής Αστοχίας

Δομική αστοχία (ρήξη) του περιβλήματος συμβαίνει όταν για οποιοδήποτε λόγο η αντοχή του περιβλήματος είναι μικρότερη από την υφιστάμενη καταπόνηση (τάση). Η απώλεια περιβλήματος λόγω δομικής αστοχίας μπορεί να διακριθεί στις εξής άμεσες αιτίες:

#### (Α) Διάβρωση

Η διάβρωση αποτελεί μια από τις βασικότερες αιτίες καταστροφής περιβλήματος. Ορίζεται ως η αυθόρμητη αλλοίωση της επιφάνειας των κραμάτων και των μετάλλων, που οδηγεί σε απώλεια της αρχικής μορφής του υλικού (φαινόμενο ηλεκτροχημικής φύσεως, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι και χημικής ή μηχανικής φύσεως). Η διάβρωση οδηγεί σε ελάττωση της ενεργού διατομής του περιβλήματος δηλαδή εξασθένηση του, με συνέπεια οι δυνάμεις που αναπτύσσονται σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας να υπερβαίνουν την τάση αντοχής του. Είδη διάβρωσης είναι:

- Ομοιόμορφη η γενική διάβρωση (General Corrosion)
- Διάβρωση με βελονισμούς (Pitting Corrosion)
- Διάβρωση με μηχανική καταπόνηση που οδηγεί σε ψαθυρή θραύση (Stress Corrosion Cracking)
- Σπηλαιώδης μηχανική διάβρωση (Cavitation Erosion)

Διακρίνεται στην Εσωτερική Διάβρωση που είναι η προσβολή του περιβλήματος από την περιεχόμενη ουσία και στην Εξωτερική Διάβρωση που είναι η προσβολή του περιβλήματος από τις εξωτερικές συνθήκες.

#### Μέτρα προστασίας

Τρόποι ανίχνευσης και ελέγχου της διάβρωσης στα μέταλλα είναι: οπτικοί έλεγχοι, περιοδικές ζυγίσεις δείγματος υλικού σε διαβρωτικό περιβάλλον, μετρήσεις πάχους υλικού με υπερήχους, ηλεκτροχημικές μέθοδοι, ραδιογραφία, θερμογραφία.

Έχει αποδειχθεί (με εξαίρεση τη μηχανική σπηλαιώδη διάβρωση), ότι αίτιο της διάβρωσης είναι το αποκαθιστάμενο ηλεκτροχημικό δυναμικό, που δημιουργείται ανάμεσα στις

διαβρωνόμενες μεταλλικές εγκαταστάσεις ή κατασκευές και το διαβρωτικό περιβάλλον. Μέτρο της ταχύτητας διάβρωσης είναι η ένταση του ρεύματος διάβρωσης. Έτσι χρησιμοποιούνται μέθοδοι προστασίας που επιδιώκουν την έμμεση ή άμεση ελάττωση του δυναμικού ή και της έντασης διάβρωσης. Τέτοιες μέθοδοι είναι:

- Αντιδιαβρωτικά επιχρίσματα
- Επιφανειακή προστασία - Δημιουργία επιστρωμάτων
- Ανοδική προστασία
- Καθοδική προστασία

Ειδικότερα για την εσωτερική διάβρωση πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις προσμίξεις. Για την εξωτερική διάβρωση καθοριστικό παράγοντα αποτελεί το υλικό των μονώσεων που πρέπει να περιέχει ελάχιστο νερό, να μην απορροφά υγρασία ή να έχει αδιάβροχη επένδυση.

#### (B) Γήρανση πολυμερών

Οι μηχανικές ιδιότητες των πολυμερών ελαττώνονται με την πάροδο του χρόνου, λόγω υγρασίας, θερμοκρασιακών μεταβολών, επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας και προσβολή στους από χημικές ουσίες (καυστικά, διαλύτες κλπ). Περιπτώσεις διαρροών επικίνδυνων ουσιών από γήρανση έχουν παρατηρηθεί από θραύση πλαστικών εύκαμπτων σωλήνων και φθορά γασκετών (gaskets) και άλλων ελαστικών παρεμβυσμάτων σε φλάντζες και συνδέσμους.

#### Μέτρα προστασίας

- Επιλογή κατάλληλου υλικού κατά το σχεδιασμό
- Έλεγχος του περιβάλλοντος χώρου
- Τακτική συντήρηση και αντικατάσταση

#### (Γ) Υπερπίεση

Ως υπερπίεση περιγράφεται το φαινόμενο όπου η εσωτερική πίεση αυξάνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε η καταπόνηση που ασκείται στο περίβλημα υπερκαλύπτει την αντοχή του. Υπερπίεση μπορεί να δημιουργηθεί με τους εξής τρόπους:

##### *Γ.1) Εσωτερική αύξηση πίεσης*

Η αύξηση της εσωτερικής πίεσης μπορεί να εμφανιστεί με τέσσερις τρόπους:

I. Είσοδος αερίου: Αν κάποιο αέριο διοχετευθεί στο περίβλημα με πολύ υψηλότερη πίεση από αυτή που επικρατεί στο εσωτερικό του, αυξάνει την εσωτερική πίεση με ενδεχόμενη καταστροφή. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις εισόδου αερίου: Αέριο ίδιο με την αέρια φάση της επικίνδυνης ουσίας, Αδρανές αέριο (συνήθως άζωτο), Γυμνός ατμός (κυρίως σε διεργασίες απόσταξης).

II. Ανεπάρκεια ψύξης: Όταν μια επικίνδυνη ουσία διατηρείται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από του περιβάλλοντος, υπάρχει συνεχής ροή θερμότητας προς το περίβλημα. Ο ρυθμός ροής θερμότητας επιβραδύνεται με τη χρήση κατάλληλων μονώσεων, και η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή με κλειστό κύκλωμα συμπίεσης - ψύξης των ατμών. Αν αυτές οι διατάξεις αστοχήσουν, συμβαίνει απώλεια ψύξης και αύξηση της εσωτερικής πίεσης της δεξαμενής. Μια επιπλέον αιτία ανεπάρκειας ψύξης είναι η είσοδος στο περίβλημα ποσότητας επικίνδυνης ουσίας σε θερμοκρασία υψηλότερη από την κανονική. Η ενδεχόμενη αδυναμία του συστήματος να απομακρύνει έγκαιρα την επιπρόσθετη ποσότητα θερμότητας, οδηγεί σε υπερπίεση και πιθανή ρήξη του περιβλήματος.

III. Υπερπλήρωση: Αν η υγρή φάση σε μια δεξαμενή ξεπεράσει το καθορισμένο όριο, μπορεί να αυξηθεί η πίεση της αέριας φάσης και να δημιουργηθεί υπερπίεση. Αυτό μπορεί να συμβεί κατά το γέμισμα της δεξαμενής ή κατά τη διάρκεια της ανακυκλοφορίας της υγρής φάσης.

IV. Αύξηση θερμοκρασίας: Αναλύεται σε (α) Εσωτερική αύξηση της θερμοκρασίας που προέρχεται αποκλειστικά από εξώθερμη χημική αντίδραση της επικίνδυνης ουσίας (μπορεί να οφείλεται σε: ουσία μη συμβατή, αντίδραση εκτός ελέγχου, καύση), και (β) Εξωτερική αύξηση της θερμοκρασίας όπου μια πηγή εξωτερικής ακτινοβολίας, συνήθως πυρκαγιά κοντά στο περίβλημα θερμαίνει την επικίνδυνη ουσία με αποτέλεσμα να αυξηθεί η πίεση και στη συνέχεια να αστοχήσει το περίβλημα.

#### *Γ.2) Φαινόμενο Rollover*

Συμβαίνει κυρίως σε δεξαμενές LNG. Όταν υπάρχει διαφορά στην πυκνότητα του LNG που διοχετεύεται στη δεξαμενή, απ'αυτό που ήδη υπάρχει μέσα, είναι δυνατό να δημιουργηθούν στρώματα διαφορετικής πυκνότητας, θερμοκρασίας και σύστασης. Rollover είναι η απότομη μετατόπιση των στρωμάτων αυτών για την επίτευξη θερμοδυναμικής ισορροπίας, που έχει ως αποτέλεσμα λόγω μεταφοράς θερμότητας και μάζας, ταχεία και μεγάλη έκλυση ατμών που ανεβάζει την πίεση.

#### *Γ.3) Μέτωπο πίεσης*

Πρόκειται για μια απότομη αύξηση της πίεσης σε σωλήνες ροής υγρών ή υγροποιημένων ουσιών. Μπορεί να συμβεί στις εξής περιπτώσεις:

- Εάν μια βάνα σε μια σωλήνα υγρού κλείσει γρήγορα, η μεταβολή της ορμής είναι τεράστια σε πολύ μικρό χρόνο και αναπτύσσεται μια πολύ μεγάλη πίεση στη βάνα. Το φαινόμενο αυτό που είναι γνωστό ως υδραυλικός κριός ή υδραυλικό πλήγμα (water hammer), μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή τη βάνα αλλά και ολόκληρο τμήμα της γραμμής.
- Όταν μια βαλβίδα αντεπιστροφής δεν κλείνει αρκετά γρήγορα, δημιουργείται υψηλή πίεση στη μία της πλευρά και χαμηλή στην άλλη με αποτέλεσμα να καταστραφεί.
- Σε υγροποιημένο αέριο με ψύξη, μπορεί να δημιουργηθεί διαστρωματωμένη ροή μεταξύ της υγρής και της αέριας φάσης με έντονες διακυμάνσεις στην πίεση και τη θερμοκρασία των φάσεων.

### Μέτρα ασφαλείας

Η υπερπίεση αντιμετωπίζεται με μηχανισμούς ανακούφισης που μπορεί να είναι:

1. Ασφαλιστικές βαλβίδες (βαλβίδες ελατηρίου που ρυθμίζονται ώστε να ανοίγουν αυτόματα όταν η εσωτερική πίεση ξεπεράσει κάποια συγκεκριμένη τιμή ασφαλείας).
2. Ασφαλιστικοί δίσκοι (ελάσματα λεπτού πάχους ώστε να διαρρηγνύονται όταν η πίεση ξεπεράσει κάποια συγκεκριμένη τιμή).
3. Σωλήνας εξαέρωσης (είναι αρκετός για δεξαμενές ατμοσφαιρικής πίεσης χωρίς πτητικά υγρά).
4. Βαλβίδες πίεσης-κενού, ρυθμισμένες σε κατάλληλη περιοχή γύρω από τη βαρομετρική πίεση.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η πρόβλεψη για το πού θα διοχετευθούν οι ποσότητες επικίνδυνων ουσιών που απελευθερώνονται απ' τα ασφαλιστικά. Στην περίπτωση των εύφλεκτων ουσιών πρέπει να εξασφαλίζεται ότι στην έξοδο οι ατμοί διαλύονται ταχύτατα στον αέρα και η αναλογία τους είναι κάτω από το χαμηλό όριο αναφλεξιμότητας. Διαφορετικά πρέπει να καίγονται σε κατάλληλα σχεδιασμένους πυρσούς. Τα υγρά συλλέγονται σε ειδικά δοχεία, ή σε ειδικές εγκαταστάσεις. Διαφυγές τοξικών ουσιών συλλέγονται και οδηγούνται σε εγκαταστάσεις απορρόφησης.

Εκτός από τα γενικά μέτρα ασφάλειας, για κάθε περίπτωση που προαναφέρθηκε υπάρχουν και ειδικά μέτρα ασφάλειας:

- Είσοδος αερίου: ύπαρξη κατάλληλων ρυθμιστών πίεσης του αερίου πριν την είσοδο του στο περίβλημα.
- Ανεπάρκεια ψύξης: έλεγχος και συντήρηση μονώσεων, διατάξεις ελέγχου θερμοκρασίας, εφεδρικό σύστημα συμπίεσης.
- Υπερπλήρωση: ύπαρξη διατάξεων ελέγχου στάθμης
- Αύξηση θερμοκρασίας: μέτρα κατά της εισαγωγής μη συμβατής ουσίας (χωροταξική απόσταση μεταξύ μη συμβατών ουσιών, διαφορετικά στόμια στα σημεία τροφοδοσίας), μέτρα κατά των εκτός ελέγχου αντιδράσεων (χημικές αναλύσεις σταθερότητας, έλεγχος προσμίξεων), μέτρα κατά της καύσης (ανιχνευτές οξυγόνου), μέτρα για την αντιμετώπιση εξωτερικής αύξησης θερμοκρασίας (υλικά που αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, ψεκασμός με νερό).
- Φαινόμενο Rollover: περιορισμός διακυμάνσεων της σύστασης του LNG, ανάμιξη του περιεχομένου της δεξαμενής χρησιμοποιώντας σημεία γεμίσματος στην κορυφή και τον πυθμένα, ανάμιξη με αντλίες ανακυκλοφορίας, έλεγχος πίεσης της δεξαμενής, παρακολούθηση των παραμέτρων που οδηγούν στην στρωματοποίηση του LNG, ύπαρξη εξαεριστικού μεγάλης δυναμικότητας.
- Μέτωπο πίεσης: αντιμετωπίζεται στη φάση του σχεδιασμού της εγκατάστασης, καθώς και με τη θέσπιση διαδικασιών ανεπιθύμητου απότομου κλεισίματος βάνας.



#### (Δ) Υψηλή θερμοκρασία

Η υψηλή εξωτερική θερμοκρασία αποτελεί μια πιθανή αιτία αστοχίας του περιβλήματος και μπορεί να προέρχεται από μια πηγή εξωτερικής ακτινοβολίας, συνήθως πυρκαγιά. Η υπερθέρμανση του εξωτερικού κελύφους έχει σαν αποτέλεσμα την εξασθένηση του, μείωση της αντοχής και δημιουργία ρήγματος. Ειδικά σε δεξαμενές υγραερίου υπό πίεση υπάρχει ο κίνδυνος του φαινομένου BLEVE.

#### Μέτρα για τον περιορισμό του φαινομένου

(α) Σταθερό σύστημα ψύξης με καταιονισμό νερού, (β) Αποφυγή έκθεσης περιβλήματος σε πηγή εξωτερικής θερμικής ακτινοβολίας.

#### (Ε) Υποπίεση

Ως υποπίεση ορίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η εσωτερική πίεση μειώνεται σε σχέση με την εξωτερική. Το γεγονός αυτό εάν η ασκούμενη καταπόνηση από τη διαφορά πίεσης ξεπεράσει την αντοχή του υλικού του περιβλήματος, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του περιβλήματος. Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: υποπίεση από χαμηλή στάθμη (συμβαίνει σε δεξαμενή όταν αντληθεί μεγάλη ποσότητα περιεχομένου χωρίς την κατάλληλη εξαέρωση, είτε συνδεθεί αναρρόφηση κενού), υποπίεση από χαμηλή θερμοκρασία (συμβαίνει σε τμήματα εξοπλισμού με ταυτόχρονη αλλαγή φάσης, όπως κατά τη συμπύκνωση ενός ατμού, την απορρόφηση ατμού, την ψύξη ενός πτητικού υγρού κλπ).

#### Μέτρα ασφαλείας

Αντιμετωπίζεται με διατάξεις ανακούφισης κενού, τύπου βάνας ή δίσκου. Όταν δεν επιτρέπεται η είσοδος αέρα, διοχετεύεται στο περίβλημα αδρανές αέριο.

#### (ΣΤ) Κραδασμοί

Οι κραδασμοί μπορεί να προκαλέσουν παραμορφώσεις σε εξαρτήματα, φθορά σε κινούμενα μέρη με πιθανό αποτέλεσμα δομική αστοχία λόγω κόπωσης. Μέσω ειδικών οργάνων μετρούνται μεταβλητές κραδασμών (μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση). Οι μέθοδοι ελέγχου κραδασμών μπορούν επίσης να εφαρμοστούν και σε στατικό εξοπλισμό, όπως στήλες απόσταξης και απορρόφησης αερίων καθώς και εναλλάκτες θερμότητας.

#### Μέτρα ασφάλειας

Κατάλληλες σχεδιαστικές, κατασκευαστικές και λειτουργικές προβλέψεις για την αποφυγή έκθεσης του περιβλήματος σε κραδασμούς μεγαλύτερης συχνότητας από την κρίσιμη συχνότητα του.

#### (Ζ) Εξωτερικό φορτίο

Στην περίπτωση που κάποιο εξωτερικό φορτίο ασκεί καταπόνηση που υπερβαίνει την αντοχή του περιβλήματος τότε μπορεί να προκληθεί ρήξη. Η καταπόνηση λόγω εξωτερικού φορτίου μπορεί να οφείλεται σε πρόσθετο φορτίο όπως είναι η πρόσκρουση βαρέας αντικειμένου,

θραύσματα από παρακείμενη έκρηξη με μεγάλη ταχύτητα, πτώση αεροσκάφους ή ελικοπτέρου, ανθρώπινο σφάλμα (π.χ. υπερφόρτωση οροφής κτιρίου) κλπ. Επίσης μπορεί να οφείλεται σε κάποιο φυσικό φαινόμενο όπως χιόνι-πάγο, σεισμό, πλημμύρα, ανεμοθύελλα κλπ.

#### Μέτρα προστασίας

- Το περίβλημα να έχει σχεδιαστεί με βάση αντισεισμικό κανονισμό.
- Θα πρέπει να προβλέπονται κατάλληλα συστήματα διοχέτευσης και αποστράγγισης του βρόχινου νερού για την προστασία του εξοπλισμού στην περίπτωση πλημμύρας.
- Κατά το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ταχύτητα των ανέμων με μελέτη των μετεωρολογικών στοιχείων της περιοχής.

## **2. Παράκαμψη Περιβλήματος**

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία απώλειας περιβλήματος συμβαίνει όταν η επικίνδυνη ουσία παρακάμπτει το περίβλημα και απελευθερώνεται από κάποια δίοδο διαφυγής (π.χ. βάνες ή κλαπέτα). Η απώλεια περιβλήματος λόγω παράκαμψης μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες:

#### (Α) Δίοδος ανοικτή κατά την έναρξη της λειτουργίας

Αν μετά από μια περίοδο συντήρησης της εγκατάστασης, από αμέλεια ή πλημμελή έλεγχο, μια ή περισσότερες βάνες αφεθούν ανοιχτές, κατά τη διάρκεια της επαναλειτουργίας, η επικίνδυνη ουσία που τροφοδοτήθηκε, θα διαρρέυσει από την ανοιχτή δίοδο.

Μέτρα πρόληψης του φαινομένου είναι η συστηματική επιθεώρηση πριν από κάθε επαναλειτουργία.

#### (Β) Άνοιγμα διόδου κατά τη λειτουργία

Το άστοχο άνοιγμα μιας βάνας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας προκαλεί διαρροή της επικίνδυνης ουσίας. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- Άνοιγμα λάθος βάνας, κυρίως από κεντρική αίθουσα ελέγχου.
- Κανονικό άνοιγμα βάνας, κυρίως σε αποστράγγιση νερού από δεξαμενή, αλλά αδυναμία κλεισίματος. Μπορεί να συμβεί από αστοχία αυτοματισμού βάνας, από καθυστέρηση ή αδυναμία του χειριστή σε χειροκίνητη βάνα, από δημιουργία πάγου λόγω ύπαρξης υγρασίας στο στόμιο της βάνας κλπ.
- Κατά τη διάρκεια συντήρησης εν λειτουργία ενός τμήματος εγκαταστάσεων, η βάνα απομόνωσης ενώ θεωρείται ή φαίνεται κλειστή, είναι ανοιχτή και προκαλεί διαρροή.

### Μέτρα προστασίας

(α) Ύπαρξη σε σειρά δεύτερης βάνας

(β) Οι προγραμματισμένες αποστραγγίσεις να γίνονται σε δοχεία και να υπάρχουν κανάλια περισυλλογής ή λεκάνες στο σημείο εκροής της βάνας.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ**

### **ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ Ή ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΕΝΑΥΣΗΣ ΕΥΦΛΕΚΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ**

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την έναυση εύφλεκτης ουσίας είναι η "ύπαρξη εύφλεκτου μίγματος" και η "ύπαρξη πηγής έναυσης". Το εύφλεκτο μίγμα αποτελείται από "αέρια φάση καυσίμου" και "οξυγόνο".

#### **1. Ύπαρξη οξυγόνου**

Το οξυγόνο είναι απαραίτητο στοιχείο για το φαινόμενο της καύσης. Εάν η διαφυγή της εύφλεκτης ουσίας γίνει στην ατμόσφαιρα τότε η ύπαρξη οξυγόνου είναι δεδομένη και τα μόνα δυνατά προστατευτικά μέτρα είναι αυτά που αποσκοπούν στη μείωση του όπως στην περίπτωση της κατάσβεσης.

#### **2. Αέρια φάση καυσίμου**

Η "ύπαρξη ικανής ποσότητας καυσίμου στην αέρια φάση" είναι το δεύτερο απαραίτητο συστατικό για το φαινόμενο της έναυσης. Σε περίπτωση διαφυγής εύφλεκτης ουσίας, αν δεν υπάρξει η "ανίχνευση της διαφυγούσας ουσίας" ή σε περίπτωση έγκαιρης ανίχνευσης δεν υπάρξει "έλεγχος της διαφυγής", τότε η έκλυση θα διαρκέσει όσο χρειάζεται ώστε να υπάρξει η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου στην αέρια φάση.

Για την αποτροπή της έναυσης θα πρέπει μέσα σε χρονικό διάστημα μικρότερο από αυτό που απαιτείται για τη διαφυγή της ποσότητας που απαιτείται για τη δημιουργία αναφλέξιμου μίγματος, να γίνει η ανίχνευση της επικίνδυνης ουσίας που έχει διαφύγει, ο εντοπισμός του σημείου διαφυγής και η άμεση ενεργοποίηση των συστημάτων ελέγχου της διαρροής. Ανάλογα με το είδος της ουσίας τα προστατευτικά μέτρα ανίχνευσης διακρίνονται σε ανιχνευτές αέριας φάσης και ανιχνευτές υγρής φάσης. Οι ανιχνευτές αυτοί είτε εντοπίζουν άμεσα την επικίνδυνη ουσία, είτε μετρώντας κάποια κρίσιμη παράμετρο προειδοποιούν έμμεσα για τη διαρροή (π.χ. αισθητήρες θερμοκρασίας για LNG).

Ο έλεγχος της διαφυγής συνίσταται στη "διακοπή της διαφυγής" και στη "συλλογή ή αδρανοποίηση" της τυχόν διαφυγούσας ποσότητας. Αν η απώλεια περιβλήματος συμβεί σε σωληνώσεις ή σε μηχανήμα παραγωγής, βάνες απομόνωσης πριν και μετά (που κλείνουν αυτόματα με την ανίχνευση της διαφυγής) περιορίζουν την ποσότητα διαφυγής στο χώρο μεταξύ τους. Σε μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους, συνήθως δεξαμενές, ένα μέτρο προστασίας είναι η ύπαρξη διπλού περιβλήματος που μπορεί να δεχτεί όλο το περιεχόμενο στην περίπτωση αστοχίας του εσωτερικού. Ένα είδος μέτρων ελέγχου της διαφυγής, για

ουσίες που βρίσκονται στην υγρή φάση, είναι αυτά που συμβάλλουν στη συλλογή υγρών διαφυγών, όπως:

- Αναχώματα για κάθε δεξαμενή, χωρητικότητας ίσης με τη δεξαμενή, ή για κοινό ανάχωμα ίση με τη χωρητικότητα της μεγαλύτερης δεξαμενής
- Τάφροι και υπόνομοι για τις σωληνώσεις
- Λεκάνες κατακράτησης για τη συγκέντρωση των διαφυγών και την επεξεργασία τους.
- Σωληνώσεις που δεν είναι δυνατό να βρίσκονται σε τάφρο, πρέπει να είναι συνεχούς συγκόλλησης, χωρίς βάνες και φλάντζες.

Η χρήση αφρού χρησιμοποιείται για τον περιορισμό της εξάτμισης (ειδικά των πτητικών καυσίμων) και εμποδίζει την άμεση επαφή αέρα-καυσίμου ως την οριστική περισυλλογή της ποσότητας που διέφυγε.

### 3. Πηγές έναυσης

Η συνύπαρξη εύφλεκτου μίγματος και πηγής έναυσης οδηγεί σε φωτιά ή έκρηξη. Στη συνέχεια αναφέρονται πιθανές αιτίες έναυσης και μέτρα περιορισμού ή εξάλειψης τους μέσα στην εγκατάσταση.

1. Φλόγες: Σοβαρές αιτίες έναυσης μπορεί να αποτελέσουν οι γυμνές φλόγες από καυστήρες, φούρνους, λέβητες και από τον πυρσό. Για την ασφάλεια της εγκατάστασης πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την χωροταξική τους τοποθέτηση και για ύπαρξη συστήματος διακοπής έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον πηγές έναυσης (για τις οποίες πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να μην υπάρχουν σε εγκαταστάσεις με εύφλεκτες ουσίες), μπορεί να οφείλονται σε υπαίθρια καύση σκουπιδιών, σε υπολείμματα θερμών εργασιών που κρυφοκαίνε και σε ενδεχόμενη αυτανάφλεξη ξερών χόρτων από ηλιακές ακτίνες.

2. Θερμές εργασίες: Αποτελούν αιτίες πολλών ατυχημάτων ειδικά λόγω ανάφλεξης στο τμήμα του εξοπλισμού στο οποίο γίνεται η εργασία. Τέτοιου είδους εργασίες μπορεί να είναι: συγκολλήσεις, κοπή μετάλλων και λείανση επιφανειών. Για την αποφυγή έναυσης λόγω των εργασιών αυτών απαιτείται αυστηρός έλεγχος των θερμών εργασιών που περιλαμβάνει εκπαίδευση, επίβλεψη και γραπτές άδειες.

3. Θερμές επιφάνειες: Πρόκειται για τον εξοπλισμό θερμών διεργασιών και κινούμενα εξαρτήματα που υπερθερμαίνονται από κακές συνθήκες λειτουργίας (ρουλεμάν, αντλίες κλπ). Για να συμβεί ανάφλεξη καυσίμου μίγματος, η θερμοκρασία της θερμής επιφάνειας πρέπει να υπερβαίνει τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης κατά 200° Ο περίπου.

4. Θερμά σωματίδια: Είναι κυρίως σωματίδια αιθάλης από κακή καύση σε καμινάδες και πυρσούς. Αποτελεί αιτία ανάφλεξης κυρίως στα δεξαμενόπλοια. Αντιμετωπίζεται με έλεγχο της καύσης.

5. Κρούση -Τριβή: Μια πηγή έναυσης μπορεί να αποτελέσει σπινθήρας που δημιουργείται από τη μηχανική ενέργεια λόγω πτώσης αντικειμένων και τριβή επιφανειών. Αυτό συμβαίνει κυρίως κατά τη διάρκεια εργασιών παρουσία εύφλεκτων ατμών, με κοινά εργαλεία. Οι

συνηθέστερες περιπτώσεις είναι κρούση μετάλλου σε τσιμέντο ή πέτρα και τριβή σκουριασμένων επιφανειών. Η χρήση ειδικών εργαλείων λύνει το πρόβλημα, εκτός από ιδιαίτερα ευαίσθητα αέρια όπως υδρογόνο και ακετυλένιο όπου απαιτείται η απομάκρυνση τους.

6. Μηχανές Diesel: Πιθανό σημείο ανάφλεξης είναι τα καυσαέρια σε ντηζελομηχανές που η θερμοκρασία τους μπορεί να φτάσει τους 500° C. Η ανάφλεξη εύφλεκτου μίγματος από καυσαέρια μπορεί να συμβεί σε θερμοκρασία αυτοαναφλέξεως του μίγματος. Οι συνήθειες προδιαγραφές προτείνουν ότι η θερμοκρασία καυσαερίων δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.6 - 0.8 της θερμοκρασίας αυτανάφλεξεως κάθε καυσίμου αερίου που υπάρχει στην εγκατάσταση. Άλλα επικίνδυνα σημεία όπως το επαγωγικό πηνίο και η εξάτμιση πρέπει να είναι εφοδιασμένα με φλογοπαγίδες και σπινθηροπαγίδες.

7. Οχήματα: Σημαντική αιτία ανάφλεξης μπορεί να αποτελέσει κάθε είδους όχημα που κυκλοφορεί σε χημικές εγκαταστάσεις<sup>4</sup>. Τα συνηθισμένα οχήματα πρέπει να αποκλείονται από επικίνδυνες περιοχές, και τα απαραίτητα καθώς και οι γερανοί να καλύπτουν προδιαγραφές ασφαλείας.

8. Ραδιοσυχνότητες: Πολύ ισχυροί πομποί, συνήθως του στρατού, εκπέμπουν ραδιο συχνότητες που μπορεί να προκαλέσουν ανάφλεξη. Για να συμβεί αυτό χρειάζεται: (α) Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υψηλής έντασης (στην περιοχή συχνοτήτων 15 KHz - 35 GHz), (β) Ένα κτίριο στην εγκατάσταση να γίνει κεραία λήψης (πυρσός, στήλη, καμινάδα), (γ) Έναν μηχανισμό δημιουργίας σπινθήρα συνήθως σε μεταλλικές ασυνέχειες. Το φαινόμενο δεν είναι συνηθισμένο και αντιμετωπίζεται με γείωση και μόνωση των συγκεκριμένων κτιρίων.

9. Κάπνισμα: Ένας συνήθης εύκολος τρόπος ανάφλεξης είναι από αναμμένο σπίρτο ή αναπτήρα. Συνήθως σε επικίνδυνες περιοχές το κάπνισμα απαγορεύεται ή υπάρχει κάποιος ασφαλής χώρος που μόνο εκεί επιτρέπεται.

10. Στατικός Ηλεκτρισμός: Πρόκειται για μια σημαντική πηγή ανάφλεξης. Για να δράσει ο στατικός ηλεκτρισμός ως πηγή έναυσης προκαλώντας φωτιά ή έκρηξη πρέπει να υπάρχουν οι ακόλουθες προϋποθέσεις: (α) ύπαρξη εύφλεκτης ατμόσφαιρας, (β) ένα ηλεκτροστατικό φορτίο δημιουργείται, συσσωρεύεται και παράγει ένα ηλεκτρικό πεδίο που ξεπερνά την κρίσιμη τιμή εκφόρτισης, (γ) η εκφόρτιση με σπινθήρα που δημιουργείται έχει ενέργεια μεγαλύτερη από την ελάχιστη ενέργεια ανάφλεξης της εύφλεκτης ατμόσφαιρας. Κατά συνέπεια τα μέτρα κατά του στατικού ηλεκτρισμού σκοπεύουν στο να αποκλείσουν έναν ή περισσότερους από τους παραπάνω παράγοντες. Συγκεκριμένα για τα καύσιμα, μέτρα που πρέπει να ακολουθούνται είναι:

- Αποφυγή εύφλεκτων μιγμάτων όπου είναι δυνατό.
- Γεφύρωση αγωγών ώστε να έχουν το ίδιο δυναμικό και γείωση τους ώστε το φορτίο να διαρρέει τη γη. Η ολική αντίσταση της γείωσης για αγωγίμα υλικά δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10 Ω, ίδια με της αντικεραυνικής προστασίας.
- Μετατροπή της αγωγιμότητας των υγρών που επιτυγχάνεται με διάφορα πρόσθετα, ειδικά στο υγρό πετρέλαιο όπου δημιουργούνται οι κατάλληλες αγωγιμότητες 50 ή 5000 pS/m.

Πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στα υγρά προϊόντα της απόσταξης, αυξάνοντας την αγωγιμότητα από 200 έως 1000 pS/m.

- Περιορισμός ταχύτητας ροής. Το ρεύμα λόγω στατικού ηλεκτρισμού που δημιουργείται κατά τη ροή υγρών σε αγωγούς είναι ανάλογο του τετραγώνου της ταχύτητας και τάξης μεγέθους 10-10, 10-7 A. Ταχύτητες ασφαλείας προτείνονται 7 m/s για υγρά χωρίς αδιάλυτες ουσίες και 1 m/s για καύσιμα που περιέχουν σταγόνες νερού, γιατί εκεί η δημιουργία φορτίων είναι 50 φορές μεγαλύτερη.
- Στα φίλτρα υγρών δημιουργείται ιδιαίτερο στατικό φορτίο και γι' αυτό πρέπει να παρέχεται ικανός χρόνος ανακούφισης, συνήθως με κάποιο μήκος σωληνώσεων μεταξύ φίλτρου και δεξαμενής.
- Το γέμισμα των δεξαμενών δεν πρέπει να γίνεται με ελεύθερη πτώση και παφλασμό του υγρού αλλά είτε από τον πυθμένα, είτε με σωλήνα που προσεγγίζει τον πυθμένα της δεξαμενής. Ο έλεγχος στάθμης πρέπει να γίνεται με ειδικές αντιστατικές διατάξεις. Όταν χρησιμοποιούνται μη αγωγίμες δεξαμενές, το υγρό πρέπει να είναι σε επαφή με αγωγίμο γειωμένο μέσον.
- Τα μέτρα εναντίον της φόρτισης του ανθρώπινου σώματος αφορούν ειδικά παπούτσια, και το πάτωμα. Υπάρχουν δύο είδη υλικών κατασκευής: αντιστατικά και αγωγή. Και τα δύο προφυλάσσουν από στατικό ηλεκτρισμό, ενώ μόνο το πρώτο και από ηλεκτροπληξία.
- Κινούμενα μηχανήματα δημιουργούν στατικό ηλεκτρισμό, που σε πολλές περιπτώσεις αντιμετωπίζεται με γείωση. Οι μεταφορικές ταινίες που συσσωρεύονται φορτία πρέπει να γίνουν περισσότερο αγωγίμες με πρόσθετα στο υλικό τους.

11. Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός: Μια πολύ συνηθισμένη αιτία έναυσης είναι το βραχυκύκλωμα που αφορά τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό και εγκαταστάσεις όπως διακόπτες, πίνακες, συσκευές, κινητήρες κλπ. Οι επικίνδυνες περιοχές κατατάσσονται σε τρεις ζώνες ανάλογα με την επικινδυνότητα τους: *Ζώνη 0* (μια περιοχή στην οποία ένα εκρηκτικό αέριο μίγμα είναι συνεχώς παρόν, ή παρόν για μεγάλες χρονικές περιόδους), *Ζώνη 1* (μια περιοχή στην οποία ένα εκρηκτικό αέριο μίγμα είναι δυνατό να υφίσταται, σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας), *Ζώνη 2* (μια περιοχή στην οποία ένα εκρηκτικό αέριο μίγμα δεν είναι δυνατό να υφίσταται σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, αλλά μπορεί να εμφανιστεί για ένα μικρό χρονικό διάστημα μόνο). Οι βασικές κατηγορίες ηλεκτρικής προστασίας είναι οι εξής: Flameproof enclosure (f), Increased safety (e), Pressurized apparatus (p), Intrinsic safety (I), Oil immersion (o), Powder/ sand filling (q), Moulding – Encapsulation (m), Special protection (s). Οι επιτρεπόμενοι τύποι προστασίας ανά ζώνη είναι: *Ζώνη 0:* I, s, *Ζώνη 1:* I, s, d, p, e, *Ζώνη 2:* I, s, d, p, e, o, q

12. Κεραυνός: Ο κεραυνός μπορεί να αποτελέσει πηγή έναυσης. Για την προστασία από κεραυνούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν: (α) αλεξικέραυνα ακίδας, με ιοντίζοντα μηχανισμό ή άνευ (ραδιενεργού ιονισμού ή ηλεκτρικού ιονισμού), (β) κλωβοί Faraday με διανεμημένες ακίδες έλξης κεραυνών, (γ) αλεξικέραυνα κλωβού Faraday, χωρίς ακίδες έλξης, (δ) αλεξικέραυνα απώθησης ή απόσβεσης, (ε) μικτά συστήματα (αποτελούνται από κλωβό χωρίς ακίδες και αλεξικέραuno απώθησης ή απόσβεσης).

#### **4. Μέτρα πυροπροστασίας**

##### Παθητική πυροπροστασία

Με την παθητική πυροπροστασία επιδιώκεται να γίνουν οι κατάλληλες προβλέψεις ώστε σε περίπτωση πυρκαγιάς να διασφαλίζονται οι ανθρώπινες ζωές και οι επιπτώσεις της να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες στις κατασκευές. Έτσι κατά τη σχεδίαση του βιομηχανικού κτιρίου θα πρέπει να προβλέπονται:

- οι συμπεριφορές των δομικών κατασκευών στις αναμενόμενες πυρκαγιές (δείκτες πυραντίστασης δομικών στοιχείων, πυροθερμικό φορτίο κλπ)
- πυράντοχα διαχωριστικά στοιχεία ειδικά για χώρους λεβήτων, αποθήκευσης καυσίμων και χημικών υλικών, εγκαταστάσεων μετασχηματιστών, εκρηκτικών κλπ
- οδοί διαφυγής ελεύθεροι (πόρτες πυρασφάλειας, εξασφαλισμένα κλιμακοστάσια, φωτισμός ασφαλείας κλπ)
- οι διαδρομές των καπναερίων κλπ, ώστε να μην διαχέονται προς τις οδούς διαφυγής,
- πυροφραγμοί σε θέσεις ανοιγμάτων (αγωγών, αναβατήρων κλπ).

##### Ενεργητική πυροπροστασία

Η ενεργητική πυροπροστασία περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων και των ενεργειών που σχετίζονται με την καταπολέμηση πυρκαγιάς που έχει ήδη εκδηλωθεί. Οι βασικότερες ρυθμίσεις είναι:

- πυρανίχνευση-συναγερμός (συστήματα ανίχνευσης καπνού, συστήματα ανίχνευσης φωτιάς, κεντρικός πίνακας ελέγχου, εφεδρική πηγή ενέργειας, ανίχνευση εκρηκτικών αερίων, σειρήνες συναγερμού, φωτεινά σήματα κλπ)
- φορητοί και τροχήλατοι πυροσβεστήρες διαφόρων τύπων,
- μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο,
- ειδικά συστήματα πυρόσβεσης, κατά περίπτωση (τεχνητή ομίχλη νερού, καταιονισμός με διοξείδιο του άνθρακα, με σκόνες, αφρούς κ.α.)
- πυροσβεστικά οχήματα,
- εκπαίδευση προσωπικού, ετοιμότητα ομάδων πυρασφάλειας,
- συστήματα επικοινωνίας (τηλέφωνα, ασύρματα κλπ) και ειδοποίησης (Πυροσβεστική, ΕΚΑΒ, γειτονικών επιχειρήσεων κλπ)
- οργάνωση διάσωσης κ.α.



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ**

### **ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

#### **1. ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ DOW**

Η μέθοδος υπολογισμού του Δείκτη Dow αποτελεί μια απλοποιημένη εκδοχή της μεθόδου που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Dow Chemical και καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ένα σύστημα ταχείας κατάταξης (rapid ranking system) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάταξη, ανάλογα με την επικινδυνότητα, των μεμονωμένων μονάδων μιας μεγαλύτερης και πιο σύνθετης εγκατάστασης (ILO, 1988).

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου, η υπό μελέτη εγκατάσταση πρέπει να υποδιαιρεθεί σε λογικά ανεξάρτητες μονάδες ή τμήματα. Γενικά, ένα τμήμα μπορεί να χαρακτηρίζεται από τη φύση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε αυτό ή να αποτελεί ένα μέρος της εγκατάστασης που διαχωρίζεται από αυτή χωρικά. Τμήμα μιας εγκατάστασης μπορεί ακόμη να αποτελεί ένα κομμάτι του εξοπλισμού, ένα μέρος ή ένα σύστημα που μπορεί να προκαλέσει ένα συγκεκριμένο κίνδυνο. Παραδείγματα λογικά ανεξάρτητων μονάδων μπορεί ενδεικτικά να αποτελούν τα παρακάτω:

- τμήμα τροφοδοσίας
- τμήμα ψύξης/ θέρμανσης
- τμήμα απόσταξης
- τμήμα έκπλυσης
- τμήμα συλλογής
- τμήμα ανάκτησης
- σύστημα πυρσού
- δεξαμενές αποθήκευσης κλπ.

Στην περίπτωση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης, κάθε δεξαμενή και σιλό μπορεί να θεωρηθεί ως ξεχωριστή μονάδα. Στην περίπτωση αποθήκευσης επικίνδυνων ουσιών σε μονάδες (σακιά, μπουτίλιες, βαρέλια κ.λπ.), το σύνολο των συσκευασμένων μονάδων που αποθηκεύονται σε μια θέση, θεωρείται ως ένα τμήμα της εγκατάστασης.

#### **Προσδιορισμός του δείκτη φωτιάς και έκρηξης F και του δείκτη τοξικότητας T**

Για κάθε μονάδα της εγκατάστασης που περιέχει εύφλεκτες ή τοξικές ουσίες, μπορούν να καθοριστούν ένας δείκτης πυρκαγιάς και έκρηξης F ή/ και ένας δείκτης τοξικότητας T.

Ο δείκτης F (fire and explosion index F) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F = MF \times (1 + GPH_{tot}) \times (1 + SPH_{tot})$$

Όπου:

MF (*material factor*) = μέτρο της εν δυνάμει ενέργειας των υφιστάμενων επικίνδυνων ουσιών

GPH<sub>tot</sub> (*general process hazards*) = μέτρο των εγγενών κινδύνων στη διεργασία, εξαρτώμενο από τη φύση και τα χαρακτηριστικά της διεργασίας.

Επισημαίνεται ότι ο παράγοντας MF αποτελεί μέτρο της ενέργειας των πλέον επικίνδυνων ουσιών ή μιγμάτων που βρίσκονται στην εγκατάσταση. Ο παράγοντας αυτός κυμαίνεται μεταξύ 0 και 40, ενώ όσο μεγαλύτερη η τιμή του, τόσο υψηλότερη είναι και η τιμή της διαθέσιμης ενέργειας.

Ο παράγοντας MF καθορίζεται χρησιμοποιώντας μόνο δύο ιδιότητες –την ευφλεξιμότητα και την αντιδραστικότητα- που χαρακτηρίζονται από την αστάθεια και την ικανότητα αμέσου αντιδράσεως με το νερό μιας χημικής ουσίας. Ο παράγοντας MF για πολλές ουσίες λαμβάνεται από πίνακες, ενώ πρέπει να καθοριστεί για κάθε επικίνδυνη ουσία που υφίσταται στην εγκατάσταση.

SPH<sub>tot</sub> (*special process hazards*) = μέτρο των κινδύνων που δημιουργούνται από τη λειτουργία της συγκεκριμένης εγκατάστασης (συνθήκες διεργασιών, φύση και μέγεθος της εγκατάστασης).

Ο δείκτης τοξικότητας T υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T = \frac{T_h + T_s}{100} (1 + GPH_{tot} + SPH_{tot})$$

Όπου:

T<sub>χ</sub> = παράγοντας τοξικότητας (που λαμβάνεται από έτοιμους πίνακες) (

T<sub>s</sub> = υποκατάστατο της τιμής MAC (τμήμα 6).

Για τα GPH<sub>tot</sub> και SPH<sub>tot</sub> ισχύει ό,τι και για τον προσδιορισμό του δείκτη F .

Για τον προσδιορισμό των Δεικτών F και T, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ακόλουθος Πίνακας III.1, ο οποίος για λόγους ακρίβειας παρουσιάζεται αυτούσιος από τη βιβλιογραφία (Dow Chemical Company, 1976).

**ΔΕΙΚΤΗΣ F&E (FIRE & EXPLOSION INDEX)  
ΚΑΙ  
ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ T<sup>(1)</sup>**

NAME		DATE	
LOCATION			Job number
PLANT		Unit	Charge
MATERIALS AND PROCESS <sup>(2)</sup>			
MATERIALS		Solvents	
<b>MATERIAL FACTOR MF (see App. 2.a)</b>		→	
<b>GENERAL PROCESS HAZARDS (G.P.H.) 4</b>		penalty	Penalty used <sup>(3)</sup>
Exothermic reactions <b>4.1</b>			
Endothermic reactions <b>4.2</b>			
Material handling and transfer <b>4.3</b>			
Process units within a building <b>4.4</b>			
Add: <b>G.P.H.<sub>tot</sub></b>		→	
<b>(1 + G.P.H.) x Material Factor = Subfactor</b>		→	
<b>SPECIAL PROCESS HAZARDS (S.P.H.) 5</b>			
<i>Process temperature (use highest penalty only) 5.1</i>			
- above flashpoint		0.25	
- above boiling point		0.60	
- above auto ignition		0.75	
<i>Low pressure (atmospheric/sub atmospheric) 5.2</i>			
- hazard of peroxide formation		0.50	
- hydrogen collection systems		0.50	
- vacuum distillation at less than 0.67 bar abs.		0.75	
<i>Operation in or near flammable range 5.3</i>			
- storage of flammable liquids and LPG outdoors		0.50	
- reliance on instrumentation and/or nitrogen-or air purge to stay out of flammable range		0.75	
- always in flammable range		1.00	
<i>Operating pressure 5.4</i>			
<i>Low temperature 5.5</i>			
- between 0 and -30° C		0.30	
- below -30° C		0.50	
<b>Quantity of flammable material 5.6</b>			
- in process			
- in storage			
<i>Corrosion and erosion 5.7</i>			
<i>Leakage joints and packing 5.8</i>			
Add: <b>S.P.H.<sub>tot</sub></b>		→	
<b>(1 + S.P.H.<sub>tot</sub>) x Subfactor = Fire and Explosion Index (F&amp;E)</b>			
<b>TOXICITY INDEX T (see 6)</b>			
<b>(T<sub>h</sub> + T<sub>s</sub>) / 100 x (1 + G.P.H.<sub>tot</sub> + S.P.H.<sub>tot</sub>) = Toxicity Index (T)</b>		→	

- 1) Η μορφή αυτή αποτελεί τμήμα των οδηγιών για την σύνταξη των Μελετών Ασφάλειας και οι αριθμοί που αναφέρονται σε αυτή αναφέρονται σε αυτές τις οδηγίες.
- 2) Ο όρος “διεργασία” περιλαμβάνει τόσο την διαχείριση, όσο και την αποθήκευση.
- 3) Για ορισμένες διεργασίες οι χρησιμοποιούμενες τιμές (penalties) είναι καθορισμένες και λαμβάνονται αυτούσιες από την αντίστοιχη στήλη. Για τις υπόλοιπες διεργασίες οι τιμές αυτές διαμορφώνονται ανάλογα.

Σε περίπτωση που περισσότερες από μια επικίνδυνες ουσίες εμφανίζονται σε μια μονάδα ή τμήμα της εγκατάστασης, ορίζεται ένας μόνο δείκτης F και ένας δείκτης T για κάθε ουσία.

Κατά τον καθορισμό της κατηγορίας κινδύνου της μονάδας μιας εγκατάστασης, λαμβάνονται υπόψη οι υψηλότερες τιμές που βρίσκονται για τους δείκτες F και T αντίστοιχα.

Οι ουσίες με συγκέντρωση λιγότερο από 5% (% βάρους για τα υγρά και στερεά, % όγκου για τα αέρια) δεν χρειάζεται να εξεταστούν εδώ.

### Ταξινόμηση σε κατηγορίες κινδύνου

Με τη σύγκριση των δεικτών F ή/και T με τα κριτήρια που δηλώνονται στον Πίνακα III.1, η εν λόγω μονάδα είναι ταξινομημένη σε μια από τις τρεις κατηγορίες που έχουν καθιερωθεί για τον σκοπό αυτό. Η κατηγορία I περιλαμβάνει τις μονάδες με τον μικρότερο κίνδυνο, ενώ η κατηγορία III τις μονάδες με τον υψηλότερο δυνατό κίνδυνο, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα III.2.

**Πίνακας III.2: Κατηγορίες κινδύνου των εξεταζόμενων μονάδων**

	F&E Index F	Toxicity Index T
Category I	$F < 65$	$T < 6$
Category II	$65 \leq F < 95$	$6 \leq T < 10$
Category III	$F \geq 95$	$T \geq 10$

Σε περίπτωση όπου υφίστανται και οι δύο Δείκτες (Δείκτης F&E και Δείκτης T), λαμβάνεται υπόψη η τιμή του υψηλότερου δείκτη.

## 2. Η ΜΕΘΟΔΟΣ HAZOP (Hazard and Operability Study)

Η Ανάλυση Κινδύνου και Λειτουργικότητας (HAZOP) στηρίζεται πάνω σε δύο βασικές υποθέσεις: (α) ότι η εγκατάσταση έχει σχεδιαστεί σωστά (έχει χρησιμοποιηθεί όλη η υπάρχουσα εμπειρία σε ανάλογες καταστάσεις), (β) ότι τα υλικά και η κατασκευή ακολουθούν τα πρότυπα καθώς και τις σχεδιαστικές προδιαγραφές.

Η μέθοδος λαμβάνει υπόψη της τη διακύμανση των σημαντικών παραμέτρων λειτουργίας (θερμοκρασία, πίεση, ρυθμός ροής, στάθμη υγρών του ρεύματος διεργασίας) και προσπαθεί να ανιχνεύσει την επίδραση τους στη λειτουργία της εγκατάστασης σε συνδυασμό με ορισμένες βλάβες του εξοπλισμού. Η περιγραφή της απόκλισης των λειτουργικών παραμέτρων γίνεται με χρήση κάποιων λέξεων-κλειδιών (π.χ. υψηλή - χαμηλή: αύξηση ή μείωση ποσοτικού τύπου, όπως υψηλή πίεση, χαμηλή ροή κλπ), οι οποίες εφαρμόζονται σε όλες τις παραμέτρους ή μεταβλητές της διεργασίας που μελετάται. Ένα διάγραμμα ροής αποτελεί τη βάση για την ανάλυση. Κατά τη διεξαγωγή της ανάλυσης ασφάλειας με την εν λόγω τεχνική συμπληρώνονται τυποποιημένα διαγράμματα ξεκινώντας από την είσοδο της ουσίας στην εγκατάσταση και προχωρώντας κατά μήκος της κύριας γραμμής του ρευστού της

διεργασίας. Στη διαδρομή συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με τις αιτίες της απόκλισης των παραμέτρων από τις ονομαστικές τους τιμές, τα αποτελέσματα αυτών των αποκλίσεων, τα μέσα ανίχνευσης τους, τα συστήματα ελέγχου και πρόληψης, τις εξωτερικές επιδράσεις κλπ. Το βάθος της λεπτομέρειας επιλέγεται με προσοχή διότι καθορίζει το βάθος της ανάλυσης και το χρόνο που απαιτείται γι' αυτή. Αποτέλεσμα της ανάλυσης HAZOP είναι ο προσδιορισμός με ποιοτικό τρόπο όλου του φάσματος των πιθανών κινδύνων της εγκατάστασης. Η μέθοδος HAZOP είναι μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους ποιοτικής ανάλυσης επικινδυνότητας. Τα βασικά της πλεονεκτήματα είναι ότι συνεισφέρει:

- στην εξοικείωση με την εγκατάσταση και την εξέταση όλων των υφιστάμενων διεργασιών και τμημάτων του εξοπλισμού
- στον προσδιορισμό των ακολουθιών ατυχημάτων που δύνανται να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητο γεγονός
- στον προσδιορισμό του καταλόγου ανεπιθύμητων γεγονότων τα οποία αποτελούν γεγονότα κορυφής και ανάλυσης
- στον προσδιορισμό του καταλόγου εναρκτήριων γεγονότων.

### 3. ΔΕΝΤΡΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ (Fault Tree Analysis -FTA)

Το δέντρο σφαλμάτων είναι ένα λογικό διάγραμμα, το οποίο δείχνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των υπεύθυνων αιτιών για την εμφάνιση ενός ατυχήματος. Ξεκινώντας από ένα καλά ορισμένο ατύχημα, δηλαδή ένα *κορυφαίο γεγονός* (*top event*), η ανάλυση του δέντρου σφαλμάτων εκτελεί μία “προς τα πίσω” πορεία για την αναγνώριση όλων των πιθανών γεγονότων που μπορούν να οδηγήσουν στο κορυφαίο γεγονός. Το υπό ανάλυση κορυφαίο γεγονός που επιλέγεται και όλοι τα πιθανά γεγονότα που συμβάλλουν στη δημιουργία του παρουσιάζονται με τη μορφή ενός δέντρου. Συγκεκριμένα, τα διάφορα γεγονότα παρουσιάζονται με τη μορφή λογικών συμβόλων ενός δενδρικού δικτύου, μέσω του οποίου αναλύεται η συσχέτιση και η διαδοχή των γεγονότων που ευθύνονται για την εμφάνιση του κορυφαίου γεγονότος. Ο τελικός στόχος είναι το κατώτερο επίπεδο του δέντρου να αποτελείται από ανεξάρτητα γεγονότα, τα οποία δεν επιδέχονται επιπλέον ανάλυση.

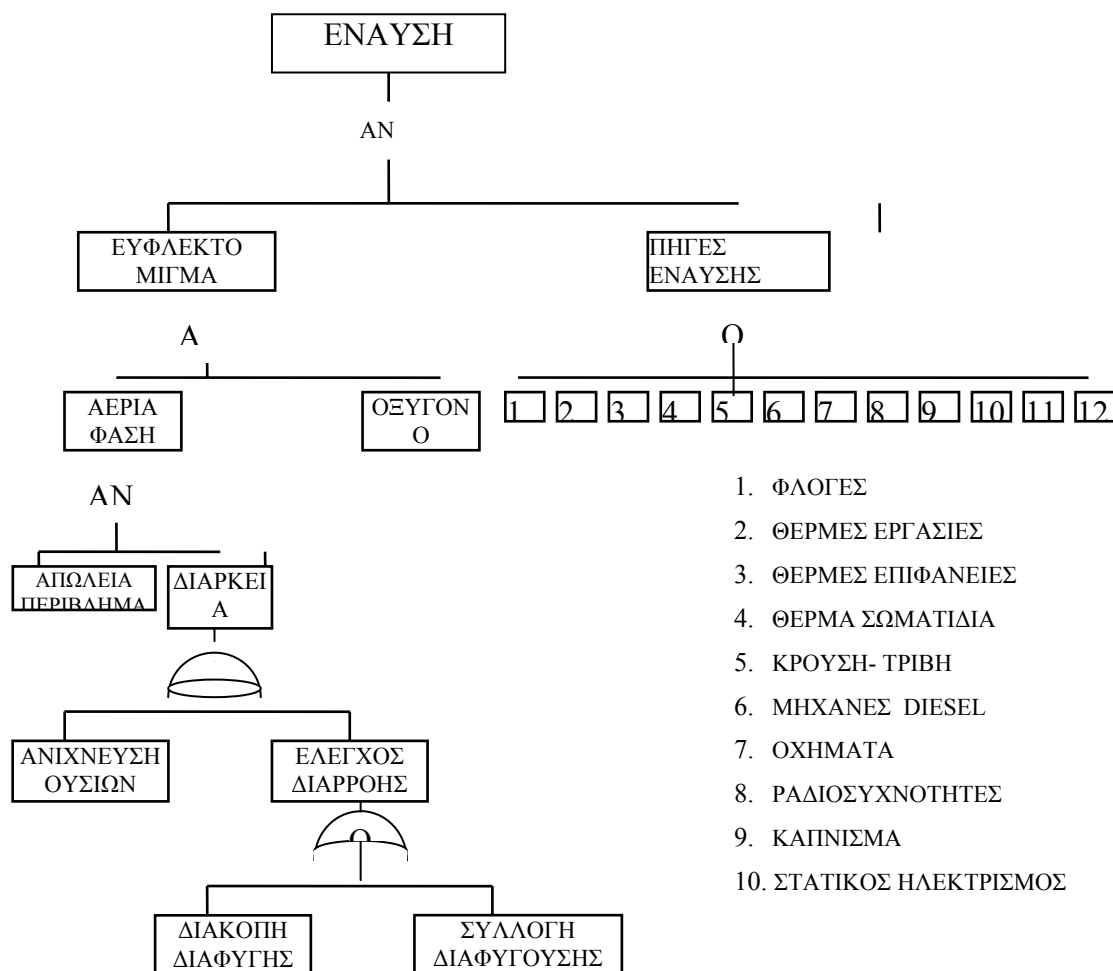
Τα γεγονότα του δέντρου διέπονται από μία συγκεκριμένη ιεραρχία που είναι η ακόλουθη:

- Κορυφαίο γεγονός: Είναι το γεγονός που τοποθετείται στην κορυφή του δέντρου, η ανάλυση του οποίου οδηγεί στη δημιουργία του υπόλοιπου δέντρου.
- Πρωτεύον γεγονός: Είναι το πρωτεύον και βασικό λάθος (αίτιο) στο οποίο οφείλεται η εμφάνιση του κορυφαίου γεγονότος.
- Δευτερεύον γεγονός: Είναι ένα δευτερεύον λάθος (αίτιο) ή επίδραση που προέρχεται από ένα άλλο γεγονός ή κάποια εξωτερική κατάσταση.
- Βασικό γεγονός: Είναι ένα γεγονός (λάθος ή όχι) το οποίο δεν επιδέχεται επιπλέον ανάλυση και τοποθετείται στη βάση του δέντρου.

Αφού καθοριστεί το κορυφαίο γεγονός, καταγράφονται όλοι οι εμπλεκόμενοι παράγοντες και συνδέονται με αυτό με τη βοήθεια των OR και AND πυλών, οι οποίες θεωρούνται τα βασικά στοιχεία ενός δέντρου αστοχιών. Η χρήση της πύλης OR σημαίνει ότι η παρουσία έστω και ενός από τους εμπλεκόμενους παράγοντες αρκεί για την πρόκληση του ατυχήματος. Αντίθετα, η χρήση της πύλης AND δηλώνει ότι πρέπει να ικανοποιούνται όλοι οι παράγοντες.

Η προς τα κάτω πορεία του δέντρου αστοχιών συνεχίζεται έως ότου χρησιμοποιηθεί όλη η διαθέσιμη πληροφορία. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του δέντρου μπορούν να προσδιοριστούν τα ελάχιστα σύνολα γεγονότων που μπορούν να οδηγήσουν στο κορυφαίο γεγονός. Δεδομένου ότι κάθε σύνολο γεγονότων έχει μία πιθανότητα αστοχίας, τα σύνολα γεγονότων που έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την αξιολόγηση, προκειμένου να εξεταστούν περαιτέρω και να εκτιμηθούν με μεγαλύτερη προσοχή.

Ένα παράδειγμα Δέντρου Σφαλμάτων που αφορά σε έναυση υγροποιημένου εύφλεκτου αερίου, παρουσιάζεται στο Σχήμα III.1:



**Σχήμα III.1:** Δέντρο Σφαλμάτων για έναυση υγροποιημένου εύφλεκτου αερίου (Πηγή: Ανεζίρη, 2000)

#### 4. ΔΕΝΤΡΑ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ (Event Trees)

Η ανάλυση με τη Μέθοδο του Δένδρου Γεγονότων καθορίζει την απόκριση της εγκατάστασης σε κάθε εναρκτήριο γεγονός. Το δέντρο αποτελείται από κόμβους και κλάδους και έχει τόσους κόμβους όσους τα συστήματα που συμμετέχουν στην απόκριση της εγκατάστασης στη συγκεκριμένη φάση. Κάθε κόμβος διακλαδίζεται σε τόσους κλάδους όσες και οι δυνατές καταστάσεις του συστήματος που αντιστοιχεί στον κόμβο. Έτσι δημιουργούνται όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί καταστάσεων των συστημάτων σαν μονοπάτια (paths) ή κλάδους (branches) του δέντρου. Μετά την ανάπτυξη του δέντρου καθορίζεται για κάθε μονοπάτι αν το εναρκτήριο γεγονός, συνδυασμένο με τη συγκεκριμένη ακολουθία καταστάσεων των συστημάτων, οδηγεί σε επιτυχή απόκριση της εγκατάστασης ή σε ατύχημα. Τα "μονοπάτια" που οδηγούν σε ατύχημα ονομάζονται "ακολουθίες γεγονότων".

Όσον αφορά στην ποσοτικοποίηση του Δένδρου Γεγονότων, η πιθανότητα κάθε κλάδου του δένδρου γεγονότων, υπολογίζεται από τη συχνότητα του εναρκτήριου γεγονότος καθώς και από τις επιμέρους πιθανότητες των καταστάσεων των συστημάτων που συμμετέχουν στην ακολουθία.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

### ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ (DOMINO EFFECTS)

Ορίζουμε ως *πρωτογενή εσωτερικά ατυχήματα* αυτά που μπορεί να εκδηλωθούν στην εγκατάσταση και να δημιουργήσουν επιπτώσεις (καταστροφικές αστοχίες) σε γειτονικούς εξοπλισμούς της ίδιας της εγκατάστασης ή σε εξοπλισμούς γειτονικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων (*δευτερογενή εσωτερικά ατυχήματα*).

Κατ' αντιστοιχία ορίζουμε ως *πρωτογενή εξωτερικά ατυχήματα* αυτά που μπορεί να εκδηλωθούν σε γειτονικές προς την εγκατάσταση βιομηχανικές μονάδες και να δημιουργήσουν επιπτώσεις (καταστροφικές αστοχίες) στους εξοπλισμούς της ίδιας της εγκατάστασης (*δευτερογενή εσωτερικά ατυχήματα*).

*Ακτίνα πολλαπλασιαστικών επιπτώσεων* θεωρείται η απόσταση από το σημείο του ατυχήματος μέχρι το σημείο που αντιστοιχεί σε χαρακτηριστική τιμή θερμικής ακτινοβολίας ή υπερπίεσης, που είναι δυνατό να προκαλέσει σοβαρή ζημιά σε εξοπλισμό και κατά συνέπεια, δευτερογενές ατύχημα.

#### **Ζημιές σε εξοπλισμό**

Θερμική ακτινοβολία. Η παραγόμενη θερμική ακτινοβολία κατά τη διάρκεια ενός ατυχήματος μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές στον εξοπλισμό βιομηχανικών μονάδων. Το μέγεθος της ζημιάς εξαρτάται από την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας, τη διάρκεια της έκθεσης, το υλικό (είδος υλικού, σύσταση και πάχος επιφάνειας, θέση και γεωμετρία), την ύπαρξη πρωτογενών πηγών ακτινοβολίας σε επαφή ή μη με την επιφάνεια του υλικού, καθώς και συστημάτων προστασίας (καταιονισμός).

Το AICHE θεωρεί θερμική ακτινοβολία  $37.5 \text{ kW/m}^2$  ως το όριο πρόκλησης σοβαρών ζημιών σε εξοπλισμό βιομηχανικών μονάδων (η αντίστοιχη τιμή για κτίρια είναι  $12.5 \text{ kW/m}^2$ ). Ως εμπειρικός κανόνας, αναφέρεται ότι εύφλεκτα υλικά σε βιομηχανικές μονάδες θα υποστούν σοβαρές ζημιές μετά από έκθεση  $1000 \text{ s}$  στην ανωτέρω θερμική ακτινοβολία.

Το TNO περιγράφει τις ζημιές από θερμική ακτινοβολία με βάση τη συμπεριφορά διαφόρων αντιπροσωπευτικών υλικών (ξύλο, συνθετικά υλικά, γυαλί, και χάλυβας). Σε ότι αφορά το χάλυβα, αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της προσπίπτουσας θερμικής ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει ταχεία μείωση της αντοχής του υλικού και επομένως, αστοχία δομικών στοιχείων. Διακρίνονται δύο επίπεδα ζημιών, το επίπεδο 1 που αφορά σε πλήρη διάρρηξη και το επίπεδο 2 που αφορά σε απλή παραμόρφωση των δομικών στοιχείων. Η κρίσιμη τιμή θερμικής ακτινοβολίας για την πρόκληση ζημιών επιπέδου 1 είναι  $100 \text{ kW/m}^2$  (όπως υπολογίζεται με βάση θερμοκρασία αστοχίας του χάλυβα  $500^\circ\text{C}$ ). Η κρίσιμη τιμή θερμικής ακτινοβολίας για την πρόκληση ζημιών επιπέδου 2 είναι  $25 \text{ kW/m}^2$  (θερμοκρασία παραμόρφωσης χάλυβα  $200^\circ\text{C}$ ). Γενικά, οι τιμές αυτές αναφέρονται σε εκθέσεις διάρκειας



15-20 min, αλλά μπορεί να ισχύουν και για φαινόμενα μικρότερης διάρκειας (εξαρτάται από τη γεωμετρία και τη θέση του στοιχείου). Συγκριτικά αναφέρεται ότι οι κρίσιμες τιμές θερμικής ακτινοβολίας για ζημιές επιπέδου 1 σε ξύλο και γυαλί είναι  $15 \text{ kW/m}^2$  και  $4 \text{ kW/m}^2$ , αντίστοιχα, ενώ η μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία είναι  $1 \text{ kW/m}^2$ .

Υπερπίεση. Οι επιπτώσεις μιας έκρηξης σε βιομηχανικό εξοπλισμό μπορούν να εκτιμηθούν σε σχέση με την αναπτυσσόμενη υπερπίεση, ως ακολούθως<sup>2</sup>

- Καταστροφή της κατασκευής στήριξης σφαιρικής δεξαμενής 100 kPa
- Μετακίνηση κυλινδρικής δεξαμενής, αστοχία σωληνώσεων σύνδεσης 50 –100 kPa
- Ζημιά σε αποστακτική στήλη 35 – 80 kPa
- Καταστροφή γέφυρας σωληνογραμμών 40 – 55 kPa
- Ρήγμα σε κενή δεξαμενή πετρελαίου 20 –30 kPa
- Καταστροφή οροφής δεξαμενής 7 kPa

Συγκριτικά, σε ότι αφορά κτίρια, υπερπίεση 70-83 kPa θεωρείται ότι προκαλεί ολική καταστροφή, υπερπίεση 35-50 kPa προκαλεί μερική καταστροφή, υπερπίεση 15-20 kPa προκαλεί σοβαρές αλλά επισκευάσιμες ζημιές, και υπερπίεση 3.5-5 kPa προκαλεί μικρές ζημιές (σπάσιμο παραθύρων, μικρά ρήγματα στους τοίχους). Τα όρια πολλαπλασιαστικών επιπτώσεων από διαφυγή LPG υπολογίζονται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθενός φαινομένου και τις πιθανές ζημιές σε εξοπλισμό:

- *Πύρινη σφαίρα (fireball).* Το φαινόμενο της πύρινης σφαίρας μπορεί να προκληθεί από εκτεταμένη διαρροή υγρού LPG, εάν συμβεί ακαριαία ανάφλεξη. Η φωτιά διαδίδεται ως σφαίρα που μεγαλώνει και κινείται προς τα πάνω λόγω ανώσεως. Η χρονική διάρκεια μιας τέτοιας φωτιάς είναι μικρή (<40 sec), τα επίπεδα ακτινοβολίας όμως είναι εξαιρετικά υψηλά. Σύμφωνα με το TNO<sup>14</sup>, το επίπεδο ακτινοβολίας στα όρια της σφαίρας μπορεί να φτάσει τα  $200 \text{ kW/m}^2$ . *Η ακτίνα της πύρινης σφαίρας θεωρείται ως η ακτίνα πολλαπλασιαστικών επιπτώσεων:* εντός των ορίων της σφαίρας μπορεί να συμβούν σημαντικές καταστροφές εξοπλισμού και κτιρίων. Εκτός των ορίων της σφαίρας, ο κίνδυνος αφορά κυρίως τους ανθρώπους λόγω πιθανών τραυματισμών από τη θερμική ακτινοβολία.
- *Φωτιά λίμνης υγραερίου (LPG pool fire).* Οι επιπτώσεις από φωτιά λίμνης LPG είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές της πύρινης σφαίρας. Το επίπεδο ακτινοβολίας στην επιφάνεια της φλόγας είναι της τάξης των  $100 \text{ kW/m}^2$  <sup>(3)</sup>. *Η ακτίνα πολλαπλασιαστικών επιπτώσεων είναι η απόσταση από το κέντρο της λίμνης ως το σημείο του κύκλου που αντιστοιχεί σε τιμή θερμικής ακτινοβολίας  $37.5 \text{ kW/m}^2$ .*
- *Γλώσσα φωτιάς (jet fire).* Οι ζώνες κινδύνου από φωτιά τύπου jet είναι μικρές και αφορούν κυρίως σε γειτονικό εξοπλισμό που έρχεται σε επαφή με τη γυμνή φλόγα και κατά συνέπεια εκτίθεται σε πολύ υψηλά θερμικά φορτία τα οποία μπορεί να ξεπερνούν

<sup>14</sup> “Methods for the calculation of physical effects”, TNO, 1992

την δυναμικότητα των συστημάτων καταιονισμού νερού. Το μήκος της φλόγας θεωρείται ως η ακτίνα πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων.

- *Φωτιά από ανάφλεξη αερίου νέφους (flash fire).* Εκτεταμένη διαρροή και διασπορά υγραερίου μπορεί, αν αναφλεγεί, να οδηγήσει σε φωτιά αερίου νέφους ή έκρηξη. Σε περίπτωση φωτιάς, αυτή θα καλύψει το τμήμα του νέφους που βρίσκεται εντός των ορίων αναφλεξιμότητας και θα επιστρέψει ταχύτατα στην πηγή της διαρροής. Εντός του καίόμενου νέφους υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης εξοπλισμού. Ωστόσο, ο κίνδυνος πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων είναι μικρός λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας του φαινομένου.
- *Έκρηξη αερίου νέφους (unconfined vapour cloud explosion).* Εκτεταμένη διαρροή, διασπορά και καθυστερημένη ανάφλεξη υγραερίου μπορεί να οδηγήσει σε έκρηξη αερίου νέφους. Οι ζώνες κινδύνου προσδιορίζονται από την υπερπίεση που δημιουργεί η έκρηξη και την απόσταση από το κέντρο του αερίου νέφους, δηλαδή την πηγή του ωστικού κύματος. *Υπερπίεση ίση με 700 mbar μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε βαρύ εξοπλισμό και θεωρείται ως το όριο πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων.* Ωστόσο, για την πρόκληση έκρηξης απαιτούνται συνήθως σημαντικές ποσότητες αερίου (>1 t) και κάποια μορφή περιορισμού του νέφους, όπως σε μονάδες με πυκνά δομημένο εξοπλισμό σε μικρή επιφάνεια.

Τα ανωτέρω συνοπτικά παρουσιάζονται στον Πίνακα IV.1 που ακολουθεί.

**Πίνακας IV:** Ακτίνες πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων λόγω θερμικής ακτινοβολίας και υπερπίεσης

Θερμική ακτινοβολία (KW/m <sup>2</sup> )	Περιγραφή επιπτώσεων	Σχόλια
Ακτίνα πύρινης σφαίρας	Σημαντικές καταστροφές εξοπλισμού και κτιρίων, και θανατηφόροι τραυματισμοί	Ακτίνα πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων σε περίπτωση πύρινης σφαίρας
Μήκος φλόγας	Πρόκληση σοβαρών ζημιών σε εξοπλισμό που προσπίπτει η φλόγα	Ακτίνα πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων σε περίπτωση γλώσσας φωτιάς
37.5	Πρόκληση σοβαρών ζημιών σε εξοπλισμό σε παρατεταμένη έκθεση	Ακτίνα πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων σε περίπτωση φωτιάς λίμνης
Υπερπίεση (mbar)	Περιγραφή επιπτώσεων	Σχόλια
700	Πιθανή ολική καταστροφή κτιρίων και σοβαρές ζημιές σε βαρύ εξοπλισμό	Ακτίνα πρόκλησης πολλαπλασιαστικών φαινομένων

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

I	Θέματα Οργάνωσης και Προσωπικού	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις
1	Υπάρχουν στην επιχείρηση οργανογραμματικές δομές που αποτελούν πηγή υποστήριξης σε θέματα ασφάλειας;			
2	Υπάρχει συνεργασία μεταξύ των διυλιστηρίων της χώρας με σκοπό την αλληλοϋποστήριξη σε θέματα ασφάλειας;			
3	Υπάρχει ανάγκη συνεργασίας της επιχείρησης με ειδικούς συμβούλους που έχουν την δυνατότητα να παρέχουν υποστήριξη σε θέματα ασφάλειας;			
4	Υπάρχουν Εγχειρίδια Ασφάλειας ή / και Εγχειρίδια Διαχείρισης θεμάτων ασφάλειας;			
5	Ποιες οργανωτικές δομές δραστηριοποιούνται στο έργο της ασφάλειας;			
6	Είναι καθορισμένες οι αρμοδιότητες του κρίσιμου προσωπικού που διαχειρίζεται ή εκτελεί εργασίες ή έργα που επηρεάζουν την ασφάλεια;			
7	Τα στελέχη ασκούν εποπτεία στις μονάδες για την τήρηση των κανονισμών και των πρακτικών ασφαλείας από το προσωπικό;			
8	Τα στελέχη ενημερώνονται για τους νέους κανονισμούς και κώδικες ασφαλούς πρακτικής ; Ποια υπηρεσία των εγκαταστάσεων είναι υπεύθυνη για την ενημέρωση των στελεχών γενικά στις διαδικασίες και πρακτικές ασφαλείας;			
9	Υπάρχει Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης ή Διαχείρισης Κρίσεων BAME (Βιομηχανικού Ατυχήματος Μεγάλης έκτασης) όπου καθορίζονται οι ρόλοι / αρμοδιότητες του προσωπικού που εμπλέκεται στη διαχείριση των κινδύνων σε όλα τα επίπεδα της επιχείρησης;			
10	Υπάρχουν επιχειρησιακά κέντρα στην επιχείρηση για την διαχείριση της κρίσης; Αν ΝΑΙ, πώς αυτά είναι εφοδιασμένα με κατάλληλα δεδομένα και στοιχεία και ποια είναι αυτά τα στοιχεία;			
11	Επαρκούν οι διαθέσιμοι πόροι για την αποτελεσματική εφαρμογή της διαχείρισης κρίσεων;			
12	Υπάρχει πρόβλεψη υποστήριξης της επιχείρησης από εξωτερικούς φορείς ή λοιπά διυλιστήρια για την αντιμετώπιση και διαχείριση κρίσεων;			
13	Υπάρχει διαδικασία ανάκλησης προσωπικού σε περίπτωση Έκτακτης Ανάγκης;			

14	Έχουν προσδιοριστεί όλα τα άτομα που εμπλέκονται στη διαχείριση των μεγάλων κινδύνων και τους έχουν ανατεθεί συγκεκριμένοι ρόλοι και ευθυνότητες;			
15	Λαμβάνει η εταιρία υπόψη τις ικανότητες που απαιτούνται στην εκπλήρωση των καθηκόντων του (κρίσιμου) προσωπικού;			
16	Το προσωπικό Ασφαλείας δίνει αναφορά και σε ποιόν;			
17	Είναι καθορισμένες οι αρμοδιότητες του προσωπικού που είναι υπεύθυνο για:  α. την παροχή των πόρων (υλικών και ανθρώπινων) για την ανάπτυξη και εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας;  β. την ενημέρωση του προσωπικού για τους κινδύνους που πηγάζουν από την λειτουργία των εγκαταστάσεων;  γ. την συμμόρφωση του προσωπικού με τις πολιτικές ασφαλείας της εγκατάστασης;  δ. την καταγραφή των διορθωτικών ενεργειών όπως προκύπτουν από τις επιθεωρήσεις ασφαλείας και τις διερευνήσεις των συμβάντων;  ε. την παρακολούθηση της υλοποίησης των διορθωτικών ενεργειών;  στ. την ενεργοποίηση των αρμόδιων υπηρεσιών του διυλιστηρίου σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης  ζ. τον προσδιορισμό των εκπαιδευτικών αναγκών του προσωπικού  η. την παροχή και την αξιολόγηση της εκπαίδευσης στο προσωπικό  θ. την εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας.			
18	Πως αποδεικνύεται ότι το προσωπικό αυτό πέραν των τυπικών προσόντων τους (έτη υπηρεσίας σε συγκεκριμένες θέσεις εργασίας) περνά και από συγκεκριμένες εκπαιδεύσεις (εσωτερικές ή εξωτερικές);			
19	Πως αποδεικνύεται η θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση; π.χ. στον εξοπλισμό διαχείρισης κρίσης;			
20	Υπάρχει καθορισμένο και μόνιμο προσωπικό που αναλαμβάνει την πυρασφάλεια;			
21	Η εταιρία διαθέτει Επιτροπές Ασφάλειας και εμπλέκονται στην ανάπτυξη και συντονισμό προγραμμάτων;			
22	Η απόδοση στην ασφάλεια αντικατοπτρίζεται στην ετήσια αποτίμηση της επίδοσης του προσωπικού;			
23	Στο σύστημα αξιολόγησης των επιδόσεων του προσωπικού περιλαμβάνονται και θέματα ασφαλείας ;			
24	Υπάρχουν προγράμματα ευαισθητοποίησης του προσωπικού σε θέματα ασφαλείας;			
25	Υπάρχουν καθιερωμένοι δείκτες που να μετρούν ή να εκφράζουν ποιοτικά την απόδοση στην ασφάλεια (βαρύτητας – συχνότητας, κλπ.);			

26	Υπάρχουν προγράμματα στατιστικής επεξεργασίας ατυχημάτων;			
27	Πραγματοποιούνται διερευνήσεις αιτίων διαφορών περιστατικών και με ποιο τρόπο;			
28	Παρακολουθείται η εξέλιξη υλοποίησης προτάσεων σχετιζόμενων με την ασφάλεια και βάσει ποιου οργανωτικού μηχανισμού;			
29	Υπάρχουν διαδικασίες που να εμπλέκουν όλο το προσωπικό στον προσδιορισμό θεμάτων / υποδείξεων ασφαλείας;			
30	Υπάρχει διαδικασία παρακολούθησης της πορείας υλοποίησης των υποδείξεων ασφαλείας του προσωπικού της εγκατάστασης;			
31	Συνεισφέρουν οι εργαζόμενοι (μέσω κάποιου σχήματος) στη διαμόρφωση των προγραμμάτων ενεργειών της εταιρίας για θέματα ασφαλείας που σχετίζονται με τους στόχους της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης;			
32	Πραγματοποιείται εκπαίδευση του προσωπικού των εγκαταστάσεων στην αντιμετώπιση μεγάλων ατυχημάτων ;			
33	Υπάρχουν διαθέσιμα αρχεία που να αποδεικνύουν την εκπαίδευση του προσωπικού;			
34	Υπάρχει γραπτή διαδικασία για τον προγραμματισμό και την εκτέλεση της εκπαίδευσης;			
35	Υπάρχουν διαδικασίες επιλογής των εργολάβων;			
36	Υφίσταται το προσωπικό των εργολάβων εκπαίδευσης ώστε να αποκτήσει επίγνωση των κινδύνων που υπάρχουν στην εγκατάσταση;			
37	Υπάρχει διαδικασία αξιολόγησης της συμπεριφοράς των εργολάβων μέσα στην εγκατάσταση ως προς την ασφάλεια;			
38	Αν ΝΑΙ ποιες υπηρεσίες της εγκατάστασης αξιολογούν τον εργολάβο;			
39	Υπάρχει διαδικασία δήλωσης και καταγραφής των ατυχημάτων στην εγκατάσταση;			
40	Υπάρχει διαδικασία καταγραφής και υλοποίησης των διορθωτικών ενεργειών που προκύπτουν από την έρευνα των ατυχημάτων;			
41	Διαχέονται οι πληροφορίες και τα διδάγματα από τα ατυχήματα στο προσωπικό της εγκατάστασης και με ποιό τρόπο;			
42	Υπάρχει αρχείο δεδομένων σχετικά με την τεχνογνωσία που αποκτήθηκε κατά την λειτουργία της εγκατάστασης;			
43	Υπάρχει αρχείο δεδομένων για όλα τα τεχνικά έργα που έγιναν κατά την λειτουργία της εγκατάστασης;			

<b>Π</b>	<b>Προσδιορισμός και εκτίμηση κινδύνων μεγάλου ατυχήματος</b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>	<b>Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις</b>
	Για τον εξοπλισμό των μονάδων της εγκατάστασης στις οποίες μπορεί να εκδηλωθεί μεγάλο ατύχημα και τις οποίες			

	<b>έχει επιλέξει ο επιθεωρητής μπορεί ο ασκόν την εκμετάλλευση:</b>			
1	Να καθορίσει το κρίσιμο εξοπλισμό από πλευράς ασφάλειας και τα συστήματα ασφάλειας που τον συνοδεύουν (π.χ. alarms, Emergency Shut Down)			
2	Να προσδιορίσει τους κινδύνους από μεγάλο ατύχημα;			
3	Να προσδιορίσει τα προβλέψιμα γεγονότα που οδηγούν στην εκδήλωση σεναρίων μεγάλου ατυχήματος;			
4	Να βεβαιώσει ότι έχει γίνει ανάλυση κινδύνων στον κρίσιμο εξοπλισμό; (π.χ. What if ?, HAZOP)			
5	Να εκτιμήσει την έκταση των επιπτώσεων των σεναρίων ατυχήματος ;			
6	Να παρουσιάσει τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης που λαμβάνονται σε περίπτωση εκδήλωσης των σεναρίων;			
	<b>Τα μέτρα πρόληψης &amp; αντιμετώπισης που λαμβάνονται σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος:</b>			
7	Καθορίζονται με σαφήνεια οι ασφαλείς συνθήκες λειτουργίας;			
8	Περιλαμβάνουν συστήματα αντιμετώπισης υπερβάσεων των κανονικών ορίων λειτουργίας;			
9	Περιλαμβάνουν συστήματα ανίχνευσης διαρροών τοξικών ή εύφλεκτων ουσιών από τον εξοπλισμό;			
10	Περιλαμβάνουν συστήματα πρόληψης και περιορισμού/συγκράτησης διαρροών επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον;			
11	Περιλαμβάνουν αξιόπιστες και διαθέσιμες βοηθητικές παροχές (ρεύμα, νερό, ατμός) που υποστηρίζουν τα κρίσιμα συστήματα ασφάλειας του εξοπλισμού σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης;			
12	Όταν η εφαρμογή των μέτρων προϋποθέτει και ανθρώπινη επέμβαση, μπορεί να καταδειχθεί ότι ο σχεδιασμός βασίζεται στη λογικά αναμενόμενη αντίδραση του προσωπικού της εγκατάστασης (π.χ. αντιμετώπιση πολλαπλών alarms);			
13	Περιλαμβάνουν περιοδικό έλεγχο της αξιοπιστίας των κρίσιμων συστημάτων ασφάλειας σύμφωνα τις οδηγίες των κατασκευαστών, την εμπειρία λειτουργίας, κλπ. ;			
14	Αιτιολογούνται τα μέτρα για την καταλληλότητα τους, σύμφωνα με την Ελληνική και διεθνή πρακτική;			
15	Η χωροθέτηση του εξοπλισμού είναι σύμφωνη προς τις αποστάσεις ασφαλείας που επιβάλλει η Ελληνική νομοθεσία;			
16	Όπου αυτό απαιτείται, είναι οι θάλαμοι ελέγχου και άλλα κτίρια ανθεκτικά σε ωστικό κύμα και θερμική ακτινοβολία;			
17	Πιστοποιείται η εφαρμογή των κωδικών σχεδιασμού από ανεξάρτητους αναγνωρισμένους φορείς;			
18	Έχει εφαρμόσει η εταιρία κριτήρια αξιολόγησης της καταλληλότητας των μέτρων (π.χ. από εμπειρία λειτουργίας) πέραν από τα σχεδιαστικά πρότυπα και προδιαγραφές;			

19	Λαμβάνονται μέτρα αποφυγής επανάληψης ατυχημάτων και παρ' ολίγον ατυχημάτων, ιδιαίτερα αν τα αίτια θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μεγάλα ατυχήματα;			
20	Γίνεται έλεγχος του σχεδιασμού νέου εξοπλισμού ή των αλλαγών από τους αρμόδιους Παραγωγής και Ασφάλειας της εγκατάστασης;			
21	Ποιος καθορίζει τις αρχές τους γενικούς κανόνες ασφάλειας και τα μέτρα προστασίας, όταν εκτελούνται εργασίες από εργολάβους στην εγκατάσταση;			
22	Στο πλάνο ενεργειών της εταιρίας έχουν ληφθεί υπόψη οι μελέτες/ αναλύσεις: Α. αναγνώρισης κινδύνων BAME ; Β. εκτίμησης επιπτώσεων από BAME; Γ. λήψης επιπρόσθετων μέτρων πρόληψης BAME και περιορισμού των επιπτώσεων τους ;			

III	Θέματα Ελέγχου της Λειτουργίας συμπεριλαμβανομένης της Συντήρησης	NAI	OXI	Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις
	Στον εξοπλισμό της εγκατάστασης που μπορεί να εκδηλωθεί μεγάλο ατύχημα και έχει επιλέξει ο επιθεωρητής μπορεί ο ασκών την εκμετάλλευση :			
1	Να παρουσιάσει σύστημα αδειών εργασίας, για κάθε εργασία που εκτελείται εντός του χώρου;			
2	Γίνεται στη διαδικασία αυτή διάκριση ανάμεσα στα διάφορα είδη εργασιών ( π.χ. θερμή ψυχρή, κλειστού χώρου, κτλ. );			
3	Το σύστημα αδειών εργασίας στην μονάδα είναι καταγεγραμμένο;			
4	Προβλέπονται σε αυτό οι περιπτώσεις εκείνες που ευλόγως μπορεί να προβλεφθούν;			
5	Είναι σαφείς και διακριτοί οι ρόλοι αυτών που εμπλέκονται στην έκδοση άδειας εργασίας;			
6	Υπάρχουν διαδικασίες για τον τρόπο επιθεώρησης του εξοπλισμού;			
7	Υπάρχουν διαδικασίες για τον τρόπο ασφαλούς ξεκινήματος και σταματήματος των μονάδων;			
8	Υπάρχουν διαδικασίες για τον τρόπο που ελέγχονται οι διατάξεις ασφαλείας του εξοπλισμού (ασφαλιστικές βαλβίδες , interlocks κτλ);			
9	Μπορούν να καταδειχθούν οι τρόποι που μπορεί αποτελεσματικά να αποφευχθούν παρεκκλίσεις από την συνήθη και ομαλή λειτουργία και φαινόμενα όπως υπερπίεση, υπερπλήρωση, μεγάλη ροή, κλπ. ;			
10	Υπάρχει σύστημα καταγραφής των λειτουργικών στοιχείων ;			
11	Πόσο αξιόπιστο είναι αυτό το σύστημα;			

12	Μπορεί μέσω του συστήματος καταγραφής να διερευνηθεί η κάθε παρέκκλιση και ποια ήταν τα αίτια που την προκάλεσαν;			
13	Μπορεί να παρουσιαστούν παραδείγματα κρίσιμων ρυθμιστικών βρόχων;			
14	Σε αυτές τις περιπτώσεις, μπορείτε να καταδείξετε τον τρόπο αντιμετώπισης αποκλίσεων κάτω από συνθήκες λειτουργικές συνθήκες ;			
15	Εάν οι λειτουργικές συνθήκες, στα ίδια παραδείγματα, βγουν εκτός των επιτρεπόμενων ορίων, και ο controlman ή ο χειριστής της μονάδος δεν προλάβουν ή δεν μπορέσουν να το αντιμετωπίσουν, υπάρχουν διατάξεις οι οποίες φέρουν το σύστημα σε ασφαλή κατάσταση;			
16	Γίνεται επιλογή και καταγραφή των κρίσιμων τμημάτων εξοπλισμού που θα απαιτούσαν προληπτική συντήρηση;			
17	Υπάρχει διαδικασία προληπτικής συντήρησης του προεπιλεγμένου εξοπλισμού ;			
18	Υπάρχει κατηγοριοποίηση των περιοχών, ανάλογα με την επικινδυνότητα τους ως προς την ύπαρξη εύφλεκτων και εκρηκτικών αερίων ;			
19	Υπάρχει δυνατότητα ανίχνευσης εύφλεκτων και τοξικών αερίων;			
20	Υπάρχει διαδικασία ελέγχου καλής λειτουργίας των ανιχνευτών;			
21	Υπάρχει σύστημα παρακολούθησης κρίσιμων λειτουργικών παραμέτρων, ως προς την χρήση και κατανάλωση βοηθητικών παροχών;			
22	Μπορούν να καταδειχθούν οι εφεδρείες που θα χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση λειτουργικής ανωμαλίας σε κάποια από αυτές;			
23	Ο σχεδιασμός, εγκατάσταση, λειτουργία, επιθεώρηση και συντήρηση ασφαλιστικών βαλβίδων ακολουθεί αναγνωρισμένα διεθνή πρότυπα; (API)			
24	Υπάρχει πρόβλεψη για κατεργασία και ασφαλή διαχείριση αυξημένης παραγωγής εύφλεκτων ή / και τοξικών ουσιών;			
25	Υπάρχει μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση διαρροών από δεξαμενές (στους περιοδικούς ελέγχους) ;			
26	Είναι χαρακτηρισμένος ο εξοπλισμός ανάλογα με την επικινδυνότητά του και την κρισιμότητα στην παραγωγική διαδικασία;			
27	Υπάρχει σύστημα καταγραφής, διερεύνησης και αξιολόγησης περιστατικών αστοχίας;			
28	Υλοποιούνται οι διορθωτικές ενέργειες που θα απαιτηθούν;			
29	Υπάρχει ανάλυση (στατιστική ) των ευρημάτων από την περιοδική συντήρηση και αξιολογούνται συγκεντρωτικά συμπεράσματα;			
30	Υπάρχουν αναφορές σε επικίνδυνες καταστάσεις που οδήγησαν, ή θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ανασφαλείς συνθήκες εργασίας;			
31	Ακολουθεί διερεύνηση, προτάσεις, υλοποίηση αυτών;			
32	Τα στατιστικά μεγέθη αξιολογούνται από την διοίκηση και λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα;			



IV	Θέματα Διαχείρισης των Αλλαγών	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις
1	Για κάθε μονάδα της εγκατάστασης είναι σαφείς οι κώδικες και τα πρότυπα βάσει των οποίων έχει κατασκευασθεί;			
2	Υπάρχει διαδικασία που αναφέρεται στην ακολουθούμενη πολιτική μεταβολών του εξοπλισμού;			
3	Στην διαδικασία περιγράφεται με σαφήνεια τι ορίζεται ως αλλαγή;			
4	<p><b>Στην διαδικασία περιλαμβάνονται αλλαγές που σχετίζονται άμεσα με την εξέλιξη ενός BAME και αναφέρονται σε</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- α. εξοπλισμό, διεργασίες και συστήματα</li> <li>- β. συνθήκες λειτουργίας</li> <li>- γ. τεχνικά μέτρα ασφάλειας</li> <li>- δ. υλικά και επικίνδυνες ουσίες</li> <li>- ε. σχεδιασμό και κατασκευή νέων μονάδων, διεργασιών, κλπ.</li> <li>- ζ. γειτονικές μονάδες και παράγοντες σχετικούς με το άμεσο περιβάλλον των μονάδων</li> </ul>			
5	Είναι σαφή τα στάδια που πρέπει να ακολουθηθούν και ποιος είναι υπεύθυνος να τα υλοποιήσει από την αρχική σύλληψη της ιδέας μέχρι την υλοποίηση της;			
6	Τα πρότυπα και οι κώδικες που θα απαιτηθούν κατά την διάρκεια ενός έργου είναι προσβάσιμα και τελικά διαθέσιμα στους μελετητές του έργου ;			
7	Σε περίπτωση ανάγκης απόκλισης από πρότυπα και κώδικες κατασκευής είναι καθορισμένο το ποιος είναι υπεύθυνος να εγκρίνει αυτή την απόκλιση ;			
8	Η εκτίμηση επιπτώσεων ασφάλειας περιλαμβάνεται στην φάση σχεδιασμού του έργου ;			
9	Κατά τον βασικό σχεδιασμό υπάρχει συνεργασία μεταξύ μελετητή και λειτουργού του έργου;			
10	Ο σχεδιασμός του έργου τυγχάνει σχολιασμού των αρμοδίων Υπηρεσιών Ασφάλειας της εγκατάστασης;			
11	Κάθε φάση σχεδιασμού του έργου συνοδεύεται από πλήρη και αναλυτική περιγραφή και τεκμηρίωση (documentation) έτσι ώστε οι αρμόδιοι υλοποίησης της κάθε φάσης να είναι πλήρως ενημερωμένοι για όλα τα προηγούμενα στάδια ;			
12	Εάν οι υλοποιούμενες αλλαγές δημιουργούν νέα στοιχεία στο Σύστημα Διαχείρισης της Ασφάλειας, επικαιροποιούνται ανάλογα οι σχετικές διαδικασίες ώστε να συμπεριλάβουν τα νέα δεδομένα;			
13	Είναι σαφώς καθορισμένο με ποιο τρόπο υλοποιείται μια αλλαγή σε διαδικασία οσάκις παραστεί η σχετική ανάγκη; Αυτή καλύπτει προσωρινές, μόνιμες και αλλαγές έκτακτης ανάγκης;			
14	Οι προτεινόμενες αλλαγές σε διαδικασίες σχολιάζονται από τους καθ' ύλην αρμόδιους κάθε φορά ;			

15	Είναι σαφώς καθορισμένος ο υπεύθυνος που συλλέγει, αξιολογεί, ενσωματώνει τα σχόλια και στη συνέχεια ενημερώνει για την αλλαγή και για το επικαιροποιημένο κείμενο της διαδικασίας;			
16	Γίνονται εσωτερικές επιθεωρήσεις οι οποίες διερευνούν το κατά πόσον ακολουθούνται οι υφιστάμενες επικαιροποιημένες διαδικασίες;			
17	Τα πορίσματα των εσωτερικών ελέγχων κοινοποιούνται και λαμβάνονται οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες που έχουν προταθεί;			
18	Σε περιπτώσεις που οι αλλαγές αυτές διαφοροποιούν την Μελέτη Ασφάλειας, επικαιροποιείται αναλόγως;			

V	Σχεδιασμός Έκτακτης Ανάγκης	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις
	<b>Μπορεί ο ασκών την εκμετάλλευση να παρέχει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και να τεκμηριώσει τις απαραίτητες προβλέψεις αναφορικά με τα περιεχόμενα και την καταλληλότητα των διαδικασιών διαχείρισης κρίσης στην εγκατάσταση, όπως περιγράφεται παρακάτω:</b>			
1	Να περιγράψει γενικά την οργάνωση των ενεργειών έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος και καταδείξει με στοιχεία ότι τα απαραίτητα μέτρα έχουν ληφθεί στην εγκατάσταση;			
2	Υπάρχει έγγραφο εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης και περιλαμβάνει όλες τις προβλεπόμενες περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης για όλα τα πιθανά σενάρια μεγάλων ατυχημάτων που έχουν εξετασθεί (π.χ. στη ΜΑ); Ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Παρατήματος IV της ΚΥΑ 5697/2000;			
3	Περιλαμβάνονται τα μέτρα για τον συντονισμό και την επικοινωνία κατά τη διάρκεια των ενεργειών έκτακτης ανάγκης; Περιλαμβάνονται προβλέψεις και κτίρια που έχουν επιλεγεί για επιχειρησιακά κέντρα;			
4	Περιλαμβάνονται οι διευθετήσεις για τις εφεδρικές (εναλλακτικές) υπηρεσίες και παροχές σε περίπτωση διακοπής (αστοχίας) των κανονικών συστημάτων έκτακτου ανάγκης;			
5	Περιλαμβάνονται οι εσωτερικές και εξωτερικές υπηρεσίες παρέμβασης και τα μέσα που μπορούν να κινητοποιηθούν από την επιχείρηση ώστε να περιοριστούν οι συνέπειες ενός μεγάλου ατυχήματος για τον άνθρωπο και το περιβάλλον;			
6	Έχουν ληφθεί υπόψη οι επιπτώσεις των ενεργειών έκτακτης ανάγκης προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό αντίκτυπο του ατυχήματος στον άνθρωπο και το περιβάλλον;			

7	Υπάρχει ομάδα (προσωπικό) εκτάκτου ανάγκης; Είναι επαρκές και μπορεί να είναι διαθέσιμο έγκαιρα (στο κατάλληλο χρόνο) για να φέρει σε πέρας με εφικτές ενέργειες το έργο του περιορισμού των επιπτώσεων όπως προβλέπεται από τα εσωτερικά σχέδια εκτάκτου ανάγκης;			
8	Υπάρχει εξοπλισμός που μπορεί να κινητοποιηθεί για τον περιορισμό των συνεπειών ενός μεγάλου ατυχήματος; Είναι αυτός αξιόπιστος και άμεσα διαθέσιμος να χρησιμοποιηθεί όταν απαιτηθεί;			
9	Υπάρχουν τα απαραίτητα ΜΑΠ; Επαρκούν, είναι κατάλληλα και άμεσα διαθέσιμα σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος;			
10	Τα μέσα πυρόσβεσης και πυροπροστασίας επαρκούν, είναι κατάλληλα και μπορούν άμεσα να κινητοποιηθούν σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος;			
11	Έχουν ληφθεί προβλέψεις και υπάρχουν μέσα που μπορούν να κινητοποιηθούν για την ελαχιστοποίηση των εκλύσεων επικίνδυνων ουσιών, και τον περιορισμό των επιπτώσεων από τις εκλύσεις τοξικών και εύφλεκτων ουσιών στον αέρα σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος;			
12	Έχουν ληφθεί προβλέψεις και υπάρχουν μέσα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων έξω από την εγκατάσταση από διαρροή επικίνδυνης ουσίας στο έδαφος και τα επιφανειακά νερά;			
13	Έχει ληφθεί μέριμνα για την παρακολούθηση της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο, σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος;			
14	Η εταιρία έχει τα μέσα για να συμβάλλει στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος μετά από Μεγάλο Ατύχημα;			
15	Υπάρχουν μονάδες πρώτων βοηθειών και ιατρικών υπηρεσιών;			
16	Είναι οι μονάδες αυτές κατάλληλες - επαρκείς και μπορούν να κινητοποιηθούν κατά τη διάρκεια των ενεργειών έκτακτης ανάγκης;			
17	Έχει ληφθεί μέριμνα για την κινητοποίηση βοηθητικού εξοπλισμού, που ενδεχομένως να είναι απαραίτητος κατά τη διάρκεια των ενεργειών έκτακτης ανάγκης;			
18	Υπάρχουν οι κατάλληλες διαδικασίες και εκτελούνται οι κατάλληλες ενέργειες για την συντήρηση, επιθεώρηση, έλεγχο και δοκιμές όλων των μέσων και του εξοπλισμού που απαιτείται να κινητοποιηθεί και να τεθεί σε χρήση σε έκτακτη ανάγκη;			
19	Υπάρχουν διευθετήσεις και προγράμματα εκπαίδευσης του προσωπικού της εταιρίας στο χώρο της εγκατάστασης για την διαχείριση και αντιμετώπιση της έκτακτης ανάγκης;			
20	Υπάρχουν διαδικασίες για τις δοκιμές και τους επανελέγχους των σχεδίων εκτάκτου ανάγκης;			
21	Γίνονται ασκήσεις εφαρμογής των σχεδίων έκτακτης ανάγκης;			
22	Έχουν δοθεί στις κατάλληλες υπηρεσίες και φορείς όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για παροχή εξωτερικής υποστήριξης και για τη σύνταξη, ενεργοποίηση και αποτελεσματική εφαρμογή του ΣΑΤΑΜΕ της περιοχής ή άλλων εξωτερικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης;			

<b>VI</b>	<b>Παρακολούθηση της Απόδοσης</b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>	<b>Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις</b>
	<b>Μπορεί ο ασκών την εκμετάλλευση να αποδείξει ότι παρακολουθεί την απόδοση της υλοποίησης της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης και του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας που εφαρμόζει η εταιρία λαμβάνοντας υπ' όψη τις παρακάτω αναφορές;</b>			
1	Τις απαιτήσεις και τα κριτήρια του Παραρτήματος III παρ. (vi) της ΚΥΑ 5697/2000;			
2	Έχουν καθοριστεί οι θεματικοί τομείς (δραστηριότητες) εκείνοι που θεωρούνται κρίσιμοι για την υλοποίηση της Πολιτικής Πρόληψης Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης και την εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας;			
3	Οι τομείς αυτοί αναφέρονται σε όλες τις θεματικές ενότητες του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας;			
4	Οι τομείς αναφέρονται κατ' ελάχιστον στα παρακάτω: (ενδεικτικός κατάλογος)			
4α	ΔΙΚΤΥΑ και ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ - Επάρκεια; - Αξιοπιστία; - Επιθεωρήσεις;			
4β	ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ;			
4γ	ΔΙΚΤΥΑ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ - Επάρκεια; - Αξιοπιστία; - Επιθεωρήσεις;			
4δ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (προσωπικού θεωρητική + πρακτική)			
4ε	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ - Δοκιμές - Ασκήσεις			
5	Υπάρχουν Διοικητικές παρεμβάσεις για την εκπλήρωση των στόχων του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας;			

6	Υπάρχουν διαδικασίες οι οποίες να διασφαλίζουν τις παρακάτω ενέργειες μετά από κάθε ατύχημα ή παρ' ολίγον ατύχημα: α. Αναγνώριση; β.- Αναφορά; γ. Διερεύνηση; δ. Υλοποίηση διορθωτικών ενεργειών;			
7	Έχει καθοριστεί ανά περίπτωση υπεύθυνος με σαφείς αρμοδιότητες που θα προβεί στις απαραίτητες ενέργειες μετά από κάθε περιστατικό : α. Αναγνώριση β. Αναφορά γ. Διερεύνηση δ. Έκθεση διορθωτικών ενεργειών			
8	Τα ανωτέρω περιστατικά (ατυχήματα) έχουν αναγνωριστεί ως κρίσιμοι δείκτες απόδοσης του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας;			
9	Αν ΝΑΙ αυτό ισχύει και για τα παρ' ολίγο ατυχήματα;			

<b>VII</b>	<b>Έλεγχος και Επανεξέταση (Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας - ΣΔΑ)</b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>	<b>Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις</b>
	<b>Μπορεί ο ασκών την εκμετάλλευση να αποδείξει ότι εκτελούνται Εσωτερικοί Έλεγχοι με θέσπιση και εφαρμογή διαδικασιών για περιοδική και συστηματική αξιολόγηση της Πολιτικής Πρόληψης Μεγάλου Ατυχήματος και της αποτελεσματικότητας / καταλληλότητας του ΣΔΑ που εφαρμόζει η εταιρία λαμβάνοντας υπ' όψη τις παρακάτω αναφορές;</b>			
1	Πραγματοποιείται τεκμηριωμένα και σε τακτά χρονικά διαστήματα ανασκόπηση των θεμάτων Ασφάλειας από τη Διοίκηση; Αν ΝΑΙ, κάθε πότε;			
2	Η ανασκόπηση από τη Διοίκηση στοχεύει σε: α) επαναπροσδιορισμό της Πολιτικής και των στόχων Ασφάλειας β) επανεκτίμηση των διαθέσιμων προβλέψεων γ) βελτίωση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας			
3	Πραγματοποιούνται στην εταιρεία Εσωτερικές Επιθεωρήσεις Ασφάλειας ;			
4	Στη διαδικασία εσωτερικών επιθεωρήσεων καταγράφονται οι στόχοι που πρέπει να κατακτηθούν;			

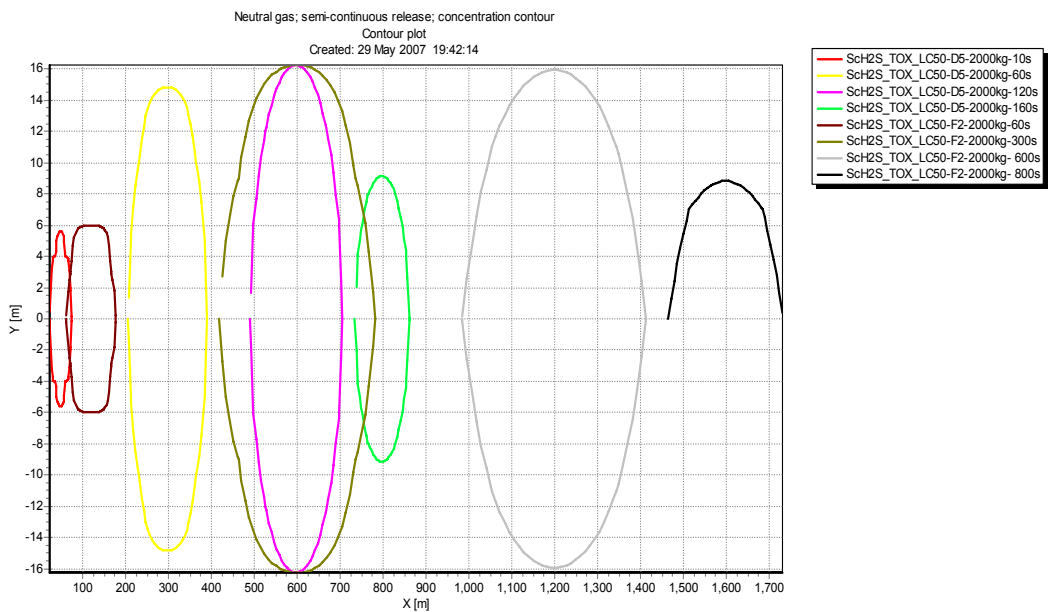
5	Υπάρχει πρόγραμμα εσωτερικών επιθεωρήσεων ;			
6	Οι επιθεωρήσεις αυτές γίνονται στα πλαίσια των σκοπών που ορίζονται στο Παράρτημα ΙΙΙ παρ. (vii) της ΚΥΑ 5697/2000;			
7	Έχουν εντοπισθεί οι τομείς του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας που θεωρούνται κρίσιμοι;			
8	Το προσωπικό που εκτελεί τις Εσωτερικές Επιθεωρήσεις Ασφάλειας έχει την ανάλογη εμπειρία και εκπαίδευση που χρειάζεται;			
9	Είναι το προσωπικό αυτό ανεξάρτητο από τις ελεγχόμενες δραστηριότητες;			
10	Υπάρχουν λίστες ελέγχου επιθεωρήσεων-checklists;			
11	Κατά την Εσωτερική Επιθεώρηση εξετάζονται: α) οι νομοθετικές υποχρεώσεις της εταιρίας σχετικά με την ασφάλεια (αναθεώρηση Μελ.Ασφάλειας, Σχ. Έκτακτης Ανάγκης, πιστοποιητικά, βιβλία αναφοράς) <b>β) η εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας (οδηγίες λειτουργίας, χρήση ΜΑΠ, σχέδια έκτακτης ανάγκης, τήρηση προδιαγραφών)</b> γ) η τήρηση προγράμματος μετρήσεων Ασφάλειας που σχετίζονται με ΒΑΜΕ			
12	Κατά την επιθεώρηση λαμβάνονται υπόψη: α) τα ευρήματα από προηγούμενες επιθεωρήσεις β) οι μετρήσεις ασφάλειας που έχουν λάβει χώρα			
13	Τα ευρήματα της επιθεώρησης : α) καταγράφονται (έκθεση) β) κοινοποιούνται στους αρμόδιους για την λήψη μέτρων διορθωτικών ενεργειών			
14	Πραγματοποιείται ανασκόπηση των επιθεωρήσεων με στόχο την παρακολούθηση λήψης διορθωτικών και προληπτικών ενεργειών;			

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ EFFECTS

### Παράδειγμα 1: Διασπορά τοξικής ουσίας

Dispersion of 2000 kg H2S



----- START OF SESSION 1 -----

#### INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-D5-2000kg-10s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 5 m/s  
Pasquill stability class..... : D (Neutral)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 10 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

#### RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 23 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 73 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 51 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 9 m

Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:11  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases  
-----

----- END OF SESSION 1 -----

----- START OF SESSION 2 -----

INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-D5-  
2000kg-60s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 5 m/s  
Pasquill stability class..... : D (Neutral)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 60 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 206 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 389 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 184 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 29 m

Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:12  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases  
-----

----- END OF SESSION 2 -----

----- START OF SESSION 3 -----

INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-D5-  
2000kg-120s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 5 m/s  
Pasquill stability class..... : D (Neutral)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m



Time t after start release..... : 120 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

#### RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 490 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 705 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 215 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 32 m

#### Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:12  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 3 -----  
-----

----- START OF SESSION 4 -----  
-----

#### INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-D5-  
2000kg-160s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 5 m/s  
Pasquill stability class..... : D (Neutral)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 160 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

#### RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 734 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 861 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 127 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 18 m

#### Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:12  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 4 -----  
-----

----- START OF SESSION 5 -----  
-----

#### INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-F2-  
2000kg-60s

Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 2 m/s  
Pasquill stability class..... : F (Very Stable)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 60 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

#### RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 62 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 176 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 115 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 10 m

#### Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:13  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 5 -----  
-----

----- START OF SESSION 6 -----  
-----

#### INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-F2-  
2000kg-300s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 2 m/s  
Pasquill stability class..... : F (Very Stable)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 300 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

#### RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 417 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 781 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 364 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 27 m

#### Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:13  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)

Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 6 -----  
-----

----- START OF SESSION 7 -----  
-----

INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-F2-  
2000kg- 600s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 2 m/s  
Pasquill stability class..... : F (Very Stable)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 600 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 984 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 1414 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 429 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 30 m

Administrative & version data:

-----  
Model name : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour  
Date calculated : 29 May 2007 19:42:13  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998 17:08:48  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 7 -----  
-----

----- START OF SESSION 8 -----  
-----

INPUT

Case description..... : ScH2S\_TOX\_LC50-F2-  
2000kg- 800s  
Chemical name..... : Hydrogen sulfide  
Mass flow rate of the source..... : 2000 kg/s  
Duration of the release..... : 1 s  
Source width..... : 1 m  
Length source in z-direction..... : 1 m  
Height leak above ground level..... : 0 m  
Wind speed at 10 m height..... : 2 m/s  
Pasquill stability class..... : F (Very Stable)  
Concentration averaging time..... : 1 s  
Roughness length description..... : Arable land  
Height (Z)..... : 0 m  
Time t after start release..... : 800 s  
threshold concentration..... : 4200 mg/m3

RESULTS

Minimum distance to threshold concentration..... : 1465 m  
Maximum distance to threshold concentration..... : 1733 m  
Maximum length of the vapour cloud..... : 268 m  
Maximum width of the vapour cloud..... : 18 m

# Administrative & version data:

```

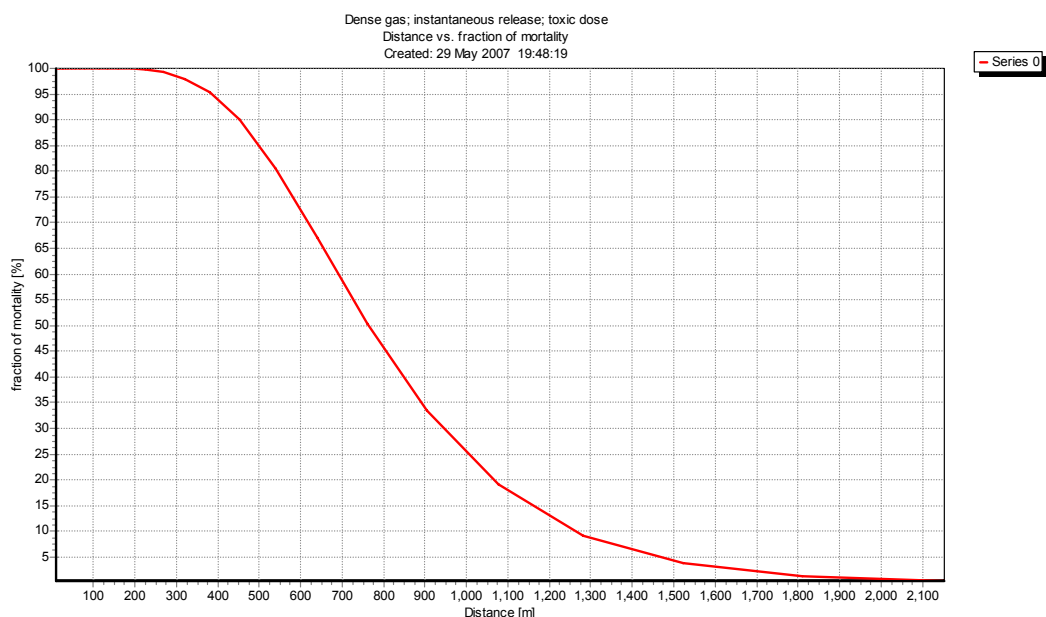
-----
Model name           : Neutral gas; semi-continuous release; concentration contour
Date calculated      : 29 May 2007  19:42:14
Driver version(s)   : 3.04 (11 Apr 2000)
Executable version(s) : External DISPTYZ.EXE 10 Mar 1998  17:08:48
Software library version : 4.0.0.0097
Project file name    : Standard project.eff40
Project directory    : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0
Database file used   : STANDARD.RDB (10 Oct 1997  14:51:26)
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

```

```

----- END OF SESSION 8 -----
-----

```



```

----- START OF SESSION 1 -----
-----

```

## INPUT

```

Chemical name..... : Hydrogen sulfide
Total mass released..... : 2000 kg
Initial liquid mass fraction..... : 0 %
Vapour temperature after expansion..... : 30 °C
Wind speed at 10 m height..... : 2 m/s
Pasquill stability class..... : F (Very Stable)
Ambient temperature..... : 20 °C
Ambient relative humidity..... : 65 %
Roughness length description..... : Arable land
Concentration averaging time..... : 1 s
Distance from release (X)..... : 2000 m
Distance perpendicular to wind direction (Y)..... : 0 m
Height (Z)..... : 0 m
Fraction of mortality for distance calculation..... : 50 %
Exposure duration..... : 1800 s

```

## RESULTS

```

Maximum concentration at X..... : 530 mg/m3
Arrival time maximum concentration at X..... : 1412 s
Arrival time cloud at X..... : 913 s
Departure time cloud at X..... : 2917 s
Dose at X, Y, Z..... : 1.18E6 min*(mg/m3)^n

```

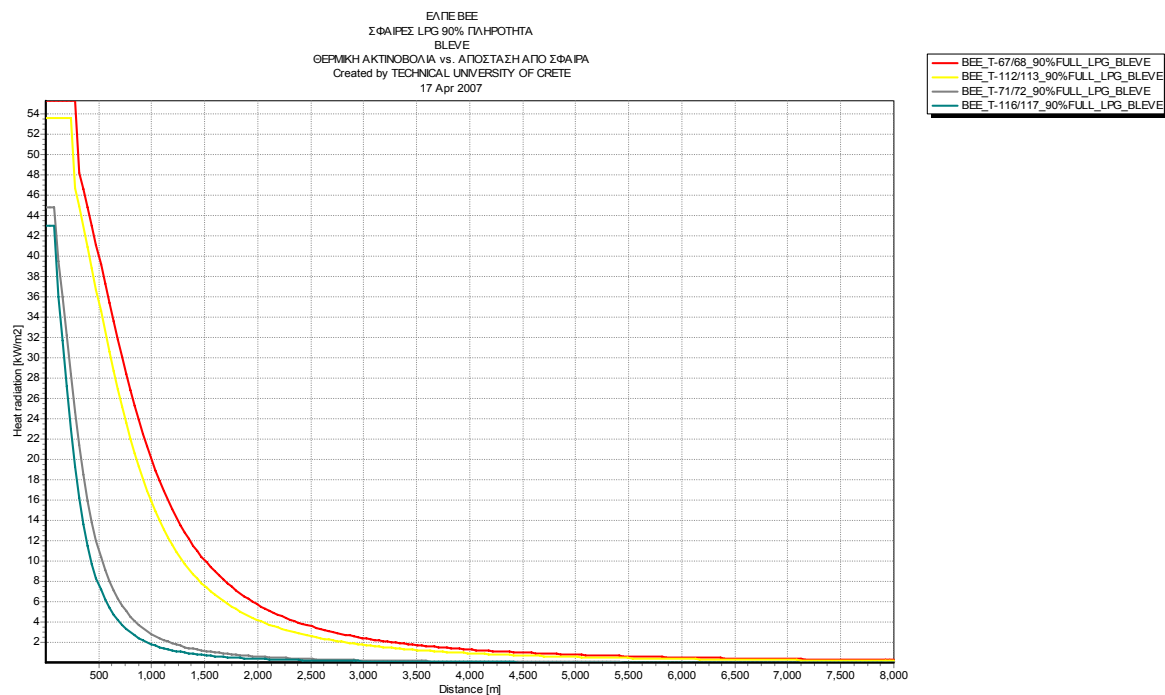
Fraction of mortality at X, Y, Z..... : 0.58854 %  
Maximum dose at X, Y, Z..... : 8.235E10 min\*(mg/m3)^n  
Maximum distance to fraction of mortality..... : 593 m  
Maximum width to fraction of mortality..... : 128 m  
... at distance to the source..... : 97 m

#### Administrative & version data:

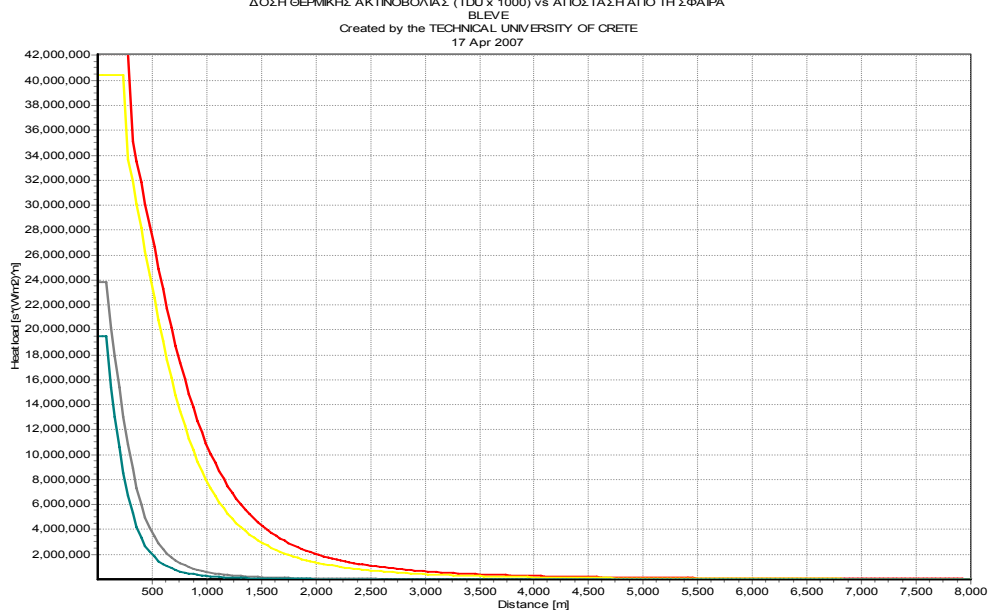
-----  
Model name : Dense gas; instantaneous release; toxic dose  
Date calculated : 29 May 2007 19:48:19  
Driver version(s) : 3.04 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : External SLAB\_RUN.EXE 01 Apr 1999 16:36:28  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases  
-----

----- END OF SESSION 1 -----

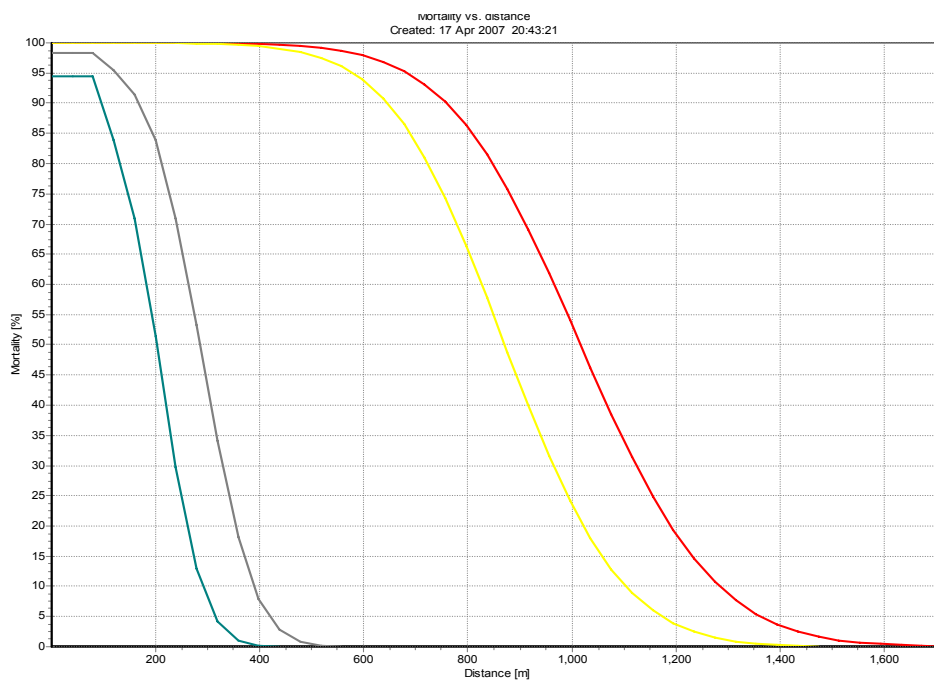
## Παράδειγμα 2: Έκλυση και διασπορά εύφλεκτης ουσίας



ΕΛΠΕ ΒΕΕ  
ΣΦΑΙΡΕΣ LPG 90% ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ  
ΔΟΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (TDO x 1000) vs ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΦΑΙΡΑ  
BLEVE  
Created by the TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE  
17 Apr 2007



— BEE\_T-67/68\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-112/113\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-71/72\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-116/117\_90%FULL\_LPG\_BLEVE



— BEE\_T-67/68\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-112/113\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-71/72\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
— BEE\_T-116/117\_90%FULL\_LPG\_BLEVE

----- START OF SESSION 1 -----

-----  
INPUT

```
Case description..... : BEE_T-
67/68_90%FULL_LPG_BLEVE
Chemical name..... : Propane
Total mass in vessel..... : 1.07E6 kg
Temperature in vessel..... : 25 °C
Burst pressure vessel..... : 15 Bar
Orientation to fireball..... : 0 deg
Ambient temperature..... : 20 °C
Ambient relative humidity..... : 65 %
Fraction CO2 in atmosphere..... : 0.03 %
Distance from centre of vessel (X)..... : 8000 m
```

## RESULTS

Heat radiation level at X..... : 0.28663 kW/m2  
Heat emission from surface of the fireball..... : 392.74 kW/m2  
Duration of the fireball..... : 31.483 s  
Radius of the fireball..... : 295.18 m  
Height bottom of the fire ball..... : 295.18 m  
View factor..... : 0.14511 %  
Atmospheric transmissivity..... : 50.297 %  
Flame temperature..... : 1349.1 °C

### Administrative & version data:

-----  
Model name : BLEVE  
Date calculated : 17 Apr 2007 20:34:10  
Driver version(s) : 4.03 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : N/A  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 1 -----  
-----

----- START OF SESSION 2 -----  
-----

### INPUT

Case description..... : BEE\_T-  
112/113\_90%FULL\_LPG\_BLEVE  
Chemical name..... : Propane  
Total mass in vessel..... : 7.0963E5 kg  
Temperature in vessel..... : 25 °C  
Burst pressure vessel..... : 15 Bar  
Orientation to fireball..... : 0 deg  
Ambient temperature..... : 20 °C  
Ambient relative humidity..... : 65 %  
Fraction CO2 in atmosphere..... : 0.03 %  
Distance from centre of vessel (X)..... : 8000 m

## RESULTS

Heat radiation level at X..... : 0.20679 kW/m2  
Heat emission from surface of the fireball..... : 378.49 kW/m2  
Duration of the fireball..... : 28.295 s  
Radius of the fireball..... : 258.3 m  
Height bottom of the fire ball..... : 258.3 m  
View factor..... : 0.11036 %  
Atmospheric transmissivity..... : 49.508 %  
Flame temperature..... : 1334.2 °C

### Administrative & version data:

-----  
Model name : BLEVE  
Date calculated : 17 Apr 2007 20:34:10  
Driver version(s) : 4.03 (11 Apr 2000)  
Executable version(s) : N/A  
Software library version : 4.0.0.0097  
Project file name : Standard project.eff40  
Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 2 -----  
-----

----- START OF SESSION 3 -----  
-----

### INPUT

```

Case description..... : BEE_T-
71/72_90%FULL_LPG_BLEVE
Chemical name..... : Propane
Total mass in vessel..... : 61992 kg
Temperature in vessel..... : 25 °C
Burst pressure vessel..... : 15 Bar
Orientation to fireball..... : 0 deg
Ambient temperature..... : 20 °C
Ambient relative humidity..... : 65 %
Fraction CO2 in atmosphere..... : 0.03 %
Distance from centre of vessel (X)..... : 8000 m

```

#### RESULTS

```

Heat radiation level at X..... : 0.029456 kW/m2
Heat emission from surface of the fireball..... : 303.93 kW/m2
Duration of the fireball..... : 15.012 s
Radius of the fireball..... : 116.96 m
Height bottom of the fire ball..... : 116.96 m
View factor..... : 0.021977 %
Atmospheric transmissivity..... : 44.101 %
Flame temperature..... : 1248.4 °C

```

#### Administrative & version data:

```

-----
Model name           : BLEVE
Date calculated      : 17 Apr 2007  20:34:10
Driver version(s)   : 4.03 (11 Apr 2000)
Executable version(s) : N/A
Software library version : 4.0.0.0097
Project file name    : Standard project.eff40
Project directory    : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0
Database file used   : STANDARD.RDB (10 Oct 1997  14:51:26)
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

```

----- END OF SESSION 3 -----

----- START OF SESSION 4 -----

#### INPUT

```

Case description..... : BEE_T-
116/117_90%FULL_LPG_BLEVE
Chemical name..... : Propane
Total mass in vessel..... : 35280 kg
Temperature in vessel..... : 25 °C
Burst pressure vessel..... : 15 Bar
Orientation to fireball..... : 0 deg
Ambient temperature..... : 20 °C
Ambient relative humidity..... : 65 %
Fraction CO2 in atmosphere..... : 0.03 %
Distance from centre of vessel (X)..... : 8000 m

```

#### RESULTS

```

Heat radiation level at X..... : 0.018789 kW/m2
Heat emission from surface of the fireball..... : 288.89 kW/m2
Duration of the fireball..... : 12.966 s
Radius of the fireball..... : 97.385 m
Height bottom of the fire ball..... : 97.385 m
View factor..... : 0.015168 %
Atmospheric transmissivity..... : 42.878 %
Flame temperature..... : 1229.2 °C

```

#### Administrative & version data:

```

-----
Model name           : BLEVE
Date calculated      : 17 Apr 2007  20:34:10
Driver version(s)   : 4.03 (11 Apr 2000)
Executable version(s) : N/A
Software library version : 4.0.0.0097
Project file name    : Standard project.eff40

```



Project directory : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0  
Database file used : STANDARD.RDB (10 Oct 1997 14:51:26)  
Database was located in : C:\PROGRA~1\TNOIND~1\EFFECT~1.0\Databases

----- END OF SESSION 4 -----  
-----

# **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bellamy L. J., J. van der Schaaf, 2000, Major hazard management: Technical-Management links and the AVRIM 2 method, Risk Management in the EU of 2000: The challenge of implementing Council Directive 96/82/EC (Seveso II), proceedings of the European Conference 'Seveso 2000', Athens, EUR 19664, JRC EC, Luxembourg
2. Bellamy, L.J. and Brouwer, W.G.J. (in press) "AVRIM2: A Dutch major hazard assessment and inspection tool", J. Hazardous Materials, Special Edition (Eds. A. Amendola and K. Cassidy), 1998.
3. Britton T. J., 2001, Examining Safety Reports and Evaluating Safety Management Systems, proceedings of the European Conference 'Seveso 2000', Risk Management in the EU of 2000: The challenge of implementing Council Directive 96/82/EC (Seveso II), Athens, EUR 19664, JRC EC, Luxembourg
4. Cahen B., 2006, Implementation of new legislative measures on industrial risks prevention and control in urban areas, Journal of Hazardous Materials 130, p. 293–299
5. Clini D., C., 2001, Approach to Safety Reports Evaluation for certain typologies of industrial activities, proceedings of the European Conference 'Seveso 2000', Risk Management in the EU of 2000: The challenge of implementing Council Directive 96/82/EC (Seveso II), Athens, EUR 19664, JRC EC, Luxembourg
6. Dow Chemical Company, 1976, Fire and explosion Index hazard classification guide, Midland, Michigan, fourth edition.
7. European Council Directive 2003/105 2003, On the control of major accident hazards involving dangerous substances. Official Journal of the European Communities. Luxembourg: European Commission.
8. European Council Directive 82/501 1982, On the control of major accident hazards of certain industrial activities. Official Journal of the European Communities. Luxembourg: European Commission.
9. European Council Directive 96/82 1996, On the control of major accident hazards involving dangerous substances. Official Journal of the European Communities. Luxembourg: European Commission.
10. Fabbri L., Struckl M. and Wood M., Eds., 2005, Guidance on the preparation of a Safety Report to meet the requirements of Council Directive 96/82/EC as amended by Directive 2003/105/EC (Seveso II), EUR 17690 EN, JRC EC, Luxembourg
11. Gowland R., 1999, Is the Seveso II directive an improvement on its predecessor? A chemical industry safety professional's personal view, Journal of Hazardous Materials 65, p. 15–22

12. Hawksley J.L., 1999, Developing a major accident prevention policy, *Journal of Hazardous Materials* 65, p. 109–121
13. HSE 1997. *Successful health and safety management*. Sudbury: HSE Books.
14. IChemE 1998. *Safety Management Systems*. Rugby: Safety Health and Environmental Department.
15. International Labour Office (ILO) Geneva, 1988, *Example of a Rapid Ranking Method for the classification of units. Plant elements, Major Hazard Control, a practical manual*, App. 2, Geneva.
16. Kandola, B. S. 1997. Risk based approach to fire safety engineering. *Fire Engineers Journal*: 21–26.
17. Kawka N., Kirchsteiger C., Technical note on the contribution of sociotechnical factors to accidents notified to MARS, *Journal of Loss Prevention In the Process Industry* 12: 53-57.
18. Marchlik, M. 1996. Understand and Implement EPA's Final Risk Management Program Rule. *Chemical Engineering Progress*: 64-73.
19. Ministrie de L' Environment, 1995, *Etude des dangers d' une installation industrielle, Guide methodologique*, France.
20. Mitchison, N. and Papadakis, G.A. 1999. Safety management systems under Seveso II: Implementation and assessment. *Journal of Loss Prevention In the Process Industry* 12: 43-51.
21. OSHA 1992. *Process safety management of highly hazardous chemicals*. Title 29, Code of Federal Regulations, Part 1910.119. Washington: Occupational Safety and Health Administration.
22. Papadakis G., Eds., 2001, *Risk Management in the EU of 2000: The challenge of implementing Council Directive 96/82/EC (Seveso II)*, proceedings of the European Conference 'Seveso 2000', Athens, EUR 19664, JRC EC, Luxembourg
23. Papadakis G.A., 1998. *Safety Management Systems and Safety Reports*. In C. Kirchsteiger, M. Christou, and G.A. Papadakis (Eds), *Risk Assessment and Risk Management in the Context of the Seveso II Directive*: 405-436. Elsevier.
24. Papadakis, G.A. and Amendola, A. (Eds) 1997. *Guidance on the preparation of a safety report to meet the requirements of Council Directive 96/82/EC (Seveso II)*. Luxembourg: European Commission.
25. Perry R. H., Green D. (eds.), 1984. *Perry's chemical engineering handbook*, 6<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill, New York
26. Porter S., Wettig J., 1999, Policy issues on the control of major accident hazards and the new Seveso II directive, *Journal of Hazardous Materials* 65, p.1–14

27. Rase I., 1999, Adaptation of the Assessment Criteria for the “Metatechnical Evaluation System” to small-sized SEVESO enterprises, such as LPG storage and warehouses, Risk Management in the EU of 2000: The challenge of implementing Council Directive 96/82/EC (Seveso II), proceedings of the European Conference ‘Seveso 2000’, Athens, EUR 19664, JRC EC, Luxembourg
28. Rasmussen, K. 1995. The experience with the major accident reporting system from 1984 to 1993. Ispra: European Commission, JRC.
29. Reyes J., & Beard A., 2002, Assessing Safety Management Systems, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 15, p. 77-95
30. Salvi O., Debray B., 2006, A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive, Journal of Hazardous Materials ,130, p.187–199
31. Stampouli M., Papadakis G. “Methodological Approach for the Assessment of Safety Reports in the framework of implementation of “Seveso II” in Greece”, Journal of Chemical Engineering Transactions, Volume 9, 2006, p.409-414
32. Sumption S., 1999, Practical implementation of the Seveso II Directive in the UK, Journal of Hazardous Materials 65 (1999), p. 43-48
33. TNO, Committee for the Prevention of Disasters, Guidelines for Quantitative Risk Assessment (Purple book), SZW, The Netherlands, 1997
34. Tuli, R.W. and Apostolakis, G.E. 1996. Incorporating organizational issues into root-cause analysis. Institution of Chemical Engineers, Trans IChemE 74: 3-16.
35. Umweltbundesamt (Federal Environmental Protection Agency of the Federal Republic of Germany), 1997, Preparation of Safety Report Guideline in accordance with Directive 96/82/EU (SEVESO II Directive) from December 9, 1996, Berlin.
36. van Steen J., Papadakis G.A., 2004, Experiences with Seveso II implementation: successes and failures of safety reporting and safety management systematizing in two EU countries, proceedings of the 11<sup>th</sup> International Symposium “Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries”, Praha, May 2004
37. Wettig J., Porter S., Kirchsteiger C., 1999, Major industrial accidents regulation in the European Union, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 12, p. 19-28

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρέου Ι., 2001, Μελέτη Ασφάλειας Διυλιστηρίου Ασπροπύργου της εταιρείας Ελληνικά Πετρέλαια ΑΕ, ΕΛΠΕ ΒΕΑ, Αθήνα.

2. Ανεξίρη Ο., 2000, Ποσοτική Εκτίμηση Επικινδυνότητας Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Προστασία του Περιβάλλοντος από τη Βιομηχανική Δραστηριότητα- Πρόληψη Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης, ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., ISBN: 760-76789-24-3
3. Γεωργιάδου, Ε. 2001. Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης, Μεθοδολογικός και Πληροφοριακός Οδηγός. Αθήνα: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας, ISBN: 960-7678-36-2.
4. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 1998, Τεχνικό Υπόμνημα για Έκθεση σε Τοξικές και Εύφλεκτες ουσίες, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα
5. Ελληνικά Πετρέλαια, 2000, Μελέτη Ασφάλειας κατά τα άρθρα 6 και 8 της ΚΥΑ 5697/590/2000 της Νέας Μονάδας Υγροποιημένου Αερίου, Θεσσαλονίκη.
6. Ζιώμας Ι., 2007, Η συμβολή των ειδικών εμπειρογνομόνων στον έλεγχο και στην αξιολόγηση των μελετών επικινδυνότητας της Οδηγίας SEVESO, Πρακτικά Ημερίδας “Ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων -Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (Οδηγία SEVESO II), Αθήνα.
7. ΚΥΑ 12044/613, ΦΕΚ 376/ Β//19.03.2007, Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/EK, για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/EK του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες, για την αντικατάσταση της ΚΥΑ 5697/590/2000. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Αθήνα.
8. ΚΥΑ 5697/590 ΦΕΚ 405/Β 2000, Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Αθήνα.
9. Κωνσταντινίδου Μ., 2005, Διαχείριση Κινδύνου. Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας. Σχέση με μελέτες ασφάλειας εγκαταστάσεων SEVESO II. Πρακτικά Σεμιναρίου “Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME)”- Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας Αθήνα.
10. Μαρκάτος Ν. Χ., 1999, Επιχειρησιακό κέντρο Αντιμετώπισης Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης, Ημερίδα ΤΕΕ “ Επικινδυνότητα Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων”, Αθήνα.
11. Μαρκάτος Ν. Χ., 2001, Μεθοδολογία Αξιολόγησης Μελετών Ασφάλειας για εγκαταστάσεις φυτοφαρμάκων, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
12. Μαυρούκας Ζ., 2007, Οδηγία SEVESO II- Όροι, προϋποθέσεις και μέτρα για την προστασία από βιομηχανικά (τεχνολογικά) ατυχήματα μεγάλης έκτασης (BAME), Πρακτικά Ημερίδας “Ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων-Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (Οδηγία SEVESO II)”, Αθήνα.
13. Μουζάκης Γ., 2007, Τροποποίηση της Οδηγίας SEVESO II και η νέα ελληνική νομοθεσία, Πρακτικά Ημερίδας “Ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων - Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (Οδηγία SEVESO II)”, Αθήνα.

14. Παπαδάκης Γ. Α., 2004, Περιγραφή σεναρίων Ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις με πολύ εύφλεκτα αέρια, Σημειώσεις Μεταπτυχιακού Μαθήματος ‘Βιομηχανική Ασφάλεια, Χανιά.
15. Παπαδάκης Γ. Α., 2005, Αξιολογήσεις Μελετών Ασφάλειας σε Μονάδες με Εύφλεκτα Υγρά και Υγροποιημένα Αέρια, Πρακτικά Σεμιναρίου “Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME)”- Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας Αθήνα.
16. Παπαδάκης Γ. Α., Amendola, A., 1998, Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη σύνταξη της Έκθεσης Ασφάλειας σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας 96/82/EC (Seveso II), Ελληνική Έκδοση, Κοινό Κέντρο Ερευνών Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Ispra.
17. Παπαδάκης Γ. Α., Λοϊζίδου Μ., 1999, Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Αξιολόγηση της Έκθεσης Ασφάλειας σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας 96/82/EK (SEVESO II), Μέρος I: Ανάλυση Κινδύνου και Μέτρα Πρόληψης (Βασικές Αρχές), Ispra.
18. Παπαδάκης Γ. Α., Σταμπούλη Μ., 2005, Αξιολόγηση Μελέτης Ασφαλείας της Μονάδας Υγροποιημένου Αερίου της εταιρείας Ελληνικά Πετρέλαια, Χανιά.
19. Παπάζογλου Ι., Ανεζίρη Ο., Νιβολιανίτου Ζ., Κωνσταντινίδου Μ., Γιακουμάτος Ι., 2005, Εκτίμηση Επικινδυνότητας Εγκαταστάσεων SEVESO II, Μελέτες Ασφάλειας, Πρακτικά Σεμιναρίου “Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME)”- Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας, Αθήνα.
20. Παπάζογλου Ι., Γιακουμάτος Ι., 1997, Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Μελέτης Ασφάλειας Εγκαταστάσεων των ΚΥΑ 18187/272 του 1988 και 77119/4607 του 1993, ως προς τον προσδιορισμό των αιτιών και των μέτρων ασφάλειας Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.
21. Πολυτεχνείο Κρήτης, 2001, Μελέτη Ασφάλειας της Πετρογκάζ ΑΕ κατά τα άρθρα 6 και 8 της ΚΥΑ 5697/590/2000, Χανιά.
22. Πολυτεχνείο Κρήτης, 2003, Μελέτη Ασφάλειας των Νέων Μονάδων της Μότορ Όιλ Ελλάς κατά τα άρθρα 6 και 8 της ΚΥΑ 5697/590/2000, Χανιά.
23. Πολυτεχνείο Κρήτης, 2004, Εθνικές Κατευθυντήριες Οδηγίες Επιθεωρήσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας Seveso II και του Άρθρου 16 (ΚΥΑ 5697/590/2000), σε Διυλιστήρια και εταιρείες Πετρελαιοειδών και Φυσικού Αερίου, Χανιά.
24. Σακκαλής Ν., 2007, Αντιμετώπιση Μεγάλων Βιομηχανικών Ατυχημάτων, Πρακτικά Ημερίδας “Ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων -Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (Οδηγία SEVESO II), Αθήνα.
25. Σταμπούλη Μ., 2005, Εφαρμογή Μεθοδολογίας Αξιολόγησης Μελέτης Ασφάλειας σε εγκατάσταση Υγροποιημένου Αερίου, Πρακτικά Σεμιναρίου “Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης (BAME)”- Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας Αθήνα.