

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

**ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΣΑΝ ΨΥΚΤΙΚΟ**

ΒΟΥΖΟΥΝΕΡΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2006

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΣΑΝ ΨΥΚΤΙΚΟ

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

ΥΠΟ

ΒΟΥΖΟΥΝΕΡΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΟ

ΧΑΝΙΑ 2006

© Copyright υπό ΒΟΥΖΟΥΝΕΡΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΟ, 2006

Η διατριβή του Γεώργιου Βουζουνεράκη εγκρίνεται

Κοντογιάννης Θωμάς

Κοσματούπουλος Ηλίας

Νικολός Ιωάννης

Παπαδάκης Γεώργιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διατριβής μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γιώργο Παπαδάκη , για την συνεχή καθοδήγηση και πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου, στους φίλους μου και σε όλους όσους με στήριξαν και εξακολουθούν να με στηρίζουν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση και ανάλυση ατυχημάτων διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων, καθώς και η καταγραφή και ανάπτυξη οδηγιών για την επίγνωση και μείωση των πηγών κινδύνου και τις προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται. Η δημιουργία ενός σχεδίου ανταπόκρισης σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, με την παράλληλη ανάλυση σεναρίων διαρροής, μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός συστήματος πρόληψης για την ασφάλεια της εγκατάστασης, των εργαζομένων και των πολιτών.

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

Στο **1° Κεφάλαιο** παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία για τον κίνδυνο, την ασφάλεια και την τοξικότητα, καθώς και σενάρια ατυχημάτων εύφλεκτων υλικών.

Στο **2° Κεφάλαιο** αναλύονται τα στάδια ενός ψυκτικού κύκλου, παρουσιάζονται τα κυριότερα στοιχεία μιας ψυκτικής διάταξης για αμμωνία και τα ψυκτικά μέσα.

Στο **3° Κεφάλαιο** γίνεται μια προσέγγιση της αμμωνίας, εστιάζοντας στις ιδιότητες της, τις χρήσεις της και τις προφυλάξεις ασφαλείας.

Στο **4° Κεφάλαιο** καταγράφονται γενικές πληροφορίες για την διατήρηση των τροφίμων και τους επαγγελματικούς κινδύνους που ελλοχεύουν σε εγκαταστάσεις τροφίμων.

Το **5° Κεφάλαιο** εστιάζει στις πηγές κινδύνου, τα ατυχήματα και σε οδηγίες και προφυλάξεις για την μείωση αυτών, σύμφωνα με πληροφορίες από την EPA (Environmental Protection Agency) στις Η.Π.Α. από την Διοίκηση Υγείας και Ασφάλειας HSE (Health and Safety Executive) στην Μεγάλη Βρετανία.

Στο **6° Κεφάλαιο** γίνεται αρχικά μια παρουσίαση περιπτώσεων διαρροών αμμωνίας σε βιομηχανικά συστήματα. Στη συνέχεια γίνεται μια ανάλυση ατυχημάτων μεταξύ βιομηχανιών τροφίμων και άλλων βιομηχανιών με δεδομένα από το MARS (Major Accident Reporting System) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και με χρήση δεδομένων από το ARIP (Accidental Release Information Program) των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (Η.Π.Α.), εστιάζουμε σε περιστατικά διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις τροφίμων. Τέλος, παρουσιάζεται μια μελέτη για την περίπτωση διαρροών αμμωνίας στην Νέα Υόρκη.

Στο **7° Κεφάλαιο** αναπτύσσονται τα κύρια σημεία ενός προγράμματος πρόληψης ατυχημάτων αμμωνίας, μοντελοποιείται ένα σενάριο διαρροής αμμωνίας για την χειρότερη περίπτωση, παρουσιάζονται εναλλακτικά σενάρια και παρουσιάζεται η περίπτωση μιας τοπικής εγκατάστασης ψύξης. Τέλος, αναπτύσσονται τα βήματα της μεθόδου APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level) από το UNEP (United Nations Environment Programme) για ανταπόκριση σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης σε συνεργασία με τοπική κοινωνία.

Στο **8^ο Κεφάλαιο** γίνεται μια ανακεφαλαίωση των κυριότερων αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης.

Στο **9^ο Κεφάλαιο** καταγράφεται η έντυπη βιβλιογραφία και οι ηλεκτρονικές πηγές για την μελέτη αυτή.

Στο **Παράρτημα Α** δίνονται πληροφορίες για την άνυδρη αμμωνία σύμφωνα με της ICPS και την Ευρωπαϊκή επιτροπή.

Στο **Παράρτημα Β** δίνονται οι πίνακες των θερμοδυναμικών μεγεθών της αμμωνίας, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα p-h.

Στο **Παράρτημα Γ** παρουσιάζονται οι πίνακες των δεδομένων από την βάση ατυχημάτων MARS.

Στο **Παράρτημα Δ** δίνεται το ερωτηματολόγιο της βάσης ατυχημάτων ARIP, τα δεδομένα που καταγράφηκαν, καθώς και κάποιοι πίνακες από την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Στο **Παράρτημα Ε** καταγράφονται συνοπτικά οι νόμοι, κανόνες και πρότυπα που σχετίζονται με ασφάλεια επεξεργασίας, πρόληψη ατυχημάτων, σχεδιασμό έκτακτων αναγκών και αναφορά διαρροών.

Στο **Παράρτημα ΣΤ** υπάρχει ένα δείγμα από τις αναφορές της διαδικασίας APELL που μπορούν να συμπληρωθούν από τοπικές βιομηχανίες ή τοπικές αρχές.

Στο **Παράρτημα Ζ** αναφέρονται αλφαβητικά τα αρκτικόλεξα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την μελέτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
1.1 Εισαγωγή	18
1.2 Τοξικότητα	20
1.3 Ανάλυση σεναρίων ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις με εύφλεκτα υλικά	23
 2. ΨΥΞΗ	26
2.1 Εισαγωγή	26
2.2 Ιστορικά στοιχεία	26
2.3 Ατμοποίηση	28
2.4 Συμπύκνωση	29
2.5 Στραγγαλισμός υγρού	30
2.6 Ψυκτικός κύκλος	31
2.7 Ψυκτικές Μηχανές	33
2.7.1 Εξαχνωτής ή στοιχείο ατμοποίησης (evaporator)	34
2.7.2 Συμπιεστής (compressor)	35
2.7.3 Συμπυκνωτής (condenser)	36
2.7.4 Βαλβίδα εκτόνωσης ή στραγγαλισμού (reducing valve)	38
2.7.5 Ένα απλό σύστημα ψύξης	41
2.8 Ψυκτικά μέσα	43
2.8.1 Γενικά	43
2.8.2 Σύγκριση ψυκτικών μέσων	45
 3. Η ΑΜΜΩΝΙΑ	50
3.1 Εισαγωγή	50
3.2 Σύνθεση & παραγωγή	51
3.3 Ιδιότητες	54
3.4 Χρήσεις	56
3.5 Ο ρόλος της αμμωνίας στα βιολογικά συστήματα	57

3.6 Η υγρή αμμωνία ως διαλυτικό μέσο	57
3.7 Ανίχνευση & προσδιορισμός	59
3.8 Προφυλάξεις ασφαλείας	60
3.9 Σύγκριση με άλλες ουσίες	63
4. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	65
4.1 Γενικά	65
4.2 Ειδικές συνθήκες.....	68
4.3 Κατάψυξη	70
4.4 Επαγγελματικοί κίνδυνοι στις βιομηχανίες τροφίμων	71
5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ & ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ	75
5.1 Γενικά	75
5.2 Το πρόβλημα	75
5.3 Αποτελέσματα έρευνας συστημάτων ψύξης αμμωνίας σε βιομηχανίες τροφίμων	76
5.4 Ατυχήματα.....	80
5.5 Επίγνωση των πηγών κινδύνου	81
5.6 Μείωση των πηγών κινδύνου σύμφωνα με την ΕΡΑ	83
5.7. Προφυλάξεις σε εγκαταστάσεις ψύξης σύμφωνα με την ΗΣΕ.....	89
5.7.1 Προφυλάξεις απέναντι στους κινδύνους τοξικότητας	89
Εξοπλισμός προστασίας αναπνοής	89
Διαδικασίες εκκένωσης και έκτακτης ανάγκης.....	90
Εκπαίδευση στον χειρισμό και συντήρηση της εγκατάστασης	90
5.7.2 Τοποθέτηση εγκατάστασης.....	91
Εγκατάσταση που δεν είναι σχεδιασμένη για εξωτερική τοποθέτηση	91
Εγκατάσταση που είναι σχεδιασμένη για εξωτερική τοποθέτηση.....	91
Εγκατάσταση στον χώρο εργασίας	91
Εξαερισμός.....	92
Ακεραιότητα εγκατάστασης	93

Σωληνογραμμές	93
Σύστημα διοχέτευσης λαδιού.....	93
Σημείο εισαγωγής αμμωνίας	94
5.7.3 Προφυλάξεις για κινδύνους φωτιάς & έκρηξης.....	94
Πηγές ανάφλεξης.....	94
Ηλεκτρικός εξοπλισμός	94
5.7.4 Άλλοι κίνδυνοι.....	95
5.7.5 Ενημέρωση διοικητικών υπαλλήλων	95
5.7.6 Προστασία ηλεκτρικών μηχανισμών σε συμπιεστές αμμωνίας και στις εγκαταστάσεις ψύξης.....	96
Ανιχνευτές αερίων	98
Σχετικοί ηλεκτρικοί μηχανισμοί	99
Συνεχώς επανδρωμένοι χώροι.....	99
Μη επανδρωμένοι χώροι.....	99
Μη επανδρωμένοι χώροι που συνδέονται με συνεχώς επανδρωμένους χώρους ελέγχου.....	100
 6. ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΜΜΩΝΙΑΣ	101
6.1 Περιπτώσεις ατυχημάτων.....	101
6.1.1 Εισαγωγή	101
6.1.2 Διαρροή άνυδρης αμμωνίας σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης/διανομής.....	102
6.1.3 Έκθεση σε χημικούς κινδύνους σε συστήματα βιομηχανικών βαλβίδων και σωληνώσεων	106
6.2 Υπόβαθρο και λειτουργία της MARS.....	110
6.2.1 Η έρευνα στη MARS.....	111
Τύποι βιομηχανιών	112
Χρονικός προσδιορισμός	113
Τύποι ατυχημάτων	114
Πηγή ατυχημάτων	115
Αιτίες ατυχημάτων	116

Συνέπειες.....	117
Ποσότητα αμμωνίας	119
Άμεσα μέτρα.....	120
Μελλοντικά μέτρα	121
Πηγή & αιτία ατυχημάτων αμμωνίας σε βιομηχανίες τροφίμων	122
6.3 Άλλες βάσεις δεδομένων.....	124
6.3.1 ARIP (Accidental Release Information Program).....	125
Σημείο διαρροής.....	131
Λειτουργία	132
Διαδικασία	133
Ποσότητα αμμωνίας	134
Άμεσες επιπτώσεις.....	135
Γενικές επιπτώσεις	136
Τύπος Διαδικασίας & Ανθρώπινες Επιπτώσεις.....	140
Γενικότερες Αιτίες & Ανθρώπινες Επιπτώσεις.....	141
Τύπος Διαδικασίας & Γενικότερες Αιτίες.....	142
Τύπος διαδικασίας & οικονομικό κόστος	143
Τύπος Διαδικασίας & ποσότητα αμμωνίας.....	145
Ποσότητα αμμωνίας & αντίστοιχο οικονομικό κόστος	146
Ποσότητα αμμωνίας & λειτουργία εγκατάστασης	148
Γενικότερη αιτία & λειτουργία εγκατάστασης	149
Ανθρώπινες Επιπτώσεις & Ποσότητα Αμμωνίας που διέρρευσε	150
6.4 Η περίπτωση της Νέας Υόρκης.....	152
6.5 Μερικά συμπεράσματα.....	163
 7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ & ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ	 165
7.1 Γενικά	165
7.2 Σύστημα Διαχείρισης.....	166
7.3 Απαιτούμενες πληροφορίες	167

Συντήρηση.....	167
Πληροφορίες ασφάλειας της διαδικασίας	169
Αναλύσεις των πηγών κινδύνου μιας διαδικασίας (PHA)	170
Προδιαγραφές λειτουργίας	170
Εκπαίδευση	172
Διαχείριση των μεταβολών	172
Επανεξέταση προ της εκκίνησης.....	172
Έλεγχοι συμμόρφωσης	173
Έρευνα ατυχημάτων	173
Σχέδιο συμμετοχής εργαζομένων.....	173
Συνθήκες θερμού έργου	173
Εξωτερικοί συνεργάτες.....	173
7.4 Πρόγραμμα ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες.....	174
7.5 Ανάλυση Σεναρίων Διαρροής.....	175
7.5.1 Ανάλυση σεναρίου διαρροής στην χειρότερη περίπτωση	175
Η ποσότητα που διέφυγε στο σενάριο διαρροής.....	176
Η απόσταση από το τοξικό σημείο	177
7.5.2 Εναλλακτικά σενάρια διαρροής	179
Επιπτώσεις εκτός εγκατάστασης για κοινότητα & περιβάλλον	181
7.5.3 Οδηγίες για την μοντελοποίηση των σεναρίων	181
7.5.3.1 Διαφορετικές φάσεις αμμωνίας.....	181
Υγροποιημένη αμμωνία υπό πίεση	184
Αμμωνία σε υπό-ατμοσφαιρικές πιέσεις.....	186
Αέρια αμμωνία.....	186
Κτίρια	186
7.5.3.2 Μοντελοποίηση του χειρότερου σεναρίου διαρροής	188
7.5.3.3 Εναλλακτικά σενάρια διαρροής	189
7.5.3.4 Γενικές οδηγίες για την μοντελοποίηση	191
7.5.4 Ανάλυση Ευαισθησίας.....	192

Εναλλακτικά σενάρια	198
Συμπεράσματα	199
7.5.5 Σύγκριση μοντέλων για πιθανά σενάρια.....	200
ALOHA	200
DEGADIS	201
Πίνακες βελτίωσης	201
7.5.6 Παράδειγμα σεναρίου διαρροής.....	203
7.6 Οδηγίες APELL: Μια διαδικασία ανταπόκρισης σε τεχνολογικά ατυχήματα.....	211
7.6.1 Γενικά	211
7.6.2 Τα βήματα της μεθόδου	213
7.6.3 Επίλογος	219
 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	 220
 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 225
ΕΝΤΥΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	225
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	229
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - Πληροφορίες για άνυδρη αμμωνία σύμφωνα με IPCS και Ευρωπαϊκή Επιτροπή	 230
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - Πίνακες θερμοδυναμικών μεγεθών, διαγράμματα p-h για αμμωνία και μονάδες μέτρησης	 233
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ - Δεδομένα από βάση ατυχημάτων MARS	 242
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	 245
Ερωτηματολόγιο της ARIP	246
Πίνακες δεδομένων διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων	265
Πίνακες ποσοτήτων αμμωνίας	276

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε – Νόμοι, κανόνες, πρότυπα.....	278
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ –Αναφορές ΑΡΕΛΛ.....	283
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ - Αρκτικόλεξα.....	286

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογική ανάπτυξη μιας χώρας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για την πρόοδο της οικονομίας της. Οι απαιτήσεις για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των προσδοκιών για πιο σύνθετες εφαρμογές και στον τομέα της τεχνολογικής ασφάλειας. Στον τομέα των χημικών διεργασιών αλλά και γενικά σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπως αυτές της ψύξης, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μεθοδολογιών ασφαλείας, όπως μοντέλα που προσομοιάζουν τη διασπαστική ροή στις διόδους ανακούφισης δοχείων, μοντέλα διασποράς που αναπαριστούν την διάχυση ενός τοξικού αερίου μετά από διαρροή και μαθηματικές τεχνικές που υπολογίζουν τους τρόπους αστοχίας μιας διεργασίας.

Η σημασία της λέξης **ασφάλεια** αφορούσε την πολιτική αποτροπής ατυχημάτων, μέσω χρήσης Ατομικών Μέσων Προστασίας π.χ. κράνους, κατάλληλων παπουτσιών, και μια ποικιλία κανόνων και κανονισμών. Η κύρια έμφαση δινόταν στην ασφάλεια του εργαζομένου. Πρόσφατα, η «ασφάλεια» αντικαταστάθηκε από τον όρο «πρόληψη αστοχίας». Αυτός ο όρος συμπεριλαμβάνει αναγνώριση κινδύνου, τεχνική αξιολόγηση και το σχεδιασμό καινούργιων χαρακτηριστικών προκειμένου να επιτυγχάνεται η πρόληψη αστοχίας.

Ο **κίνδυνος** είναι η εγγενής ιδιότητα μιας ουσίας ή ενός συστήματος να προκαλέσει ατύχημα, ενώ η **επικινδυνότητα** είναι η πιθανότητα μιας δυσμενούς επίπτωσης στον άνθρωπο ή/και στο περιβάλλον σε καθορισμένο σημείο του χώρου εντός ορισμένου χρονικού διαστήματος ή υπό ορισμένες συνθήκες.

Οι **πηγές κινδύνου** στους εργασιακούς χώρους μπορεί να είναι:

- χώροι και θέσεις εργασίας, εγκαταστάσεις, μηχανήματα και άλλα τεχνολογικά στοιχεία
- φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί παράγοντες του εργασιακού χώρου
- εργασιακές και παραγωγικές πρακτικές και διαδικασίες
- επικίνδυνες ενέργειες των εργαζομένων και εξωτερικών συνεργατών (εργολάβων, συνεργείων κτλ)
- οργανωτικές ελλείψεις ή δυσλειτουργίες

Η ασφάλεια στους εργασιακούς χώρους εφαρμόζεται μέσα από ειδικά προγράμματα τα οποία έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν κατάλληλες συνθήκες

εργασίας για τους εργαζομένους. Ένα επιτυχημένο πρόγραμμα ασφαλείας απαιτεί την ικανοποίηση πολλών παραμέτρων, όπως:

- γνώσεις ασφάλειας,
- εμπειρία στην ασφάλεια,
- τεχνικές ικανότητες,
- υποστήριξη από τη διοίκηση του τομέα της ασφάλειας,
- αφοσίωση.

Ο πιο επιτυχημένος τρόπος για να εφαρμοστεί επιτυχώς ένα σύστημα ασφαλείας είναι να θεωρείται ευθύνη του καθένα. Όλοι οι εργαζόμενοι μιας επιχείρησης δεσμεύονται να γνωρίζουν σχετικά με την ασφάλεια και την πρακτική εφαρμογή της.

Τα συνήθη χρησιμοποιούμενα συστήματα ασφαλείας έχουν ως στόχο την απευθείας εξάλειψη της ύπαρξης των κινδύνων και περιλαμβάνουν αναφορές, ελέγχους ασφαλείας, τεχνικές αναγνώρισης κινδύνων, check lists, γνώση της τεχνολογίας κ.α.

Υπάρχουν διάφοροι όροι οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν τις συνθήκες ή τις καταστάσεις διάφορων περιστατικών. Μερικοί από αυτούς είναι:

- Το **εργατικό ατύχημα** είναι το βίαιο εκείνο συμβάν που λαμβάνει χώρα κατά την εκτέλεση της εργασίας ή με αφορμή την εργασία και έχει αρνητικές επιπτώσεις τουλάχιστον σε έναν από τους παρακάτω παράγοντες του παραγωγικού συστήματος (Κόκκινος, 2005)
 - ο τους εργαζόμενους
 - ο τον εξοπλισμό
 - ο την παραγωγή
 - ο τα υλικά
- **Επαγγελματικός τραυματισμός** είναι κάθε τραυματισμός ή βλάβη όπως κόψιμο, σπάσιμο, διάστρεμμα, ακρωτηριασμός, κτλ. Ο οποίος ήταν αποτέλεσμα εργατικού ατυχήματος ή έκθεση σε βλαπτικό παράγοντα που εμπλέκει ένα μεμονωμένο περιστατικό στο εργασιακό περιβάλλον.
- **Επαγγελματική Ασθένεια** ενός εργαζομένου είναι κάθε μη φυσιολογική κατάσταση ή διαταραχή, πέραν αυτών που είναι αποτέλεσμα εργατικού τραυματισμού, προκαλούμενου από έκθεση σε περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζονται με την εργασία. Περιλαμβάνει οξεία ή χρόνια ασθένεια ή πάθηση η οποία μπορεί να προκληθεί από εισπνεόμενο υλικό, απορρόφηση ή άμεση επαφή.

1.2 Τοξικότητα

Για τη διερεύνηση των επιδράσεων των χημικών ουσιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα στις χημικές διεργασίες, λόγω της μεγάλης ποικιλίας και του μεγάλου μεγέθους αυτών, επιβάλλεται να υπάρχει γνώση:

- Του τρόπου με τον οποίο οι τοξικές ουσίες εισέρχονται στους βιολογικούς οργανισμούς,
- του τρόπου με τον οποίο αποβάλλονται από τους βιολογικούς οργανισμούς,
- των επιπτώσεων αυτών στους βιολογικούς οργανισμούς και
- των μεθόδων πρόληψης και μείωσης της εισόδου των τοξικών ουσιών μέσα στους βιολογικούς οργανισμούς.

Οι τρεις πρώτοι από αυτούς τους παράγοντες σχετίζονται με την τοξικολογία, ενώ ο τελευταίος με την υγιεινή.

Σήμερα θεωρείται ότι δεν υπάρχουν ακίνδυνες ουσίες, και ότι οποιαδήποτε ουσία αν χρησιμοποιηθεί με λάθος τρόπο μπορεί να προκαλέσει κακό. Τοξικός μπορεί να είναι ένας φυσικός ή ένας χημικός παράγοντας, συμπεριλαμβανομένου της σκόνης, των ινών, του θορύβου και τις ακτινοβολίας. Η τοξικολογία ορίζεται ως η ποσοτική και ποιοτική μελέτη των ανεπιθύμητων επιπτώσεων των τοξικών στους βιολογικούς οργανισμούς.

Η τοξικότητα ενός χημικού ή φυσικού παράγοντα είναι η ιδιότητα του παράγοντα να επιφέρει τις επιπτώσεις του σε ένα βιολογικό οργανισμό. Ο τοξικός κίνδυνος είναι η πιθανότητα βλάβης ενός βιολογικού οργανισμού λόγω έκθεσης σε διάφορες ουσίες. Ο τοξικός κίνδυνος μιας ουσίας μπορεί να μειωθεί μέσω εφαρμογής κατάλληλων τεχνικών υγιεινής. Ωστόσο η τοξικότητα δεν μπορεί να αλλάξει.

Οι τοξικές ουσίες εισέρχονται στους βιολογικούς οργανισμούς μέσω κατάποσης, εισπνοής, έγχυσης (μέσω κοψιμάτων στο δέρμα) και δερματικής απορρόφησης.

Από τους παραπάνω τρόπους εισαγωγής ενός τοξικού σε ένα βιολογικό οργανισμό, η εισπνοή και η δερματική απορρόφηση είναι οι σημαντικότεροι για περιστατικά σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Τα τοξικά αποβάλλονται ή καθίστανται ανενεργά μέσω των εξής διαδικασιών:

- Απέκκριση: δια μέσου των νεφρών, του ήπατος, των πνευμόνων και άλλων οργάνων.
- Αποτοξίνωση: με την αλλαγή χημικών σε κάτι λιγότερο επιβλαβή μέσω βιομετασχηματισμού.
- Αποθήκευση: στον λιπώδη ιστό.

Τα νεφρά είναι τα κυριότερα μέσα απέκκρισης του ανθρώπινου σώματος, αποβάλλουν τις ουσίες που εισέρχονται στο σώμα με της διαδικασίες της απορρόφησης, της εισπνοής, της έγχυσης και της δερματικής απορρόφησης. Τα τοξικά αποβάλλονται μέσω των νεφρών από τα αίμα.

Τα τοξικά που απορροφούνται μέσα στη δίοδο πέψης (digestive track) συχνά απεκκρίνονται από το συκώτι. Τα πνευμόνια είναι επίσης ένα μέσο αποβολής ουσιών και ειδικότερα εκείνων που είναι πτητικές ουσίες. Το χλωροφόρμιο και το αλκοόλ για παράδειγμα απεκκρίνονται μερικώς με αυτή την οδό.

Άλλες οδοί απέκκρισης είναι το δέρμα (μέσω εφίδρωσης), τα μαλλιά και τα νύχια, αλλά είναι δευτερεύουσες συγκριτικά με τις προαναφερθείσες.

Το συκώτι είναι το κύριο όργανο για τη διαδικασία της αποτοξίνωσης. Η αποτοξίνωση πραγματοποιείται με τον βιομετασχηματισμό όπου οι χημικοί παράγοντες μετασχηματίζονται μέσω αντιδράσεως σε άλλες λιγότερο επιβλαβείς ουσίες. Οι αντιδράσεις βιομετασχηματισμού επιπλέον συμβαίνουν στο αίμα, στα τοιχώματα του εντέρου, στο δέρμα, στα νεφρά και σε άλλα όργανα.

Ο τελευταίος μηχανισμός αποβολής είναι η αποθήκευση. Αυτή η διαδικασία συνεπάγεται την εναπόθεση του χημικού παράγοντα κατά κύριο λόγο στις λιπώδεις περιοχές του οργανισμού καθώς επίσης και τα οστά, στο αίμα, στο συκώτι και στα νεφρά. Η αποθήκευση μπορεί να προκαλέσει μελλοντικό πρόβλημα αν υπάρξουν αλλαγές στη διατροφή του οργανισμού ή στο μεταβολισμό τους λίπους.

Για εκτενείς εκθέσεις σε χημικούς παράγοντες, βλάβη μπορεί να παρουσιαστεί στα νεφρά, το συκώτι ή στους πνεύμονες, μειώνοντας σημαντικά την ικανότητα του οργανισμού για αποβολή της ουσίας.

Οι βιολογικοί οργανισμοί αντιδρούν διαφορετικά στην ίδια δόση τοξικού. Αυτές οι διαφορές οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, το βάρος, τη φυσική κατάσταση, η γενικότερη κατάσταση υγείας του ατόμου κ.τ.λ. Για παράδειγμα διαφορετικό ερεθισμό παρουσιάζουν οι οφθαλμοί διαφορετικών ατόμων σε ένα αέριο. Με ίδια δόση αερίων, κάποια άτομα μόλις που θα παρατηρήσουν οποιοδήποτε ερεθισμό (ασθενής, ή χαμηλή απόκριση), ενώ κάποια άλλα θα έχουν επίπονο ερεθισμό (υψηλή απόκριση).

Η χαμηλότερη τιμή της απόκρισης ανά δόση ονομάζεται κατώφλι δόσης. Κάτω από αυτή τη δόση το σώμα είναι ικανό να αποτοξινωθεί και να αποβάλει τον παράγοντα χωρίς να υποστεί κάποιες ανεπιθύμητες συνέπειες.

Για ένα μεγάλο αριθμό χημικών παραγόντων έχουν οριστεί σύμφωνα με αμερικανικά πρότυπα, κάποια κατώφλια δόσεων τα οποία καλούνται Threshold Limit Values (TLVs). Τα TLV αναφέρονται σε αέριες συγκεντρώσεις σε συνθήκες με μη επικίνδυνες συνέπειες για χρονική διάρκεια ίση με τη συνολικά χρόνια εργασίας του

ατόμου. Η έκθεση πραγματοποιείται μόνο κατά τη διάρκεια του κανονικού ωραρίου εργασίας, οκτώ ώρες την ημέρα και πέντε ώρες την εβδομάδα.

Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη TLV:

- Το **TWA** (Time Weighted Average) είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος για κανονική εργασία 8 ωρών την ημέρα και 40 ωρών την εβδομάδα, στον οποίο σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν κάθε μέρα χωρίς να τους παρουσιαστεί κάποια ανεπιθύμητη συνέπεια. Υπερβάσεις πέραν του ορίου είναι επιτρεπτές αν αντισταθμίζονται με υπερβάσεις και κάτω του ορίου.
- Το **STEL** (Short Term Exposure Limit) είναι το όριο για βραχυπρόθεσμη έκθεση. Είναι η μέγιστη συγκέντρωση στην οποία οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν για χρόνο 15 λεπτών συνεχόμενα χωρίς να υποστούν
 - ο μη υποφερτό ερεθισμό
 - ο χρόνια ή μη αναστρέψιμη αλλαγή στους ιστούς
 - ο ζάλη σε τέτοιο βαθμό που να καθιστά τον εργαζόμενο: πιο επιρρεπή σε ατυχήματα, να του μειώνει τη δυνατότητα αυτοπροστασίας ή ουσιαστικά να μειώνει την αποτελεσματικότητά του,
 - ο δεδομένου ότι δεν επιτρέπονται πάνω από 4 υπερβάσεις ανά ημέρα, να παρεμβάλλονται 60 λεπτά ανάμεσα στις περιόδους έκθεσης και ότι το ημερήσιο όριο TWA δεν υπερβαίνεται.
- Το **TLV-C** (Ceiling limit) είναι το ανώτατο όριο, δηλαδή η συγκέντρωση εκείνη η οποία δεν πρέπει να ξεπεραστεί ούτε στιγμιαία.

Η Διοικούσα Αρχή σε θέματα Επαγγελματικής Υγιεινής και Ασφαλείας (Occupational Safety and Health Administration – **OSHA**) έχει ορίσει τα δικά της όρια δόσεων τα οποία καλούνται επιτρεπτά όρια έκθεσης, (permissible exposure level – **PEL**). Οι τιμές των PEL είναι πολύ κοντά σε αυτές των TWA. Ωστόσο οι τιμές των PEL δεν αναφέρονται σε ανάλογη πληθώρα ουσιών και δεν ανανεώνονται συχνά. Οι τιμές των TLV θεωρούνται συχνά πιο συντηρητικές.

Οι μονάδες μέτρησης των δόσεων εξαρτώνται από την οδό εισόδου στον οργανισμό. Για ουσίες οι οποίες εισέρχονται απευθείας στον οργανισμό (απορρόφηση και έγχυση) η δόση μετριέται σε mg ανά kg ανθρώπινου βάρους. Για αέριες ουσίες η δόση μετριέται είτε σε ppm (parts per million) είτε σε mg παράγοντα ανά κυβικό μέτρο αέρα (mg/m³). Για σωματίδια η δόση μετριέται σε mg παράγοντα ανά κυβικό μέτρο αέρα (mg/m³) (Χαλκίδου, 2005).

1.3 Ανάλυση σεναρίων ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις με εύφλεκτα υλικά

Η κύρια πηγή κινδύνων για εκδήλωση τεχνολογικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις εύφλεκτων υγροποιημένων αερίων ή υπό πίεση αερίων που συμμετέχουν σε διεργασίες ή είναι αποθηκευμένα σε δεξαμενές αποθήκευσης, είναι τα μεγάλα δοχεία και δεξαμενές και τα κυκλώματα (υψηλής πίεσης), το περιεχόμενο των οποίων δεν μπορεί να παροχετευτεί σε δευτερεύοντα συστήματα ή συστήματα ανακούφισης σε μικρότερη διάρκεια από την διάρκεια της πιθανής διαρροής.

Μικρότερης σοβαρότητας γεγονότα κορυφής μπορεί να προκληθούν σε σωληνογραμμές (μικρές διαρροές ή σοβαρές διαρρήξεις) ή σε δοχεία (πίεση, διάβρωση, εξωτερική θέρμανση, κλπ), σε φλάντζες (συνδέσεις κατάθλιψης αντλιών). Γενικά οι διαρροές στις σωληνογραμμές μπορούν να προκληθούν από διάφορες αιτίες, όπως καταπονήσεις από θερμοκρασίες και πιέσεις, διαβρώσεις, προσκρούσεις, κλπ. Ανάλογες αιτίες είναι υπεύθυνες για ρήξεις δοχείων/δεξαμενών αποθήκευσης. Τα πιθανά σενάρια ατυχημάτων είναι τα εξής (Spadoni):

- **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 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.

- **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. 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 ανθρώπινος 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 μικρότερο από 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 βαρέο 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, 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, ενώ έχουν αναφερθεί και 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 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.

Είναι γνωστό ότι τα αέρια νέφη υγραερίου, βενζίνης και βαρύτερων κλασμάτων κατά τη διασπορά τους, αν δεν αναφλεγούν, συμπεριφέρονται ως νέφη «βαρέος αερίου». Όταν η συγκέντρωση στο νέφος είναι μεγαλύτερη από το κατώτερο όριο ανάφλεξης, 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.

Τέλος, σύμφωνα με την κατάταξη Pasquill, αναφέρονται οι παρακάτω καταστάσεις για την ατμοσφαιρική σταθερότητα (stability class):

Κατάσταση	Περιγραφή
A	πολύ τυρβώδης
B	μέτρια τυρβώδης
C	ελαφρώς ασταθής
D	ουδέτερη
E	ελαφρώς σταθερή
F	σταθερή

Πίνακας 1.3: Καταστάσεις ατμοσφαιρικής σταθερότητας

- **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. Ενδιαφέρον είναι ο υπολογισμός της θερμικής ακτινοβολίας που παράγεται από την καύση.

2.ΨΥΞΗ

2.1 Εισαγωγή

Η ψύξη έχει συμβάλει στην ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων σε πολλές χώρες. Τα πλεονεκτήματα της ψύξης τα τελευταία χρόνια είναι αποτέλεσμα έρευνας και ανάπτυξης από τεχνικούς, μηχανικούς και επιστήμονες με εμπειρία και γνώση.

Από την επιστήμη της Θερμοδυναμικής γνωρίζουμε ότι η θερμότητα μεταφέρεται από σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας σε σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Όλες οι ψυκτικές διατάξεις έχουν ως σκοπό την αφαίρεση ποσού θερμότητας από μάζα πιο κρύα από τον ατμοσφαιρικό αέρα του περιβάλλοντος. Υπάρχουν οι εξής διατάξεις:

- Μικρές ψυκτικές διατάξεις, όπως το ψυγείο μιας κουζίνας
- Μεγάλες ψυκτικές διατάξεις, όπως αυτές των αποθηκών-ψυγείων
- Πολύ μεγάλες ψυκτικές διατάξεις, όπως των βιομηχανιών καταψύξεως τροφίμων και των βιομηχανιών χημικών προϊόντων

Η εφαρμογή της αρχής της ψύξης είναι πολύ διαδεδομένη. Η πιο κοινή χρήση και η πιο αναγνωρισμένη είναι η συντήρηση των τροφίμων. Σχεδόν όλα τα προϊόντα στο σπίτι, στην βιομηχανία ή στα διάφορα εργαστήρια προστατεύονται με ψύξη. Έτσι η ψύξη έχει γίνει απαραίτητο αγαθό στο σύγχρονο τρόπο διαβίωσης.

2.2 Ιστορικά στοιχεία

Η ιστορία του πάγου ξεκίνησε από πολύ παλιά. Όταν οι άνθρωποι των σπηλαίων ήξεραν τι είναι πάγος, δεν υπήρχε καμία σκέψη, να τον χρησιμοποιήσουν για διατήρηση τροφίμων. Χιλιάδες χρόνια μετά οι Κινέζοι έμαθαν ότι ο πάγος βελτιώνει την γεύση των ποτών. Οι πρώτοι Αιγύπτιοι βρήκαν ότι το νερό μπορεί να κρυώσει βάζοντας το μέσα σε πορώδη βάζα στις ταρατσες κατά τη δύση του ήλιου. Τη νύχτα η υγρασία που έβγαινε από τα βάζα, εξατμιζόνταν κάνοντας έτσι το νερό πιο κρύο. Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι είχαν χιόνι από τις βουνοκορφές σε κωνικούς λάκκους περιτριγυρισμένους με χόρτα και κλαδιά και καλυμμένους με αχυρένιες σκεπές.

Όσο ο πολιτισμός εξελισσόταν οι άνθρωποι μάθαιναν πως να παγώνουν καλύτερα ποτά και τρόφιμα. Αυτή η γνώση αύξησε τη χρήση του πάγου και του χιονιού.

Το 1683 ο Anton van Leeuwenhoek άνοιξε μια νέα πόρτα στον κόσμο της επιστήμης. Με ένα μικροσκόπιο ο Γερμανός ανακάλυψε ότι ένας κρύσταλλος νερού

περιέχει εκατομμύρια μικροοργανισμούς. Σήμερα αυτά είναι γνωστά ως μικρόβια. Οι επιστήμονες μελέτησαν αυτά τα μικρόβια και βρήκαν ότι ο ταχύς πολλαπλασιασμός τους γινόταν σε υγρές συνθήκες τέτοιες σαν αυτές που προσδίδονται στα τρόφιμα. Αυτός ο πολλαπλασιασμός σύντομα αναγνωρίσθηκε σαν την κυρία αιτία καταστροφής των τροφίμων. Αντίθετα σε θερμοκρασίες κάτω των 50°F (18°C) οι ίδιοι τύποι μικροβίων δεν πολλαπλασιάζονταν καθόλου.

Μέσα από αυτές τις έρευνες έγινε πλέον γνωστό ότι τα φρέσκα τρόφιμα μπορούν να διατηρηθούν σε θερμοκρασίες κάτω των 50°F (18°C). Ήταν επίσης δυνατόν οι τροφές να διατηρηθούν με αποξήρανση, κάπνισμα, αλάτισμα ή πάγωμα. Πάντως μέχρι τότε, ελάχιστα γνωστό ήταν πως να διαμορφώσουν θερμοκρασίες ώστε να μετατρέψουν το νερό σε πάγο. Ο πάγος μεταφερόταν από την πηγή του μέσω ιστιοφόρων πλοίων στις κεντρικές πόλεις του κόσμου.

Μια από τις πρώτες πατέντες για χειροκίνητη μηχανή πάγου ήταν αυτή του Jacob Perkins έναν αμερικανό μηχανικό που ζούσε στο Λονδίνο. Αυτές οι μηχανές χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς στη συσκευασία κρεάτων. Εντός των επομένων 50 ετών μηχανές πάγου παράγονται στην Αμερική τη Γαλλία και τη Γερμανία.

Στο τέλος του 19ου αιώνα άρχισε η βιομηχανοποίηση της παραγωγής του πάγου, ο πάγος και η ψύξη έγιναν απαραίτητα και προσιτά στις ανθρώπινες κατοικίες πρώτα στην Η.Π.Α. και μετά στην Ευρώπη.

Άλλο ένα στοιχείο που συνέβαλε στην περαιτέρω ανάπτυξη του εξοπλισμού της τεχνητής ψύξης ήταν η διάθεση φτηνής ηλεκτρικής ενέργειας και η ανάπτυξη των μικρών ηλεκτρικών κινητήρων. Ταυτόχρονα μ' αυτές τις ανακαλύψεις οι επιστήμονες ερεύνησαν τα σταθερά αίτια και τις επιδράσεις της ψύξης.

Ο σύγχρονος κλιματισμός εισήχθη ανά το κόσμο το 1902 από τον Willis Carrier σαν απάντηση σε ένα πρόβλημα μιας βιομηχανίας στο Μπρούκλιν της Νέας Υόρκης, όπου ο εκτυπωτής είχε πρόβλημα στο να δίνει το μελάνι με ακρίβεια στην γραφίδα, τις καλοκαιρινές ημέρες με μεγάλη υγρασία. Ο Carrier έφτιαξε ένα μηχανήμα που έστελνε κρύο αέρα στη συσκευή.

Γύρω στο 1910 εμφανίστηκε η λειτουργική μηχανοκίνητη οικιακή ψύξη. Το 1918 η Kelvinator παράγει το πρώτο αυτόματο ψυγείο για τους Αμερικανούς καταναλωτές. Εκείνη τη χρονιά πουλήθηκαν 65 ψυγεία. Σήμερα πάνω από δέκα (10) εκατομμύρια ψυγεία παράγονται κάθε χρόνο. Από το 1920 και μετά η βιομηχανία οικιακών ψυγείων άρχισε να γίνεται μια από τις σημαντικότερες στην Αμερική.

Η διεργασία και ο εξοπλισμός για την κατάψυξη προϊόντων ανακαλύφθηκε γύρω στο 1923 και σήμανε την αρχή της βιομηχανίας των νέων καταψυγμένων τροφίμων. Από το 1940 και μετά όλες οι ψυκτικές μονάδες ήταν στεγανού τύπου.

Οι ανάγκες για ψύξη τροφίμων μεγάλων ποσοτήτων, για άνετη ψύξη μεγάλων κτιρίων, και η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών για διάφορες βιομηχανικές διεργασίες, απαιτούσε το σχεδιασμό μεγάλων εμπορικών επαγγελματικών μονάδων. Επίσης ο αυτοματοποιημένος κλιματισμός ο οποίος είχε αρχίσει δειλά να φαίνεται το 1930 παρουσίασε αλματώδη εξέλιξη την δεκαετία του 1940 και σήμερα αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας (Ολίνο, 1999).

2.3 Ατμοποίηση

Οι αλλαγές φάσης παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις ψυκτικές διατάξεις. Υπάρχουν τριών (3) ειδών φάσεις: στερεά, υγρή και ατμού ή αερίου.

Όταν η θέρμανση και η ψύξη γίνεται με σταθερή πίεση, τότε η μεταβολή αυτή λέγεται **ισόθλιπτη**. Το πιο συνηθισμένο είδος αλλαγής φάσης που χρησιμοποιείται είναι η ισόθλιπτη αλλαγή φάσης.

Η **ατμοποίηση** είναι η αλλαγή φάσεως από υγρό σε ατμό, χωρίς την παρουσία ξένου σώματος, δηλαδή δεν υπάρχει άλλο αδρανές αέριο που να συμμετέχει στην διαδικασία. Στις ψυκτικές διατάξεις χρησιμοποιείται μόνο η ισόθλιπτη ατμοποίηση.

Όταν στον ατμό συνεχισθεί η πρόσδοση θερμότητας, ώστε η θερμοκρασία του να αυξηθεί και να γίνει υπέρθερμος, τότε ο ατμός απέχει αρκετά από το σημείο ατμοποίησης και ονομάζεται **αέριο**.

Στόχος λοιπόν της ατμοποίησης είναι η αφαίρεση θερμότητας από το περιβάλλον της (νερό ή αέρα) και η πρόσδοση της στο υγρό ψυκτικό μέσο, το οποίο αλλάζει φάση και γίνεται ατμός.

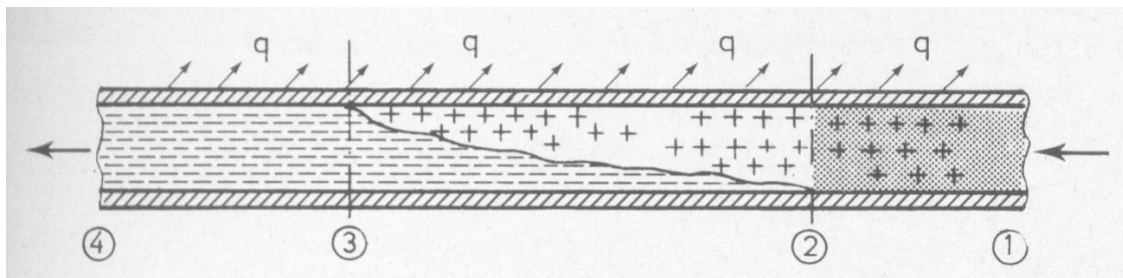
Για τις διάφορες φάσεις του υγρού και του ατμού έχουν καθιερωθεί οι παρακάτω ονομασίες:

- Υπόψυκτο υγρό: υγρό το οποίο βρίσκεται σε πίεση p , αλλά έχει θερμοκρασία μικρότερη από την θερμοκρασία ατμοποίησης
- Κεκορεσμένο υγρό: βρίσκεται σε επαφή με ατμό και έχει πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης
- Κεκορεσμένος ατμός: βρίσκεται σε επαφή με κεκορεσμένο υγρό και έχει πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης
- Ξηρός κεκορεσμένος ατμός: έχει πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης και δεν περιέχει σταγονίδια υγρού
- Υπέρθερμος ατμός: έχει πίεση ατμοποίησης αλλά θερμοκρασία μεγαλύτερη από την θερμοκρασία ατμοποίησης (Κουρεμένος, 1996)

2.4 Συμπύκνωση

Σε πολλές τεχνικές εγκαταστάσεις υπάρχει ανάγκη συμπυκνώσεως των ατμών. Στις ψυκτικές διατάξεις συγκεκριμένα, εμφανίζεται η ανάγκη της συμπυκνώσεως των ατμών του ψυκτικού μέσου για να χρησιμοποιηθεί το υγρό ψυκτικό μέσο ξανά μέσα στον ψυκτικό κύκλο.

Η συμπύκνωση γίνεται σε ανοιχτό σύστημα. Υπάρχει δηλαδή ροή ατμού μέσα από αγωγούς, ψύχονται τα τοιχώματα των αγωγών και έτσι αφαιρείται θερμότητα από τον ατμό ο οποίος τελικά συμπυκνώνεται σε υγρό.



Σχήμα 2.4α: Συμπύκνωση υπέρθερμου ατμού

Στη θέση 1 εισέρχεται υπέρθερμος ατμός, δηλαδή ατμός ο οποίος έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία ατμοποίησης.

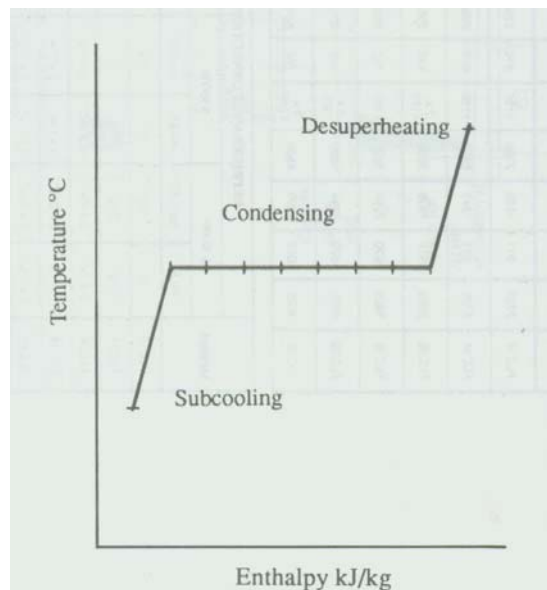
Στο τμήμα 1-2 του σωλήνα αφαιρείται θερμότητα. Ο υπέρθερμος ατμός ψύχεται και τελικά στη θέση 2 γίνεται ξηρός κεκορεσμένος και είναι έτοιμος να αρχίσει να συμπυκνώνεται.

Από τη θέση 2 μέχρι τη θέση 3 αφαιρείται και πάλι θερμότητα και ο ατμός συμπυκνώνεται. Σε όλο το τμήμα του σωλήνα μεταξύ των σημείων 2 και 3, όπου συνυπάρχει ατμός και υγρό, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Καθώς ο ατμός κινείται από τη θέση 2 προς τη θέση 3 όλο και μεγαλύτερη ποσότητα ατμού συμπυκνώνεται. Τελικά στο σημείο 3 έχει συμπυκνωθεί όλη η μάζα του ατμού και στο τμήμα του σωλήνα 3-4 ρέει υγρό.

Στο τμήμα 3-4 αφαιρείται θερμότητα. Έτσι το υγρό το οποίο στη θέση 3 είναι κεκορεσμένο γίνεται στη συνέχεια υπόψυκτο.

Δηλαδή με την αφαίρεση θερμότητας από τον συμπυκνωτή, εξυπηρετούνται τρεις λειτουργίες για το ψυκτικό μέσο:

- Αφυπερθέρμανση του ατμού (subcooling)
- Συμπύκνωση του ατμού (condensing)
- Υπόψυξη του υγρού (desuperheating)



Σχήμα 2.4β: Τυπικές απαιτήσεις για ένα συμπυκνωτή (Boast, 1991)

2.5 Στραγγαλισμός υγρού

Ο στραγγαλισμός της πίεσης είναι η μείωση της υψηλής πίεσης ενός υγρού, και χρησιμοποιείται σε όλες τις ψυκτικές διατάξεις, καθώς έχει μεγάλη σημασία για την λειτουργία τους.

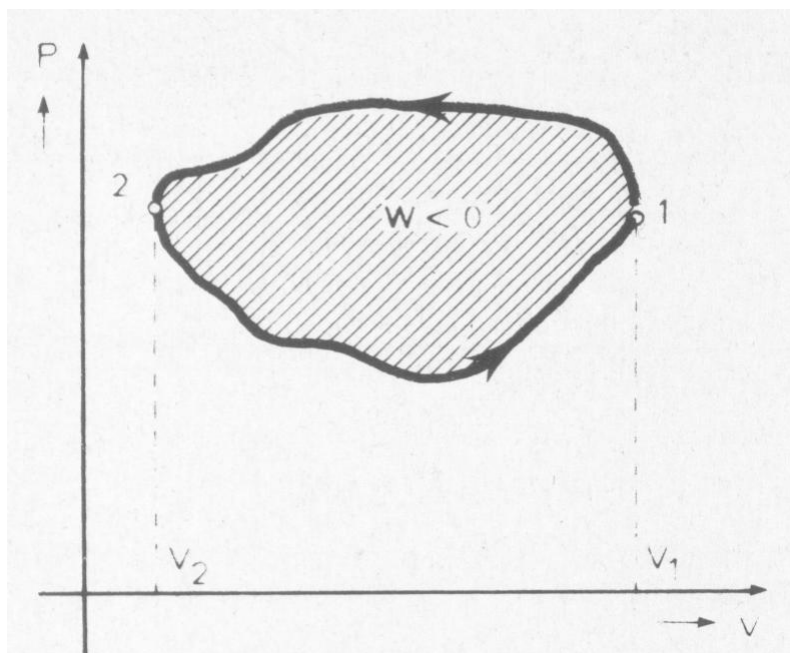
Κατά τον στραγγαλισμό, το υγρό ψύχεται και η θερμότητα που αφαιρείται από αυτό προσδίδεται σε μέρος του υγρού για να αλλάξει φάση και να ατμοποιηθεί.

Στις ψυκτικές εγκαταστάσεις το φαινόμενο της ψύξεως του εργαζόμενου μέσου είναι επιθυμητό, αλλά η μερική ατμοποίηση καθόλου. Ο στραγγαλισμός εφαρμόζεται σε υγρό το οποίο έχει μόλις συμπυκνωθεί και είναι κεκορεσμένο ή είναι ελαφρά υπόψυκτο.

Σε μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις, ο στραγγαλισμός επιτυγχάνεται με την χρήση κατάλληλων βαλβίδων με βελονοειδές στέλεχος και κατάλληλη έδρα.

2.6 Ψυκτικός κύκλος

Στις περισσότερες μηχανές και συσκευές, το εργαζόμενο μέσο, συνήθως αέριο ή ατμός περνάει από διαδοχικές μεταβολές καταστάσεων και τελικά καταλήγει στην ίδια ακριβώς κατάσταση από την οποία ξεκίνησε. Η διαδοχή αυτή των καταστάσεων ονομάζεται **θερμοδυναμικός κύκλος**. Στις ψυκτικές διατάξεις η φορά του κύκλου είναι αριστερόστροφη και το συνιστάμενο έργο, το οποίο είναι ίσο με το εμβαδό της επιφάνειας που περικλείεται από την κυκλική μεταβολή, είναι αρνητικό, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Στο εργαζόμενο μέσο του κύκλου προσδίδεται έργο από έξω και το έργο αυτό καταναλώνεται από την μηχανή για να αφαιρέσει θερμότητα από τα ψυχόμενα αντικείμενα και να την απορρίψει σε κάποιο θερμότερο από αυτά σώμα, πχ στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ο ψυκτικός κύκλος είναι ο θερμοδυναμικός κύκλος με τον οποίο λειτουργούν οι ψυκτικές διατάξεις.



Σχήμα 2.6α: Αριστερόστροφη κυκλική μεταβολή-ψυκτικός κύκλος

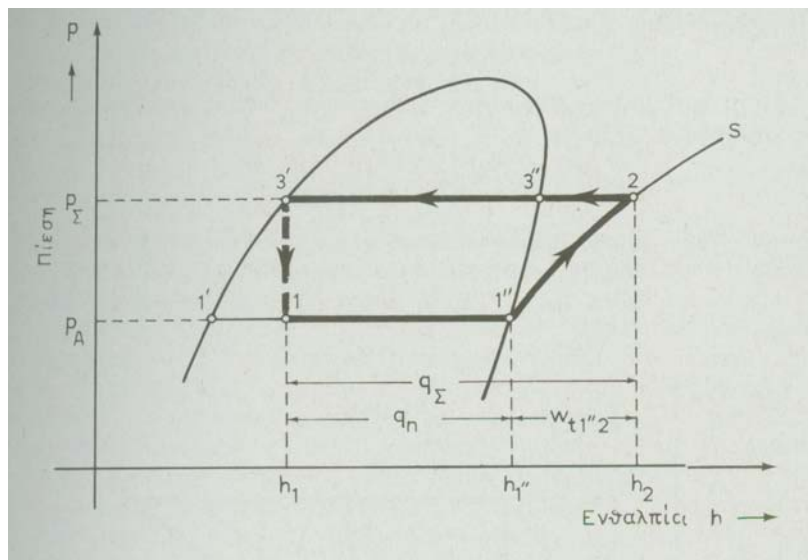
Η λειτουργία ψυγείων που αποτελούνται από ένα δοχείο με ψυκτικό μέσο είναι απλή στην εφαρμογή αλλά έχει το μειονέκτημα ότι όταν τελειώνει το ψυκτικό μέσο, πρέπει να αντικαθίσταται από άλλο, το οποίο δεν συμφέρει οικονομικά. Οι ψυκτικές μηχανές είναι μηχανές οι οποίες μεταφέρουν θερμότητα από σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας σε σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας, με κατανάλωση έργου. Στις ψυκτικές μηχανές μπορεί να χρησιμοποιείται το ίδιο ψυκτικό μέσο με την χρήση μηχανικής ενέργειας, όποτε συμφέρει οικονομικά η κατασκευή και λειτουργία τους.

Στις μηχανές αυτές η θερμότητα που αφαιρείται από τον χώρο του ψυγείου προσδίδεται στο υγρό ψυκτικό μέσο στο οποίο ατμοποιείται. Το φυσικό φαινόμενο που χρησιμοποιείται για την απορρόφηση της θερμότητας που απομακρύνεται, είναι η αλλαγή φάσης, η ατμοποίηση.

Για να πάει η θερμότητα από τον αέρα του ψυγείου στο υγρό ψυκτικό μέσο, πρέπει το τελευταίο να είναι πιο κρύο από τον αέρα του θαλάμου του ψυγείου.

Για να γίνει εύκολα η ρύθμιση της πίεσης και της ποσότητας που ατμοποιείται, πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα αναρρόφησης του παραγόμενου ατμού. Αυτή την κάνει ένας **συμπιεστής** με την χρήση μηχανικής ενέργειας, ο οποίος ανεβάζει την πίεση του ατμού για να αυξηθεί η θερμοκρασία συμπύκνωσης σε τιμή μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Ο ψυκτικός κύκλος που διαγράφει το ψυκτικό μέσο παριστάνεται στο διάγραμμα $p-h$ που ακολουθεί. Οι αριθμοί με ένα τόνο αφορούν το κεκορεσμένο υγρό, ενώ με δύο τόνους αφορούν τον αντίστοιχο ατμό



Σχήμα 2.6β: Ψυκτικός κύκλος στο διάγραμμα $p-h$

Ο συμπιεστής έχει στην αναρρόφηση του ξηρό κεκορεσμένο ατμό καταστάσεως 1''. Το σημείο 1'' βρίσκεται πάνω στην γραμμή σταθερής πίεσης p_A , η οποία αντιστοιχεί στην πίεση ατμοποίησης και στη θέση κεκορεσμένου ατμού, δηλαδή στη θέση που τελειώνει η ατμοποίηση του υγρού σε πίεση p_A .

Η συμπίεση του ατμού είναι η μεταβολή 1''2. Είναι αδιαβατική συμπίεση και γι'αυτό βρίσκεται στην γραμμή S , η οποία περνάει από το σημείο 1''. Το σημείο 2 βρίσκεται στην τομή της καμπύλης S , που περνάει από το αρχικό σημείο 1'', με την ισόθλιπτη $p_Σ$, η οποία αντιστοιχεί στην πίεση συμπύκνωσης.

Ο ατμός στην θέση 2 είναι υπέρθερμος και ψύχεται μέσα στον συμπυκνωτή στην κατάσταση 3", όπου και γίνεται ξηρός κεκορεσμένος. Η συμπύκνωση του ατμού τελειώνει στο σημείο 3', όπου το συμπύκνωμα είναι κεκορεσμένο. Στη συνέχεια στραγγαλίζεται αδιαβατικά μέχρι την κατάσταση 1.

Στον εξαχνωτή το υγρό μέρος του ψυκτικού μέσου ατμοποιείται και τελικά η μάζα του ψυκτικού μέσου αποκτά την κατάσταση 1" και αναρροφάται από τον συμπιεστή.

Αριστερά της καμπύλης υπάρχει μόνο υγρό, δεξιά της μόνο αέριο και μέσα στην καμπύλη συνυπάρχει υγρό και αέριο (Κουρεμένος, 1996).

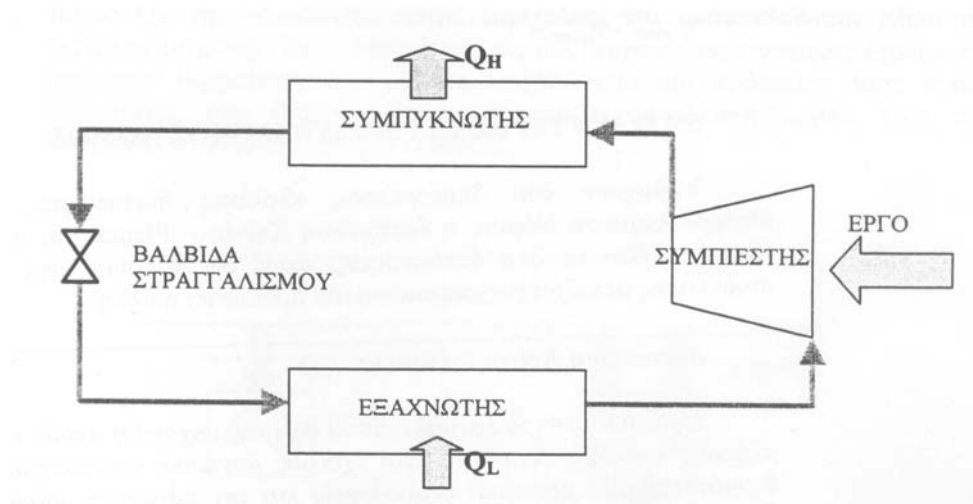
2.7 Ψυκτικές Μηχανές

Ανεξάρτητα από το μέγεθος της εγκατάστασης, ο τρόπος και η αρχή λειτουργίας των ψυκτικών διατάξεων είναι γενικά ο ίδιος. Αλλάζει μόνο το μέγεθος των μηχανών, των συσκευών, των σωληνώσεων, ο αριθμός των εξαρτημάτων και διατάξεων αυτοματισμού και προστασίας.

Οι τεχνικές εγκαταστάσεις αποτελούν ανοικτά συστήματα. Το σύστημα είναι μια ορισμένη ποσότητα ύλης που μπορεί να εξετασθεί ξεχωριστά. Σε ένα **κλειστό σύστημα** η ύλη αυτή μπορεί να είναι πάντοτε η ίδια και να αλλάζει πχ όγκο, πίεση, θερμοκρασία. Σε ένα **ανοικτό σύστημα** η ύλη ρέει και αντικαθίσταται συνεχώς μέσα σε ένα προκαθορισμένο χώρο, όπως πχ σε έναν αεροσυμπιεστήρα.

Ένα απλό σύστημα ψύξης θεωρητικά χρειάζεται τέσσερα (4) στοιχεία.

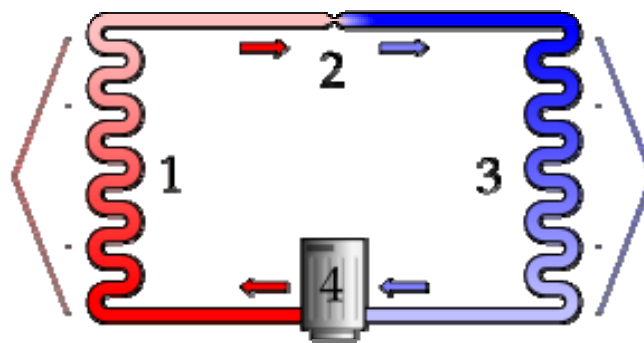
Μια τέτοια μηχανή είναι το παρακάτω κύκλωμα ψυγείου:



Σχήμα 2.7α: Κύκλος ψύξεως

Εργαζόμενο μέσο είναι το ψυκτικό υγρό (πχ αμμωνία), το οποίο είναι σε υγρή φάση σε θερμοκρασία αρκετά χαμηλότερη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Θερμότητα Q_L μεταφέρεται στο ψυκτικό υγρό στον εξαχνωτή (στο εσωτερικό του ψυγείου) υπό χαμηλή πίεση και θερμοκρασία, μετατρέποντας το εργαζόμενο μέσο σε αέριο. Το αέριο συμπιέζεται στη συνέχεια στον συμπιεστή, απορροφώντας έργο, αυξάνοντας τη πίεση και τη θερμοκρασία του. Στον συμπυκνωτή, στο εξωτερικό του ψυγείου, αποβάλλεται θερμότητα Q_H στο περιβάλλον υπό υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Η πίεση μειώνεται στη βαλβίδα στραγγαλισμού, ενώ το εργαζόμενο μέσο επιστρέφει στην αρχική κατάσταση για να κλείσει ο κύκλος. Το έργο που προφανώς απαιτείται για τη λειτουργία του κύκλου ισούται με τη διαφορά των δύο ποσοτήτων θερμότητας, άρα η ποσότητα θερμότητας Q_H που αποβάλλεται είναι πάντα μεγαλύτερη της Q_L που απορροφάται κατά το έργο W που προσδίδεται στο σύστημα. (Πηγή: Σημειώσεις μαθήματος «Τεχνική Θερμοδυναμική», Δρ. Ι. Κ. Νικολός)

Ακόμα πιο απλά, μπορεί η παραπάνω διαδικασία να αναπαρασταθεί ως εξής:



Σχήμα 2.7β: Διάγραμμα κύκλου ψύξης: 1. Συμπυκνωτής 2. Βαλβίδα στραγγαλισμού 3. Εξαχνωτής 4. Συμπιεστής (Πηγή: Wikipedia)

2.7.1 Εξαχνωτής ή στοιχείο ατμοποίησης (evaporator)

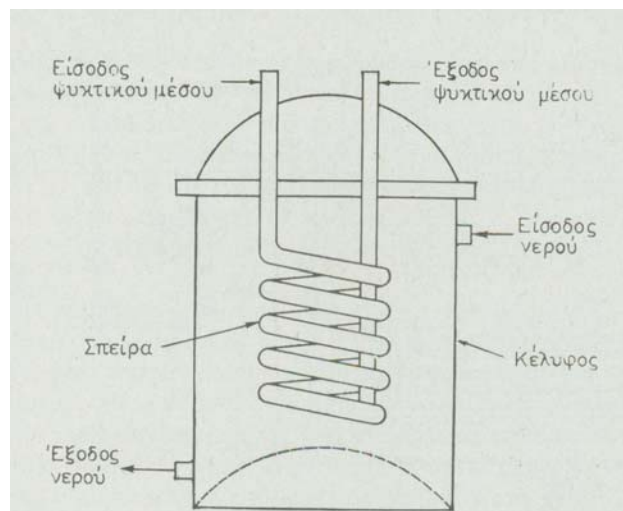
Από το ρευστό που ψύχεται (αέρας ή νερό) προκύπτουν οι κύριες κατηγορίες στοιχείων ατμοποίησης, τα στοιχεία ψύξης αέρα και τα στοιχεία ψύξης υγρών.

Για την αμμωνία προτιμώνται γενικότερα τα στοιχεία ατμοποίησης για ψύξη υγρού. Κάποια χαρακτηριστικά για την επιλογή ή σχεδιασμό τους, είναι τα παρακάτω:

- Η επιφάνεια μετάδοσης θερμότητας
- Η μέθοδος παροχής ψυκτικού μέσου στο στοιχείο
- Η ασφάλεια της κατασκευής
- Οι απώλειες του ψυκτικού μέσου λόγω πιθανών διαρροών

- Η επιστροφή λαδιού στον συμπιεστή
- Η ρύπανση επιφανειών
- Η οξείδωση των μεταλλικών επιφανειών
- Ο όγκος και το βάρος της κατασκευής
- Το κόστος του στοιχείου κτλ

Ένας τύπος στοιχείου ατμοποίησης όπου ως ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται η αμμωνία είναι ο παρακάτω



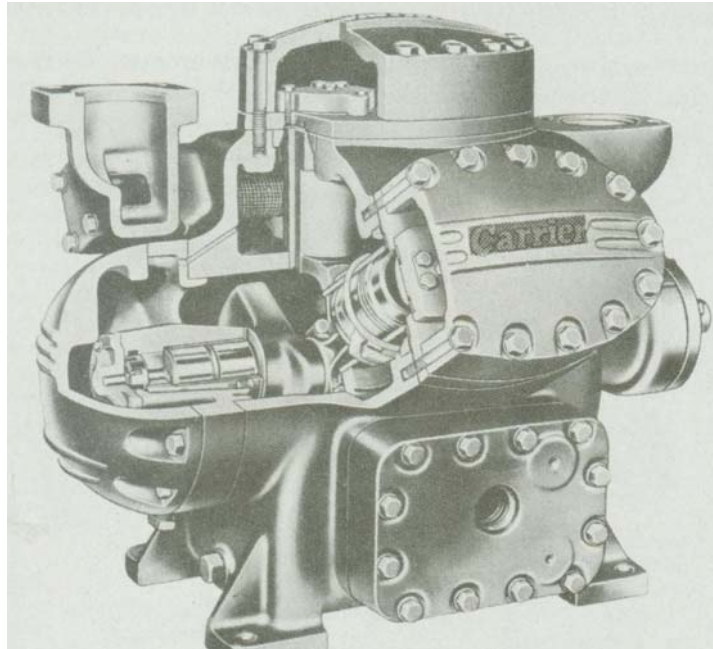
Σχήμα 2.7.1: Αναπαράσταση στοιχείου κελύφους-σπείρας

2.7.2 Συμπιεστής (compressor)

Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης του συμπιεστή έχουμε εμβολοφόρους, φυγοκεντρικούς, κοχλιόμορφους και συμπιεστές τυμπάνου. Ως προς την στεγανότητα τους, διακρίνονται σε ερμητικούς και ανοικτούς. Στους ανοικτούς συμπιεστές η περιστρεφόμενη άτρακτος του συμπιεστή διαπερνά το στεγανό περίβλημα για να συνδεθεί με τον κινητήρα.

Οι ανοικτοί εμβολοφόροι συμπιεστές χρησιμοποιούνται κυρίως με ψυκτικά μέσα όπως η αμμωνία. Πιο συγκεκριμένα, προτιμώνται συμπιεστές ανοικτού τύπου γιατί η αμμωνία προσβάλλει τον χαλκό του τυλίγματος των ηλεκτρομαγνητικών πόλων του κινητήρα και έτσι ο κινητήρας δεν μπορεί να κλειστεί στο ίδιο κέλυφος με τον συμπιεστή.

Οι συμπιεστές αμμωνίας πρέπει να αποτελούνται από υλικά ανθεκτικά στην αμμωνία γενικά. Παρατίθεται μια φωτογραφία ενός ανοικτού εμβολοφόρου συμπιεστή:



Σχήμα 2.7.2α: Πολυκύλινδρος εμβολοφόρος συμπιεστής ανοικτού τύπου

2.7.3 Συμπυκνωτής (condenser)

Ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο απορρίπτεται η θερμότητα των συμπυκνωτών των ψυκτικών εγκαταστάσεων (ατμοσφαιρικός αέρας, διαθέσιμο ρεύμα νερού είτε συνδυασμός αυτών), υπάρχουν τρεις (3) τύποι συμπυκνωτών:

- Αερόψυκτοι
- Υδροψυκτοι
- Εξατμίσεως νερού

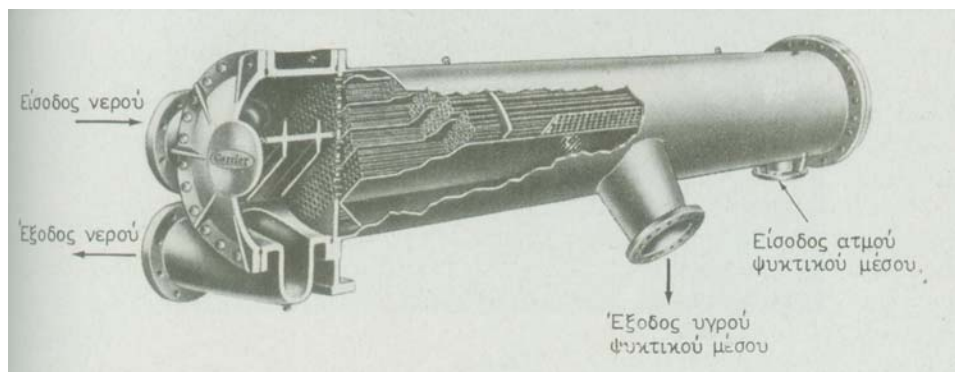
Και οι τρεις αυτοί τύποι συμπυκνωτών αποτελούν ουσιαστικά έναν εναλλάκτη θερμότητας, στον οποίο οδηγούνται οι ατμοί του ψυκτικού μέσου και καθώς απορρίπτεται η θερμότητα του ψυκτικού μέσου στο περιβάλλον, αλλάζει σταδιακά φάση και τελικά εξέρχεται από τον συμπυκνωτή ως υγρό.

Επίσης, το είδος του συμπυκνωτή που χρησιμοποιείται σε μια εγκατάσταση εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως:

- Το μέγεθος της εγκατάστασης

- Η δυνατότητα επίβλεψης ή συντήρησης
- Η διαθεσιμότητα νερού για τη ψύξη του συμπυκνωτή
- Τα κλιματολογικά δεδομένα, ιδίως η σχετική υγρασία

Για εγκαταστάσεις με ψυκτικό μέσο την αμμωνία, χρησιμοποιούνται κυρίως υδρόψυκτοι συμπυκνωτές, όπου το νερό που κυκλοφορεί απάγει την θερμότητα που αφαιρείται από το ψυκτικό μέσο. Ακολουθεί ένας τέτοιος τύπος συμπυκνωτή:



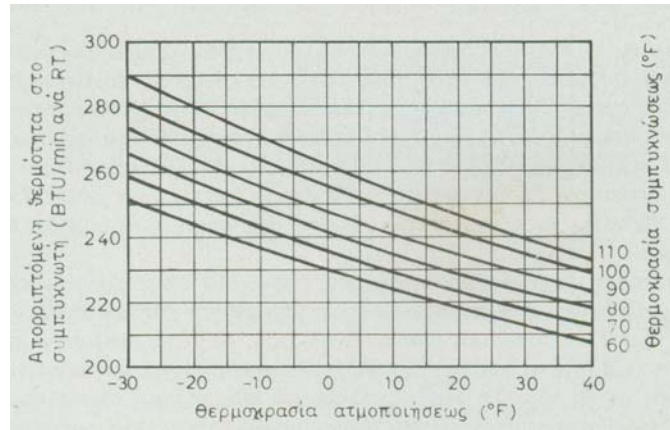
Σχήμα 2.7.3: Υδρόψυκτος συμπυκνωτής κελύφους-σωλήνων

Αυτοί οι συμπυκνωτές έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να λειτουργούν για το μέγιστο φορτίο της εγκατάστασης κάτω από τις πιο δυσμενείς συνθήκες που μπορούν να εμφανιστούν. Πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη η ρύπανση των επιφανειών του συμπυκνωτή από άλατα και λάσπη και να καθαρίζονται περιοδικά για να διατηρηθεί η εγκατάσταση σε αποδεκτά όρια.

Η στεγανότητα των συμπυκνωτών έχει πρωταρχική σημασία, καθώς πρέπει να αποφεύγεται η είσοδος υγρασίας προς το ψυκτικό μέσο. Η διαρροή ψυκτικού μέσου είναι πιθανότερο να συμβεί όταν η εγκατάσταση είναι εκτός λειτουργίας και η πίεση του ψυκτικού μέσου μέσα στον συμπυκνωτή είναι χαμηλή, ανάλογα πάντα και με την πίεση του νερού ψύξεως του συμπυκνωτή

Στις περισσότερες ψυκτικές εγκαταστάσεις υπάρχουν ασυμπύκνωτα αέρια, όπως άζωτο, υδρογόνο, χλώριο κτλ. Αυτά μαζεύονται στον συμπυκνωτή και προκαλούν αύξηση της πίεσης της λειτουργίας του, με συνέπεια την κατανάλωση μεγαλύτερης μηχανικής ενέργειας για το ίδιο αποτέλεσμα. Οπότε θεωρούνται ανεπιθύμητα και πρέπει να εντοπίζονται και να απομακρύνονται.

Το ποσό θερμότητας που απορρίπτεται από τον συμπυκνωτή εξαρτάται από το είδος του ψυκτικού μέσου, την θερμοκρασία ατμοποίησης και την θερμοκρασία συμπύκνωσης. Για την αμμωνία έχουμε το παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 2.7.3β: Απορριπτόμενη θερμότητα στον συμπυκνωτή για αμμωνία

Σύμφωνα με τους κατασκευαστές, η απόδοση των συμπυκνωτών αναφέρεται πάντα σε καθαρούς συμπυκνωτές που έχουν υποστεί μηχανικό ή χημικό έλεγχο. Οι χάλκινοι και οι μεταλλικοί σωλήνες μετά από κάθε καθαρισμό, επανέρχονται περίπου στην αρχική τους κατάσταση, ενώ οι σιδερένιοι χάνουν την απόδοσή τους και δεν επανέρχονται στην προηγούμενη κατάσταση τους. Για τους υδρόψυκτους συμπυκνωτές αμμωνίας χρησιμοποιούνται μόνο χαλύβδινοι ή σιδερένιοι σωλήνες και η απόδοση μπορεί να πέσει και στο μισό της αρχικής τιμής της καινούργιας συσκευής (Κουρεμένος, 1996).

2.7.4 Βαλβίδα εκτόνωσης ή στραγγαλισμού (reducing valve)

Η διάταξη στραγγαλισμού έχει διπλή αποστολή: εκτονώνει την πίεση και ρυθμίζει την παροχή μάζας του ψυκτικού μέσου από τον συμπυκνωτή προς το στοιχείο ατμοποίησης

Οι τύποι των διατάξεων στραγγαλισμού έχουν ως ρυθμίζον μέγεθος τη διαδρομή μιας βαλβίδας που ανοιγοκλείνει κατάλληλα και αλλάζει την παροχή του ψυκτικού μέσου. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι είναι οι:

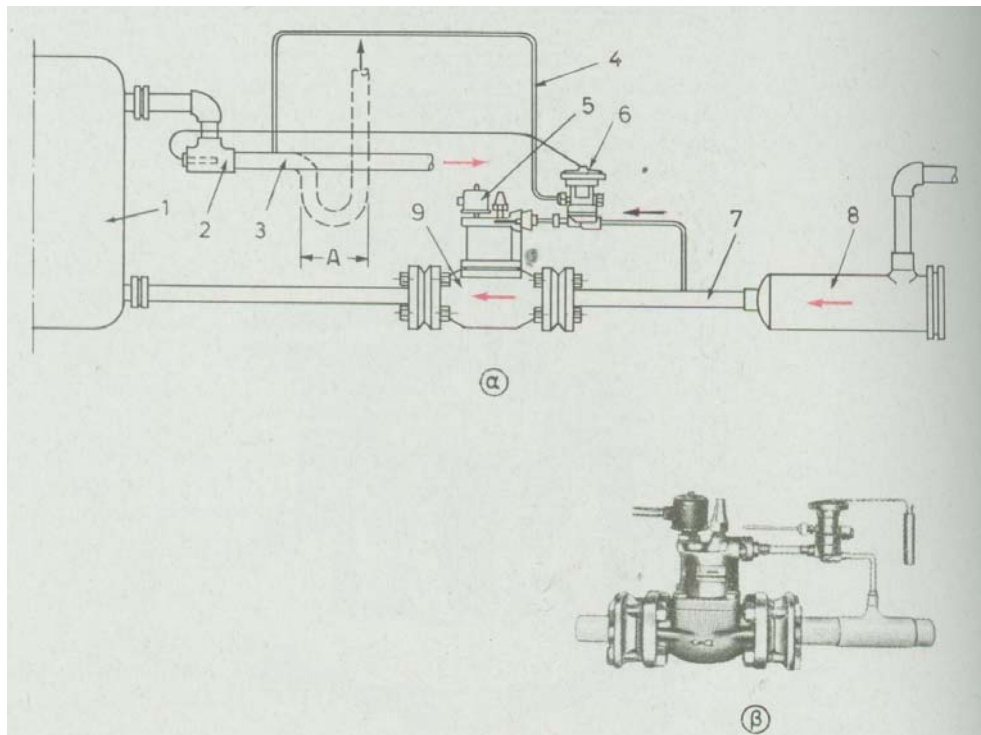
- Θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης
- Πιεζοστατική βαλβίδα εκτόνωσης
- Θερμοηλεκτρική βαλβίδα εκτόνωσης

- Βαλβίδα πλωτήρα χαμηλής πίεσεως
- Βαλβίδα πλωτήρα υψηλής πίεσεως
- Τριχοειδής σωλήνας

Τα φυσικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται ως ελεγχόμενο μέγεθος είναι:

- Η πίεση του στοιχείου ατμοποίησης
- Η θερμοκρασία (υπερθέρμανση ατμού)
- Το ύψος της στάθμης του υγρού

Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται πιο σύνθετες μορφές βαλβίδων. Για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιείται αμμωνία ως ψυκτικό μέσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης με διάταξη βαλβίδας πιλότου. Αυτή κατασκευάζεται για μέγιστη ψυκτική ισχύς μέχρι 100 RT για αμμωνία. Ακολουθεί ένα σχήμα που δείχνει μια τέτοια βαλβίδα



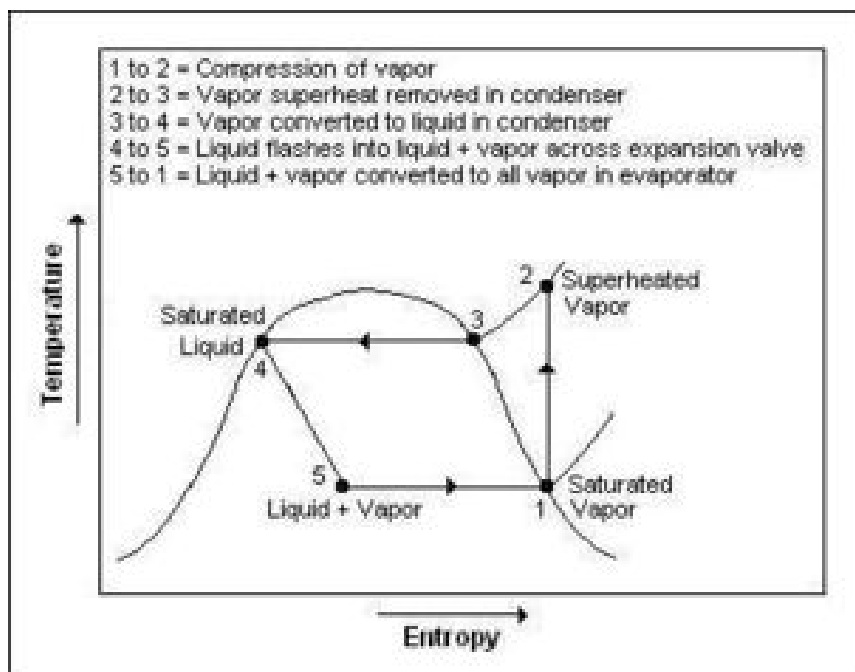
Σχήμα 2.7.4α: Θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης που ελέγχεται από βαλβίδα-πιλότο
α) Σχηματική διάταξη β) Εικόνα διάταξης

1.Στοιχείο ατμοποίησης κελύφους-σωλήνων 2.Υποδοχή αισθητήριου βολβού 3.Αγωγός αναρροφήσεως συμπιεστή 4.Αγωγός εξισορόπησης πίεσης 5.Μαγνητική βαλβίδα 6.Θερμοστατική βαλβίδα πιλότος 7.Αγωγός υγρού ψυκτικού μέσου 8.Φίλτρο και ξηραντήρας 9.Κύρια βαλβίδα

Οι θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης εξυπηρετούν τις συνηθισμένες εφαρμογές ψυκτικών διατάξεων και συγκεκριμένα:

- Θερμοστατικές εγκαταστάσεις κλιματισμού (+10 °C έως -1°C)
- Θερμοστατικές επαγγελματικών ψυγείων (+2 °C έως -18 °C)
- Θερμοστατικές εγκαταστάσεων κατεψυγμένων (-18 °C έως -40 °C)
- Θερμοστατικές εγκαταστάσεων χαμηλών θερμοκρασιών (-40 °C και κάτω)

Τέλος, αν θέλαμε να αναπαραστήσουμε σε ένα διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας τα τέσσερα αυτά στοιχεία που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, καθώς και τις διάφορες φάσεις του ψυκτικού μέσου, αυτό θα έχει την παρακάτω μορφή :

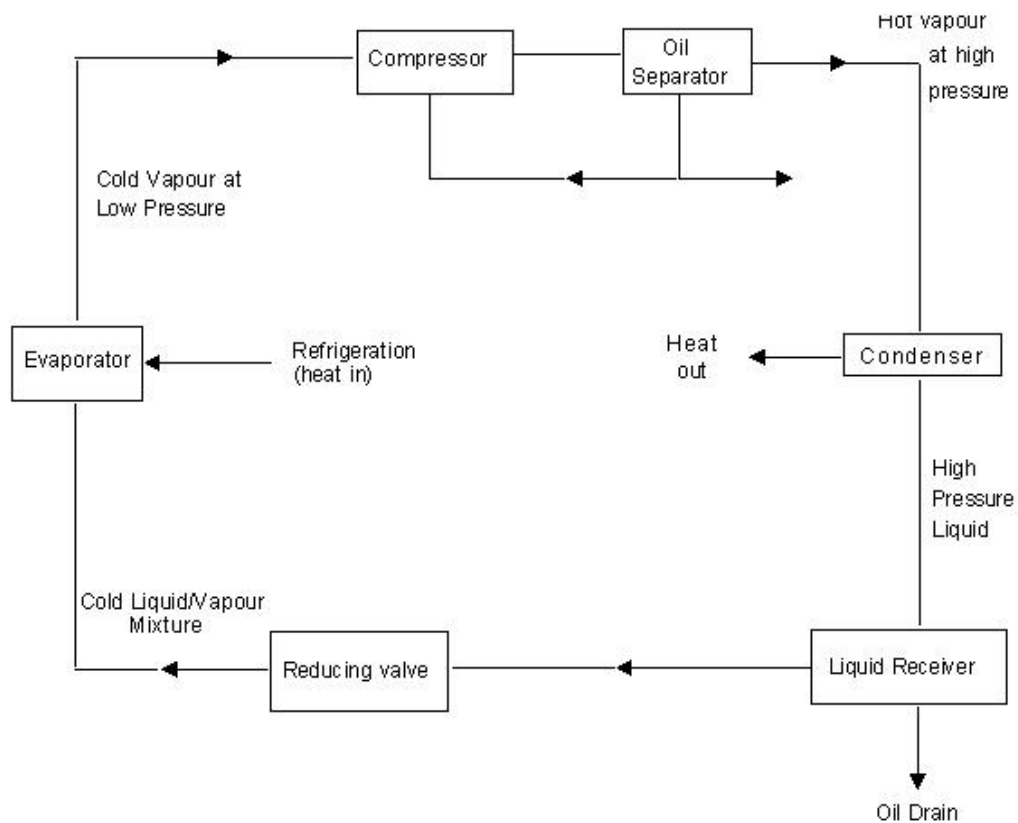


Σχήμα 2.7.4γ: Διάγραμμα τεσσάρων στοιχείων ψυκτικής διάταξης (Πηγή: Perry, 1984)

2.7.5 Ένα απλό σύστημα ψύξης

Στην πράξη, εκτός των παραπάνω στοιχείων, σε μια ψυκτική διάταξη χρησιμοποιούνται και διαχωριστές λαδιού (oil separator), εναλλάκτες θερμότητας για τη ψύξη ρευστού μεταξύ των βαθμίδων ενός συμπιεστή με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας (intercoolers), δοχεία υγρού (liquid receiver), χώροι αποθήκευσης του ψυκτικού υγρού (surge drums - accumulators) και αντλίες υγρού.

Ένα απλό σύστημα κλειστής ροής, όπου ένα ψυκτικό συμπιέζεται, συμπυκνώνεται και διαστέλλεται για την παραγωγή ψύξης σε ένα κατώτερο επίπεδο θερμοκρασίας, καθώς και αποβολή θερμότητας σε ένα ανώτερο επίπεδο θερμοκρασίας, με σκοπό την εξαγωγή θερμότητας από έναν ελεγχόμενο χώρο (refrigeration system), φαίνεται στο σχήμα



Σχήμα 2.7.5: Απλό σύστημα ψύξης

Η χρήσιμη ψύξη παράγεται στον εξαχνωτή. Υγρή αμμωνία σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία θερμαίνεται μέσω εξάτμισης. Ο ατμός αφαιρείται με τη βοήθεια του συμπιεστή, ο οποίος αυξάνει τη θερμοκρασία από αρνητικές σε θετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Το θερμό συμπιεσμένο αέριο αυξάνει τη θερμοκρασία συμπυκνώνοντας το σε υγρό στον συμπυκνωτή. Το υγρό υψηλής πίεσης περνάει από την βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης στον εξαχνωτή. Στην βαλβίδα το υγρό ψύχεται ενώ λίγο αέριο απελευθερώνεται. Το εναπομένον υγρό χρησιμοποιείται στον εξαχνωτή.

Πρακτικά μπορεί να υπάρχουν και άλλα στοιχεία στην εγκατάσταση. Ένας διαχωριστής λαδιού απομακρύνει το λάδι που αποβάλλεται από τον συμπιεστή και είτε το επιστρέφει στη στροφαλοφόρο άτρακτο (crank-case) είτε το συγκρατεί για να το διοχετεύσει διαφορετικά. Μπορεί να υπάρχει ένας συμπιεστής πολλών βαθμιδών και η ψύξη να γίνεται αποσπώντας υγρό υψηλής πίεσης εκεί που υπάρχει χαμηλή πίεση. Μετά τον συμπυκνωτή υπάρχει συνήθως ένα δοχείο υγρού. Μετά την βαλβίδα εκτόνωσης συχνά υπάρχει ένας χώρος αποθήκευσης του ψυκτικού υγρού το οποίο λειτουργεί σαν δεξαμενή ψυχρού υγρού και εξισώνει τη ζήτηση σε συμπιεστή και συμπυκνωτή. Η υγρή αμμωνία αντλείται από το χώρο αποθήκευσης με τη βοήθεια μιας αντλίας. Σωλήνες λαδιού μπορεί να βρίσκονται σε δοχεία υγρού (liquid receiver), σε χώρους αποθήκευσης του υγρού ψυκτικού (surge drum) ή οπουδήποτε αλλού σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Μπορεί να υπάρχει ακόμα αυτόματο σύστημα ελέγχου, παρόλο που αυτό δεν είναι συχνό σε παλιές και μικρές εγκαταστάσεις.

Η συντήρηση των συστημάτων ψύξης είναι σημαντική για την σταθερή οικονομική λειτουργία της. Η προληπτική συντήρηση ρουτίνας προλαμβάνει την εμφάνιση βλαβών, που μπορούν να εμφανιστούν πχ, από φθορά. Έχει αποδειχθεί ότι πολλές βλάβες οφείλονται σε ελλιπή χρησιμοποίηση, έλλειψη συντήρησης και ελέγχου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα παρακάτω σημεία συντήρησης (Sprenger, 1977):

- Στεγανότητα ψυκτικής μονάδας
- Καλός εξαερισμός
- Έλεγχος οργάνων ασφαλείας
- Καθαρότητα συστήματος λίπανσης λαδιού
- Ανελλιπή διατήρηση ημερολογίου μηχανημάτων

Βασικό μέγεθος κάθε ψυκτικής εγκατάστασης είναι η **ψυκτική ισχύς**, δηλαδή το ποσό θερμότητας που αφαιρεί η εγκατάσταση στη μονάδα του χρόνου από το μέσο ή τον χώρο τον οποίο ψύχει.

Ψυκτική ικανότητα είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα μάζας ψυκτικού μέσου, η οποία προσδίδεται στο στοιχείο ατμοποίησης.

2.8 Ψυκτικά μέσα

2.8.1 Γενικά

Τα ψυκτικά μέσα είναι το εργαζόμενο σώμα των θερμοδυναμικών κύκλων. Είναι ο υλικός φορέας οποίος παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία, όπου είναι ανεπιθύμητα, και τα μεταφέρει σε θέσεις με υψηλότερη θερμοκρασία όπου και τα απορρίπτει.

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα υγρά-ατμοί ως ψυκτικά μέσα. Στις πρώτες ψυκτικές εγκαταστάσεις του περασμένου αιώνα καθώς και στις αρχές του εικοστού, χρησιμοποιήθηκαν ως ψυκτικά μέσα ουσίες όπως το θειικό οξύ, το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου κλπ. Τα μέσα αυτά έχουν πλέον εγκαταλειφθεί, γιατί δεν πληρούν βασικές προδιαγραφές ασφαλείας, οι οποίες ισχύουν σήμερα και γιατί προκαλούν πολύ γρήγορα φθορά στις εγκαταστάσεις.

Στα παλιότερα χρόνια, η τεχνολογία υποχρεώθηκε να χρησιμοποιήσει τα υλικά αυτά, γιατί δεν υπήρχαν άλλα πιο κατάλληλα. Το μόνο ίσως ψυκτικό μέσο το οποίο χρησιμοποιήθηκε από πολύ νωρίς και χρησιμοποιείται ευρύτατα ακόμα και σήμερα, είναι η αμμωνία.

Γενικά όμως τα ψυκτικά μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα, κατασκευάστηκαν βιομηχανικά και χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι, από χημικής απόψεως, χλωριωμένοι ή φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες. Παρουσίαζαν πολλά πλεονεκτήματα και ορισμένα από αυτά τα ψυκτικά μέσα μέχρι και πριν από λίγα χρόνια θεωρούνταν τέλεια.

Τα τελευταία όμως χρόνια έχουν γίνει παρατηρήσεις στον εξωτερικό φλοιό της ατμόσφαιρας οι οποίες έδειξαν ότι ο προστατευτικός φλοιός όζοντος καταστρέφεται από τα ψυκτικά μέσα τα οποία διαρρέουν στην ατμόσφαιρα. Πρέπει να τονιστεί όμως ότι σημαντικές ποσότητες ψυκτικού μέσου στην ατμόσφαιρα διαρρέουν και από διάφορες συσκευές αερολυμάτων (αεροζόλ), οι οποίες χρησιμοποιούν τα ψυκτικά μέσα για την εκτόξευση των διαφόρων αρωμάτων, αποσμητικών, χρωμάτων κλπ και όχι μόνο από τις ίδιες τις ψυκτικές εγκαταστάσεις. Στο μέλλον θα πρέπει να περιορισθούν οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες ψυκτικών μέσων.

Η **επιλογή του κατάλληλου ψυκτικού μέσου** για μια εγκατάσταση, δεν γίνεται μόνο με θερμοδυναμικά κριτήρια. Αποφασιστικό ρόλο παίζουν επίσης και άλλες ιδιότητες του ψυκτικού μέσου. Γενικά, τα χαρακτηριστικά ενός καλού ψυκτικού μέσου πρέπει να είναι (Puzio, Johnson 1997):

- Να παρουσιάζει υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης
- Να ανιχνεύεται εύκολα στις διαρροές

- Να μην είναι τοξικό
- Να μην είναι εύφλεκτο
- Να αναμειγνύεται αμέσως με το λάδι και να το μεταφέρει σαν διάλυμα αερίου και υγρού
- Να μην έχει επιβλαβείς αντιδράσεις με λάδι και υγρασία
- Να παρουσιάζει υψηλή αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα
- Να έχει χαμηλό κόστος
- Να βρίσκεται εύκολα και γρήγορα στο εμπόριο

Για την εκλογή του κατάλληλου ψυκτικού μέσου δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο είδος των μετάλλων τα οποία χρησιμοποιούνται στην ψυκτική εγκατάσταση. Για να εκλεγεί π.χ. η αμμωνία (NH_3) ως ψυκτικό μέσο, η εγκατάσταση θα πρέπει να έχει μόνο σιδερένια ή χαλύβδινα μέρη. Ο χαλκός, το αλουμίνιο κλπ. καταστρέφονται σχεδόν αμέσως από την αμμωνία.

Επίσης σημαντικές είναι οι υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες επικρατούν π.χ. μέσα στα τοιχώματα των εμβολοφόρων συμπιεστών. Πρέπει το ψυκτικό μέσο να είναι κατάλληλο γι' αυτές. Δεν πρέπει να παθαίνει χημική διάσπαση έστω και σε μικρά ίχνη, γιατί μπορεί να ελευθερωθεί χλώριο ή φθόριο, το οποίο θα προκαλέσει πάρα πολύ γρήγορα τη φθορά.

Άλλος σημαντικός παράγοντας για την εκλογή του ψυκτικού μέσου είναι η συνεργασία του με το **λάδι λιπάνσεως**. Όπως όλες οι μηχανές, έτσι και οι συμπιεστές ψυκτικών μέσων για να λειτουργήσουν πρέπει να λιπαίνονται για να υπάρχει μείωση των μηχανικών τριβών, κυρίως η περιστρεφόμενη άτρακτος (στροφαλοφόρος άξονας) και η επιφάνεια του κυλίνδρου. Εκτός από αυτό, το λάδι λιπάνσεως εκπληρώνει και άλλες απαιτήσεις: μέσα στην ελαιολεκάνη πρέπει να απάγει θερμότητα προς το κέλυφος του συμπιεστή, να επιφέρει απόσβεση στον παραγόμενο ήχο, να έχει ηλεκτρική μονωτική ικανότητα και να παραμένει λεπτόρρευστο στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Μέσα λοιπόν στο συμπιεστή, στην ελαιολεκάνη του ή και αλλού, το ψυκτικό μέσο έρχεται σε επαφή με το λάδι. Από την επαφή αυτή το ψυκτικό μέσο διαλύεται μέσα στο λάδι, και ατμοί ή και σταγόνες λαδιού φεύγουν με το ψυκτικό μέσο προς το συμπυκνωτή. Εκεί αναμιγνύονται με το συμπυκνωμένο υγρό ψυκτικό μέσο και στη συνέχεια ή μεγαλύτερες ποσότητες λαδιού κυκλοφορούν σε όλη την εγκατάσταση. Το ψυκτικό μέσο πρέπει λοιπόν να είναι τέτοιο, ώστε να διαλύει το λάδι σε όλες τις θέσεις της ψυκτικής διατάξεως.

Άλλη ιδιότητα του ψυκτικού μέσου είναι η ικανότητα να διαλύει νερό (υγρασία). Το ψυκτικό μέσο γενικά δεν δέχεται νερό, γιατί στις χαμηλές θερμοκρασίες το νερό ξεχωρίζει από το ψυκτικό μέσο και σχηματίζει παγοκρύσταλλους. Αυτό συμβαίνει συνήθως στη θέση στραγγαλισμού η οποία με το σχηματισμό του πάγου φράσσει εντελώς, ύστερα από ορισμένο χρόνο λειτουργίας και διακόπτει τη λειτουργία της εγκαταστάσεως.

Εκτός από την αμμωνία, τα υπόλοιπα ψυκτικά μέσα προέρχονται κυρίως από το μεθάνιο (CH_4) ή αιθάνιο (C_2H_6) με αντικατάσταση των ατόμων υδρογόνου από άτομα χλωρίου ή φθορίου. Ονομάζονται με το λατινικό γράμμα R (Refrigerant) και έναν διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό, που προκύπτει από τη χημική σύνθεση του μορίου του ψυκτικού μέσου, Η αμμωνία ονομάζεται ψυκτικό μέσο 717.

Τα συνηθισμένα ψυκτικά μέσα για μικρές κυρίως, αλλά και μεσαίες διατάξεις είναι το R12 και το R22. Τα προτιμούμε γιατί παρουσιάζουν σχετικά μικρές πιέσεις, γιατί είναι ακίνδυνα από τοξικής απόψεως και γιατί η καμπύλη υγρού-ατμού στο διάγραμμα p-h ευρίσκεται σε ευνοϊκή περιοχή θερμοκρασιών. Οι διατάξεις αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως σε οικιακά ψυγεία και καταψύκτες καθώς και σε εμπορικά ψυγεία μέσα σε καταστήματα. Εκεί δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί τοξικό ψυκτικό μέσο, π.χ. αμμωνία, από φόβο διαρροής. Μεγαλύτερη όμως εφαρμογή έχει η αμμωνία, ιδιαίτερα σε μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις.

Όσον αφορά την ονομασία των ψυκτικών μέσων, τα περισσότερα είναι γνωστά με εμπορικά ονόματα εταιριών και έναν αριθμό. Π.χ. οι ονομασίες FREON 12, FRIGEN 12, ARCTON 12, GENETRON 12, ALGOFRENE 12 κλπ. χαρακτηρίζουν όλες το ίδιο χημικό προϊόν και προέρχονται από διάφορες εταιρίες οι οποίες το κατασκευάζουν. Όμως το επίσημο όνομα του ψυκτικού αυτού μέσου είναι ψυκτικό μέσο R12 (διχλωροδιφθορομεθάνιο $-\text{CF}_2\text{Cl}_2$). Το ίδιο ισχύει και για τα άλλα ψυκτικά μέσα.

Ιδιαίτερα για την αμμωνία, επισυνάπτονται στο Παράρτημα Β οι πίνακες για τα θερμοδυναμικά μεγέθη που πρέπει να γνωρίζουμε και τα διαγράμματα p-h για διαφορετικές μετρικές μονάδες.

2.8.2 Σύγκριση ψυκτικών μέσων

Οι ψυκτικές διατάξεις εξυπηρετούν ανάγκες όπως η συντήρηση τροφίμων, ο κλιματισμός χώρων κλπ, δραστηριότητες δηλαδή που έχουν άμεση επίδραση στην υγεία και ασφάλεια των ανθρώπων. Υπάρχουν πολλοί περιορισμοί όσον αφορά την εκλογή των κατάλληλων ψυκτικών μέσων.

Ένα υλικό κατάλληλο για ψυκτικό μέσο, πρέπει να ανταποκρίνεται στις εξής απαιτήσεις:

Χημικές απαιτήσεις:

- Σταθερότητα.
- Αδράνεια.
- Μη αναφλεξιμότητα.

Φυσικές απαιτήσεις:

- Κατάλληλες πιέσεις και θερμοκρασίες.
- Κατάλληλη θερμότητα ατμοποίησης.
- Κατάλληλο ιξώδες.
- Διαλυτότητα με λάδι λιπάνσεως.
- Διαλυτότητα νερού.
- Ηλεκτρική μόνωση.

Φυσιολογικές απαιτήσεις:

- Μη δηλητηριώδες.
- Οσμή. Επιθυμητή για επικίνδυνα μέσα (π.χ. NH_3).
- Έλλειψη από επιβλαβή επίδραση σε ψυχόμενα αγαθά.

Οικονομικές απαιτήσεις:

- Τιμή.
- Διαθεσιμότητα.
- Ειδική ψυκτική ικανότητα.

Η επιλογή του κατάλληλου ψυκτικού μέσου βασίζεται κυρίως στις τιμές πιέσεων-θερμοκρασιών, στη θερμότητα ατμοποίησης και στην ειδική ψυκτική ικανότητα η οποία θα προκύψει για το συγκεκριμένο ψυκτικό κύκλο.

Ένα μέγεθος που έχει ιδιαίτερη σημασία στην απόδοση του ψυκτικού μέσου, είναι η ογκομετρική ψυκτική ικανότητα, δηλαδή το ποσό της θερμότητας που αφαιρείται στο στοιχείο ατμοποίησης στη μονάδα όγκου (1 m^3) ατμού.

Βασικό χαρακτηριστικό μέγεθος του ψυκτικού μέσου είναι και η θερμότητα ατμοποίησης. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμότητα ατμοποίησης τόσο μεγαλύτερη είναι η ψυκτική ικανότητα. Όταν το ψυκτικό μέσο έχει μεγάλη ψυκτική ικανότητα επιφέρει οικονομία στην παροχή μάζας m για μια δεδομένη ψυκτική ισχύ και συνεπώς μικρότερη εγκατάσταση από απόψεως όγκου.

Η **σύγκριση της απόδοσης** των ψυκτικών μέσων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Θεωρητικό ψυκτικό κύκλο από διαγράμματα p-h
- Προκαθορισμένες θερμοκρασίες ατμοποίησης και συμπύκνωσης
- Προκαθορισμένη ψυκτική ισχύ.

Παρατίθεται ένας πίνακας σύγκρισης για διαφορά ψυκτικά μέσα, με σημαντικότερο κομμάτι της σύγκρισης αυτής να αποτελεί η θεωρητική μηχανική ισχύς

Ψυκτικό μέσο			Πίεση Ατμοποίησης P_{ψ}	Πίεση Συμπύκνωσης P_{Σ}	Σχέση Συμπίεσης (λόγος όγκ.)	Ψυκτική ικανότητα	Παροχή μάζας ψυκτικ. μέσου	Παροχή ψυκτικ. υγρού	Είδκ. όγκος αναρροφ. ατμού	Εκτοπίζομ. όγκος από συμπίεστή	Μηχανική ισχύς συμπίεσης	Θεωρ. συντελ. συμπεριφοράς CP_{th}	Τελική θερμοκρασία συμπίεσης
Σύμβολο	Ονομασία	Χημικός Τύπος	atü	atü	—	kJ/kg	kg/min	l/min	l/kg	m ³ /h	PS	—	°C
170	Αιθάνιο	CH ₃ CH ₃	15,5	46,5	2,86	136,3	1,55	5,62	33,1	3,10	1,98	2,41	50,0
744A	Οξείδιο Αζώτου	N ₂ O	20,7	64,8	3,03	198,1	1,06	1,17	17,5	1,12	1,33	3,60	—
744	Διοξείδιο Άνθρακα	CO ₂	22,3	72,5	3,15	129,0	1,64	2,74	16,8	1,63	1,87	2,56	66,1
13B1	Βρωμοτριφθορομεθάνιο	CBF ₃	4,4	17,3	3,36	68,1	3,11	2,03	23,7	4,47	1,044	4,25	51,1
1270	Προπυλένιο	CH ₃ CH=CH ₂	2,6	11,7	3,51	402,3	0,50	1,01	162,9	5,15	1,06	4,51	42,2
290	Προπάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₃	1,9	9,9	3,70	281,4	0,75	1,54	154,8	6,95	1,044	4,58	36,1
502	22/115 Αζεοτροπικό μίγμα	—	2,5	12,3	3,75	106,3	1,99	1,63	51,2	6,13	1,094	4,37	37,2
22	Χλωροδιφθορομεθάνιο	CHClF ₂	2,0	11,1	4,03	162,8	1,30	1,10	77,4	6,03	1,025	4,66	53,3
115*	Χλωροπενταφθοραιθάνιο	CClF ₂ CF ₃	1,7	9,5	3,89	67,7	3,12	2,47	48,1	9,00	1,186	4,02	30,0
717	Αμμωνία	NH ₃	1,4	10,9	4,94	1103,3	0,191	0,32	508,8	5,84	1,002	4,76	98,9
500	12/152A Αζεοτροπικό μίγμα	—	1,2	7,9	4,12	141,0	1,50	1,32	93,6	8,41	1,024	4,65	40,6
12	Διχλωροδιφθορομεθάνιο	CCl ₂ F ₂	0,8	6,6	4,08	116,3	1,81	1,40	91,1	9,90	1,016	4,70	38,3
40	Μεθυλοχλωρίδιο	CH ₃ Cl	0,46	5,6	4,48	349,3	0,60	0,67	279,1	10,11	0,975	4,90	77,8
600a	Ισοβουτάνιο	CH(CH ₃) ₃	-0,11	3,1	4,54	259,3	0,81	1,49	400,2	19,53	1,098	4,36	26,7
764	Διοξείδιο θείου	SO ₂	-0,20	3,6	5,63	328,9	0,64	0,44	400,8	15,44	0,981	4,87	88,3
630	Μεθυλαμίνη	CH ₃ NH ₂	-0,34	3,3	6,13	707,0	0,30	0,46	970,1	17,38	0,992	4,81	—
600	Βουτάνιο	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0,46	1,9	5,07	299,1	0,71	1,24	623,0	26,37	0,966	4,95	31,1
114*	Διχλωροτετραφθοραιθάνιο	CClF ₂ CClF ₂	-0,55	1,5	5,42	100,3	2,10	1,46	271	34,24	1,064	4,49	30,0
21	Διχλωροφθορομεθάνιο	CHCl ₂ F	-0,66	1,2	5,96	208,1	1,02	0,75	570	34,71	0,954	5,01	61,1
160	Αιθυλικό Χλώριο	CH ₃ CH ₂ Cl	-0,71	0,87	5,83	331,0	0,66	0,75	1065	42,17	0,919	5,21	41,1
631	Αιθυλαμίνη	C ₂ H ₅ NH ₂	-0,80	0,70	7,40	524,4	0,40	5,72	2017	65,70	0,867	5,52	—
11	Τριχλωροφθορομεθάνιο	CCl ₃ F	-0,83	0,25	6,19	155,3	1,36	0,93	762	62,08	0,951	5,03	43,9
610	Δισουλφαιθέρης	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	-0,93	-0,17	8,20	293,7	0,72	1,03	2185	94,13	0,833	5,74	—
30	Μεθυλενοχλωρίδιο	CH ₂ Cl ₂	-0,95	-0,33	8,60	313,0	0,68	0,51	3115	126,2	0,976	4,90	96,1
113*	Τριχλωροτριφθοραιθάνιο	CCl ₂ FCClF ₂	-0,96	-0,48	8,02	124,9	1,69	1,09	1709	173,3	0,986	4,84	30,0
1130	Διχλωραιθυλένιο	CHCl=CHCl	-0,98	-0,55	8,42	265,8	0,79	0,63	3970	188,9	0,986	4,83	—
1120	Τριχλωραιθυλένιο	CHCl=CCl ₂	-1,02	-0,90	11,65	213,3	0,99	0,68	4321	852,9	0,994	4,82	—

* Για τα ψυκτικά μέσα 113, 114 και 115 υποτίθεται ελαφρώς υπέρθερμος ατμός στην αναρρόφηση του συμπίεστή ώστε στην έξοδό του να προκύπτει ακριβώς θερμοκρασία ατμοποίησης.

Πίνακας 2.8.2α: Σύγκριση απόδοσης ψυκτικών μέσων για παραγωγή ψυκτικής ισχύος 1 ψυκτικού τόνου-RT (3,52 kW), θερμοκρασία ατμοποίησης -15°C (+5°F), θερμοκρασία συμπίκνωσης +30°C (86°F).

Τα πιο συνηθισμένα ψυκτικά μέσα είναι τα παρακάτω και χρησιμοποιούνται ως εξής:

- **R12:** Έχει τη μεγαλύτερη εφαρμογή από όλα τα παράγωγα της σειράς μεθανίου - αιθανίου. Χρησιμοποιείται στα οικιακά ψυγεία, στα μικρά και μεσαία επαγγελματικά ψυγεία, στις μικρές αυτόνομες κλιματιστικές συσκευές και μονάδες και στις κλιματιστικές συσκευές οχημάτων.
- **NH₃:** Χρησιμοποιείται σε μεσαίες, μεγάλες και πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις. Είναι πολύ φθηνό ψυκτικό μέσο και επειδή έχει μεγάλη ψυκτική ικανότητα απαιτεί μικρότερες διαστάσεις σωληνώσεων, συσκευών κλπ. Λόγω όμως της τοξικότητας την οποία έχει δεν χρησιμοποιείται σε πολύ ευρεία κλίμακα.
- **R22:** Χρησιμοποιείται για επίτευξη «χαμηλών θερμοκρασιών» (-20°C ως -40°C) αντί για το R12 το οποίο στην περιοχή αυτή έχει χαμηλές πιέσεις. Πολλές φορές αντικαθιστά το R12 για αύξηση της ψυκτικής ισχύος της υπάρχουσας εγκατάστασης, αν η μηχανική αντοχή το επιτρέπει (έχει ογκομετρική ψυκτική ικανότητα 60% περίπου μεγαλύτερη από το R12). Απαιτείται κινητήρας με μεγαλύτερη ισχύ και ιδιαίτερη προσοχή στη συμπεριφορά του με το λάδι λιπάνσεως.
- **R13:** Χρησιμοποιείται για εγκαταστάσεις πολύ χαμηλών θερμοκρασιών. Συνήθως χρησιμοποιείται στη βαθμίδα χαμηλών θερμοκρασιών διβαθμίων ή πολυβάθμιων εγκαταστάσεων. Όταν η εγκατάσταση δεν λειτουργεί μπορεί να αναπτυχθούν υψηλές πιέσεις.
- **R114:** Όπως και το R113, λόγω της μικρής ογκομετρικής ψυκτικής ικανότητας του είναι κατάλληλο για φυγοκεντρικούς συμπιεστές όπου απαιτούνται μεγάλες παροχές όγκου για ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης του συμπιεστή. (Κουρεμένος, 1996)

Ως προς την **ασφάλεια των ψυκτικών μέσων**, μπορούμε να τα διακρίνουμε στις παρακάτω κατηγορίες (Boast, 1991):

- 1 - Αέρια τα οποία σε συγκεντρώσεις 0,5% έως 1% και για χρονική διάρκεια έκθεσης σε αυτά περίπου 5 λεπτά είναι θανατηφόρα ή επιφέρουν σοβαρούς τραυματισμούς
- 2 - Αέρια τα οποία σε συγκεντρώσεις 0,5% έως 1% και για χρονική διάρκεια έκθεσης σε αυτά περίπου 30 λεπτά είναι θανατηφόρα ή επιφέρουν σοβαρούς τραυματισμούς
- 3 - Αέρια τα οποία σε συγκεντρώσεις 2% έως 2,5% και για χρονική διάρκεια έκθεσης σε αυτά περίπου 1 ώρα είναι θανατηφόρα ή επιφέρουν σοβαρούς τραυματισμούς
- 4 - Αέρια τα οποία σε συγκεντρώσεις 2% έως 2,5% και για χρονική διάρκεια έκθεσης σε αυτά περίπου 2 ώρες είναι θανατηφόρα ή επιφέρουν σοβαρούς τραυματισμούς

Refrigerant (R)	Ονομασία	Κατηγορία
11	Trichlorofluoromethane	1
12	Dichlorodifluoromethane	1
13	Chlorotrifluoromethane	1
13B1	Bromotrifluoromethane	1
14	Tetrafluoromethane	1
21	Dichlorofluoromethane	1
22	Chlorodifluoromethane	1
30	Methylene chloride	1
40	Methyl chloride	2
50	Methane	3
113	Trichlorotrifluoroethane	1
114	Dichlorotetrafluoroethane	1
160	Ethyl chloride	2
170	Ethane	3
290	Propane	3
502		1
600	Butane	3
600a	Isobutane	3
611	Methyl formate	2
717	Ammonia	2
744	Carbon dioxide	1
744A	Nitrous oxide	
764	Sulphur dioxide	2
1130	Dichloroethylene	2
1150	Ethylene	3

Πίνακας 2.8.2β. Σύγκριση ασφάλειας ψυκτικών μέσων

3. Η ΑΜΜΩΝΙΑ

3.1 Εισαγωγή

Μετά την γενικότερη περιγραφή των ψυκτικών μέσων, θα εστιάσουμε ειδικότερα στην αμμωνία, τις ιδιότητες και τις χρήσεις της. Σήμερα η αμμωνία παραμένει το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο ψυκτικό σε μεγάλα βιομηχανικά συστήματα για την επεξεργασία και την συντήρηση των περισσότερων τροφίμων και ποτών. Η αμμωνία ήταν πρωταρχικός παράγοντας για την ανάπτυξη της τεχνολογίας ψύξης, καθιστώντας την σημαντική για την οικονομία στους τομείς της επεξεργασίας, αποθήκευσης και υποδομής διανομής τροφίμων. Πρόσφατα, τα συστήματα ψύξης με αμμωνία χρησιμοποιήθηκαν για τον κλιματισμό σε δημόσια κτίρια και αύξησαν την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας. Η NASA επίσης, αναγνωρίζει τα πλεονεκτήματα της αμμωνίας σαν ψυκτικό, επιλέγοντας την για χρήση σε διαστημικούς σταθμούς.

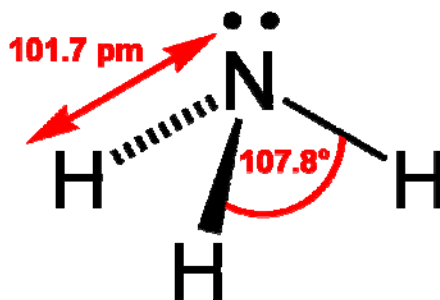
Από λειτουργική σκοπιά, η αμμωνία είναι γενικά αποδεκτή σαν το πιο αποδοτικό και με μειωμένο κόστος βιομηχανικό ψυκτικό, ένα σημαντικό πλεονέκτημα, διότι μικρότερα λειτουργικά έξοδα σημαίνουν χαμηλότερες τιμές τροφίμων.

Πέρα από το οικονομικά πλεονεκτήματα, σαν φυσικό ψυκτικό, η αμμωνία είναι φιλική προς το περιβάλλον. Δεν καταστρέφει το όζον της ατμόσφαιρας, και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που συνδέεται με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Σαν ένα από τα πιο συνηθισμένα μείγματα που βρίσκονται στη φύση, είναι βασική για τον κύκλο του υδρογόνου και η διαρροή στην ατμόσφαιρα ανακυκλώνεται σχεδόν αμέσως. Η χρήση της αμμωνίας ως ψυκτικό συνάδει με τις διεθνείς συμφωνίες για την μείωση της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας και την ελάττωση του αζώτου, και επειδή έχει αποδειχθεί η εφαρμογή της σαν ασφαλές και αποδοτικό ψυκτικό για παραπάνω από 150 χρόνια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρύτερα και για νέες εφαρμογές. (Πηγή: Διεθνές Ίδρυμα για Ψύξη με Αμμωνία (International Institute of Ammonia Refrigeration – IIR), <http://www.iir.org/>)

Η αμμωνία είναι ένα μείγμα αζώτου και υδρογόνου με χημικό τύπο NH_3 . Σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας η αμμωνία είναι αέριο. Είναι τοξική και διαβρωτική για κάποια υλικά και έχει ένα χαρακτηριστικό οξύ άρωμα. Η αμμωνία που χρησιμοποιείται εμπορικά ονομάζεται άνυδρη αμμωνία για να διαχωρίζεται από το αμμωνιακό διάλυμα υδροξειδίου, το οποίο είναι η σπιτική αμμωνία.

Ένα μόριο αμμωνίας έχει σχήμα τριγωνικής πυραμίδας. Αυτό το σχήμα δίνει στο μόριο μια διπολική ορμή, η οποία καθιστά την αμμωνία εύκολα διαλυτή στο νερό. Το

άτομο του αζώτου έχει ένα μονήρη ζευγάρι ηλεκτρονίων και η αμμωνία δρα ως βάση. Αυτό σημαίνει ότι σε ένα υδατικό διάλυμα μπορεί να πάρει ένα πρωτόνιο από το νερό και να δημιουργηθεί ένα ανιόν υδροξειδίου και ένα κατιόν αμμωνίου (NH_4^+), το οποίο έχει το σχήμα ενός κανονικού τετράεδρου. Ο βαθμός στον οποίο δημιουργείται το αμμωνιακό ιόν εξαρτάται από το Ph του διαλύματος (στο ουδέτερο Ph=7, στο 99% περίπου των μορίων προστίθενται πρωτόνια)



Σχήμα 3.1: Μόριο αμμωνίας

Οι κύριες χρήσεις της αμμωνίας είναι η παραγωγή λιπασμάτων, εκρηκτικών και πολυμερών. Είναι επίσης συστατικό σε συγκεκριμένα καθαριστικά σπριτ. Η αμμωνία βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στην ατμόσφαιρα, παραγόμενη από τη σήψη αζωτούχου υλικού ζώων και φυτών. Η αμμωνία και τα αμμωνιακά άλατα βρίσκονται επίσης σε μικρές ποσότητες στο νερό της βροχής, ενώ η χλωριούχος αμμωνία και το αμμωνιακό άλας συναντιούνται κοντά σε ηφαίστεια. Αμμωνιακά άλατα βρίσκονται επίσης σε όλα τα γόνιμα εδάφη και στο θαλασσινό νερό (Greenwood, Earnshaw, 1997).

3.2 Σύνθεση & παραγωγή

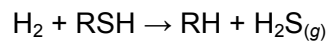
Λόγω των πολλών της χρήσεων, η αμμωνία είναι μια από τις πιο υψηλές παραγόμενες ανόργανες χημικές ουσίες. Υπάρχουν πολλά χημικά εργοστάσια διεθνώς που παράγουν αμμωνία. Η διεθνής παραγωγή αμμωνίας το 2004 ήταν 109 εκατομμύρια τόνους. Το 28,4% της παραγωγής παράγεται στην Κίνα, το 8,6% στην Ινδία, το 8,4% στην Ρωσία και το 8,2% στις Η.Π.Α. Πάνω από το 80% της αμμωνίας που παράγεται χρησιμοποιείται για το λίπασμα των αγροτικών καλλιεργειών, ενώ μόλις το 2% χρησιμοποιείται για ψύξη.

Πριν τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, η περισσότερη αμμωνία παραγόταν από ξηρή απόσταξη αζωτούχων υπολειμμάτων ζώων και φυτών. Επιπλέον, παραγόταν από την απόσταξη του κάρβουνου και επίσης από την αποσύνθεση αμμωνιακών αλάτων από αλκαλικά υδροξείδια ή από ασβέστη

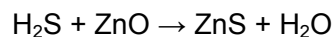


Σήμερα, με τον σύγχρονο τρόπο παραγωγής αμμωνίας, μετατρέπονται φυσικά αέρια (πχ μεθάνιο) ή υγροποιημένα αέρια πετρελαίου (πχ προπάνιο, βουτάνιο) ή νέφτι, σε αέριο υδρογόνο

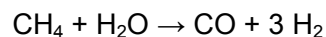
- Το πρώτο βήμα στην διαδικασία είναι η απομάκρυνση θεικών μειγμάτων από τις πρώτες ύλες, διότι το θείο απενεργοποιεί τους καταλύτες που χρειάζονται στα επόμενα βήματα. Η αφαίρεση του θείου απαιτεί καταλυτική υδρογόνωση για να μετατρέψουν τα θειικά μείγματα σε αέριο υδρογονούχο σουλφίδιο:



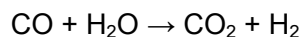
- Το αέριο αυτό απορροφάται και απομακρύνεται περνώντας το από οξειδία ψευδαργύρου και μετατρέποντας το σε στερεό σουλφίδιο ψευδαργύρου



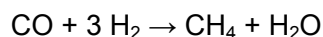
- Με την μέθοδο χρήσης καταλυτικών υδρογονανθράκων στην ελεύθερη από θείο πρώτη ύλη, σχηματίζεται υδρογόνο και μονοξείδιο του άνθρακα

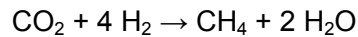


- Στο επόμενο βήμα μετατρέπεται το μονοξείδιο του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα και περισσότερο υδρογόνο

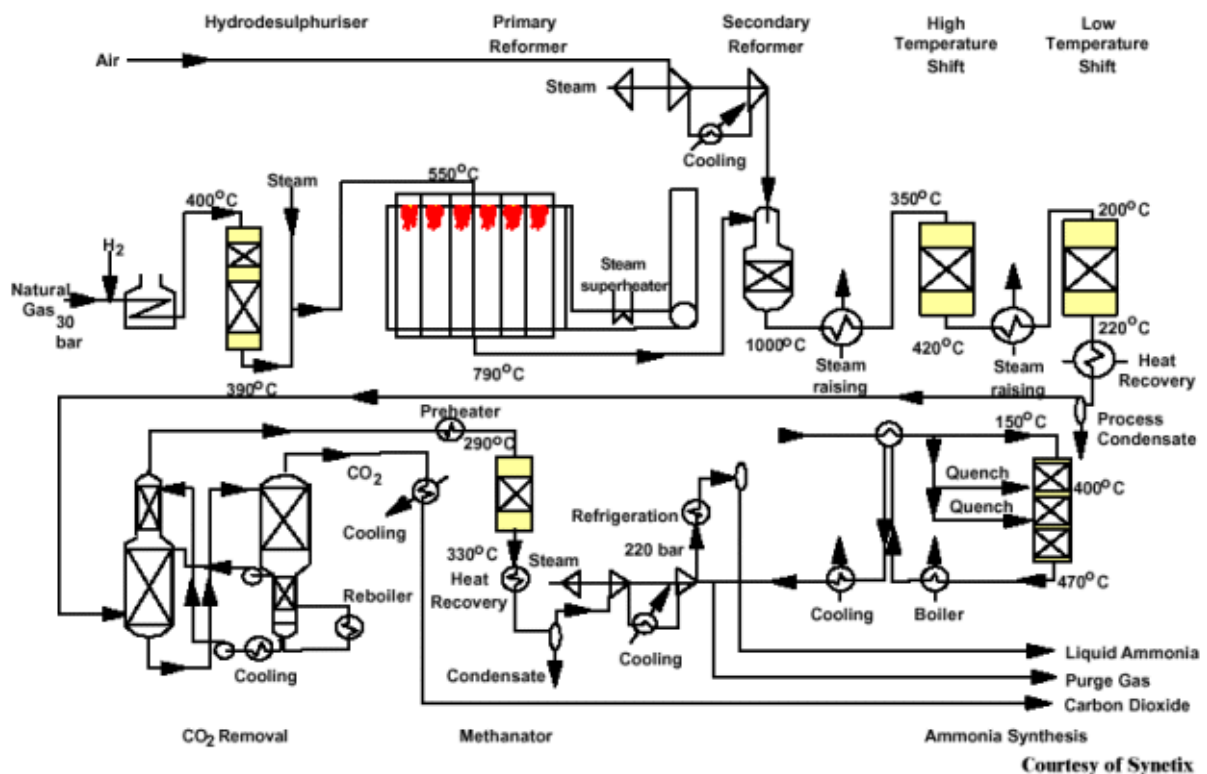
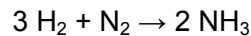


- Το διοξείδιο του άνθρακα αφαιρείται με διάφορους τρόπους, ένας από αυτούς είναι με απορρόφηση σε υγρά διαλύματα αιθανόλης
- Το τελικό στάδιο στην παραγωγή υδρογόνου είναι η απομάκρυνση από το υδρογόνο όλων ποσοτήτων μονοξειδίου ή διοξειδίου του άνθρακα έχουν απομείνει





- Για να παραχθεί το τελικό προϊόν της αμμωνίας, το υδρογόνο αντιδρά με άζωτο (αντλείται από την επεξεργασία του αέρα) για να σχηματιστεί άνυδρη υγρή αμμωνία.



Σχήμα 3.2: Διάταξη μιας εγκατάστασης μετατροπής αερίου για τη σύνθεση αμμωνίας
(Πηγή: The Chemicals Engineer's Resource page)

ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ

Ορισμένοι οργανισμοί παράγουν αμμωνία από ατμοσφαιρικό N_2 με τη βοήθεια ένζυμων. Η μέθοδος αυτή μελετάται από επιστήμονες αλλά δεν πιστεύεται ότι θα αντικαταστήσει στο μέλλον τη μέθοδο που αναφέρθηκε παραπάνω.

Η αμμωνία είναι επίσης ένα προϊόν του ανθρώπινου μεταβολισμού από την διαδικασία απομάκρυνσης αμινοξέων από τον οργανισμό. Μετατρέπεται σε ουρία, η οποία είναι πολύ λιγότερο τοξική.

3.3 Ιδιότητες

Η αμμωνία είναι ένα άχρωμο αέριο με χαρακτηριστικό άρωμα. Είναι πιο ελαφριά από αέρα και συγκεκριμένα η πυκνότητα της είναι 0,589 ελαφρότερη από τον αέρα. Υγροποιείται εύκολα και το σημείο βρασμού είναι στους -33,34 °C, ενώ σταθεροποιείται στους -77,73 °C σε μια μάζα άσπρων κρυστάλλων. Η υγρή αμμωνία έχει μεγάλες δυνάμεις ιονισμού ($\epsilon=22$) και τα διαλύματα αλάτων αμμωνίας είναι αντικείμενα προς μελέτη. Η ενέργεια που απαιτείται για τον μετασχηματισμό μιας ποσότητας υγρής αμμωνίας σε αέρια μορφή έχει υψηλή τιμή (23,35 kJ/mol, για το νερό είναι 40,65 kJ/mol, για το μεθάνιο 8,19 kJ/mol) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστήρια και μη απομονωμένα δοχεία σε θερμοκρασία δωματίου, ακόμα και όταν είναι σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από το σημείο βρασμού.

Αναμειγνύεται με το νερό και όλη η αμμωνία σε υγρά διαλύματα μπορεί να αποβληθεί με βρασμό. Το υδατικό διάλυμα αμμωνίας είναι βασικό. Η μέγιστη συγκέντρωση αμμωνίας στο νερό (ένα κορεσμένο διάλυμα) έχει πυκνότητα 0,88 g/cm³. Η αμμωνία δεν υφίσταται καύση και δεν καίγεται εύκολα, εκτός αν αναμιχθεί με οξυγόνο, όποτε και έχει μια απαλή κίτρινο-πράσινη φλόγα. Σε υψηλή θερμοκρασία, η αμμωνία αποσυντίθεται στα συστατικά από τα οποία αποτελείται. Το χλώριο παίρνει φωτιά όταν περάσει από αμμωνία, σχηματίζοντας άζωτο και υδροχλωρικό οξύ, εκτός αν υπάρχει περίσσεια αμμωνίας, οπότε σχηματίζεται επίσης το εξαιρετικά εύφλεκτο τριχλωριούχο άζωτο (NCl₃)

Ιδιότητα	Τιμή
Μοριακό βάρος	17,0304 g/mol
Πυκνότητα	0,6813 g/L
Διαλυτότητα στο νερό	0,88 g/cm ³
Σημείο τήξης	-77,73 °C
Σημείο βρασμού	-33,34 °C
Σημείο καύσης	11 °C
Αριθμός CAS	7664-41-7
Αριθμός RTECS	BO0875000

Πίνακας 3.3. Ιδιότητες αμμωνίας

Ο αριθμός CAS είναι ένας μοναδικός αριθμός που αποδίδεται από την Υπηρεσία Χημικών Ουσιών (Chemical Abstracts Service - **CAS**) σε χημικές ουσίες που έχουν ανακαλυφθεί ώστε να αναγνωρίζονται ευκολότερα και να γίνεται πιο εύκολη η αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων, όπου μια χημική ουσία μπορεί να έχει περισσότερα από ένα ονόματα.

Ο αριθμός **RTECS** (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) προκύπτει από μια βάση δεδομένων με πληροφορίες τοξικότητας από τη επιστημονική βιβλιογραφία που είναι διαθέσιμη. Οι κατηγορίες για τα δεδομένα τοξικότητας αφορούν τον αρχικό ερεθισμό, τις αναπαραγωγικές επιδράσεις, τις καρκινογενείς επιδράσεις κτλ

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΛΑΤΩΝ

Μια από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της αμμωνίας είναι η δυνατότητα συνδυασμού με κάποιο οξύ για τον σχηματισμό αλάτων. Με το υδροχλωρικό οξύ σχηματίζει χλωριούχα αμμωνία, με το νιτρικό οξύ νιτρική αμμωνία κτλ.. Όμως η ξηρή αμμωνία δε θα αντιδράσει με ξηρό υδροχλώριο, διότι χρειάζεται υγρασία για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. (Baker, 1894)



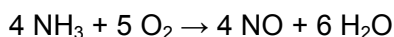
Τα άλατα που παράγονται από την αντίδραση της αμμωνία με οξέα είναι γνωστά ως αμμωνιακά άλατα και όλα περιέχουν το αμμωνιακό ιόν (NH_4^+).

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΛΛΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ

Η αμμωνία μπορεί να δράσει ως δότης ηλεκτρονίων σε αντιδράσεις αντικατάστασης. Η μεθυλαμίνη παράγεται εμπορικά από την αντίδραση της αμμωνίας με χλωρομεθάνιο. Το υδρογόνο στην αμμωνία μπορεί να αντικατασταθεί από μέταλλα, όπως με το μαγνήσιο μπορεί να σχηματιστεί νιτρίδιο του μαγνήσιου Mg_3N_2 και με νάτριο ή κάλιο ανάλογα (Housecroft, Sharpe, 2001).

3.4 Χρήσεις

Η πιο σημαντική απλή χρήση της αμμωνίας είναι η παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου. Αυτό πετυχαίνεται με την οξείδωση της αμμωνίας:



Ένας καταλύτης στους 850°C είναι απαραίτητος για την αντίδραση αυτή, καθώς η κανονική καύση της αμμωνίας δίνει διοξείδιο του αζώτου και νερό. Όταν το μίγμα του αερίου ψύχεται στους 200-250 °C, το μονοξείδιο του αζώτου οξειδώνεται από την περίσσεια οξυγόνου στο μίγμα για να δώσει διοξείδιο του αζώτου. Αυτό αντιδρά με νερό για να δώσει αζωτούχο οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται στην παραγωγή λιπασμάτων και εκρηκτικών ουσιών.

Εκτός από συστατικό του λιπάσματος, η αμμωνία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η ίδια σαν λίπασμα, σχηματίζοντας ένα διάλυμα με το νερό ύδρευσης, χωρίς επιπλέον χημική επεξεργασία. Με αυτό τον τρόπο μπορούν σοδειές προϊόντων που εξαρτώνται από το άζωτο, όπως το καλαμπόκι, να έχουν συνεχή ανάπτυξη χωρίς εναλλαγή καλλιεργειών. Όμως με αυτόν τον τρόπο επιβαρύνεται η υγεία του εδάφους.

Η αμμωνία έχει επίσης θερμοδυναμικές ιδιότητες που την καθιστούν καλό ψυκτικό, αφού υγροποιείται εύκολα υπό πίεση, και γι'αυτό χρησιμοποιούνταν παλιότερα σε σχεδόν όλες τις ψυκτικές μονάδες πριν την ανάπτυξη της χρήση αλογονούχα αλκάνια, όπως το φρέον. Όμως η αμμωνία είναι τοξική και η διαβρωτικότητα της σε κράματα χαλκού αυξάνει τον κίνδυνο για ανεπιθύμητες διαρροές που μπορεί να προκαλέσουν επιβλαβείς επιπτώσεις. Η χρήση της σε μικρές ψυκτικές μονάδες αποφεύγεται και προτιμώνται τα αλογονούχα αλκάνια, τα οποία δεν είναι τοξικά και σχεδόν καθόλου εύφλεκτα. Η αμμωνία χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό σε μεγάλες βιομηχανικές επεξεργασίες, όπως η παραγωγή πάγου και η επεξεργασία τροφίμων. Η αμμωνία είναι επίσης χρήσιμη σαν συστατικό σε ψυγεία τύπου απορρόφησης, στα οποία δεν γίνεται συμπίεση, αλλά εκμεταλλεύονται τις διαφορές θερμότητας. Εφόσον η χρήση αλογονούχων αλκανίων είναι από τους κύριους λόγους για την μείωση του όζοντος, η αμμωνία έχει αυξημένη ζήτηση σαν ψυκτικό. Στην ενότητα «Ψυκτικά μέσα» παρουσιάζονται αναλυτικότερα η χρήσεις της αμμωνίας στον τομέα αυτό.

Προστίθεται στο πόσιμο νερό με χλώριο για να σχηματιστεί χλωραμίνη (chloramine) για λόγους απολύμανσης. Αντίθετα με το χλώριο, η χλωραμίνη δεν αντιδρά με οργανικές ύλες (που περιέχουν άνθρακα), και δεν σχηματίζονται καρκινογενή αλογονομεθάνια, όπως το χλωροφόρμιο.

Την δεκαετία του 1960, καπνοβιομηχανίες όπως οι Brown & Williamson και Philip Morris άρχισαν να χρησιμοποιούν αμμωνία στα τσιγάρα. Η προσθήκη αμμωνίας αυξάνει την κατανομή της νικοτίνης στο αίμα, αυξάνοντας την ικανότητα εθισμού, χωρίς στην πραγματικότητα να αυξάνεται η ποσότητα νικοτίνης (Freedman, 1995).

3.5 Ο ρόλος της αμμωνίας στα βιολογικά συστήματα

Η αμμωνία είναι μια σημαντική πηγή αζώτου για τους ζωντανούς οργανισμούς. Παρόλο που υπάρχει αφθονία αζώτου στην ατμόσφαιρα, λίγοι ζωντανοί οργανισμοί μπορούν να εκμεταλλευτούν αυτό το άζωτο. Το άζωτο χρειάζεται για την σύνθεση των αμινοξέων, τα οποία είναι οι οικοδομικοί λίθοι των πρωτεϊνών. Μερικά φυτά βασίζονται στην αμμωνία και σε άλλα αζωτούχα λύματα τα οποία βρίσκονται στο έδαφος σε μορφή αποσύνθεσης. Άλλα όπως όσπρια που δεσμεύονται από την ύπαρξη αζώτου, επωφελούνται από βακτήρια εδάφους, τα οποία παράγουν αμμωνία από το ατμοσφαιρικό άζωτο (Adjei, Quesenberry, Chamblis 2002).

Η αμμωνία παίζει ρόλο στη κανονική φυσιολογία ενός οργανισμού. Η αμμωνία δημιουργείται από τον κανονικό μεταβολισμό των αμινοξέων και είναι τοξική σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Το συκώτι μετατρέπει την αμμωνία σε ουρία μέσω μιας σειράς αντιδράσεων, γνωστές ως κύκλος της ουρίας. Η δυσλειτουργία του συκωτιού, όπως η κύρωση του ήπατος, μπορεί να οδηγήσει στην ύπαρξη αυξημένων ποσοτήτων (έως και 90%) αμμωνίας στο αίμα (υπεραμμωναιμία). Αυτό μπορεί να προκαλέσει κώμα της ηπατικής εγκεφαλοπάθειας, καθώς και νευρολογικές ασθένειες. Επίσης, είναι σημαντική και την ισορροπία οξέων και βάσεων του οργανισμού (Burton, Rennke, 1994).

3.6 Η υγρή αμμωνία ως διαλυτικό μέσο

Η υγρή αμμωνία είναι το πιο γνωστό και πολυ-μελετημένο άνυδρο διαλυτικό μέσο. Η πιο σημαντική της ιδιότητα είναι να διαλύει τα αλκαλικά μέταλλα και να σχηματίζει διαλύματα ηλεκτρικά αγωγίμα με έντονο χρώμα που περιέχουν ένυδρες ουσίες με ιόντα στο διάλυμα (solvated electrons). Αυτές έχουν ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο διάλυμα και στην περίπτωση της άνυδρης αμμωνίας μπορεί είναι χημικά σταθερό για μέρες, ενώ μέσα στο νερό είναι ελάχιστα σταθερό. Η σύγκριση των φυσικών ιδιοτήτων της αμμωνίας με αυτές του νερού, δείχνουν ότι η αμμωνία έχει χαμηλότερο σημείο τήξης, σημείο βρασμού, πυκνότητα, ιξώδες, διηλεκτρική σταθερά και ηλεκτρική αγωγιμότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο δεσμός του H στο NH_3 είναι πιο ασθενής, καθώς κάθε μόριο αμμωνίας έχει ένα απλό ζευγάρι ηλεκτρονίων, σε σύγκριση με τους

δύο για κάθε μόριο νερού. Η ιονική σταθερά διαχωρισμού της υγρής αμμωνίας στους - 50°C είναι περίπου $10^{-33} \text{ mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$.

ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΑΛΑΤΩΝ

Ουσία	Διαλυτότητα (gr ανά 100gr)
Αμμωνιακό άλας οξικού οξέος	253,2
Αμμωνιακό νιτρικό άλας	389,6
Νιτρικό άλας λιθίου	243,7
Νιτρικό άλας νατρίου	97,6
Νιτρικό άλας καλίου	10,4
Φθοριούχο νάτριο	0,35
Χλωριούχο νάτριο	3,0
Βρωμιούχο νάτριο	138,0
Ιωδιούχο νάτριο	161,9
Θειοκυανικό νάτριο	205,5

Πίνακας 3.6α. Διαλυτότητα αλάτων

Η υγρή αμμωνία είναι ένα ιονισμένο διαλυτικό μέσο για πολλές ουσίες όπως τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα, τα κυανίδια κτλ. Τα περισσότερα αμμωνιακά άλατα είναι διαλυτά και δρουν σαν οξέα σε διαλύματα υγρής αμμωνίας. Ένα κορεσμένο διάλυμα αμμωνιακού νιτρικού άλατος περιέχει 0,83 mol διαλυμένης ύλης ανά mol αμμωνίας και η πίεση των ατμών είναι μικρότερη από 1 bar στους 25°C.

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Η υγρή αμμωνία είναι καλός διαλύτης αλκαλικών μετάλλων και άλλων ηλεκτροθετικών μετάλλων, όπως το ασβέστιο, το στρόντιο, το βάριο κτλ. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις (<0.06 mol/L) σχηματίζονται διαλύματα με βαθύ μπλε χρώμα, τα οποία περιέχουν κατιόντα μετάλλων και ελεύθερα ηλεκτρόνια που περιβάλλονται από μόρια αμμωνίας.

Αυτά τα διαλύματα είναι πολύ χρήσιμα σαν ισχυρά αναγωγικά μέσα. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις, τα διαλύματα αυτά αντιδρούν σαν μέταλλα, σε εμφάνιση και ηλεκτρική αγωγιμότητα.

ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Αντίδραση	E° (Volt, αμμωνία)	E° (Volt, νερό)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-2,24	-3,04
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-1,98	-2,93
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-1,85	-2,71
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,53	-0,76
$\text{NH}_4^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{NH}_3$	0,00	-
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,43	+0,34
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0,83	+0,80

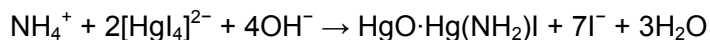
Πίνακας 3.6β. Οξειδοαναγωγικές ιδιότητες

Το E° είναι το δυναμικό ηλεκτροδίου αναφοράς (standard electrode potential), δηλαδή το μέτρο της ατομικής ικανότητας ενός ηλεκτροδίου σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος

Η θερμοδυναμική σταθερότητα των διαλυμάτων υγρής αμμωνίας είναι πολύ μικρή, αφού το E° είναι μόνο +0,04V και μπορεί να γίνει οξείδωση σε N₂ ($\text{N}_2 + 6\text{NH}_4^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 8\text{NH}_3$). Στην πράξη, τόσο η οξείδωση σε N₂ όσο και η αναγωγή σε H₂ είναι αργές αντιδράσεις. Τα διαλύματα των αλκαλικών μετάλλων που αναφέρονται παραπάνω είναι σταθερά για μερικές μέρες και αποσυντίθενται με αργό ρυθμός σε αμίδιο (amide) μετάλλου και H₂. Οι περισσότερες μελέτες για διαλύματα αμμωνίας γίνονται σε αναγωγικές συνθήκες. Παρόλο που η οξείδωση της αμμωνίας είναι συνήθως αργή, υπάρχει κίνδυνος έκρηξης, ιδιαίτερα αν κάποια ιόντα μετάλλου είναι παρών σαν καταλύτες (Weast, 1972).

3.7 Ανίχνευση & προσδιορισμός

Η αμμωνία και τα αμμωνιακά άλατα μπορούν εύκολα να εντοπιστούν, ακόμα και πολύ μικρά ίχνη τους, με τον κίτρινο χρωματισμό από το διάλυμα Nessler της αμμωνίας ή των αμμωνιακών αλάτων. Το διάλυμα αυτό αποτελείται από 0.09 mol/L τετραϋδραργυρικού καλίου (K₂[HgI₄]) σε 2,5 mol/L υδροξειδίου του καλίου. Η ευαισθησία του εντοπισμού αμμωνίας είναι 0.3 μg NH₃ σε 2 μL



Οι ράβδοι θειαφιού (sulfur sticks) καίγονται για να εντοπιστούν μικρές διαρροές σε βιομηχανικά συστήματα ψύξης αμμωνίας. Μεγαλύτερες ποσότητες μπορούν να εντοπιστούν με θέρμανση των αλάτων με καυστικά αλκάλια ή με ασβέστη, όπου η χαρακτηριστική μυρωδιά της αμμωνίας ξεχωρίζει. Η ποσότητα της αμμωνίας στα αμμωνιακά άλατα μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά από την απόσταξη των αλάτων με νάτριο ή υδροξειδίο του καλίου. Η αμμωνία που εμπλέκεται απορροφάται από γνωστό όγκο θειικού οξέος, και η περίσσεια του οξέος προσδιορίζεται ογκομετρικά. Εναλλακτικά, η αμμωνία μπορεί να απορροφηθεί σε υδροχλωρικό οξύ, όπου και διαχωρίζεται και υπολογίζεται το αμμωνιακό χλωρίδιο.

3.8 Προφυλάξεις ασφαλείας

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Η τοξικότητα των διαλυμάτων αμμωνίας συνήθως δεν προκαλεί προβλήματα σε ανθρώπους και άλλα θηλαστικά, αφού υπάρχει ένας συγκεκριμένος μηχανισμός για την αποφυγή της σταδιακής ανάπτυξης της στο αίμα. Μέσω ένζυμων υφίσταται μετατροπές και έπειτα μπαίνει στον κύκλο της ουρίας, είτε για να ενσωματωθεί στα αμινοξέα ή να αποβληθεί με τα ούρα. Τα ψάρια και τα αμφίβια δεν έχουν αυτόν τον μηχανισμό και αποβάλλουν κατευθείαν την αμμωνία από το σώμα τους. Η αμμωνία ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις είναι ιδιαίτερα τοξική για τους υδρόβιους οργανισμούς, και γι'αυτό και θεωρείται επικίνδυνη για το περιβάλλον. Οι αμμωνιακές ουσίες δεν θα πρέπει να έρχονται σε επαφή με βάσεις, καθώς επικίνδυνες ποσότητες αέριας αμμωνίας μπορούν να διαρρεύσουν.

ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ

Διαλύματα αμμωνίας (5-10% κ.β.) χρησιμοποιούνται σε καθαριστικά νοικοκυριών, ιδιαίτερα για γυαλί. Αυτά τα διαλύματα είναι ερεθιστικά για τα μάτια και για τους μηχανισμούς αναπνοής και πέψης, και λιγότερο επικίνδυνα για το δέρμα. Δεν πρέπει να αναμειγνύονται ποτέ με προϊόντα που περιέχουν χλωρίνη ή ισχυρά οξειδωτικά μέσα, όπως λευκαντικά, καθώς μπορεί να σχηματιστούν καρκινογενείς ουσίες (πχ χλωραμίνη, υδραζίνη και αέρια χλωρίου)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Οι πηγές κινδύνων διαλυμάτων αμμωνίας εξαρτώνται από την συγκέντρωση τους: τα «αδύναμα» διαλύματα είναι 5-10% κ.β., ενώ τα «πυκνά» παράγονται με μεγαλύτερο από 25% κ.β. Ένα διάλυμα με 25% κ.β. έχει πυκνότητα 0.907 g/cm³ και ένα διάλυμα με μικρότερη πυκνότητα θα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση. Η κατάταξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με την οδηγία 67/548/EEC για τα διαλύματα αμμωνίας είναι (<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0059:EN:HTML>):

Συγκέντρωση %κ.β.	Μοριακή Συγκέντρωση κ.ο. (mol/L)	Κατάταξη	Φράσεις R
5-10	2,87-5,62	Xi	R36/37/38
10-25	5,62-13,29	C	R34
>25	>13,29	N	R34, R50

Πίνακας 3.8. Κατάταξη Ευρωπαϊκής Ένωσης

Φράσεις S: S1/2, S16, S36/37/39, S45, S61

Η κατάταξη για τις κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι:

Xi: Ερεθιστική

C: Διαβρωτική

N: Επικίνδυνη για περιβάλλον

Οι φράσεις R αναφέρονται στην φύση των ειδικών κινδύνων για επικίνδυνες ουσίες και στην περίπτωση μας:

R34: Προκαλεί εγκαύματα.

R36: Ερεθίζει τα μάτια.

R37: Ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα.

R38: Ερεθίζει το δέρμα.

R50: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς

Οι φράσεις S αναφέρονται στις συμβουλές ασφαλείας για επικίνδυνες ουσίες και στην περίπτωση μας:

S1: Να φυλάσσεται κλειδωμένη

S2: Μακριά από παιδιά

S16: Μακριά από πηγές ανάφλεξης - Απαγορεύεται το κάπνισμα.

S36: Να φοράτε κατάλληλη προστατευτική ενδυμασία.

S37: Να φοράτε κατάλληλα γάντια.

S39: Να χρησιμοποιείτε συσκευή προστασίας ματιών/προσώπου.

S45: Σε περίπτωση ατυχήματος ή αν αισθανθείτε αδιαθεσία ζητήστε αμέσως ιατρική συμβουλή (δείξτε την ετικέτα αν είναι δυνατό).

S61: Αποφύγετε την ελευθέρωσή του στο περιβάλλον. Αναφερθείτε σε ειδικές οδηγίες/δελτίο δεδομένων ασφαλείας.

Αυτές οι φράσεις χρησιμοποιούνται διεθνώς και όχι μόνο στην Ευρώπη και γίνεται προσπάθεια για ολοκληρωτική διεθνή εναρμόνιση με αυτές.

Οι ατμοί αμμωνίας από πυκνά διαλύματα αμμωνίας είναι ιδιαίτερα ερεθιστικοί για τα μάτια και για τα όργανα αναπνοής και αυτά τα διαλύματα θα πρέπει να τα χειρίζονται προσεκτικά με μάσκες καπνού. Τα κορεσμένα διαλύματα μπορεί να αναπτύξουν σημαντική πίεση σε μια κλειστή φιάλη όταν ο καιρός είναι ζεστός, και η φιάλη σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ανοίγεται με προσοχή. Αυτό δεν αποτελεί συνήθως πρόβλημα για διαλύματα της τάξης του 25%.

Τα διαλύματα αμμωνίας δεν πρέπει να αναμειγνύονται με αλογόνα, καθώς δημιουργούνται τοξικά ή / και εκρηκτικά προϊόντα. Παρατεταμένη επαφή διαλυμάτων αμμωνίας με άλατα αργύρου, υδράργυρου ή ιωδίου μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά προϊόντα.

Ο θάνατος λόγω αμμωνίας προκαλείται συνήθως από οίδημα του λάρυγγα (κλείνει ο αεραγωγός λόγω πρηξίματος και δεν είναι δυνατή η αναπνοή). Η επείγουσα τραχειοτομία (δημιουργία τομής για την δυνατότητα μετάβασης αέρα στους πνεύμονες) μπορεί να σώσει τον ασθενή (Ζιάκας, 2004).

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΝΥΔΡΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ (ΥΓΡΗΣ ή ΑΕΡΙΑΣ)

Η άνυδρη αμμωνία είναι τοξική και επικίνδυνη για το περιβάλλον. Το αέριο είναι εύφλεκτο (θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης: 651°C) και μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά μίγματα με των αέρα (16-25%). Το όριο PEL στις Η.Π.Α. είναι 50 ppm ή 35 mg/m³, ενώ το επίπεδο άμεσου κινδύνου για την ζωή και την υγεία (Immediately Dangerous to Life and Health - **IDLH**) ορίζεται στα 300 ppm. Επαναλαμβανόμενη έκθεση σε αμμωνία μειώνει την ευαισθησία στην μυρωδιά του αερίου, αφού κανονικά η μυρωδιά εντοπίζεται σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 0,5 ppm. αλλά άτομα που έχουν χάσει την ευαισθησία αυτή δεν την εντοπίζουν ακόμα και σε συγκεντρώσεις των 100 ppm. Η αμμωνία διαβρώνει κράματα χαλκού, καθώς και ψευδαργύρου, οπότε εξαρτήματα από ορείχαλκο δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον χειρισμό των αερίων. Η υγρή αμμωνία μπορεί επίσης να προσβάλει ελαστικά και συγκεκριμένα πλαστικά υλικά.

Η αμμωνία αντιδρά δυνατά με αλογόνα, και προκαλεί εκρηκτικό πολυμερισμό του οξειδίου του αιθανίου. Επίσης σχηματίζει εκρηκτικά μείγματα με μείγματα χρυσού, αργύρου, υδράργυρου, γερμανίου και με δηλητηριώδες αέριο αντιμονίου. Βίαιες αντιδράσεις έχουν καταγραφεί ακόμα με ακεταλδεΐδη, διαλύματα υποχλωρίτη, σιδηρούχα κυανίδια του καλίου και υπεροξειδία (Bretherick, 1986).

3.9 Σύγκριση με άλλες ουσίες

Σύμφωνα με τον Εθνικό Κατάλογο Καταγραφής Μολύνσεων της Αυστραλίας (**NPI** - National Pollutant Inventory), 400 ουσίες έχουν καταγραφεί και συμπεριληφθεί στη λίστα αναφορών της. Γίνεται μια κατάταξη του κινδύνου βασιζόμενη στην αναγνώριση των πηγών κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον και την έκθεση του περιβάλλοντος και του ανθρώπου στην ουσία. Η κατάταξη κάποιων ουσιών έγινε σε ομάδες, οπότε καταγράφηκαν 208 βαθμολογίες. Η αμμωνία πήρε βαθμολογία 45 και η βαθμολογία της συνολικής πηγής κινδύνου (ανθρώπινοι θάνατοι και περιβαλλοντικά κριτήρια) είναι 2,5.

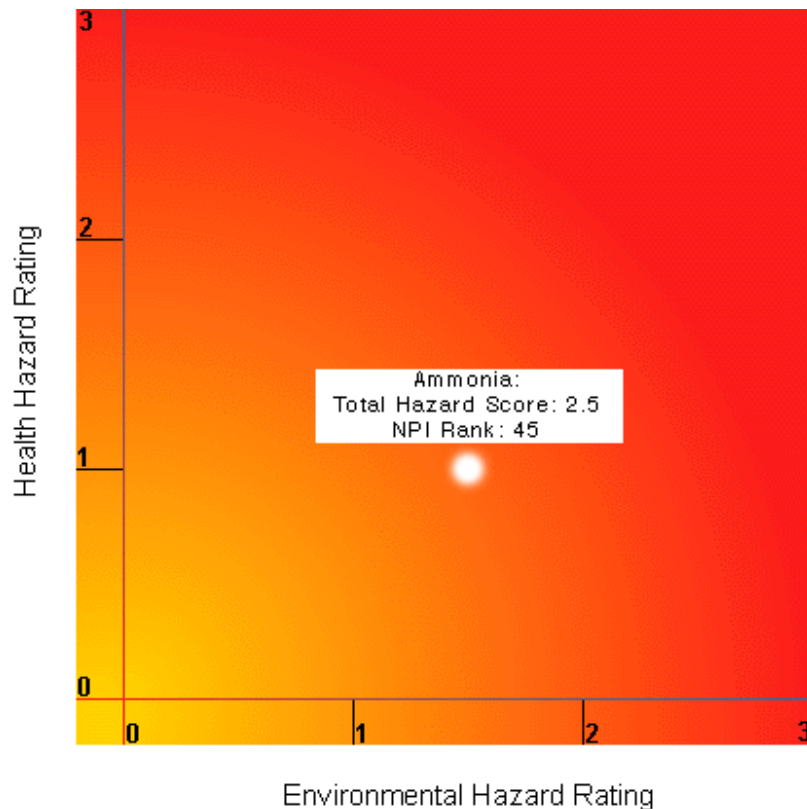
Η βαθμολογία για τις πηγές κινδύνου της υγείας κυμαίνεται από 0 έως 3. Το 3 σημαίνει πολύ σοβαρή πηγή κινδύνου για υγεία, το 2 μέτρια και το 1 επιβλαβής για την υγεία, με το οποίο και βαθμολογείται η αμμωνία.

Όμοια, οι βαθμολογίες για τους περιβαλλοντικούς κινδύνους κυμαίνονται από 0 έως 3. Το 3 δείχνει ότι η ουσία αποτελεί μεγάλη πηγή κινδύνου για το περιβάλλον, ενώ το 0 αφορά αμελητέους κινδύνους. Η αμμωνία βαθμολογείται με 1,5.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψιν για να προκύψει αυτή η βαθμολόγηση περιλαμβάνουν το μέγεθος της τοξικότητας της ουσίας ή την δηλητηριώδη φύση της, την ικανότητα της να μένει ενεργή στο περιβάλλον και αν απορροφάται από ζωντανούς

οργανισμούς. Μια ουσία που βαθμολογείται υψηλά ως προς της περιβαλλοντικές πηγές κινδύνου είναι το οξείδιο του αζώτου (3,0), ενώ μια από τις χαμηλότερες βαθμολογίες έχει το μονοξείδιο του άνθρακα (0,8). Το αρσενικό παίρνει υψηλή βαθμολογία σαν πηγή κινδύνου για την υγεία (2,3), ενώ μια από τις χαμηλότερες βαθμολογίες είναι αυτή της αμμωνίας (1,0).

(Πηγή: <http://www.npi.gov.au/database/substance-info/profiles/8.html#comparisonto>)



Σχήμα 3.9: Βαθμολογία αμμωνίας

Συνοπτικά αναφέρονται στο Παράρτημα Α οι σημαντικότερες από τις παραπάνω πληροφορίες για την άνυδρη αμμωνία σε έναν πίνακα, σύμφωνα με το Διεθνές Πρόγραμμα Χημικής Ασφάλειας (International Programme on Chemical Safety – **IPCS**) και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

4. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

4.1 Γενικά

Η μεγαλύτερη και σημαντικότερη εφαρμογή της τεχνολογίας της ψύξεως είναι αναμφισβήτητα η διατήρηση των τροφίμων. Εξάλλου από αυτήν ακριβώς την ανάγκη αναπήδησε ολόκληρος ο κλάδος.

Η διατήρηση των παραγόμενων τροφίμων για όσο το δυνατόν μακρύτερη χρονική διάρκεια, επιβάλλεται από πολλούς λόγους. Έτσι η αποθήκευση των τροφίμων σε χαμηλή θερμοκρασία αποτελεί σχεδόν πάντοτε τη λύση που ενδείκνυται και χρησιμοποιείται, είτε αυτά πρέπει να καταναλωθούν σε περιόδους που έχει σταματήσει πλέον η παραγωγή, είτε υπάρχει υπερπαραγωγή που πρέπει να καλύψει ανάγκες μεγάλης χρονικής περιόδου καταναλώσεως, είτε υπάρχει ανάγκη μεταφοράς σε μακρινές αποστάσεις. Πολλές φορές, η χαμηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου δεν είναι αρκετή για το επιθυμητό αποτέλεσμα και λαμβάνονται και πρόσθετα μέσα, όπως είναι η επεξεργασία με υγρά ή αέρια χημικά μέσα ή η διατήρηση μέσα σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, δηλαδή μέσα σε περιβάλλον με αυξημένη αναλογία σε CO₂ ή άλλο κατάλληλο αέριο.

Τα είδη των τροφίμων που απαιτούν χαμηλή θερμοκρασία για την αύξηση του χρόνου διατηρήσεως τους είναι πάρα πολλά. Οι κυριότερες ομάδες περιλαμβάνουν:

- Κρέατα.
- Πουλερικά.
- Ψάρια.
- Γαλακτοκομικά.
- Εσπεριδοειδή
- Λαχανικά.
- Κατεψυγμένα φρούτα και λαχανικά.
- Προμαγειρεμένα φαγητά.
- Είδη ζαχαροπλαστικής.
- Είδη αρτοποιίας.

Κάθε ομάδα περιλαμβάνει διαφορετικά είδη και κάθε είδος απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και μεταχείριση, ώστε να διατηρηθεί χωρίς βλάβες για το χρονικό διάστημα

που επιβάλλεται. Παρά τις διαφοροποιήσεις όμως αυτές, υπάρχουν και ορισμένοι γενικοί κανόνες, που πρέπει να τηρούνται σε όλες τις περιπτώσεις.

Για παράδειγμα, επειδή όλα σχεδόν τα τρόφιμα αποτελούνται κατά κύριο λόγο από νερό, σε ποσοστό μεγαλύτερο ή μικρότερο από το 80%, υπάρχει μια θερμοκρασία χαρακτηριστική για το κάθε ένα, λίγο χαμηλότερη από τους 0°C, στην οποία αλλάζουν φάση (κατάσταση) και γίνονται στερεά επειδή κρυσταλλώνει το νερό κυρίως που περιέχουν και μεταβάλλεται σε πάγο. Το φαινόμενο αυτό δεν εμφανίζεται στους 0°C γιατί δεν πρόκειται για καθαρό νερό. Οι ουσίες που είναι διαλυμένες μέσα στο νερό κατεβάζουν το σημείο πήξεως και έτσι ανάλογα με το είδος του τροφίμου η στερεοποίηση γίνεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Επειδή το νερό, όταν γίνεται πάγος, εμφανίζει όγκο μεγαλύτερο από αυτόν που είχε ως υγρό, υπάρχουν περιπτώσεις που το γεγονός αυτό προκαλεί ρήξη των μεμβρανών των κυττάρων που συνιστούν το προϊόν. Στις περιπτώσεις αυτές, όταν το προϊόν αναθερμανθεί για να χρησιμοποιηθεί, αποβάλλει ένα μέρος από τα υγρά (χυμοί) που περιείχε και εμφανίζεται απώλεια βάρους και ενδεχομένως και μικρή αλλαγή στη γεύση όταν καταναλώνεται.

Τα λαχανικά, τα φρούτα, οι πατάτες και μετά τη συγκομιδή τους εξακολουθούν και συνεχίζουν το μεταβολισμό τους. Έτσι στο χώρο που είναι αποθηκευμένα, καταναλώνουν οξυγόνο και με την καύση παράγουν διοξείδιο του άνθρακα. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία αποθηκεύσεως, τόσο πιο έντονος είναι ο μεταβολισμός και τόσο ταχύτερα καταστρέφονται.

Στις χαμηλές θερμοκρασίες ο μεταβολισμός επιβραδύνεται σημαντικά και η διάρκεια ζωής αυξάνει. Για να επιμηκυνθεί ακόμη περισσότερο η διάρκεια αυτή, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου συμφέρει οικονομικά, χρησιμοποιείται και τεχνητή προστατευτική ατμόσφαιρα. Διοχετεύεται δηλαδή στο χώρο αποθηκεύσεως πρόσθετο CO₂, το οποίο λόγω της αυξημένης συγκεντρώσεως εμποδίζει την παραγωγή πρόσθετης ποσότητας από τα αποθηκευμένα προϊόντα που έτσι ζουν περισσότερο.

Πρόωρη καταστροφή των προϊόντων επέρχεται και από μικροοργανισμούς που αρχίζουν να αναπτύσσονται και προξενούν ζημιές. Για την περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται είτε εμβάπτιση των τροφίμων σε κατάλληλα διαλύματα με υγρά, που καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς, πριν από την αποθήκευσή τους, είτε προστατευτικά πλαστικά καλύμματα ή καλύμματα από παραφίνη, κερί κλπ.

Γενικά υπάρχουν τρεις (3) ομάδες προϊόντων (Boast, 1991):

- Τρόφιμα τα οποία είναι ζώντες οργανισμοί και των οποίων αλλάζει ο μεταβολισμός τους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, όπως τα φρούτα και τα λαχανικά,

- Τρόφιμα των οποίων δεν αλλάζει ο μεταβολισμός τους και έχουν υποστεί επεξεργασία και έχουν όμοια μορφή, όπως το κρέας και τα ψάρια, των οποίων οι διατήρηση είναι πιο δύσκολη, καθώς πρέπει να αποφεύγεται η αποσύνθεση και η σήψη. Γενικά, μακροπρόθεσμη αποθήκευση προϊόντων κρέατος και ψαριού μπορεί να επιτευχθεί σε θερμοκρασίες κάτω από -18°C .
- Άλλα προϊόντα, όπως η μπύρα, ο πάγος κτλ

Στα γαλακτοκομικά προϊόντα δεν αλλάζει ο μεταβολισμός, αλλά μπορεί να οξειδωθούν και να γίνει ρήξη των ιστών τους, προκαλώντας δυσοσμία. Με το πακετάρισμα τους αποβάλλεται ο αέρας, οπότε και το οξυγόνο και επιμηκύνεται η διάρκεια αποθήκευσης τους.

Ενδεικτικές τιμές της επιμηκύνσεως της ωφέλιμης ζωής, διαφόρων ευαίσθητων φρούτων και λαχανικών, για διάφορες θερμοκρασίες αποθηκεύσεως, δίνονται συνήθως ως εξής:

Θερμοκρασία		Χρόνος διατηρήσεως
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	
0	-18	1 έτος
5	-15	5 μήνες
10	-12	2 μήνες
15	-9,4	1 μήνας
20	-7	2 εβδομάδες
25	-4	1 εβδομάδα
30	1	3 ημέρες

Πίνακας 4.1: Ενδεικτικές τιμές επιμήκυνσης ωφέλιμης ζωής και θερμοκρασίες διατηρήσεως φρούτων και λαχανικών

Η τιμή των -18°C είναι η χαρακτηριστική θερμοκρασία αποθηκεύσεως κατεψυγμένων προϊόντων η οποία προδιαγράφεται ακόμη και για το θάλαμο κατεψυγμένων (κατάψυξη) των οικιακών ψυγείων. Αντίθετα, για τα νωπά προϊόντα, ο κύριος θάλαμος των οικιακών ψυγείων πρέπει να διατηρείται στη θερμοκρασία των $+4^{\circ}\text{C}$ ώστε να αποφεύγεται κατάψυξη των τροφίμων που προορίζονται για τις τρέχουσες ανάγκες και καταναλώνονται σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα.

Η χαμηλή θερμοκρασία προλαβαίνει ή επιβραδύνει την αλλοίωση των τροφίμων η οποία προκαλείται από:

- Μικρόβια.
- Μεταβολισμό (καύση).
- Χημικές επιδράσεις.

Στις καταστρεπτικές επιδράσεις των μικροβίων υπόκεινται τα φρούτα, τα λαχανικά, τα τρόφιμα που έχουν κρέας, τα αυγά και τα πουλερικά. Εντούτοις η αλλοίωση των φρούτων και των λαχανικών οφείλεται κυρίως στη φυσιολογία τους, δηλαδή προκαλείται από την καύση που συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή τους.

Ακριβώς αυτή η συνέχιση της καύσεως μέσα στα φρούτα και τα λαχανικά δημιουργεί και πρόσθετη παραγωγή θερμότητας που επιβαρύνει τον ψυκτικό θάλαμο αποθηκεύσεως. Εκτός δηλαδή από τα συνηθισμένα θερμικά φορτία του θαλάμου που περιλαμβάνουν το φωτισμό, την εναλλαγή αέρα, τις θερμικές απώλειες μέσα από τη μόνωση του κτιρίου και την ψύξη των προϊόντων που κατά την εισαγωγή τους έχουν υψηλότερη θερμοκρασία, πρέπει να υπολογίζεται και η θερμότητα που εκλύεται από τα προϊόντα.

4.2 Ειδικές συνθήκες.

Οι συνθήκες περιβάλλοντος για τη διατήρηση των διαφόρων τροφίμων ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του προϊόντος, με τον τρόπο προπαρασκευής του και πολλές φορές, για φυτικά προϊόντα, και με το έτος ή την εποχή συγκομιδής. Πάντως όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθηκεύσεως τόσο μακρύτερος είναι ο χρόνος της ωφέλιμης ζωής των προϊόντων. Μια γενική ιδέα για τα αναμενόμενα αποτελέσματα διατήρησης κατεψυγμένων κρεάτων δίνει στον παρακάτω πίνακα.

Προϊόν	Μήνες			
	-12°C	-18C	-23°C	-29°C
Βοδινό κρέας	4-12	6-18	12-24	12
Αρνί	3-8	6-16	12- 18	12
Μοσχαρίσιο	3-4	4-14	8	12
Χοιρινό	2-6	4-12	8-15	10
Κιμάς βοδινός	3-4	4-6	8	10
Μαγειρεμένα φαγητά	2-3	2-4		

Πίνακας 4.2α: Αναμενόμενη διάρκεια διατήρησης κατεψυγμένων κρεάτων.

Μία ιδέα της παραγόμενης ποσότητας CO₂ από διάφορα λαχανικά δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Θερμ/σιες Λαχανικά	Παραγωγή CO ₂ (mg/kg)		
	0°C	+ 4°C	+ 21°C
Σπαράγγια	44	82	222
Φασόλια	20	28	156
Μπρόκολα	20	97	310
Κρεμμύδια πράσινα	16	25	117
Κρεμμύδια ξερά	3	4	17
Πατάτες	3	6	13
Σπανάκι	21	46	230

Πίνακας 4.2β: Παραγωγή CO₂ κατά την αποθήκευση.

Τα ποσά θερμότητας που εκλύονται από τα φρούτα, τα λαχανικά, τις πατάτες κλπ. ποικίλλουν πάλι ανάλογα με την προέλευση και το είδος των προϊόντων. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα για την περίπτωση ορισμένων τύπων εσπεριδοειδών δίνεται στον πίνακα

Θερμοκρασία αποθηκεύσεως (°C)	BTU/τόνο φρούτων και 24ωρο			
	Πορτοκάλια		Γκρέιπ φρουτ	Λεμόνια
	Ομφαλοφόρα	Βαλίντσια		
0	900	400	500	700
+4	1400	1000	800	1100
+10	3000	2600	2500	2500
+ 15,6	5000	2800	2600	3500

Πίνακας 4.2γ: Παραγόμενη θερμότητα από εσπεριδοειδή

Οι τιμές πρέπει να ληφθούν μόνο σαν παράδειγμα, φαίνεται όμως καθαρά η αύξηση της θερμότητας που εκλύεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθηκεύσεως. Η θερμότητα όμως αυτή προέρχεται από την καύση που γίνεται μέσα στα φρούτα και συνεπώς δείχνει και το ρυθμό φθοράς που υφίστανται. Και με το δείκτη αυτό, είναι εμφανής η επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας στην επιμήκυνση της ωφέλιμης ζωής των προϊόντων (Σωτηρόπουλος, 1984 και Κουρεμένος, 1996).

Η αποθήκευση με ψύξη γενικά μπορεί χωριστεί σε τρεις (3) κατηγορίες (Boast, 1991):

- Βραχυπρόθεσμη αποθήκευση (λίγες μέρες έως μια βδομάδα)
- Μακροπρόθεσμη αποθήκευση, η οποία μπορεί να διαρκεί δυο (2) βδομάδες για προϊόντα όπως αγγούρια και μαρούλια, ή μέχρι έξι (6) μήνες για προϊόντα όπως πατάτες και μήλα.
- Αποθήκευση βαθιάς ψύξης, η οποία επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες των -18°C . Για μακροπρόθεσμη αποθήκευση βαθιάς ψύξης απαιτούνται θερμοκρασίες από -25°C έως -30°C για να διατηρηθεί η ποιότητα των τροφίμων και να μην αλλοιώνονται.

4.3 Κατάψυξη

Κατάψυξη είναι η διαδικασία παγώματος των τροφίμων που επιτυγχάνεται με ταχεία αφαίρεση θερμότητας. Το κατεψυγμένο προϊόν πρέπει να φθάσει σε θερμοκρασία χαμηλότερη από -18°C , οπότε οδηγείται στη συνέχεια σε θάλαμο διατηρήσεως κατεψυγμένων.

Η ταχεία αφαίρεση θερμότητας γίνεται είτε με ρεύμα πολύ ψυχρού αέρα που περνάει πάνω από τα προϊόντα, είτε με εμβάπτιση των προϊόντων μέσα σε ψυχρό διάλυμα, είτε με επαφή με μεταλλικές πλάκες χαμηλής θερμοκρασίας.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι πραγματοποίησης των μεθόδων αυτών που προσαρμόζονται στις εκάστοτε απαιτήσεις ή ανάγκες και προδιαγράφουν και τις κατάλληλες εγκαταστάσεις. Για το σκοπό αυτό είτε κατασκευάζονται ψυκτικές σήραγγες μεγάλες, είτε χρησιμοποιούνται μικρότερες μεταλλικές κατασκευές με κατάλληλους μηχανισμούς εισόδου και εξόδου των προϊόντων που καταψύχονται. Αν η ροή των προϊόντων είναι συνεχής ή αν απαιτείται φόρτωση και εκφόρτωση της εγκαταστάσεως, τότε επηρεάζεται σημαντικά η μορφή της ψυκτικής σήραγγας. Σε κάθε όμως περίπτωση, βασική απαίτηση είναι η επίτευξη ομοιόμορφης όσο το δυνατόν θερμοκρασίας στα κατεψυγμένα προϊόντα, ώστε να απαιτείται ο ελάχιστος δυνατός χρόνος ψύξης και να αποφεύγονται τοπικές χαμηλές θερμοκρασίες και ατέλειες σε ορισμένο τμήμα των προϊόντων (Κουρεμένος, 1996).

4.4 Επαγγελματικοί κίνδυνοι στις βιομηχανίες τροφίμων

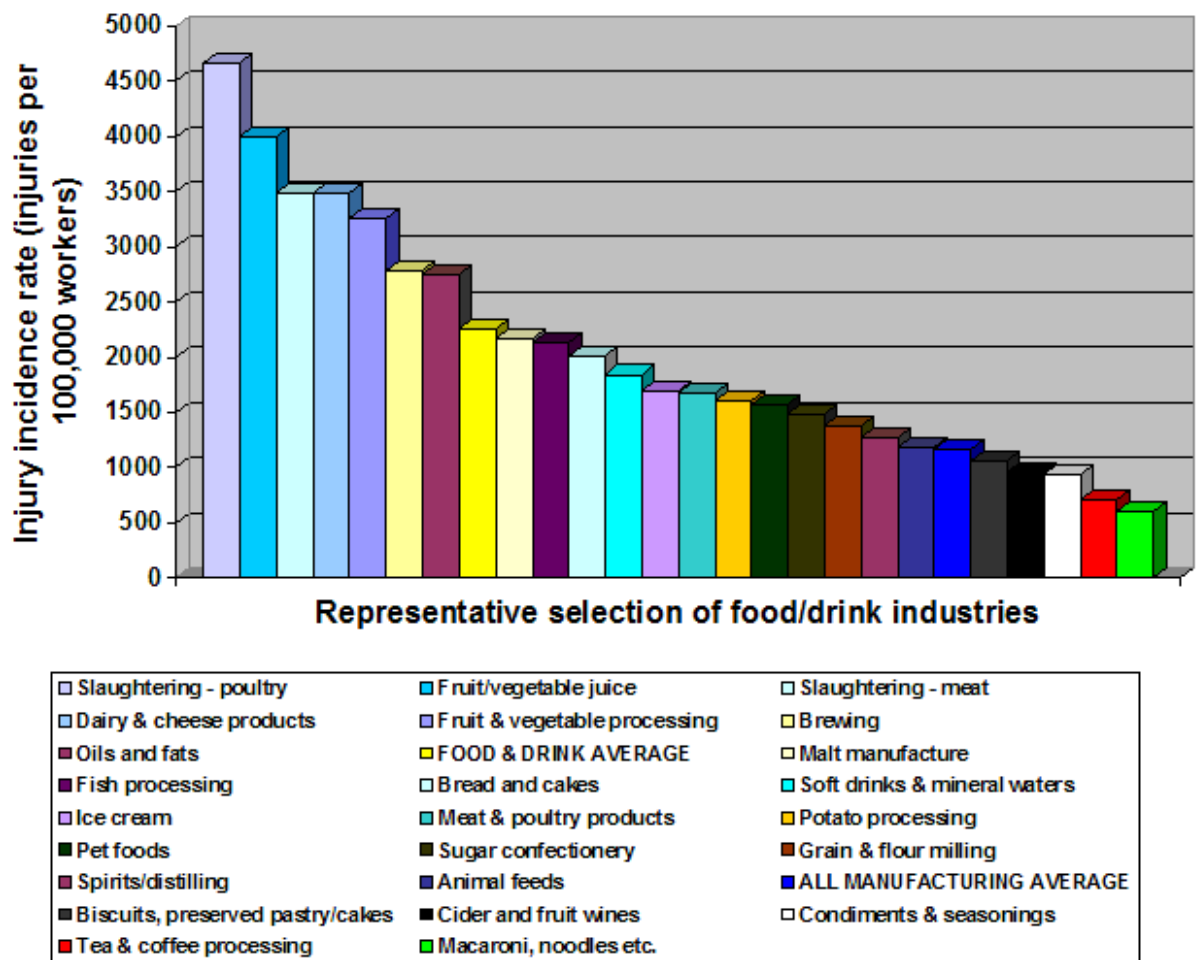
Σύμφωνα με την HSE, στην Μεγάλη Βρετανία κάθε χρόνο, σε όλες τις βιομηχανίες 1,5 εκατομμύρια εργάτες υποφέρουν από ασθένειες, οι οποίες επιβαρύνουν την υγεία τους και προκλήθηκαν ή επιβαρύνθηκαν κατά την εργασία. Στις βιομηχανίες τροφίμων, την περίοδο 2001-2002, περίπου 29.000 εργάτες (4,8% του εργατικού δυναμικού) υπέφερε από ασθένειες λόγω της εργασίας, σε σχέση με το 2,2% των εργατών που υπέστησαν κάποιο επαγγελματικό τραυματισμό (Πηγή: <http://hse.gov.uk/food/index.htm>).

Για την τριετία 2000/2001 με 2002/2003, ο μέσος αριθμός των επαγγελματικών τραυματισμών ήταν:

- 3160 για τις γαλακτοβιομηχανίες
- 2255 για όλες τις βιομηχανίες τροφίμων
- 1170 για όλες τις κατασκευαστικές

Αναλυτικότερα αυτά φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:

Injury rate comparisons between different food/drink industries 2002/03



Σχήμα 4.4: Ρυθμός τραυματισμών σε διαφορετικές βιομηχανίες τροφίμων & ποτών

Οι κύριες αιτίες επαγγελματικών τραυματισμών συνοψίζονται στις παρακάτω:

- Λανθασμένο χειρισμό μηχανημάτων, μεταξύ των άλλων ανυψωτικών, πακεταρίσματος κτλ
- Ολισθήματα, λόγω πχ υγρού δαπέδου
- Χτύπημα από αντικείμενα, κυρίως από ρίψη αντικειμένων, πολλές φορές εργαλείων

- Έκθεση σε επιβλαβείς ουσίες
- Πτώσεις από ύψος, όπως από σκάλες και δεξαμενές
- Κατά την μεταφορά και μεταβίβαση, σε βυτιοφόρα και φορτηγά

Οι επαγγελματικές ασθένειες συνοψίζονται στις παρακάτω

- Μυϊκούς τραυματισμούς κυρίως στην πλάτη από τον χειροκίνητο χειρισμό τροχοφόρων, κοντέινερς κτλ, καθώς και διαταραχές των άνω άκρων πχ από επαναλαμβανόμενη εργασία συσκευασίας
- Άγχος, το οποίο μπορεί να προκληθεί λόγω κακής οργάνωσης της εργασίας
- Άσθμα λόγω της εισπνοής πχ σκόνης σε φούρνους
- Μείωση της ικανότητας ακοής λόγω θορυβωδών εγκαταστάσεων στις γραμμές παραγωγής, στους χώρους του συμπιεστή κτλ
- Ερεθισμός της αναπνοής από αέρια όπως το χλώριο σε εργασίες καθαρισμού και η αμμωνία σε εγκαταστάσεις ψύξης

Αυτές είναι οι πιο κοινές επαγγελματικές ασθένειες που μπορεί να προκύψουν. Στις περισσότερες επιχειρήσεις δεν έχουν ειδικά στελεχωμένα τμήματα ή ιατρικούς συμβούλους για να αντιμετωπίσουν τον επαγγελματικό κίνδυνο. Κάποια βήματα όμως που μπορούν να γίνουν για να αντιμετωπιστούν πιο αποτελεσματικά οι επαγγελματικές ασθένειες, είναι τα παρακάτω:

- Πρόληψη, με την επιβολή συμμόρφωσης με διεθνούς κανονισμούς από τον εργοδότη
- Παρακολούθηση των απουσιών λόγω ασθενείας, ώστε να εντοπιστούν τα προβλήματα και οι υπεύθυνοι να εστιάσουν στην αντιμετώπιση τους
- Προσοχή στους ισχυρισμούς των εργαζομένων, καθώς μπορούν να συλλεχθούν πληροφορίες και εμπειρίες για την βελτίωση των συνθηκών εργασίας
- Διαχείριση του κινδύνου και παροχή εξοπλισμού προστασίας
- Κατανόηση προς τα προσωπικά προβλήματα υγείας που μπορεί να μην σχετίζονται με την εργασία, αλλά μπορεί να επιβαρύνουν την κατάσταση του εργαζόμενου
- Προώθηση της πρωτοβουλίας για σωστή διατροφή, χωρίς κακές συνήθειες και καλύτερη υγεία γενικότερα.

ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η εθνική νομοθεσία της Ελλάδας για εργαστήρια τροφίμων και ποτών, καθώς και για εργατικά ατυχήματα, συνοψίζεται κυρίως τα παρακάτω (Πηγή: <http://www.elinyae.gr>):

- Υ.Α. Α1β/8577/1983-Υγειονομικός έλεγχος των αδειών ιδρύσεως και λειτουργίας των εγκαταστάσεων επιχειρήσεων υγειονομικού ενδιαφέροντος, καθώς και των γενικών και ειδικών όρων ιδρύσεως και λειτουργίας των εργαστηρίων και καταστημάτων τροφίμων ή/ και ποτών(Φ.Ε.Κ.: 526/Β`/8.9.1983). Ειδικότερα, για την παρούσα μελέτη πρέπει να επισημανθούν τα εξής άρθρα:
 - ο Αποθήκες τροφίμων – ποτών χονδρικού εμπορίου (άρθ. 45)
 - ο Εργαστήρια τροφίμων -ποτών (άρθ. 52)
- Υ.Α. οικ. 5697/590/2000-Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών (Φ.Ε.Κ.: 405/Β`/29.3.2000)
- Π.Δ.17/1996-Μέτρα για την βελτίωση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ (Φ.Ε.Κ.:11/Α`/18.1.1996)
- Ν.1568/1985-Υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων(Φ.Ε.Κ.: 177/Α`/18.10.1985)

5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ & ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ

5.1 Γενικά

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν αρχικά οι κίνδυνοι από διαρροές αμμωνίας και οι οδηγίες για τέτοια ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ψύξης, σύμφωνα με την αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency- **EPA**), καθώς και οι προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται, εστιάζοντας και στους συμπίεστρες σύμφωνα με την Επιτροπή Υγείας & Ασφάλειας (Health and Safety Commission – **HSC**) της Μεγάλης Βρετανίας.

Η EPA εκδίδει τις παρακάτω οδηγίες στην προσπάθεια της να προστατεύσει την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον με την αποφυγή ατυχημάτων χημικού τύπου. Τα περισσότερα ατυχήματα δεν μπορούν να αποφευχθούν μόνο με τις απαιτήσεις μέσα από τις οδηγίες, αλλά στόχος είναι να γίνει κατανοητή η ρίζα του προβλήματος, παίρνοντας μαθήματα από τα λάθη του παρελθόντος και χρησιμοποιώντας τις γνώσεις αυτές στις λειτουργίες ασφαλείας που απαιτούνται. Απευθύνεται κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, τις Κρατικές Επιτροπές Ανταπόκρισης σε Έκτακτες Ανάγκες (State Emergency Response Commissions - **SERCs**), Τοπικές Επιτροπές Σχεδιασμού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης (Local Emergency Planning Committees - **LEPCs**) και γενικά σε αυτούς που ανταποκρίνονται σε έκτακτες καταστάσεις. Τα μέτρα που προτείνονται παρακάτω δεν είναι πανάκεια και δεν αντιστοιχούν σε κάθε περίπτωση, αλλά πρέπει να προσαρμόζονται και να αλλάζουν με τη πάροδο του χρόνου. Εδώ θα παρουσιαστούν οι πιθανές πηγές κινδύνου και τα βήματα για την ελαχιστοποίηση αυτών. Τα παρακάτω προτείνεται να αναθεωρηθούν από το προσωπικό που χειρίζεται τα συστήματα συντήρησης ψύξης, από υπεύθυνους των εγκαταστάσεων και από τις ομάδες άμεσης ανταπόκρισης σε περίπτωση ατυχημάτων (Πηγή: EPA 550-F-01-009, 2001).

5.2 Το πρόβλημα

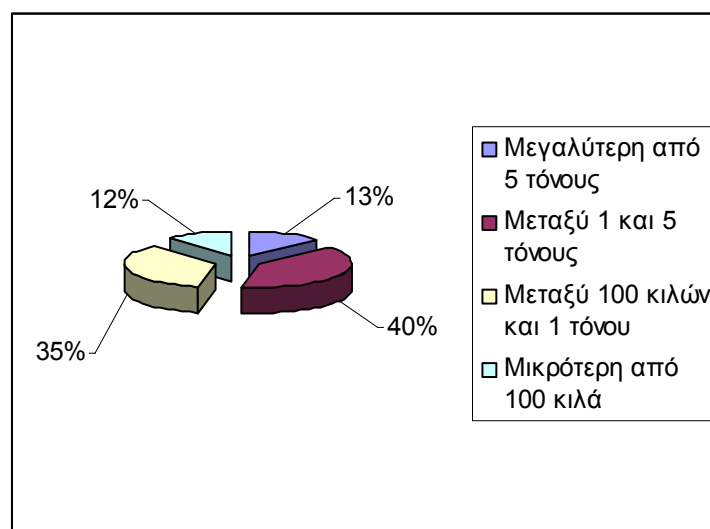
Συνοψίζοντας από προηγούμενη ενότητα, η άνυδρη αμμωνία χρησιμοποιείται σαν ψυκτική ουσία στα συστήματα μηχανικής συμπίεσης πολλών βιομηχανικών εγκαταστάσεων και είναι τοξικό αέριο υπό συνθήκες περιβάλλοντος (ambient conditions). Η αμμωνία είναι ένα χημικά ευαίσθητο αέριο, που είναι πολύ ευδιάλυτο σε

νερό και πολύ πιο ελαφρύ από αέρα. Όμως οι ψυχροί ατμοί (πχ από διαρροές) μπορεί να είναι πιο πυκνοί από τον αέρα. Παρόλο που υπάρχουν περιστατικά έκθεσης σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις αμμωνίας στο Ηνωμένο Βασίλειο, αναφέρθηκαν λίγα θανατηφόρα ατυχήματα. Πολλά μέρη ενός συστήματος ψύξης περιέχουν υγροποιημένη αμμωνία υπό πίεση και οι διαρροές αμμωνίας μπορεί να έχουν επικίνδυνες επιπτώσεις σε εργάτες και του κατοίκους της γύρω περιοχής. Αν η αμμωνία είναι υπό πίεση, ο κίνδυνος έκθεσης αυξάνεται, αφού μεγάλες ποσότητες του ψυκτικού μπορεί να διαρρεύσουν ταχύτατα στον αέρα. Επίσης, κάποιες εκρήξεις μπορεί να συνοδεύονται από διαρροή αμμωνίας μολυσμένη με λιπαντικά έλαια

5.3 Αποτελέσματα έρευνας συστημάτων ψύξης αμμωνίας σε βιομηχανίες τροφίμων

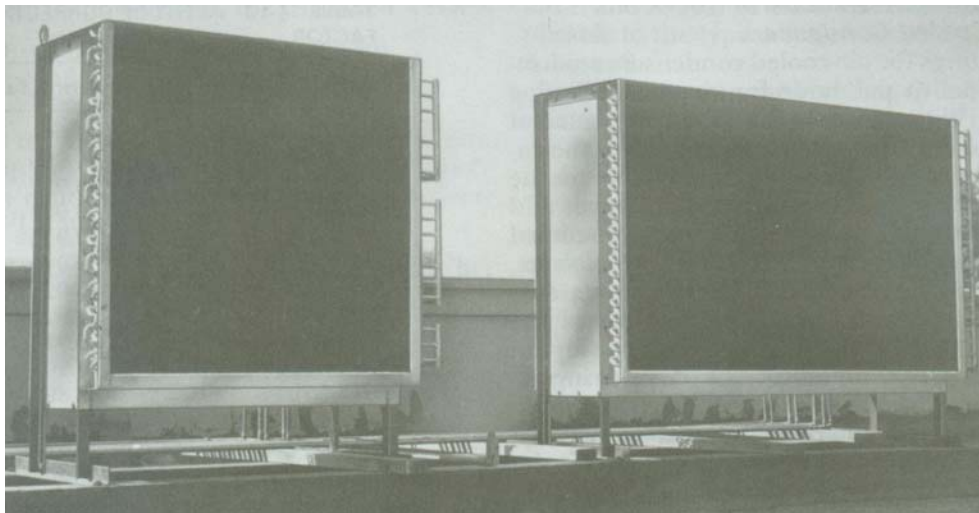
Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε το 1983 στην Μεγάλη Βρετανία και στόχος ήταν η συλλογή πληροφοριών για ένα χαρακτηριστικό δείγμα εγκαταστάσεων. Εκατό σαράντα οχτώ (148) δείγματα χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.

Τα αποτελέσματα κάλυπταν μια μεγάλη κλίμακα επεξεργασιών σε βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Το μεγαλύτερο ποσοστό αφορούσε επιχειρήσεις γαλακτοκομικών, με αποτελέσματα επίσης από παραγωγούς κατεψυγμένων τροφίμων και ψυχρής αποθήκευσης. Τα περισσότερα μέρη της βιομηχανίας τροφίμων απαιτούν ελεγχόμενες θερμοκρασίες κάτω από τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε κάποιες επεξεργασίες. Η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων κυμαίνεται από 45 κιλά έως 45 τόνους και στην περίπτωση μας είχαμε τις κατηγορίες του παρακάτω διαγράμματος



Σχήμα 5.3α: Χωρητικότητες εγκαταστάσεων

-89% των εγκαταστάσεων είχαν ξεχωριστό χώρο για τον συμπιεστή. 49% είχαν το σημείο εισαγωγής του ψυκτικού στο σύστημα ψύξης (charging point) του συστήματος στον χώρο του συμπιεστή και 38% των περιπτώσεων εκτός του χώρου. Στο 27% του δείγματος υπήρχαν πόρτες μόνο στην εξωτερική μεριά του κτιρίου, το 36% δεν είχε πόρτες που να κλείνουν αυτόματα (self-closing doors) και το 17% δεν είχε αεροστεγείς πόρτες (well-fitting doors). Με τους συμπιεστές να βρίσκονται σε ξεχωριστό χώρο, αυτά τα ποσοστά είναι εκπληκτικά μεγάλα, όταν μάλιστα δεν τηρούνται οι στοιχειώδεις προφυλάξεις για την αποτροπή της διάδοσης του διαφυγόντος αερίου. Το 55% είχε τους συμπυκνωτές τοποθετημένους πάνω από την επίπεδο του εδάφους – και ειδικότερα στην οροφή. Αυτό το γεγονός δημιουργεί ερωτήματα για την ασφαλή πρόσβαση και την δυνατότητα διαφυγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 5.3β: Απομακρυσμένος συμπυκνωτής σε οροφή (Πηγή: Dossat, 1991)

-Το 36% των περιπτώσεων είχε τον εξαχνωτή στον χώρο εργασίας (αυτές ήταν συνήθως καταψύκτες προϊόντων στον τομέα καταψυγμένων τροφίμων ή συσκευές προσθήκης διοξειδίου του άνθρακα (carbonators) σε εγκαταστάσεις αναψυκτικών). Αυτό δείχνει την ανάγκη ύπαρξης αποτελεσματικών διαδικασιών εκτάκτου ανάγκης στην περίπτωση διαρροής, ιδιαίτερα αν είναι στον χώρο εργασίας

-Μόνο στο 3% των εγκαταστάσεων υπήρχαν σωληνογραμμές με πιθανότητα να υποστούν ζημιά πχ από κλαρκ. Όμως στις μισές από τις περιπτώσεις που ερευνήθηκαν είχε σωληνογραμμές χωρίς χαρακτηριστικά γνωρίσματα πάνω τους.

-Αποδείχτηκε ότι ήταν αδύνατο να διεξαχθεί μια σημαντική ανάλυση για τον παρεχόμενο εξαερισμό στους χώρους του συμπιεστή. Μια συνήθης εγκατάσταση βασιζόταν κυρίως στον φυσικό εξαερισμό (ίσως και με την βοήθεια ενός μικρού ανεμιστήρα), ώστε να έχει κανονικό εξαερισμό. Όπου υπήρχε πρόβλεψη για εξαερισμό ειδικά για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, υπήρχε ένα ξεχωριστό σύστημα αντί για δύο ανεμιστήρες υψηλής ταχύτητας στον κανονικό εξαερισμό. Μόνο στο 23% των εγκαταστάσεων υπήρχαν δυο κατηγορίες εξαερισμού και μόνο τα μισά συστήματα εξαερισμού μπορούσαν να ελεγχθούν εξωτερικά του χώρου του συμπιεστή. Και από αυτά, μόνο τα μισά ελέγχονταν αυτόματα.

-Μόνο το 16% των περιπτώσεων εισαγωγής ψυκτικού υγρού στο σύστημα γινόταν από ένα άτομο, η συνήθης περίπτωση ήταν δύο άνδρες. Η διοχέτευση - απομάκρυνση του λαδιού γινόταν από έναν άντρα στο 30% των περιπτώσεων. Στο 51% των εγκαταστάσεων γινόταν περισσότερες από μια φορές τον μήνα. Μόνο στο 26% των εγκαταστάσεων υπήρχαν βαλβίδες με ελατήριο ή δοχεία συγκράτησης στην διοχέτευση - απομάκρυνση του λαδιού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων υπήρχε ένα μικρό κομμάτι σωλήνα από ένα δοχείο που περιέχει υγρή αμμωνία και κλείνει με μια απλή βαλβίδα. Σε ποσοστό 71% των περιπτώσεων όταν η διοχέτευση του λαδιού δεν ήταν ικανοποιητική, οι επιθεωρητές θεωρούσαν ως πιο λογική πρακτική βελτίωση την προσθήκη μιας βαλβίδας που κλείνει αυτόματα. Σε 30% των περιπτώσεων όπου ένα άτομο έκανε την διοχέτευση του λαδιού, έξι (6) άτομα δεν είχαν κάποιου είδους αναπνευστική συσκευή.

-Στο 42% των περιπτώσεων, οι χώροι του συμπιεστή δεν είχαν ανιχνευτές αερίων. Η Sieger ήταν ο πιο συνήθης προμηθευτής (60% των περιπτώσεων) σε συστήματα ανίχνευσης. Συνήθως οι όποιες επισκευές λάμβαναν χώρα δυο φορές των χρόνων, όμως σε 19% των περιπτώσεων, τα συστήματα ανίχνευσης δεν είχαν ελεγχθεί ποτέ. Περίπου οι μισές εγκαταστάσεις ανιχνευτών είχαν μόνο ένα επίπεδο λειτουργίας και το 27% των συστημάτων δεν έκλεινε την εγκατάσταση, αλλά απλά ανέβαζε την ένταση του συναγερμού. Τέλος, το 10% των περιπτώσεων δεν είχε ξεχωριστό συναγερμό, για περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

-Το 76% των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στον χώρο του συμπιεστή δεν ήταν πλήρως εξοπλισμένο, παρόλο που σε πολλές περιπτώσεις υπήρχε έλεγχος από ανιχνευτές. Το 75% των εγκαταστάσεων συμπιεστή μπορούσε να κλείσει από σημεία εκτός του χώρου του συμπιεστή (έστω και μόνο την κύρια παροχή). Ο εξοπλισμός διανομής μεγάλων ηλεκτρικών φορτίων βρισκόταν είτε στον χώρο του συμπιεστή είτε η πρόσβαση σε αυτό γινόταν μέσω του χώρου του συμπιεστή.

- Σε 88% όλων των περιπτώσεων υπήρχαν δύο (2) ή περισσότερα σετ κάποιου είδους αναπνευστικής προστασίας. Σε έξι (6) μόνο εγκαταστάσεις (4%) δεν υπήρχαν καθόλου. Ισχυρίστηκαν σε 83% των περιπτώσεων ότι υπήρχε κάποιου είδους εκπαίδευση στην χρήση τις αναπνευστικής προστασίας, αλλά μόνο σε 43% των περιπτώσεων είχαν κάποιου είδους συστηματική εξέταση της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Μόνο σε πέντε (5) εγκαταστάσεις (3,4%) υπήρχαν πιθανοί περιορισμοί στον χώρο που μπορούσαν να εμποδίσουν την ομαλή εφαρμογή των οδηγιών για την αναπνευστική προστασία και το κύριο πρόβλημα φαίνεται πως ήταν η πρόσβαση στις σκάλες ή σε υπερφορτωμένα σημεία της εγκατάστασης.

- Σε ποσοστό 47% υπήρχαν στις εγκαταστάσεις διαθέσιμες συσκευές ανάνηψης για τις πρώτες βοήθειες γενικά, παρά για την περίπτωση ατυχήματος με αμμωνία.

- Σε ποσοστό 27% υπήρχαν αισθητήρες χημικών παραγόντων μίας χρήσης (Draeger detector tube) για την μέτρηση χαμηλών συγκεντρώσεων αμμωνίας. Πολλοί άλλοι είχαν ράβδους θειαφιού ή υδροχλωρικό οξύ για την ανίχνευση μικρών διαρροών.

- Στο 59% των εγκαταστάσεων η συντήρηση γινόταν εν μέρει από εξωτερικούς συνεργάτες. Εκτός από κάποιους κύριους προμηθευτές και τεχνικούς εγκατάστασης του εξοπλισμού, υπήρχαν πολλοί τοπικοί μηχανικοί ψύξης που εμφανίζονται μία ή δύο φορές στην έρευνα Δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για το επίπεδο εκπαίδευσης ή ποιότητας εργασίας αυτών των εξωτερικών συνεργατών.

- Το 55% των περιπτώσεων είχε διαδικασίες εκκένωσης σε έκτακτες καταστάσεις (το 43% χρησιμοποιούσε τον συναγερμό φωτιάς), αλλά σχετικά λιγότεροι (50%) παρείχαν εκπαίδευση για τέτοιες περιπτώσεις. Μόνο το 24% των ερωτηθέντων είχε λεπτομερείς διαδικασίες διάσωσης σε περιπτώσεις κινδύνου. Σε ποσοστό 22% είχαν καταγεγραμμένα τα συστήματα εργασίας έτσι ώστε να ήταν κατανοητά και μόνο το 34% είχε αποτελεσματική εκπαίδευση στον χειρισμό της εγκατάστασης

5.4 Ατυχήματα

Ένας μεγάλος αριθμός με ατυχήματα διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης έχει συμβεί στο παρελθόν. Οι διαρροές μπορούν να προκύψουν λόγω διαφόρων καταστάσεων, όπως:

- αναπάντεχες διαταραχές (upsets – λανθασμένες συνθήκες επεξεργασίας, όπως αυξημένη θερμοκρασία ή πίεση) στην εγκατάσταση που μπορούν να οδηγήσουν σε καταστάσεις υψηλής πίεσης και το άνοιγμα των βαλβίδων εκτόνωσης της πίεσης (pressure relief valves-PRV)
- αποτυχία να ασφαλιστούν διαρροές από περιστρεφόμενους άξονες (rotating shafts) και στελέχη βαλβίδας (valve stems)
- αστοχίες των σωληνώσεων ψύξης λόγω της απώλειας της μηχανικής ακεραιότητας από διάβρωση
- φυσική φθορά του συστήματος από συγκρούσεις του εξοπλισμού (equipment collisions)
- ξαφνικές υδραυλικές δονήσεις (shocks) και αστοχίες στις μάνικες (hoses- χρησιμοποιούνται συνήθως για προσωρινή σύνδεση δύο ή περισσότερων δοχείων) κατά τη μεταφορά της αμμωνίας.

Τέτοια περιστατικά έχουν οδηγήσει σε τραυματισμούς και θανάτους στον χώρο του ατυχήματος (on-site), αλλά και αρνητικές συνέπειες στον περιβάλλον χώρο (off-site). Εκτός από τον κίνδυνο του τραυματισμού, οι διαρροές αμμωνίας μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές παράπλευρες ζημιές, όπως

- διακοπή της ικανότητας ψύξης
- απώλειες προϊόντος είτε λόγω της μόλυνσης της αμμωνίας είτε της διακοπής της ψύξης
- πιθανή ζημιά στον εξοπλισμό και στην ίδια την περιουσία της εγκατάστασης

Σε πολλές περιπτώσεις οι διαρροές αμμωνίας είχαν ως αποτέλεσμα μεγάλες οικονομικές ζημιές της τάξεως από 100.000 έως 1.000.000 δολάρια για την εγκατάσταση όπου έλαβαν χώρα (Factory Mutual Loss Prevention Data Bulletin 12-61).

Ένας τύπος ατυχήματος που μπορεί εύκολα να αποφευχθεί είναι η απώλεια εξοπλισμού λόγω υλικών συγκρούσεων. Σε ένα εργοστάσιο συσκευασίας κρέατος το 1992, ένα περνοφόρο ανυψωτικό μηχάνημα - κλαρκ (forklift) χτύπησε και έσπασε ένα σωλήνα που μετέφερε αμμωνία για ψύξη. Οι εργάτες αναγκάστηκαν να εκκενώσουν τον χώρο όταν εντοπίστηκε η διαρροή, ενώ λίγο αργότερα έγινε έκρηξη που προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές και μεγάλες τρύπες σε δυο πλευρές του κτιρίου. Το κλαρκ πιστεύεται

ότι ήταν η πηγή της ανάφλεξης. Σε αυτό το περιστατικό, φυσικά φράγματα (barriers) θα προσέφεραν μηχανική προστασία στο σύστημα ψύξης και απέτρεπαν τη διαρροή.

Ένα άλλο περιστατικό τονίζει την ανάγκη για επαρκή προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης και σχεδιασμού. Το 1996 σε μια αποθήκη ψυχρής αποθήκευσης, η πίεση λαδιού του συμπιεστή προοδευτικά μειώθηκε κατά την διάρκεια του σαββατοκύριακου. Ο διακόπτης απομόνωσης (cutout) χαμηλής πίεσης λαδιού, ο οποίος ελέγχει την τιμή της πίεσης στην οποία ανοίγει το κύκλωμα ελέγχου, απέτυχε να κλείσει τον συμπιεστή με αποτέλεσμα ο συμπιεστής να σπάσει και να επακολουθήσει μια σημαντική διαρροή αμμωνίας. Ο περιοδικός έλεγχος όλων των διακοπών απομόνωσης σχετικών με την ασφάλεια ψύξης είναι απαραίτητος για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να συμβούν τέτοια περιστατικά.

Δυο άλλα περιστατικά δείχνουν τις σημαντικές επιπτώσεις από ατυχήματα διαρροών αμμωνίας σε συστήματα ψύξης, παρόλο που αιτίες δεν αναφέρθηκαν. Το 1986 σε μια εγκατάσταση συσκευασίας σφαγείου, δημιουργήθηκε ρήξη σε μια σωλήνωση ψύξης, με αποτέλεσμα τη διαρροή αμμωνίας. Οκτώ (8) εργάτες τραυματίστηκαν σοβαρά και υπέφεραν από αναπνευστικά προβλήματα λόγω της εισπνοής αμμωνίας, ενώ άλλοι δεκαεπτά (17) τραυματίστηκαν λιγότερα σοβαρά. Το 1989 η διαρροή αμμωνίας σε εργοστάσιο κατεψυγμένης πίτσας οδήγησε στην εκκένωση σχεδόν όλων των κατοίκων της πόλης (6.500 κάτοικοι) όπου βρισκόταν το εργοστάσιο. Η διαρροή ξεκίνησε όταν έσπασε το ακραίο καπάκι μιας σωλήνωσης αναρρόφησης (suction line) του συστήματος ψύξης αμμωνίας. Σχεδόν είκοσι (20) τόνοι αμμωνίας διέρρευσαν, σχηματίζοντας ένα νέφος για είκοσι τέσσερα (24) οικοδομικά τετράγωνα. Περίπου πενήντα (50) κάτοικοι της περιοχής διακομίστηκαν σε νοσοκομεία, όπου τους έγινε θεραπεία με οξυγόνο, ενώ σε δεκάδες κατοίκους έγινε θεραπεία με οξυγόνο στα κέντρα εκκένωσης.

5.5 Επίγνωση των πηγών κινδύνου

Η αμμωνία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ψυκτικό με ασφαλή τρόπο, εφόσον το σύστημα έχει σχεδιαστεί κατάλληλα για αυτό, έχει κατασκευαστεί όπως πρέπει, λειτουργεί ορθά και συντηρείται συχνά. Η αμμωνία είναι τοξική ουσία και μπορεί να αποτελέσει πηγή κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία και μπορεί να αποβεί βλαβερή αν κάποιος την εισπνεύσει σε μεγάλες ποσότητες. Η τιμή **PEL** της **OSHA** είναι 50 ppm (parts per million). Οι επιπτώσεις από την εισπνοή αμμωνίας ποικίλλουν, από ερεθισμό έως σοβαρούς αναπνευστικούς τραυματισμούς, με κίνδυνο θανάτου αν υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας. Ο ρυθμιστικός οργανισμός **NIOSH** (National Institute of Occupational Safety and Health) έχει θεσπίσει ένα όριο **IDLH** στα 300 ppm. Η

αμμωνία είναι διαβρωτική και η έκθεση σε αυτή μπορεί να οδηγήσει σε χημικά εγκαύματα (chemical-type burn). Η αμμωνία είναι ιδιαίτερα υγροσκοπική και απορροφάται (migrates) κυρίως από μέρη του σώματος όπως τα μάτια, η μύτη, ο λαιμός κτλ. Η έκθεση σε υγρή αμμωνία μπορεί να οδηγήσει σε κρουοπαγήματα, αφού η θερμοκρασία της σε ατμοσφαιρική πίεση είναι -33°C .

Η Αμερικάνικη Ένωση Βιομηχανικής Υγιεινής (American Industrial Hygiene Association - **AIHA**) έχει αναπτύξει Οδηγίες Σχεδιασμού Ανταπόκρισης σε Έκτακτες Ανάγκες (Emergency Response Planning Guidelines - **ERPGs**) για κάποιες ουσίες, ώστε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση καταστροφικών διαρροών για την κοινότητα. Η οδηγία **ERPG-2** δείχνει την συγκέντρωση κάτω από την οποία πιστεύεται ότι σχεδόν όλοι οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν για μέχρι μία (1) ώρα χωρίς μη αναστρέψιμες επιπτώσεις ή σοβαρά προβλήματα υγείας (AIHA, 1988-1992). Η EPA έχει υιοθετήσει την οδηγία αυτή σαν το σημείο τοξικότητας της αμμωνίας για την ανάλυση επιπτώσεων που απαιτείται από το Πρόγραμμα Διαχείρισης Κινδύνου (Risk Management Program - **RMP**). Στο Παράρτημα Ε υπάρχουν κάποιες από τις οδηγίες, κανόνες και πρότυπα που εφαρμόζονται.

Στα συστήματα ψύξης, η αμμωνία είναι υδροποιημένη υπό πίεση. Η διαρροή υγρής αμμωνίας στην ατμόσφαιρα θα δημιουργήσει ένα μίγμα υγρού και ατμών σε θερμοκρασία -33°C . Η αμμωνία που διέφυγε ταχύτατα απορροφά υγρασία στον αέρα και δημιουργεί ένα πυκνό, ορατό άσπρο νέφος από υδροξείδιο της αμμωνίας. Το πυκνό αυτό μίγμα κινείται συνήθως στο έδαφος αντί να ανέλθει γρήγορα στην ατμόσφαιρα, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα έκθεσης των εργατών και των πολιτών σε αυτό.

Παρόλο που οι καθαροί ατμοί αμμωνίας δεν είναι εύφλεκτοι σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 16%, υπάρχει κίνδυνος φωτιάς και έκρηξης για συγκεντρώσεις μεταξύ 16% και 25%. Όμως, τα μίγματα που περιλαμβάνουν αμμωνία μολυσμένη με λιπαντικά έλαια από το σύστημα, μπορεί να έχουν μεγαλύτερη κλίμακα εκρηκτικότητας. Από μελέτες έχει αποδειχτεί ότι τα έλαια μειώνουν το όριο κατώτερης ευφλεκτότητας έως και κατά 8%, ανάλογα με τον τύπο και την συγκέντρωση ελαίων (Fenton, 1995). Έχουν αναφερθεί πολύ λίγες εκρήξεις στον χώρο του συμπιεστή αμμωνίας στο Ηνωμένο Βασίλειο (UK), ενώ όλες οι αναφορές ατυχημάτων περιλαμβάνουν διαρροή αμμωνίας από εγκαταστάσεις υπό συντήρηση.

Μια άλλη σημαντική ιδιότητα της αμμωνίας είναι το χαρακτηριστικό της άρωμα. Το κατώτερο όριο συγκέντρωσης στο οποίο η αμμωνία γίνεται αντιληπτή ποικίλει από άτομο σε άτομο. Συνήθως γίνεται αντιληπτή σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 5ppm έως 10ppm. Το χαρακτηριστικό άρωμα της αμμωνίας γίνεται αντιληπτό στην ατμόσφαιρα στα επίπεδα τον 50ppm από τους περισσότερους ανθρώπους. Οι εργάτες μπορεί να γίνουν ανεκτικοί και να μπορούν να δουλέψουν χωρίς ενοχλήσεις σε επίπεδα έως 70ppm, ενώ το προτεινόμενο όριο έκθεσης **TWA** για την αμμωνία είναι 25ppm και το

όριο **STEL** είναι 35ppm. Συγκεντρώσεις πάνω από 100ppm είναι ενοχλητικές για τους περισσότερους ανθρώπους, ενώ για συγκεντρώσεις από 300ppm έως 500ppm θα έχουν ως συνέπεια την άμεση εκκένωση της περιοχής. Στα 400ppm, οι περισσότεροι άνθρωποι αποκτούν άμεσα ερεθισμούς σε μύτη και λαιμό, αλλά δεν αποκτούν μόνιμες βλάβες στην υγεία τους για έκθεση 30-60 λεπτών. Στο επίπεδο των 700ppm υπάρχει άμεσος ερεθισμός των ματιών και στο επίπεδο των 1700ppm θα αρχίσει επαναλαμβανόμενος βήχας που μπορεί να αποβεί μοιραίος έπειτα από έκθεση για μισή ώρα. Έκθεση σε συγκεντρώσεις πάνω από 5000ppm για μικρές χρονικές περιόδους μπορεί να οδηγήσουν στον θάνατο. Οι επιδράσεις της αμμωνίας ποικίλλουν από άτομο σε άτομο και αυτά που περιγράφονται παραπάνω αφορούν πιθανότατα τα πιο ευπαθή μέλη του πληθυσμού.

5.6 Μείωση των πηγών κινδύνου σύμφωνα με την EPA

Σε εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας πρέπει να γνωρίζουν τους πιθανούς κινδύνους από την διαρροή αμμωνίας, καθώς και τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για να αποφευχθούν αυτές οι καταστάσεις.

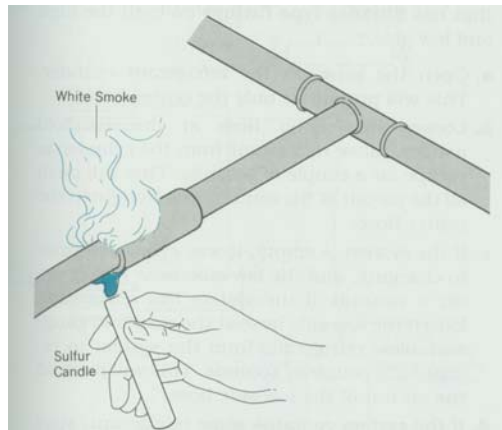
Παρατίθενται οδηγίες που πρέπει να ακολουθηθούν σε εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας για να αποφευχθούν τυχόν διαρροές και να μειωθεί η σοβαρότητα των επιπτώσεων τους

- Η ύπαρξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων ώστε η λειτουργία και η συντήρηση του συστήματος ψύξης αμμωνίας να γίνεται με προσωπικό με κατάλληλες γνώσεις
- Χρήση σφαιρικής βάνας με ελατήριο (spring-loaded ball valve - dead-man valve) σε σύνδεση με την βάνα αποστράγγισης – απομάκρυνσης υγρού (drain valve) του σωλήνα λαδιού σε όλα τα δοχεία λαδιού για να σταματήσει τη ροή σε άλλα στοιχεία του συστήματος σε περίπτωση ανάγκης
- Η ανάπτυξη γραπτών διαδικασιών συντήρησης του συστήματος, συμπεριλαμβανομένου διαδικασιών ρουτίνας όπως η διοχέτευση - απομάκρυνση λαδιού (oil draining), καθώς και η απαίτηση να τηρούνται από το προσωπικό συντήρησης του συστήματος ψύξης. Η ανάπτυξη εσωτερικών οδηγιών ελέγχου βοηθά στην τήρηση των διαδικασιών αυτών.
- Η απομάκρυνση του λαδιού ψύξης από το σύστημα ψύξης ανά τακτά χρονικά διαστήματα με την κατάλληλη απομόνωση του τμήματος αυτού.
- Προτείνεται η ύπαρξη μπαρών για την προστασία του εξοπλισμού ψύξης (π.χ. σωληνώσεων, βαλβίδων και του έλικα ψύξης από συγκρούσεις σε περιοχές όπου

- χρησιμοποιούνται κλαρκ). Η γνώση για τη λειτουργία του συστήματος ψύξης της αμμωνίας και η συζήτηση για θέματα που αφορούν τους κινδύνους τυχόν ατυχημάτων με οχήματα, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε διαρροή αμμωνίας μπορούν να αποτελέσουν κομμάτι της εκπαίδευσης π.χ. των οδηγών κλαρκ.
- Η ανάπτυξη και η εφαρμογή γραπτών οδηγιών συντήρησης σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών για όλο τον εξοπλισμό ψύξης. Πρέπει να περιλαμβάνονται οδηγίες τουλάχιστον για:
 - συμπιεστές (compressors)
 - αντλίες (pumps)
 - εξαχνωτες (evaporators)
 - συμπυκνωτές (condensers)
 - βαλβίδες ελέγχου
 - όλες τις ηλεκτρικές ασφάλειες (electrical safety), συμπεριλαμβανομένου
 - διακόπτες απομόνωσης υψηλής και χαμηλής πίεσης (high & low pressure cutouts)
 - διακόπτες απομόνωσης υψηλής και χαμηλής θερμοκρασίας (high & low temperature cutouts)
 - διακόπτες απομόνωσης χαμηλής πίεσης λαδιού (low oil pressure cutouts)
 - συστήματα αυτόματου καθαρισμού (automatic purge systems)
 - ανιχνευτές αμμωνίας
 - εξοπλισμό ανταπόκρισης σε επείγουσες καταστάσεις, συμπεριλαμβανομένου:
 - εξοπλισμού παρακολούθησης του αέρα (air monitoring equipment)
 - αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές (self-contained breathing apparatus - SCBA)
 - στολές επιπέδου A
 - αναπνευστικές συσκευές καθαρισμού του αέρα (air- purifying respirators)
 - Εκτέλεση τακτικών δοκιμών κραδασμών (vibration testing) στους συμπιεστές με καταγραφή και ανάλυση των αποτελεσμάτων
 - Διατήρηση ενός συστήματος ψύξης αμμωνίας χωρίς διαρροές. Αυτό μπορεί να γίνει με την έρευνα όλων των αναφορών για μυρωδιά αμμωνίας και άμεση επισκευή των

διαρροών καθώς και με έλεγχο για τυχόν διαρροή σε όλες τις σωληνώσεις, βαλβίδες, κλείστρα (seals) , φλάντζες κτλ τουλάχιστον τέσσερις (4) φορές τον χρόνο. Δύο μέθοδοι για τον **έλεγχο για διαρροών αμμωνίας** είναι οι πιο κοινές (Olivo, 1999):

- οι ράβδοι θειαφιού (sulfur sticks), και συγκεκριμένα, η φλόγα θείου όταν έρθει σε επαφή με ατμούς αμμωνίας, δημιουργεί λευκούς καπνούς



Σχήμα 5.6α: Χρήση ράβδου θειαφιού για εντοπισμό διαρροής σε σύστημα αμμωνίας
(Πηγή: Chatenever, 1988)

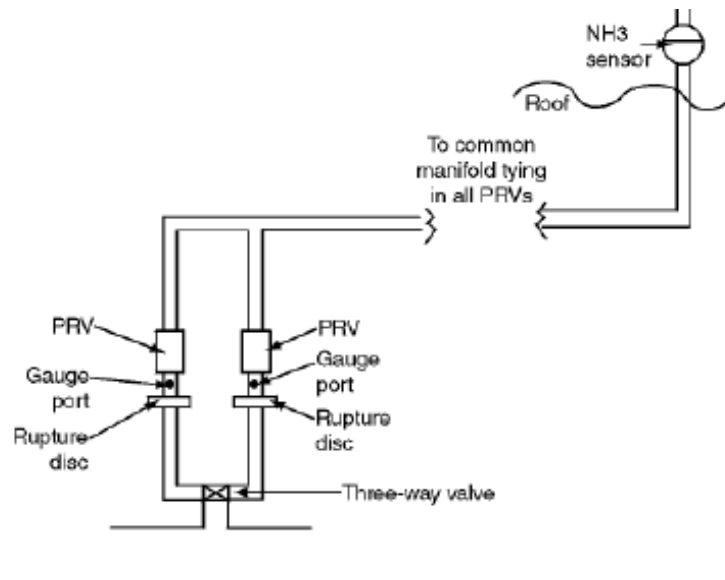
- οι χάρτες ηλιοτρόπιου (litmus paper – χαρτί διαποτισμένο με δείκτη ηλιοτροπίου για χονδρική εκτίμηση του pH υδατικών διαλυμάτων). Το χημικό χαρτί αλλάζει χρώμα όταν έρθει σε επαφή με αμμωνία, εντοπίζοντας έτσι τη διαρροή.

Οι δυο αυτές μέθοδοι είναι πολύ απλές, γρήγορες και αποτελεσματικές, όμως η δεύτερη είναι η ασφαλέστερη.

- Εγκατάσταση ανιχνευτών αμμωνίας σε περιοχές όπου είναι πιθανό να συμβεί διαρροή ή η εγκατάσταση δεν έχει προσωπικό σε 24ώρη βάση. Οι ανιχνευτές αυτοί θα πρέπει να παρακολουθούνται από μια τοπική εταιρεία για ειδοποίηση σε έκτακτη ανάγκη ή να είναι συνδεδεμένοι με ένα σύστημα που θα ειδοποιεί τους υπεύθυνους άμεσα. Επίσης, θα πρέπει να ρυθμίζονται τακτικά σύμφωνα με τις γνωστές προδιαγραφές που έχουν τεθεί και να ελέγχονται τακτικά οι σένσορες και οι συναγερμοί.
- Τακτική αντικατάσταση των βαλβίδων εκτόνωσης της πίεσης (pressure relief valves-PRV's) και καταγραφή των ημερομηνιών αντικατάστασης (σύμφωνα με ANSI/IIAR Standard 2 – Equipment, Design, and Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems - Παράρτημα Ε)
- Αντικατάσταση των απλών βαλβίδων εκτόνωσης της πίεσης με διπλές βαλβίδες εκτόνωσης. Οι τελευταίες αποτελούνται από μια τρίοδη βαλβίδα απομόνωσης της

λειτουργίας (one three-way shut-off valve) και δυο βαλβίδες ασφαλείας για την εκτόνωση της πίεσης. Η χρήση των διπλών βαλβίδων εκτόνωσης, ανάλογα με το μέγεθος του δοχείου (vessel) που πρέπει να προστατευτεί, περιγράφονται στο **ASHRAE** (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Standard 15 – Safety Code for Mechanical Refrigeration (ASHRAE, 1981). Η χρήση μιας τέτοιας βαλβίδας επιτρέπει σε μια βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης να απομονώνεται ενώ η άλλη μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να ελέγχεται, επισκευάζεται ή να αντικαθίσταται κάθε βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης χωρίς να χρειάζεται να κλείσει το σύστημα

- Για μεγάλα συστήματα με πολλές βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συνδεσμολογία του παρακάτω σχήματος για την ανίχνευση διαρροής. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει έναν μηχανισμό θραύσης δίσκου (rupture disk – μη επανακλείουσα συσκευή εκτόνωσης της πίεσης, η οποία εκτονώνει την πίεση μέσω της θραύσης ενός δίσκου) αντίθετα στο ρεύμα κάθε βαλβίδας εκτόνωσης της πίεσης, ένα σημείο εκτίμησης πίεσης (gauge port) και ένα σένσορα αμμωνίας στο κοινό πολλαπλό αγωγό διανομής (common manifold – διάταξη διακλάδωσης σωλήνας που συνδέει τα μέρη της βαλβίδας ενός πολυκυλίνδρου με απλό εξαερωτήρα). Αν προκύψει διαρροή σε μία από τις βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης, θα ηχήσει ο συναγερμός και ελέγχοντας στο σημείο εκτίμησης την τιμή της πίεσης, μπορούμε να καταλάβουμε ποια βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης έχει πρόβλημα.



Σχήμα 5.6β: Διάταξη μηχανισμού θραύσης δίσκου-διπλής βαλβίδας εκτόνωσης

- Για τον τακτικό έλεγχο του συστήματος ψύξης, θα πρέπει να υπάρχει ένα αρχείο λειτουργίας των μηχανών, όπου θα καταγράφονται δεδομένα όπως τα επίπεδα της θερμοκρασίας και πίεσης, και το οποίο θα υπογράφουν και θα συμβουλεύονται ο

αρχιμηχανικός και ο τεχνικός ψύξης συχνά. Σε περίπτωση σχεδιασμού νέων συστημάτων ή μετασκευής των ήδη υπαρχόντων, προτείνεται ο έλεγχος των παραπάνω με την χρήση υπολογιστή.

- Θα πρέπει να υπάρχει ακριβές αρχείο της ποσότητας της αμμωνίας που αγοράζεται για τη χρήση στο σύστημα ψύξης και η ποσότητα που αντικαθίσταται. Ανάλογα πρέπει να γίνεται για τα λιπαντικά έλαια που χρησιμοποιούνται
- Οι διαδικασίες ρουτίνας πρέπει να τηρούνται στους χώρους του συμπιεστή και της ψυκτικής εγκατάστασης γενικά
- Οι σωληνώσεις και οι βαλβίδες του συστήματος ψύξης πρέπει να είναι επαρκώς και εύκολα αναγνωρίσιμες (πχ με ανάλογο χρώμα ή ετικέτες), χρησιμοποιώντας ένα εσωτερικό σύστημα οδηγιών
- Κατάλληλες πινακίδες προειδοποίησης όπου χρησιμοποιείται αμμωνία σαν ψυκτικό ή απλά αποθηκεύεται. Τα χημικά στις σωληνώσεις πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζονται με τις κατάλληλες ταμπέλες, πχ, σωλήνας που περιέχει αμμωνία να αναγράφει «ΑΜΜΩΝΙΑ». Πρότείνεται να χρησιμοποιούνται μαύρα γράμματα με κίτρινο φόντο.
- Περιοδική επιθεώρηση όλων των σωληνώσεων ψύξης της αμμωνίας για τυχόν αποτυχημένη μόνωση, σκουριά ή διάβρωση και αντικατάσταση κάθε φθοράς σύμφωνα με τις προτεινόμενες οδηγίες. Η προστασία των σωληνώσεων ψύξης από σκουριά ή διάβρωση πρέπει να γίνεται με καθαρισμό-έγχυση (priming) και βάψιμο με το κατάλληλο στρώμα επικάλυψης (coating) .
- Προτείνεται να γίνονται τακτικές επιθεωρήσεις του εξοπλισμού έκτακτης ανάγκης και να διατηρούνται σε καλή κατάσταση οι αναπνευστικές συσκευές, συμπεριλαμβανομένου αυτών για τον καθαρισμό του αέρα και αυτόνομης αναπνοής. Το προσωπικό πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για την χρήση αυτού του εξοπλισμού. Στις αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές ο αέρας πρέπει να είναι αφυγρασμένος (bone-dry) και στις συσκευές καθαρισμού του αέρα τα δοχεία πρέπει να αντικαθίστανται και να ελέγχεται η ημερομηνία λήξης.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ανιχνευτής αμμωνίας στον χώρο του συμπιεστή για τον έλεγχο των ανεμιστήρων εξαερισμού
- Η κύρια βαλβίδα και οι βαλβίδες απομόνωσης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, προτείνεται να καταγράφονται σε ένα σχεδιάγραμμα που μπορεί να γίνει άμεσα κατανοητό από αυτούς που ανταποκρίνονται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Πρέπει να προσδιορίζονται ξεκάθαρα στα διαγράμματα σωληνώσεων και οδηγιών (piping and instrumentation diagrams - **P&IDs**) και/ ή στα διαγράμματα ροής

- Ύπαρξη διαδικασιών για διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης και οδηγίες για το τι πρέπει να γίνει σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας του ρεύματος
- Μπορεί να εγκατασταθεί μια μαγνητική βαλβίδα (solenoid valve – βαλβίδα που ενεργοποιείται με την βοήθεια ενός πηνίου για τον έλεγχο της ροής υγρών μέσα στους σωλήνες) στην κύρια βαλβίδα που θα χειρίζεται από έναν διακόπτη που βρίσκεται εκτός του χώρου του συμπιεστή.
- Σύνταξη γραπτών διαδικασιών και οδηγιών έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση διαρροής αμμωνίας.
- Τακτική διεξαγωγή ασκήσεων ανταπόκρισης σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Το προσωπικό εκτάκτου ανάγκης θα πρέπει να φορά την ειδική στολή σαν κομμάτι της άσκησης και για να εξασκούν τις ικανότητες ανταπόκρισης τους σε έκτακτες καταστάσεις.
- Διεξαγωγή άσκησης ανταπόκρισης σε έκτακτη περίπτωση διαρροής σε συνεργασία με την πυροσβεστική υπηρεσία
- Τοποθέτηση ενός χειροκίνητου διακόπτη για τον ανεμιστήρα εξαερισμού έξω από τον χώρο του συμπιεστή και χρήση του σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Μια καλή πρακτική θα ήταν να υπάρχουν διακόπτες εξαερισμού εκτός και εντός κάθε πόρτας στο χώρο του συμπιεστή.
- Τοποθέτηση μετρητών ανέμου (windssocks) σε κατάλληλα μέρη και ενσωμάτωση τους στο σχέδιο έκτακτης ανάγκης των εγκαταστάσεων. Προτείνεται η προσθήκη αφισών, ετικετών κτλ που μπορούν να παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης στους εργαζόμενους.
- Η ύπαρξη διαγραμμάτων σωληνώσεων και οδηγιών (P&IDs), διαγραμμάτων ροής των διαδικασιών, διαγραμμάτων των εξόδων και σκάλας κινδύνου και η ανάρτησή τους κοντά στον εξοπλισμό μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων.
- Όταν ο πάγος συγκεντρώνεται στις σπείρες του εξαχνωτή, ο τελευταίος μπορεί να εκπέμψει αέρια κατά την διάρκεια του κύκλου απόψυξης τοποθετώντας μια μικρότερη σπειροειδή βαλβίδα θερμού αερίου παράλληλα με την αντίστοιχη κύρια βαλβίδα. Η μικρότερη βαλβίδα έχει προγραμματιστεί να ανοίξει πρώτη, επιτρέποντας στην πίεση του εξαχνωτή να ανέβει αργά. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μηχανοκίνητη βαλβίδα (motorized full port ball valve) στον σωλήνα παροχής θερμού αερίου, ώστε αρχικά να ανοίγει με αργό ρυθμό και να γίνει ομαλά η εκπομπή αερίων. Μόλις η πίεση στον εξαχνωτή σταματήσει ξαφνικά, τότε ανοίγει ολοκληρωτικά η βαλβίδα. (Παραπομπή: IIAR's Ammonia Refrigeration Piping Handbook.)

5.7. Προφυλάξεις σε εγκαταστάσεις ψύξης σύμφωνα με την HSE

Η HSC είναι υπεύθυνη για τους κανονισμούς υγείας και ασφάλειας στην Μεγάλη Βρετανία. Η Διοίκηση Υγείας και Ασφάλειας (Health and Safety Executive – **HSE**) και οι τοπικές κυβερνήσεις είναι οι αρχές που εργάζονται και υποστηρίζουν την επιτροπή. Στόχος είναι οι προστασία της ανθρώπινης υγείας και της ασφάλειας, εξασφαλίζοντας τον έλεγχο των κινδύνων στους συνεχώς μεταβαλλόμενους χώρους εργασίας (Πηγή: <http://hse.gov.uk/lau/lacs/31-1.htm>).

Κάτω από κανονικές συνθήκες, ο άνθρωπος δεν είναι ικανός να αντέξει τις συγκεντρώσεις αμμωνίας κοντά στο όριο ανάφλεξης. Οι κατάλληλες προφυλάξεις είναι κυρίως αυτές για τις τοξικές επιπτώσεις στους χώρους εργασίας και εργασίες με πιθανή ξαφνική έκθεση σε αμμωνία, όπως η συντήρηση και η επισκευή, συμπεριλαμβανομένου η συμπλήρωση και η απομάκρυνση λαδιού. Προφυλάξεις για περιπτώσεις φωτιάς και έκρηξης είναι πιο κατάλληλες για χώρους μη εργασίας όπως είναι ο χώρος του συμπιεστή και εγκαταστάσεις που δεν επιτηρούνται, όπως χώροι ψυχρής αποθήκευσης, όπου η συσσώρευση αναθυμιάσεων μπορεί να μην παρατηρηθεί άμεσα.

Οι παρακάτω οδηγίες αφορούν τις προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται απέναντι σε τοξικούς κινδύνους, φωτιές και εκρήξεις σε συστήματα ψύξης που περιέχουν αμμωνία, κυρίως σε αποθήκες βαθιάς ψύξης και διανομής τροφίμων. Εφαρμόζονται σε όλο το σύστημα και όχι μόνο στον χώρο του συμπιεστή, σύμφωνα με το British Standard 4434: 1980 "Requirements for Refrigeration Safety: Part 1, General".

5.7.1 Προφυλάξεις απέναντι στους κινδύνους τοξικότητας

Εξοπλισμός προστασίας αναπνοής

Όποιος εισέρχεται σε έναν χώρο όπου το άρωμα της αμμωνίας μπορεί να είναι σε σημαντικά επίπεδα, πρέπει να φέρει αυτόνομη αναπνευστική συσκευή ή αναπνευστική συσκευή συνδεδεμένη με δίκτυο αέρα (airline breathing apparatus). Ο κατάλληλος εξοπλισμός πρέπει να είναι τοποθετημένος κοντά, αλλά εκτός, από τους χώρους όπου τα επίπεδα της αμμωνίας είναι πιθανό να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει κάποιος να εισέρχεται σε χώρους όπου μπορεί να υπάρχουν υψηλά επίπεδα αέριας αμμωνίας. (για λεπτομέρειες Form 2501 "Certificate of Approval (Breathing Apparatus)", από την ετήσια αναφορά της HSE)

Κατάλληλο εξοπλισμό προστασίας της αναπνοής πρέπει να φέρει όποιος εκτελεί εργασίες μηχανικής συντήρησης σε σύστημα όπου υπάρχει κίνδυνος διαρροής αμμωνίας. Οι αναπνευστικές συσκευές με μεταλλικό κουτί τύπου A (μπλε) που

καλύπτουν όλο το πρόσωπο προσφέρουν επαρκή προστασία σε ατμοσφαιρικές συνθήκες με συγκέντρωση έως 2% ή 20.000ppm, για μία (1) ώρα. Η εργασία σε τέτοιες συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε ενοχλήσεις λόγω του ερεθισμού του δέρματος, αφού η αμμωνία διαλύεται με την εφίδρωση (για λεπτομέρειες Form 2502 "Certificate of Approval (Canister Gas Respirators)"). Για σημαντικές εργασίες μπορεί να χρειαστούν στολές που είναι αδιαπέραστες όταν τα αέρια δεν μπορούν να καθαριστούν από τον χώρο.

Όποιος είναι πιθανό να χρησιμοποιήσει αναπνευστικές συσκευές πρέπει να έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα για την χρήση τους και να έχει πλήρη επίγνωση για τα όρια τους. Ο εξοπλισμός πρέπει να συντηρείται, να είναι καθαρός και να εξετάζεται τουλάχιστον μια φορά τον μήνα. Κατάλληλα αρχεία καταγραφής πρέπει να υπάρχουν για αυτές τις διαδικασίες. Αν τα μεταλλικά κουτιά των αναπνευστικών συσκευών έχουν χρησιμοποιηθεί, πρέπει να υπάρχει ένα αποτελεσματικό σύστημα με το οποίο να αποφασίζεται τότε πρέπει να ανανεώνονται.

Διαδικασίες εκκένωσης και έκτακτης ανάγκης

Είναι σημαντικό να έχουν σχεδιαστεί ξεκάθαρες διαδικασίες έκτακτης ανάγκης με λεπτομέρειες για τα ακριβή καθήκοντα όλου του προσωπικού και τις ενέργειες για περιπτώσεις εκκένωσης, διάσωσης, πρώτων βοηθειών, απομόνωσης της εγκατάστασης κτλ. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι διαδικασίες εκκένωσης να είναι ξεκάθαρα προσδιορισμένες και να εφαρμόζονται τακτικά σαν άσκηση, όταν μάλιστα τα συστήματα ψύξης είναι μέσα στους χώρους εργασίας. Μια συνήθης μέθοδος είναι η χρήση του συναγερμού, εφόσον τα σημεία ενεργοποίησης των συσκευών ελέγχου (actuating points) είναι διαθέσιμα στους χώρους εργασίας. Το προσωπικό δεν πρέπει να πλησιάζει νέφη αερίων (αυτά τα σύννεφα μπορεί να μοιάζουν με ατμό λόγω της ψύξης του αερίου που διαφεύγει)

Πρέπει να υπάρχουν επαρκείς εξόδοι από τους χώρους της εγκατάστασης. Τα μέλη του προσωπικού που επηρεάζονται από την διαρροή αμμωνίας υποφέρουν από ερεθισμούς στα μάτια και έντονο βήχα, οπότε πολύ γρήγορα μπορεί να αποπροσανατολιστούν. Γι'αυτό τον λόγο απαιτείται ξεκάθαρη γνώση της διαδρομής για τις ασφαλείς εξόδους από τον χώρο.

Εκπαίδευση στον χειρισμό και συντήρηση της εγκατάστασης

Όλο το προσωπικό που ασχολείται με τον χειρισμό και την συντήρηση της εγκατάστασης πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένο και να γνωρίζει όχι μόνο της

γενικές αρχές της ψύξης, αλλά και συγκεκριμένες πληροφορίες για την εγκατάσταση. Αυτό αφορά τόσο τους εργολάβους συντήρησης, όσο και το προσωπικό του εργοδότη.

5.7.2 Τοποθέτηση εγκατάστασης

Εγκατάσταση που δεν είναι σχεδιασμένη για εξωτερική τοποθέτηση

Στην περίπτωση μιας συνηθισμένης εγκατάστασης ψύξης (πχ εγκατάσταση που δεν είναι ακριβώς σχεδιασμένη για εξωτερική τοποθέτηση), η έκθεση σε υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες αέρα μπορεί να οδηγήσει στην υγραποίηση της αμμωνίας μέσα στον συμπιεστή και να πάθει βλάβη ο τελευταίος, κατάσταση που μπορεί να είναι επικίνδυνη. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει η εγκατάσταση αυτή να διαθέτει ένα χώρο για τον συμπιεστή χρησιμοποιώντας κατάλληλες προφυλάξεις. Ο χώρος του συμπιεστή θα πρέπει να είναι πρακτικός, με κατάλληλο μηχανισμό για την εκτόνωση έκρηξης (πχ χρήση εύθραυστης οροφής με μικρό βάρος). Όπου χρησιμοποιούνται πλέγματα στήριξης (panels) για την εκτόνωση έκρηξης, θα πρέπει να συγκρατούνται κατάλληλα (πχ αλυσίδες) για να αποτραπεί η επικίνδυνη εκτόξευση τους στην περίπτωση έκρηξης.

Για να διευκολυνθεί η παροχή εξαερισμού και εκτόνωσης της έκρηξης, οι χώροι του συμπιεστή θα πρέπει να έχουν ενσωματωμένο τουλάχιστον έναν εξωτερικό τοίχο. Η τοποθέτηση συμπιεστών σε περιορισμένους χώρους, υπόγεια κτλ, πρέπει να αποφεύγεται όποτε είναι δυνατόν. Οι πόρτες μεταξύ των χώρων των εγκαταστάσεων ή των χώρων του συμπιεστή και των άλλων χώρων των κτιρίων πρέπει να είναι αεροστεγείς (well-fitting) και να κλείνουν αυτόματα.

Εγκατάσταση που είναι σχεδιασμένη για εξωτερική τοποθέτηση

Μόνο εγκαταστάσεις σχεδιασμένες για τις υπάρχουσες συνθήκες πρέπει να εγκαθίστανται σε εξωτερικούς χώρους. Θα πρέπει να βρίσκονται σε ανοικτό πεδίο με προστασία από τις καιρικές συνθήκες, εφόσον είναι δυνατόν, χρησιμοποιώντας τη δομή ενός μεγάλου κτιρίου με οροφή πανταχόθεν ελεύθερη (Dutch barn type structure), το οποίο έχει όμοια κατανομημένο το ελάχιστο ανοικτό πεδίο που απαιτείται και αντιστοιχεί τουλάχιστον στο μισό της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

Εγκατάσταση στον χώρο εργασίας

Είναι γενική αρχή οι εγκαταστάσεις αμμωνίας σε χώρους εργασίας και άλλους χώρους με προσωπικό, να καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο. Συμπληρωματικές εγκαταστάσεις, όπως χώροι αποθήκευσης του υγρού ψυκτικού (surge drums) και αντλίες

υγρών θα πρέπει να τοποθετούνται μακριά από χώρους εργασίας, εφόσον είναι δυνατόν. Οι συμπιεστές είναι συχνά θορυβώδεις και αυτός είναι ένας άλλος λόγος για να μην τοποθετούνται στους χώρους εργασίας.

Εξαερισμός

Οι χώροι του συμπιεστή θα πρέπει να έχουν επαρκή και κατάλληλο εξαερισμό για να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

-Κανονικός εξαερισμός: Επαρκής μόνιμος εξαερισμός θα πρέπει να παρέχεται για να αποτρέπεται η αύξηση των τοξικών συγκεντρώσεων αμμωνίας από διαρροές κατά τη διάρκεια εργασιών στην εγκατάσταση (πχ από κλείστρα, συσκευές προστασίας διαρροής κτλ). Σύμφωνα με τις βρετανικές προδιαγραφές, προτιμάται ένας μηχανικός εξαερισμός από τον αβέβαιο φυσικό εξαερισμό.

-Εξαερισμός έκτακτης ανάγκης: Προετοιμασίες θα πρέπει να γίνουν για επαρκή μηχανικό εξαερισμό που θα αποτρέπει την εύφλεκτη αμμωνία ή τα μίγματα αέρα να συσσωρεύονται σε περίπτωση κάποιας προβλεπόμενης αστοχίας της εγκατάστασης (πχ αστοχία βαλβίδας). Σε τέτοιες περιπτώσεις ο στόχος είναι να κρατηθούν οι συγκεντρώσεις κάτω από το 25% του κατώτερου ορίου έκρηξης (συγκεκριμένα, ποσοστό 4%)

Οι απαιτήσεις εξαερισμού για μια συγκεκριμένη εγκατάσταση εξαρτώνται από τον τύπο, την χωρητικότητα, τις λειτουργικές συνθήκες και την τοποθεσία της εγκατάστασης. και μπορεί να απαιτείται αποτίμηση αυτών από έναν μηχανικό εξαερισμού με ανάλογη εξειδίκευση. Τα γενικά σημεία είναι:

-μόνιμος φυσικός ή μηχανικός εξαερισμός, ή συνδυασμός και των δυο για κανονικό εξαερισμό ή εκτάκτου ανάγκης. Ο μηχανικός εξαερισμός που ξεκινά από τους ανιχνευτές αερίου ή χειροκίνητα στην περίπτωση των συνεχώς επανδρωμένων εγκαταστάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης

-ο εξαερισμός πρέπει να οδηγεί σε ένα ασφαλές μέρος σε ανοικτό πεδίο

-για τον εξαερισμό που παρέχεται, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι πιθανές επιδράσεις του κρύου στην εγκατάσταση

-η ροή του αέρα από χαραμάδες σε παράθυρα, πόρτες κτλ, ή από το άνοιγμα των παραθύρων ή των πορτών δεν πρέπει να θεωρούνται εξαερισμός του χώρου

-οι κανονισμοί που υπάρχουν δεν λαμβάνουν υπόψη τις διαστάσεις του χώρου ή τον ρυθμό διαρροής. Πρέπει να θεωρούνται γενικές οδηγίες και να προσαρμόζονται στην συγκεκριμένη εγκατάσταση

- χειροκίνητοι διακόπτες για εξαερισμό σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμοι και σε ασφαλές μέρος μαζί με τον διακόπτη που κλείνει τον εξαερισμό

Ακεραιότητα εγκατάστασης

Μπορεί να εμφανιστεί σοβαρή διάβρωση στα μέλη χαμηλής πίεσης των σωληνώσεων και της εγκατάστασης γενικότερα, λόγω της διαδικασίας της συμπύκνωσης. Η διάβρωση μπορεί να προχωρήσει χωρίς να παρατηρηθεί στα υλικά θερμομόνωσης, ιδιαίτερα σε θερμοκρασίες της τάξεως των 0°C. Για να αποφευχθούν τέτοιες καταστάσεις, θα πρέπει να τηρούνται οι γενικές αρχές ασφαλείας των συστημάτων πίεσης, το σύστημα να εξετάζεται περιοδικά από ένα ικανό άτομο και να γίνεται αποτελεσματική συντήρηση.

Σωληνογραμμές

Όλα τα μέρη του συστήματος ψύξης και συγκεκριμένα οι σωληνογραμμές θα πρέπει να είναι τοποθετημένες κατάλληλα ή να είναι προστατευμένες, ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ζημιάς από τυχόν σύγκρουση, πχ από κλαρκ. Οι σωληνογραμμές και οι βαλβίδες θα πρέπει να έχουν διακριτικά γνωρίσματα που θα υποδεικνύουν το περιεχόμενο τους και την λειτουργία τους.

Σύστημα διοχέτευσης λαδιού

Πολλά από τα περιστατικά που έχουν αναφερθεί στα συστήματα ψύξης με αμμωνία είναι αποτέλεσμα της βλάβης του συστήματος διοχέτευσης - απομάκρυνσης λαδιού (κατά την μεταφορά του λαδιού από τους συμπιεστές). Στις περισσότερες περιπτώσεις το λάδι κατά την μεταφορά του μπορεί να ανακατευτεί με την αμμωνία, το οποίο είναι παχύρρευστο, επειδή έχει υποστεί ψύξη. Τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για την αποφυγή αυτής της κατάστασης είναι:

-οι σωλήνες απομάκρυνσης του λαδιού θα πρέπει να καταλήγουν σε μια ασφαλή τοποθεσία σε ανοικτό πεδίο. Οι βαλβίδες σε κάθε επέκταση του σωλήνα θα πρέπει να δίνουν την δυνατότητα στην υγρή αμμωνία να μην παγιδεύεται. Ανάμεσα στις βαλβίδες, μια βαλβίδα αποστράγγισης ή μια βαλβίδα υδροστατικής εκτόνωσης θα πρέπει να υπάρχει για να παρέχει δίοδο σε ένα ασφαλές μέρος.

-μια διάταξη με διπλή βαλβίδα θα πρέπει να υπάρχει στους σωλήνες λαδιού. Εκτός της χειροκίνητης βαλβίδας, θα πρέπει να υπάρχει μια αυτόματη βάνα πίεσης με ελατήριο (spring or weight-loaded valve)

-η χρήση διάταξης συγκράτησης (catchpot) στη απομάκρυνση - διοχέτευση λαδιού. Αυτό είναι ένα χρήσιμο στοιχείο σε μια νέα εγκατάσταση, αλλά δεν μπορεί να προσαρμοσθεί επιπρόσθετα σε μια ήδη υπάρχουσα εγκατάσταση. Πριν διοχετευτεί το λάδι, το δοχείο συγκράτησης απομονώνεται από την υγρή αμμωνία και την γραμμή διοχέτευσης λαδιού και θερμαίνεται ηλεκτρικά ώστε με τον βρασμό να αποβάλλεται όση αμμωνία ρέει σαν ατμός στην μεριά του συστήματος με την χαμηλή πίεση. Όταν το δοχείο συγκράτησης είναι θερμό, απομονώνεται από τους ατμούς και έπειτα το λάδι διοχετεύεται από αυτό.

Σημείο εισαγωγής αμμωνίας

Τα σημεία εισαγωγής αμμωνίας θα πρέπει να βρίσκονται σε ασφαλές μέρος, με καλό εξαερισμό και αν είναι δυνατόν, σε ανοικτό πεδίο και μακριά από πηγές ανάφλεξης

5.7.3 Προφυλάξεις για κινδύνους φωτιάς & έκρηξης

Πηγές ανάφλεξης

Όλες οι πιθανές πηγές ανάφλεξης (γυμνές φλόγες κτλ) θα πρέπει να είναι μακριά από τους χώρους του συμπιεστή και από τις γύρω εξωτερικές εγκαταστάσεις.

Ηλεκτρικός εξοπλισμός

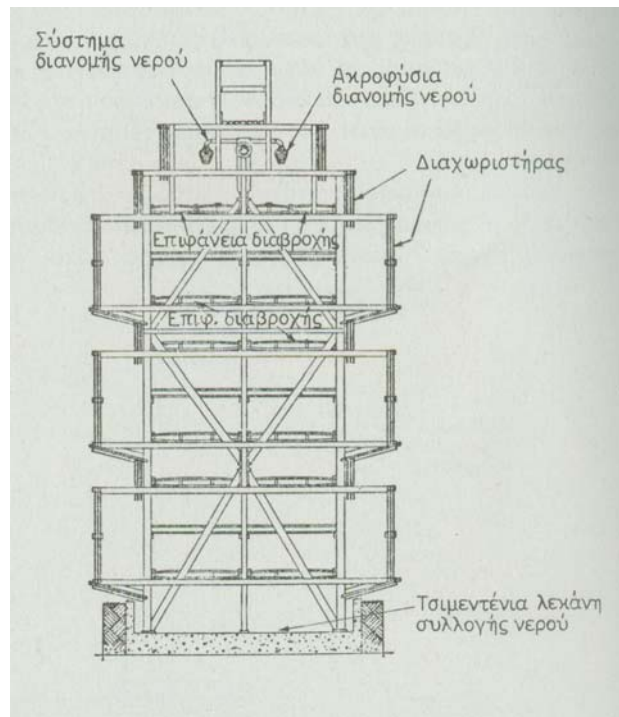
Οδηγίες για τις ηλεκτρικές συσκευές σε πιθανές συνθήκες έκρηξης δίνονται στα RS 5345: Part 1: 1976 "Code of Practice for the Selection, Installation and Maintenance of Electrical Apparatus for Use in Potentially Explosive Atmospheres, Part 1, Basic Requirements for all Parts of the Code" και στο BS 4434: 1980, Clause 13 "Electrical Installations".

Σαν γενική αρχή, ο ηλεκτρικός εξοπλισμός θα πρέπει να βρίσκεται εκτός του χώρου του συμπιεστή σε ασφαλή τοποθεσία. Αν πρέπει απαραίτητα να βρίσκεται στον ίδιο χώρο, ακολουθούν οδηγίες παρακάτω.

Όπου οι συμπιεστές αμμωνίας και οι εγκαταστάσεις ψύξης βρίσκονται στον ίδιο χώρο με τον κόμβο τροφοδοσίας ηλεκτρικών φορτίων (supply switchgear), δεν είναι δυνατή η μεταφορά σε άλλη τοποθεσία κυρίως λόγω κόστους και επιπρόσθετες προφυλάξεις θα πρέπει να λαμβάνονται.

5.7.4 Άλλοι κίνδυνοι

Τα συστήματα ψύξης μπορεί να εμπεριέχουν και άλλους κινδύνους που απαιτούν προσοχή., όπως ο κίνδυνος παγίδευσης σε αποθήκες ψύξης, ο χειρισμός των προϊόντων βαθιάς ψύξης και τα μικροβιολογικά προβλήματα που σχετίζονται με τους πύργους ψύξης που χρησιμοποιούνται στον συμπυκνωτή. Οι ψυκτικοί πύργοι ή πύργοι ψύξεως είναι συσκευές στις οποίες ψύχεται το ζεστό νερό της ψυκτικής εγκατάστασης με την βοήθεια του αέρα του περιβάλλοντος και επιτυγχάνεται η επαναχρησιμοποίηση του νερού, γεγονός ιδιαίτερο χρήσιμο όταν υπάρχει στενότητα χρησιμοποίησης νερού. Ένας τέτοιος πύργος ψύξης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Κουρεμένος, 1996):



Σχήμα 7.3.4: Ατμοσφαιρικός πύργος ψύξης

5.7.5 Ενημέρωση διοικητικών υπαλλήλων

Οι διοικητικοί υπάλληλοι θα πρέπει να συμβουλευούνται τους διεθνείς κανόνες που υπάρχουν για τα συστήματα ψύξης αμμωνίας (enforcement approach). Πρέπει να έχουν υπόψη τους επιπλέον κάποια γεγονότα, όπως:

-η αμμωνία εμπεριέχει τοξικούς κινδύνους σε συγκεντρώσεις μικρότερες από εκείνες σε περιπτώσεις φωτιάς ή έκρηξης. Αναφέρθηκαν 2 νεκροί από αέρια στο Ηνωμένο Βασίλειο μεταξύ 1977 και 1983, αλλά μόνο 3 εκρήξεις που εμπεριέχουν αμμωνία τα τελευταία 20 χρόνια

-θα πρέπει να γίνεται αποτίμηση των πιθανών συνεπειών ενός περιστατικού με τραυματισμούς προσωπικού

-σε μια μελέτη του 1983 παρατηρήθηκαν μη επαρκείς συνθήκες για τις εγκαταστάσεις και ελλιπή πληροφορίες για τα σχέδια δράσης σε περιπτώσεις εκκένωσης και έκτακτης ανάγκης

- σε συνεργασίες με συνεργεία συντήρησης θα πρέπει να εξετάζονται ο τρόπος εργασίας και η εκπαίδευση τους

5.7.6 Προστασία ηλεκτρικών μηχανισμών σε συμπιεστές αμμωνίας και στις εγκαταστάσεις ψύξης

ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

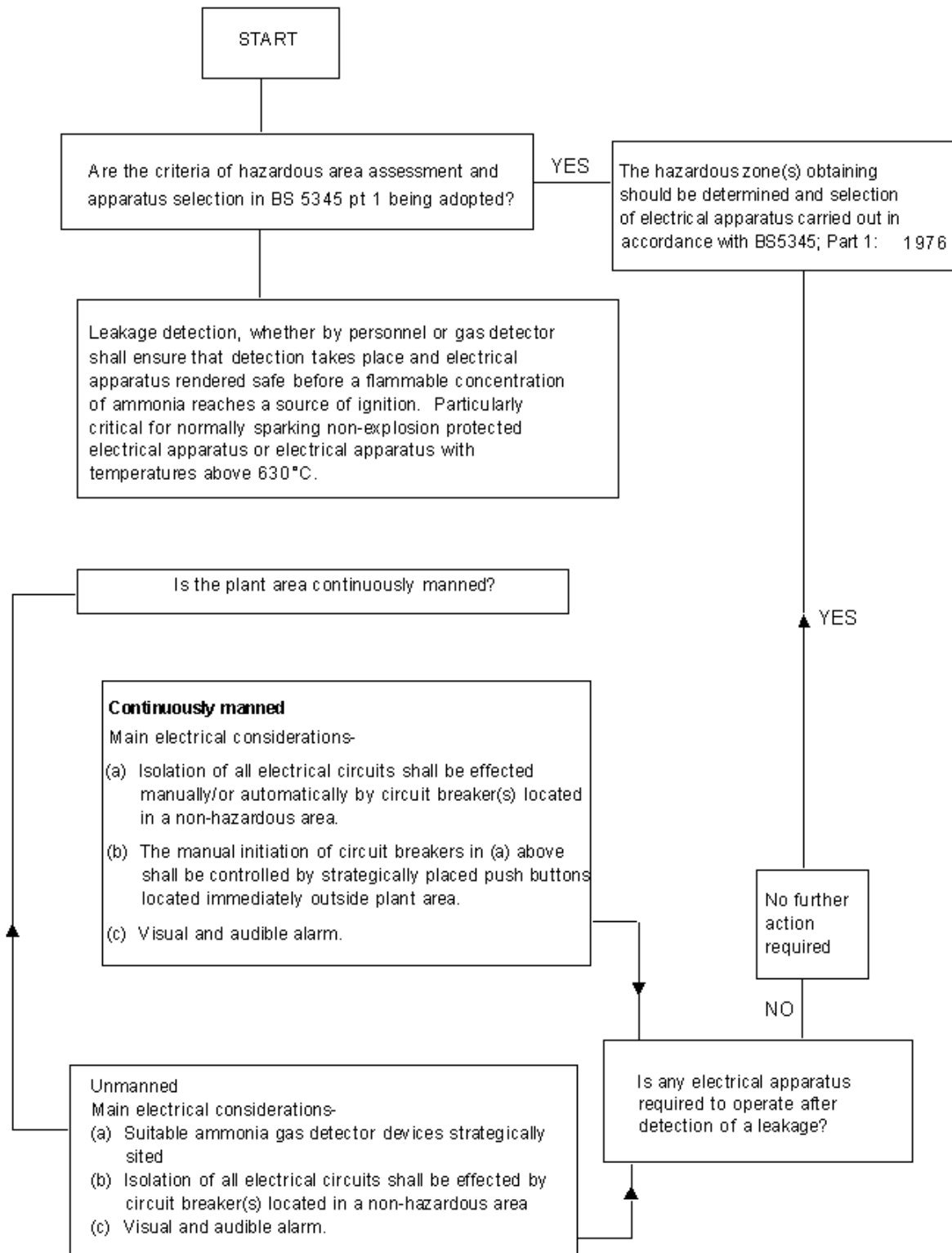
Οι συμπιεστές και οι εγκαταστάσεις ψύξης που βρίσκονται σε εξωτερικούς χώρους όπου δεν διατρέχουν κινδύνους, δεν απαιτείται να έχουν ειδικά προστατευμένο ηλεκτρικό εξοπλισμό.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Ακολουθεί ένα διάγραμμα ροής των βασικών απαιτήσεων που σχετίζονται με ηλεκτρικούς μηχανισμούς για εσωτερικές εγκαταστάσεις.

Επιλογή 1^η – Χρήση ηλεκτρικού μηχανισμού για προστασία από έκρηξη

Η κατάταξη των επικίνδυνων περιοχών πρέπει να γίνεται από ένα αρμόδιο και ικανό άτομο. Πρέπει να γίνεται κατάλληλη επιλογή ηλεκτρικών μηχανισμών και η πλειονότητα των χώρων του συμπιεστή πρέπει να εντάσσεται στην Ζώνη 2. Ο εξοπλισμός για εκρήξεις τύπου «N» (συμπεριλαμβανομένου ανεμιστήρων εξαερισμού έκτακτης ανάγκης) είναι κατάλληλος για τέτοιες περιπτώσεις.



Σχήμα 5.7.6: Κριτήρια επιλογής του ηλεκτρικού μηχανισμού & διάγραμμα ροής των βασικών απαιτήσεων

Επιλογή 2^η – Ανίχνευση διαρροών από το προσωπικό ή από ανιχνευτές αερίων

Σε αυτή την περίπτωση, οι ηλεκτρικοί μηχανισμοί προστασίας από έκρηξη μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα μέσα απομόνωσης της ηλεκτρικής παροχής. Τα προηγούμενα μπορούν να επιτευχθούν είτε αυτόματα μετά την ανίχνευση της διαρροής μέσω ενός συστήματος ανίχνευσης αερίου, είτε χειροκίνητα, αφού εντοπίσει το προσωπικό την διαρροή. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πρώτη γραμμή αντιμετώπισης σε περιπτώσεις που περιλαμβάνουν αμμωνία σε εγκαταστάσεις ψύξης.

Ανιχνευτές αερίων

Οι ανιχνευτές θα πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένοι έτσι ώστε να λαμβάνουν υπόψη τα φυσικά χαρακτηριστικά του χώρου εγκατάστασης, το σχέδιο ροής του αέρα σε αυτόν και τις πιο πιθανές πηγές διαρροής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε θύλακες (dead rockets) ή σχισμές. Η εμπειρία έχει δείξει ότι σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι δυνατόν ψυχροί ατμοί αμμωνίας να σχηματίζουν στρώματα σε χαμηλά επίπεδα στο έδαφος. Αν δεν υπάρχει αρκετή ειδίκευση για την οργάνωση της εγκατάστασης, προτείνεται η συμβουλή από εταιρείες που ειδικεύονται στον σχεδιασμό και εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης αερίων.

Οι ανιχνευτές μπορεί να βρίσκονται κοντά στους συμπιεστές, σε άλλα μη στατικά κομμάτια της εγκατάστασης και στο επίπεδο της οροφής, όπου ένας ανιχνευτής μπορεί να είναι επαρκής, παρόλο που μπορεί να είναι απαραίτητοι περισσότεροι αν υπάρχουν μεγάλοι δοκοί που δημιουργούν ανοίγματα μεταξύ τους. Ο στόχος είναι να ανιχνεύεται η διαρροή αμμωνίας και ο μηχανισμός να αποδώσει τα αναμενόμενα πριν εύφλεκτες συγκεντρώσεις αγγίξουν το σημείο ανάφλεξης. Επίσης οι ανιχνευτές πρέπει να είναι κατάλληλα προστατευμένοι από ενδεχόμενο έκρηξης.

Οι ανιχνευτές είναι μπορούν να μολυνθούν από μολυσμένα αιωρούμενα σωματίδια. Γι'αυτό τον λόγο θα πρέπει να εγκαθίστανται κατάλληλα, να συντηρούνται και να ελέγχονται τακτικά. Ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας πρότυπα μίγματα αέριας αμμωνίας. Συγκεκριμένα μείγματα που περιέχουν αντιμόνιο δημιουργούν προβλήματα στους ανιχνευτές και μειώνουν σταδιακά την ανταπόκριση τους. Τέλος, οι ανιχνευτές θα πρέπει να είναι ικανοί να ανιχνεύσουν συγκεντρώσεις αμμωνίας της τάξης του 1% κ.ο. ή λιγότερο.

Σχετικοί ηλεκτρικοί μηχανισμοί

Πρέπει να γίνεται εκτίμηση των λεπτομερών σχεδίων ηλεκτρικών συστημάτων ελέγχου και της μέγιστης δυνατής βαθμίδας αποτυχίας της ασφάλειας, όσο είναι πρακτικά δυνατό. Γενικές οδηγίες περιλαμβάνονται στο BS 5304: 1975 "Safeguarding of Machinery" Section 6.

Η συσκευή απομόνωσης, η οποία κόβει την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον χώρο εγκατάστασης της αμμωνίας, είτε λειτουργεί αυτόματα είτε χειροκίνητα, πρέπει να βρίσκεται σε χώρο μακριά από πιθανούς κινδύνους.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον έλεγχο άλλων κυκλωμάτων που εισέρχονται στον χώρο της εγκατάστασης και δεν σχετίζονται άμεσα με αυτή, όπως ηλεκτρικές παροχές πρίζας για φορητά εργαλεία

Συνεχώς επανδρωμένοι χώροι

Η απομόνωση όλων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων θα πρέπει να είναι δυνατή από συσκευές απομόνωσης που είναι τοποθετημένες σε σημεία μακριά από πιθανούς κινδύνους. Αυτές οι συσκευές θα πρέπει να ελέγχονται με πλήκτρα επιλογής (push buttons) που βρίσκονται εκτός του χώρου εγκατάστασης, ή ελέγχονται από συστήματα ανίχνευσης αερίων. Πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο προγραμματισμένα ώστε να έχουν οπτικούς και ακουστικούς συναγερμούς για την χρήση του εξαερισμού έκτακτης ανάγκης και / ή του φωτισμού έκτακτης ανάγκης (αν είναι εγκαταστημένος). Κάθε ηλεκτρικός μηχανισμός που πρέπει να λειτουργήσει στον χώρο σε περίπτωση ανίχνευσης κάποιας διαρροής (εξαερισμός ή φωτισμός εκτάκτου ανάγκης), θα πρέπει να προστατεύεται κατάλληλα στις επικίνδυνες περιοχές στις οποίες βρίσκεται. Λίγοι χώροι για συμπιεστές είναι συνεχώς επανδρωμένοι. Η ανίχνευση της διαρροής από τους χειριστές είναι αξιόπιστη διαδικασία αν είναι συνεχώς παρόντες στον χώρο. Εάν για παράδειγμα έχουν άλλα καθήκοντα, πρέπει να αφήσουν τον χώρο για να γευματίσουν ή χρησιμοποιούν ακουστικά απομόνωσης του θορύβου, τότε η ταχύτητα ανταπόκρισης είναι πιθανόν να είναι σχετικά μειωμένη σε σχέση με αυτή των αυτόματων ανιχνευτών.

Μη επανδρωμένοι χώροι

Όμοια όπως πριν, η απομόνωση όλων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων θα πρέπει να είναι δυνατή από συσκευές απομόνωσης που είναι τοποθετημένες σε σημεία μακριά από πιθανούς κινδύνους και να ελέγχονται από συστήματα ανίχνευσης αερίων. Πρέπει

να είναι με τέτοιο τρόπο προγραμματισμένα ώστε να έχουν οπτικούς και ακουστικούς συναγερμούς για την χρήση του εξαερισμού έκτακτης ανάγκης και / ή του φωτισμού έκτακτης ανάγκης (αν είναι εγκαταστημένος). Ο αέρας του εξαερισμού θα πρέπει να αποβάλλεται στο εξωτερικού του κτιρίου με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλεί κινδύνους σε άτομα γύρω από το κτίριο. Η απομόνωση του συστήματος πρέπει να είναι εφικτή για συγκεντρώσεις αμμωνίας κάτω από 25% και προτείνεται ο συναγερμός να ενεργοποιείται για συγκεντρώσεις της τάξης του 1,5% κ.ο. και ακολούθως το κύκλωμα να απομονώνεται για συγκεντρώσεις του 3% κ.ο.

Το προσωπικό συντήρησης πρέπει να εισέρχεται περιοδικά στους μη επανδρωμένους χώρους της εγκατάστασης και να υπάρχουν αρκετοί τρόποι εξόδου από τον χώρο.

Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας, συμπεριλαμβανομένου αναπνευστικού εξοπλισμού και ειδικών αδιαπέραστων στολών, αν το προσωπικό συντήρησης σκοπεύει να αποσυναρμολογήσει σωλήνες ή να κάνει κάποια άλλη εργασία που είναι πιθανό να οδηγήσει σε διαρροή υγρής αμμωνίας ή ποσότητας αερίου.

Μη επανδρωμένοι χώροι που συνδέονται με συνεχώς επανδρωμένους χώρους ελέγχου

Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις (πχ εγκαταστάσεις χημικών), η ξαφνική απώλεια της ψύξης λόγω της αυτόματης παύσης λειτουργίας της εγκατάστασης ψύξης, μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους. Σε αυτή την περίπτωση, η απομόνωση του ηλεκτρικού εξοπλισμού με χειροκίνητη παρέμβαση είναι δυνατή, δεδομένου ότι το σύστημα ανίχνευσης / συναγερμού είναι άμεσα συνδεδεμένο με ένα συνεχώς επανδρωμένο χώρο ελέγχου. Άλλες ενέργειες, όπως ο χειρισμός του εξαερισμού εκτάκτης ανάγκης μπορεί να είναι ακόμα εφικτός. Η διαδικασία αυτή για να είναι επιτυχημένη, απαιτεί ακόμα:

- η ρύθμιση των συναγερμών και η παρακολούθησή τους να είναι ικανοποιητική
- να υπάρχουν κατάλληλες διαδικασίες απομόνωσης για τον συμπιεστή και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό που δεν έχει προστασία
- να υπάρχει ένα ασφαλές σύστημα εργασίας για την είσοδο στον χώρο του συμπιεστή και την γενικότερη αποτίμηση των πιθανών κινδύνων και των απαραίτητων ενεργειών που πρέπει να γίνουν (πχ απομόνωση της εγκατάστασης)

6. ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Η προσεχτική διαχείριση της αμμωνίας, καθώς και η κατάσταση στην οποία διατηρείται η ψυκτική εγκατάσταση, αποτελούν πολύ σημαντικούς παράγοντες. Οι επαγγελματικοί κίνδυνοι που εγκυμονούν είναι ποικίλοι και οι συνέπειες ενός ατυχήματος διαρροής αμμωνίας μπορεί να είναι σοβαρές, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων. Σε αυτή την ενότητα καταρχήν θα παρουσιαστούν δυο διακριτές περιπτώσεις ατυχημάτων άνυδρης αμμωνίας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση από τον μελετητή σε διάφορες βάσεις δεδομένων από Ευρώπη και Αμερική για ατυχήματα διαρροής αμμωνίας, αναλύθηκαν οι παράμετροι των ατυχημάτων και έγινε μια στατιστική ανάλυση αυτών. Τέλος, παρουσιάζονται τα ατυχήματα που καταγράφηκαν στην Νέα Υόρκη με την βοήθεια της HSEES (Hazardous Substances Emergency Events Surveillance).

6.1 Περιπτώσεις ατυχημάτων

6.1.1 Εισαγωγή

Η **OSHA** (Occupational Safety Health Administration) είναι η Διοικούσα Αρχή σε θέματα επαγγελματικής υγιεινής και ασφάλειας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και είναι η υπεύθυνη για την εξασφάλιση ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας για τους εργαζόμενους (<http://www.osha.gov>).

Πιο συγκεκριμένα, οι διαρροές αμμωνίας μπορεί να αποτελέσουν μια σημαντική απειλή για τους εργάτες, όταν έρθει σε επαφή με το δέρμα τους, το αναπνευστικό τους σύστημα, καθώς και από την δημιουργία φωτιάς ή πιθανής έκρηξης. Για την ανάλυση ασφαλείας της διαδικασίας πρέπει να εξετασθεί τι μπορεί να μην λειτουργήσει σωστά, οι πηγές κινδύνων και τι μέτρα προστασίας πρέπει να ληφθούν για να αποτραπούν διαρροές επικίνδυνων ουσιών.

Τα ατυχήματα διαρροών αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης έχουν οδηγήσει σε τραυματισμούς και θανάτους εργαζομένων, κυρίως λόγω επαφής με υγρή ή αέρια αμμωνία. Επειδή τα συστήματα ψύξης λειτουργούν σε υψηλές πιέσεις, επιπλέον προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην συντήρηση και χειρισμό αυτών των συστημάτων για να αποφευχθούν διαρροές με πιθανές καταστροφικές συνέπειες. Η OSHA έχει ως στόχο να βοηθήσει τους εργοδότες να αναγνωρίσουν και να ελέγξουν τις πηγές κινδύνου που σχετίζονται με τον χειρισμό και την συντήρηση των συστημάτων ψύξης με αμμωνία.

Γι' αυτό στη συνέχεια θα αναλυθούν δύο περιπτώσεις ατυχημάτων, θα επισημανθούν τα λάθη και θα προταθούν διορθωτικές κινήσεις και μέθοδοι για την μείωση των κινδύνων σε παρόμοια ατυχήματα.

6.1.2 Διαρροή άνυδρης αμμωνίας σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης/διανομής

Παρουσιάζονται οι πιθανές αστοχίες σωλήνων παροχής και κυκλοφορίας αέρα-αεραγωγών (vent pipes) μέσα στο σύστημα ψύξης αμμωνίας, περιγράφονται τα λάθη σχεδιασμού και οι διορθωτικές κινήσεις. Το περιστατικό αυτό οδήγησε πέντε (5) άτομα στο νοσοκομείο και εκκένωση μιας περιοχής 550 κατοίκων (OSHA HIB, 1994).

Η αναπάντεχη διαρροή αμμωνίας οφείλεται σε ένα σχεδιαστικό λάθος, το οποίο προκάλεσε την αστοχία ενός σωλήνα παροχής και κυκλοφορίας αέρα 1,91 εκατοστών. Ο σωλήνας αυτός ήταν κολλημένος στον σωλήνα υγρής αμμωνίας.

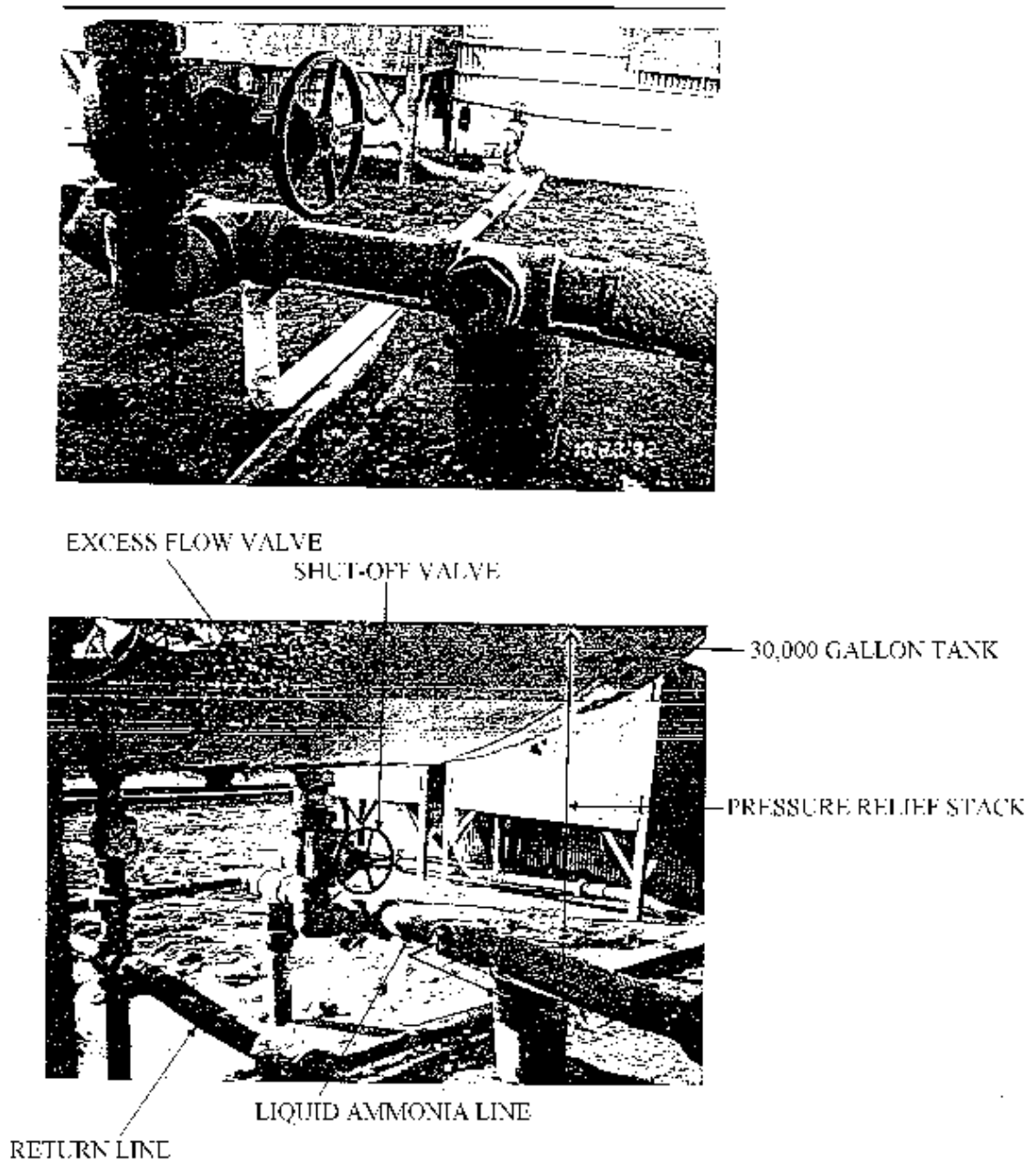
Οι οδηγίες για την ασφαλή αποθήκευση και χειρισμό άνυδρης αμμωνίας της ANSI K-61.1-1981 (American National Standards Institute), προσδιορίζουν ότι: «Η βαλβίδα εκτόνωσης υδροστατικής πίεσης θα πρέπει να είναι εγκατεστημένη σε κάθε κομμάτι της σωληνογραμμής μεταξύ βαλβίδων απομόνωσης, ώστε να εκτονώνεται η πίεση που μπορεί να αναπτυχθεί από παγιδευμένη υγρή αμμωνία». Επίσης, οι προδιαγραφές της OSHA 29 CFR 1910.111 απαιτούν όλες οι βαλβίδες και τα άλλα εξαρτήματα να προστατεύονται απέναντι σε επικίνδυνες επεμβάσεις και φυσικές ζημιές.

Όπου γίνεται χρήση περισσότερων από μίας δεξαμενής αποθήκευσης, συνηθίζεται η δημιουργία μιας υδραυλικής εγκατάστασης με ένα σύστημα πολλαπλού αγωγού διανομής (manifold system) για όλες. Στην περίπτωση μας, έχουμε δυο δεξαμενές αποθήκευσης άνυδρης αμμωνίας χωρητικότητας 113.200 λίτρων (περίπου 30.000 γαλόνια). Η προέκταση του σωλήνα εξαερισμού (stack vent - 3/4" (1.91 cm) schedule 80 pipe) με μια βαλβίδα εκτόνωσης (relief valve) εγκαταστάθηκε στον σωλήνα υγρής αμμωνίας ανάμεσα στις βαλβίδες απομόνωσης (shut off valve) και τις δεξαμενές αποθήκευσης.

Κατά τη διαδικασία εφοδιασμού άνυδρης αμμωνίας από ένα φορτηγό βυτιοφόρο σε μια από τις δεξαμενές αποθήκευσης, υπήρξε αστοχία της προέκτασης του σωλήνα εξαερισμού με τη βαλβίδα εκτόνωσης, με αποτέλεσμα τη διαρροή 11.886 κιλών άνυδρης αμμωνίας στην ατμόσφαιρα. Η έρευνα έδειξε ότι ο σωλήνας αυτός δεν ήταν κατάλληλα ασφαλισμένος, με αποτέλεσμα την υπερβολική ένταση στο σημείο το οποίο διέσχιζε (thread into) τον σωλήνα υγρής αμμωνίας. Αυτό οδήγησε στην καταπόνηση και θραύση του σωλήνα παροχής και κυκλοφορίας αέρα και τον διαχωρισμό από τον σωλήνα υγρής αμμωνίας.

Το σύστημα ήταν εξοπλισμένο με βαλβίδα ελέγχου περίσσειας ροής (excess flow valve), η οποία ήταν τοποθετημένη στην δεξαμενή αποθήκευσης (βλέπε παρακάτω σχήμα). Η βαλβίδα αυτή ήταν με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένη, ώστε να ανιχνεύει την ξαφνική πτώση πίεσης λόγω διαρροής αμμωνίας και να σταματάει τη ροή της από άνοιγμα ίσο με τη διάμετρο του σωλήνα υγρής αμμωνίας. Σε αυτό το περιστατικό, η βαλβίδα δεν σταμάτησε την ροή υγρής αμμωνίας, επειδή ο σωλήνας υγρής αμμωνίας είχε διάμετρο 7,62 εκατοστά (3 ίντσες) και ο σωλήνας παροχής και κυκλοφορίας αέρα ήταν μόνο 3,18 εκατοστά (1,25 ίντσες). Η αμμωνία διοχετεύτηκε-αποβλήθηκε μέσω του ανοίγματος του σωλήνα παροχής και κυκλοφορίας αέρα.

ATTACHMENT J



Σχήμα 6.1.2: Εγκατάσταση αμμωνίας

Ο τύπος της παραπάνω εγκατάστασης είναι συνήθης. Οι βιομηχανίες Farmland στις Η.Π.Α. εγκατέστησαν και χρησιμοποίησαν αυτό το σύστημα και ένας αποτελεσματικός τρόπος που προτείνουν για την διόρθωση του σχεδιαστικού λάθους είναι να αντικατασταθούν η προέκταση του σωλήνα εξαερισμού (stack vent - 3/4" (1.91 cm) schedule 80 pipe) και η βαλβίδα εκτόνωσης από μια βαλβίδα εκτόνωσης υδροστατικής πίεσης 64 εκατοστών (0,25 ιντσών), η οποία θα είναι εγκατεστημένη κατευθείαν στην κύρια βαλβίδα απομόνωσης. Η επιλογή και εγκατάσταση των βαλβίδων εκτόνωσης θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις προτάσεις και τις διευκρινίσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές βαλβίδων.

Για να αποφευχθούν παρόμοια ατυχήματα, προτείνεται οι εγκαταστάσεις άνυδρης αμμωνίας να είναι πληροφορημένες για την πιθανή αστοχία σωλήνων παροχής και κυκλοφορίας αέρα. Θα πρέπει να γνωρίζουν ότι οι σωλήνες παροχής και κυκλοφορίας αέρα σε έναν σωλήνα υγρής αμμωνίας θα πρέπει να αξιολογείται και ελέγχεται για την αρτιότητα και σχεδιαστική του επάρκεια. Για τα συστήματα που κατασκευάζονται από τις βιομηχανίες Farmland, οι κατασκευαστές συνιστούν την αφαίρεση του σωλήνα παροχής και κυκλοφορίας αέρα από τον σωλήνα υγρής αμμωνίας και την εγκατάσταση μιας βαλβίδας εκτόνωσης της υδροστατικής πίεσης 64 εκατοστών (0,25 ιντσών), η οποία θα είναι εγκατεστημένη κατευθείαν στην κύρια βαλβίδα απομόνωσης. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, προτείνεται να επιβεβαιωθεί ότι ο σωλήνας παροχής και κυκλοφορίας αέρα θα υποστηρίζεται κατάλληλα και θα είναι ασφαλισμένος από τυχόν ατύχημα, και ένα καπάκι βροχής (rain cap) να τοποθετηθεί πάνω από τη βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης.

Επιπλέον μέτρα ασφαλείας θα πρέπει να ληφθούν, όπως ο έλεγχος όλων των σωληνώσεων και εξαρτημάτων για τυχόν διάβρωση ή ζημιά, ώστε να αποφευχθεί μια αναπάντεχη διαρροή άνυδρης αμμωνίας. Ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης να αναπτυχθεί και για αποφυγή φωτιάς, σύμφωνα με τις οδηγίες που υπάρχουν. Οι υπάλληλοι θα πρέπει να καθοδηγούνται με συμβουλές από εξειδικευμένους μηχανικούς

6.1.3 Έκθεση σε χημικούς κινδύνους σε συστήματα βιομηχανικών βαλβίδων και σωληνώσεων

Γίνεται περιγραφή δυο περιστατικών σε συστήματα ψύξης με αμμωνία, όπου σκοτώθηκαν εργάτες και παρουσιάζονται μέθοδοι για την μείωση του κινδύνου σε παρόμοια ατυχήματα (OSHA HIB, 1996).

Στόχος είναι να ενημερωθεί η κοινωνία για τις πιθανότητες θανάτου, τραυματισμού ή και αρρώστιας από μια αναπάντεχη διαρροή χημικών κατά τη διάρκεια χημικών διεργασιών. Η OSHA αναγνωρίζει ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων οι βιομηχανίες ακολουθούν τους κανόνες και ο σκοπός είναι να δοθεί προσοχή από εργοδότες και εργαζόμενους σε πιθανά θανάσιμα ατυχήματα που έχουν συμβεί σε βιομηχανίες και οι μέθοδοι για την μείωση των κινδύνων αυτών.

Εργοδότες και εργαζόμενοι δεν θα πρέπει να είναι εφησυχασμένοι επειδή εργάζονται με ένα κλειστό σύστημα, με συγκεκριμένες διαδικασίες. Εργασίες όπως το άνοιγμα βαλβίδων ή αντλιών, ή η ενασχόληση με τέτοιον εξοπλισμό που δεν είναι απομονωμένος ή δεν παρακολουθείται στενά (locked/tagged out), εγκυμονεί κινδύνους. Όταν ένα κανονικό κλειστό σύστημα ανοίγει, υπάρχει πιθανότητα διαρροής επικίνδυνων χημικών ουσιών σε άγνωστες ποσότητες στον χώρο εργασίας.

Το “**lockout/tagout**” αφορά πρακτικές σύμφωνα με τις οποίες οι πηγές ενέργειας (ηλεκτρική, υδραυλική, μηχανική ή άλλη) θα πρέπει να απομπλέκονται (διακόπτεται επαφή) ή μπλοκάρονται, και οι ηλεκτρικές πηγές να μην φέρουν ηλεκτρικά φορτία όταν είναι κλειστές. Στις Η.Π.Α. το 80% των εργατών που ερωτήθηκαν, απέτυχαν να κλείσουν το εξοπλισμό πριν την επισκευή ή συντήρηση. Υπάρχει διαφορά μεταξύ της διαδικασίας κλεισίματος μια μηχανής και της απεμπλοκής της. Όταν κλείνει ένας διακόπτης ελέγχου, ανοίγει ένα κύκλωμα. Υπάρχει όμως ηλεκτρική ενέργεια ακόμα στον διακόπτη, και ένα βραχυκύκλωμα (short) στον διακόπτη, ή κάποιος που τον ανοίγει, μπορεί να ενεργοποιήσει την μηχανή. Η ανεπιθύμητη ενεργοποίηση των μηχανών αποτελεί αιτία ατυχημάτων και εργάτες μπορεί να πάθουν ηλεκτροπληξία ή να τραυματιστούν σε μέλη του σώματος (δάχτυλα, χέρια κτλ). Ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα “lockout/tagout” θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής:

- Επιθεώρηση του εξοπλισμού από ένα εκπαιδευμένο άτομο που έχει οικειότητα με την λειτουργία του εξοπλισμού και γνωρίζει τις σχετικές πηγές κινδύνου.
- Αγορά, αναγνώριση και τοποθέτηση ετικετών στις συσκευές απομόνωσης και τα ανάλογα εργαλεία
- Γραπτές πρότυπες διαδικασίες που θα τηρούνται από όλους τους εργαζομένους

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Τα παρακάτω αφορούν περιστατικά που περιλαμβάνουν άνοιγμα συστημάτων βαλβίδων ή σωληνώσεων, όπου ένας ή περισσότεροι εργάτες βρήκαν τον θάνατο.

Το 1993 εργάτες απομάκρυναν ψυκτικό λάδι που είχε συγκεντρωθεί σε ένα σύστημα ψύξης άνυδρης αμμωνίας. Οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούσαν εργαλεία για να ανοίξουν χειροκίνητα τις βαλβίδες και απομακρύνουν το λάδι, όταν ξαφνικά εκτέθηκαν σε σοβαρή ποσότητα αμμωνίας, με αποτέλεσμα δύο (2) θανάτους.

Το 1994 ένας εργαζόμενος σκοτώθηκε ενώ αποσύνδεε ένας σωλήνας από μια βαλβίδα αμμωνίας. Ο σωλήνας δεν ήταν επαρκώς απομονωμένος, με αποτέλεσμα τη διαρροή υγρής αμμωνίας, η οποία ήρθε σε επαφή με το πρόσωπο και το σώμα του.

ΚΟΙΝΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ένα κοινό σημείο σε αυτούς τους θανάσιμους τραυματισμούς είναι ότι ένα βιομηχανικό σύστημα ήταν ανοιχτό μέσω μιας βαλβίδας ή αντλίας για να πραγματοποιηθούν είτε εργασίες συντήρησης, ή για εξαερισμό, ή για να απομακρυνθούν κάποιες άλλες ουσίες. Οι πηγές κινδύνου σε αυτές τις εργασίες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω μέτρα:

1. Πραγματοποίηση μιας PHA και ανάλυση των μέτρων ελέγχου, για να είναι σίγουρη η ασφάλεια του εργαζόμενου, συνοδευόμενη από μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση και αποτίμηση των συστημάτων χειρισμού των απορριμμάτων, των παραπροϊόντων και των ανενεργών στοιχείων της επεξεργασίας. Οι υποδείξεις από την PHA, θα πρέπει να υιοθετούνται, εκτός αν ο εργαζόμενος την απορρίπτει δικαιολογημένα για να συμμορφωθεί με τις οδηγίες της OSHA (Instruction CPL 2-2.45A CH-1, "29 CFR 1910.119, Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals -- Compliance Guidelines and Enforcement Procedures," (September 13, 1994), Pages B-21 and B-22)
2. Επιβεβαίωση ότι ένα σύστημα παρακολουθείται στενά, συμπεριλαμβανομένου την αποστράγγιση και των καθαρισμό των σωληνώσεων και του εξοπλισμού, προτού κληθούν εργάτες να δουλέψουν στο σύστημα αυτό.
3. Επιβεβαίωση ότι οι γραπτές προδιαγραφές είναι ξεκάθαρες και παρέχουν ολοκληρωμένες οδηγίες για ασφαλή εκτέλεση των εργασιών
4. Επιβεβαίωση ότι οι εργαζόμενοι, καθώς και αυτοί από εξωτερικά συνεργεία, είναι εκπαιδευμένοι στις εφαρμοζόμενες διαδικασίες και στις πρακτικές για ασφαλή εργασία, και καταλαβαίνουν και ακολουθούν πιστά τις λειτουργικές διαδικασίες.

ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΑ ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Μηχανικοί έλεγχοι: Για τα συστήματα της εγκατάστασης που εμπεριέχουν επικίνδυνες χημικές ουσίες, πρέπει να γίνεται αποτίμηση και να επιβεβαιώνεται ότι οι βαλβίδες που μπορούν να απελευθερώνουν το τοξικό μέσο στην ατμόσφαιρα, ανοίγουν όταν είναι απόλυτα αναγκαίο και κατόπιν εκτονώνεται η πίεση με τη χρήση των κατάλληλων προφυλάξεων. Επίσης, οι βαλβίδες θα πρέπει να μπορούν να απομονώνονται.

Τα συστήματα απαγωγής υγρού για τις δεξαμενές διοχέτευσης ή τα δοχεία επεξεργασίας, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα έκθεσης σε χημικές ουσίες, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να είναι κλειστά, ο εξαερισμός να γίνεται σε ασφαλή τοποθεσία ή όχι ανοικτή στην ατμόσφαιρα. Εναλλακτικά, κατάλληλος εξοπλισμός για την προστασία της αναπνοής θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατά την χρήση αυτών των συστημάτων.

Η διάταξη των βαλβίδων σε μια βιομηχανική επεξεργασία θα πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο ρυθμισμένη, ώστε μόνο οι βαλβίδες που χρησιμοποιούνται σε εργασίες ρουτίνας σε καθημερινή βάση να μπορούν να ανοιχτούν ανά πάσα στιγμή. Αν κάποιες βαλβίδες απαιτείται να ανοιχθούν μόνο σε περιστασιακές περιπτώσεις αναστολής λειτουργίας της εγκατάστασης, θα πρέπει να βρίσκονται σε απομονωμένη τοποθεσία, ώστε να αποφευχθεί λανθασμένο άνοιγμα τους κατά τη διάρκεια εργασιών ρουτίνας στην εγκατάσταση. Οι βαλβίδες που πρέπει να είναι διαθέσιμες για άμεση χρήση σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, θα πρέπει να φέρουν ετικέτες που να το επισημαίνουν, ώστε να μην ανοιχτούν τυχαία κατά τη διάρκεια εργασιών ρουτίνας ή συντήρησης.

Εξοπλισμός ελέγχου και ανίχνευσης: Οι χειριστές μονάδων όπου υπάρχει πιθανότητα έκθεσης σε επικίνδυνες χημικές ουσίες, θα πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με προσωπικό εξοπλισμό ελέγχου. Εναλλακτικά, μπορεί να εγκατασταθούν σταθεροί σταθμοί ελέγχου. Και στις δύο περιπτώσεις, θα πρέπει να υπάρχει ηχητικός συναγερμός ή ειδοποίηση για περίπτωση ατυχημάτων.

Εκπαίδευση: Οι παλιοί και νέοι εργαζόμενοι θα πρέπει να εκπαιδεύονται στις τεχνικές προτύπων των λειτουργικών διαδικασιών, καλύπτοντας όλους τους τομείς εργασίας, με έμφαση στις πρακτικές για ασφαλή εργασία. Όπου είναι δυνατόν, η εκπαίδευση θα πρέπει να περιλαμβάνει και πρακτική στον χώρο εργασίας, με παρακολούθηση από εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε να επιβεβαιώνεται ότι οι εργαζόμενοι κατανοούν και ακολουθούν τις απαιτήσεις της εκπαίδευσης

Η εκπαίδευση θα πρέπει να περιλαμβάνει τις κατάλληλες διαδικασίες για εργασία κοντά σε περιοχές πιθανής έκθεσης σε χημικές ουσίες και να ενημερώνει για τις πηγές κινδύνου. Ενώ η τοποθέτηση ετικετών σε σωλήνες δεν μπορεί να απαιτηθεί, η επικοινωνία για τις πηγές κινδύνου απαιτεί ο εργοδότης να καταγράφει τις πηγές κινδύνου που μπορεί να προκύψουν από τους σωλήνες χωρίς κάποια αναγραφή ή ετικέτα και οι πληροφορίες να παρέχονται μέσω εκπαίδευσης στους εργάτες.

Αναπνευστική προστασία: Οι συσκευές προστασίας της αναπνοής πρέπει να παρέχονται από τον εργοδότη όταν είτε δεν είναι εφικτή η πραγματοποίηση αποτελεσματικών μηχανικών ελέγχων ή επιβάλλεται λόγω κανονισμών, και πάντα όταν θεωρείται ότι ο εξοπλισμός είναι απαραίτητος για την προστασία της υγείας του εργαζόμενου. Οι αναπνευστικές συσκευές πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον συγκεκριμένο σκοπό που απαιτείται στην εκάστοτε περίπτωση.

Γραπτές διαδικασίες πρέπει να αναπτυχθούν για την ασφαλή χρήση των αναπνευστικών συσκευών κατά τη διάρκεια εργασιών που παρουσιάζουν πιθανότητα έκθεσης σε χημικές ουσίες. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, εφεδρικό προσωπικό με κατάλληλο αναπνευστικό εξοπλισμό και γενικά εξοπλισμό για έκτακτες ανάγκες θα πρέπει να είναι παρών.

Εφαρμόσιμα πρότυπα: Τα ακόλουθα πρότυπα μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογα με τη φύση της επεξεργασίας

29 CFR 1910.119 - Process Safety Management

29 CFR 1910.120 - Hazardous Waste and Emergency Response

29 CFR 1910.132 - Personal Protective Equipment

29 CFR 1910.134 - Respiratory Protection

29 CFR 1910.146 - Confined Spaces

29 CFR 1910.147 - Lock Out and Tag Out

29 CFR 1910.1000 - Permissible Exposure Limits for Hazardous Chemicals

29 CFR 1910.1200 - Hazard Communication

Ένα δείγμα από αυτά φαίνεται στο Παράρτημα Ε. Αν κάποια βιομηχανικά συστήματα δεν ακολουθούν ορισμένα από τα παραπάνω πρότυπα, μπορεί να γίνει μια επιπλέον ανάλυση των πηγών κινδύνου της διαδικασίας.

6.2 Υπόβαθρο και λειτουργία της MARS

Το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με την οδηγία ΣΕΒΕΖΟ II (Παπαδάκης, Κατευθυντήριες Γραμμές Επιθεωρήσεων ΣΕΒΕΖΟ II), έχει ως απαίτηση οι αρχές των μελών κρατών να αναφέρουν όλα τα σοβαρά ατυχήματα που περιλαμβάνουν επικίνδυνες ουσίες και ακολουθούν τις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Ο στόχος είναι η χρήση αυτών των δεδομένων σαν μια βάση από την οποία θα μπορούν να αντληθούν πληροφορίες για την αποφυγή σημαντικών ατυχημάτων στο μέλλον και για τον μετριασμό των επιπτώσεων τους. Για αυτόν τον λόγο, δημιουργήθηκε το 1984 το Σύστημα Αναφοράς Σημαντικών Ατυχημάτων (Major Accident Reporting System- **MARS**) από την Υπηρεσία Σημαντικών Πηγών Κινδύνων Ατυχημάτων (Major Accident Hazards Bureau - **MAHB**), η οποία φέρει την ευθύνη για την λειτουργία και την ενημέρωση της. Συγκεκριμένα, το προσωπικό της MAHB έχει ως αντικείμενο του την μετάφραση στα αγγλικά όλων των πληροφοριών, ελέγχει την συνέπεια και ακρίβεια τους, διασταυρώνει όποια σημεία δεν είναι ξεκάθαρα ή είναι σχετικά ανακριβή με την αρμόδια κρατική υπηρεσία και καταχωρεί τέλος τις πληροφορίες στη βάση δεδομένων.

Η MARS (<http://mahbsrv.jrc.it/>) περιέχει περισσότερα από 450 ατυχήματα και τα δεδομένα καταχωρούνται με χρήση κειμένου και αριθμών όπου χρειάζεται. Τα ατυχήματα περιγράφονται με κείμενο και ανά κατηγορίες. Μέσα από ενδεδειγμένη επεξεργασία, έχουν δημιουργηθεί δύο φόρμες: η «σύντομη αναφορά» που χρησιμοποιείται για άμεση ειδοποίηση ενός ατυχήματος, και η «πλήρης αναφορά», η οποία ετοιμάζεται όταν έχει ερευνηθεί πλήρως το ατύχημα, οι αιτίες, η εξέλιξη και έχουν κατανοηθεί πλήρως οι συνέπειες

Η «σύντομη αναφορά» δίνει βασικές πληροφορίες για το ατύχημα, εστιάζοντας στις παρακάτω κατηγορίες, συνοδευμένες τις περισσότερες φορές από κείμενο που περιγράφει κάθε περίπτωση

- τύπος ατυχήματος
- ουσίες που εμπλέκονται
- πηγή ατυχήματος
- αιτίες
- επιπτώσεις
- μέτρα αντιμετώπισης
- διδάγματα που αποκομίστηκαν

Η «πλήρης αναφορά» είναι πιο αναλυτική, εστιάζοντας επιπλέον σε σημεία όπως:

- βιομηχανία στην οποία έλαβε χώρα το ατύχημα
- η λειτουργία, ποιες διαδικασίες γινόταν στην εγκατάσταση
- οι επιπτώσεις στο περιβάλλον κτλ

6.2.1 Η έρευνα στη MARS

Στόχος της έρευνας μας στη βάση ατυχημάτων MARS είναι μια αντιπαράθεση των ατυχημάτων με εμπλεκόμενη ουσία την αμμωνία σε βιομηχανίες τροφίμων με άλλες βιομηχανίες, ενώ στο τέλος τονίζονται και στοιχεία για τις αιτίες και τα σημεία διαρροής για εγκαταστάσεις τροφίμων.

Τα κριτήρια αναζήτησης μας στη MARS ήταν γενικά τα ατυχήματα που εμπεριέχουν αμμωνία (αναζήτηση στο πεδίο της εμπλεκόμενης ουσίας, *Substances directly involved description*). Βρέθηκαν συνολικά 43 ατυχήματα και στο Παράρτημα Γ παρουσιάζονται τα στοιχεία που βρέθηκαν .

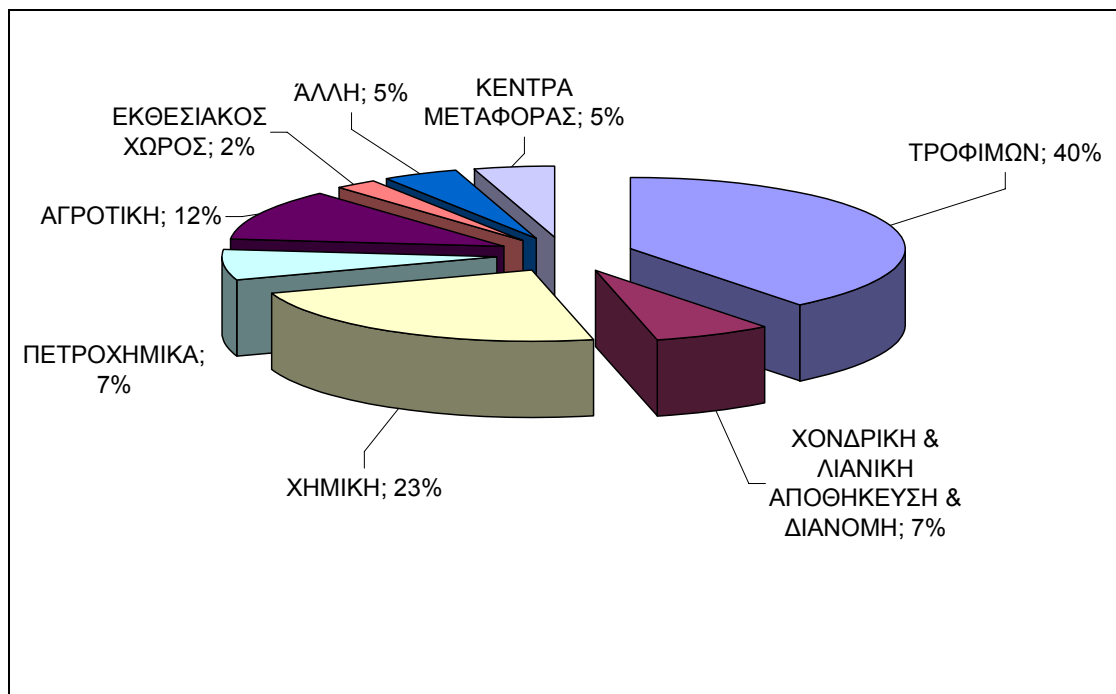
Τύποι βιομηχανιών

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τα είδη των βιομηχανιών με εμπλεκόμενη ουσία την αμμωνία

Βιομηχανία	# Ατυχημάτων
ΤΡΟΦΙΜΩΝ	17
ΧΟΝΔΡΙΚΗ & ΛΙΑΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΝΟΜΗ	3
ΧΗΜΙΚΗ	10
ΠΕΤΡΟΧΗΜΙΚΑ	3
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	5
ΕΚΘΕΣΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1
ΑΛΛΗ	2
ΚΕΝΤΡΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	2
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1α: Τύποι βιομηχανίας και αριθμός ατυχημάτων

Το 40% των ατυχημάτων αμμωνίας έλαβε χώρα σε βιομηχανίες τροφίμων, ενώ με ποσοστό 23% ακολουθούν οι βιομηχανίες χημικών, ενώ 12% των ατυχημάτων έχει συμβεί σε αγροτικές δραστηριότητες, όπου η αμμωνία χρησιμοποιείται στο λίπασμα.



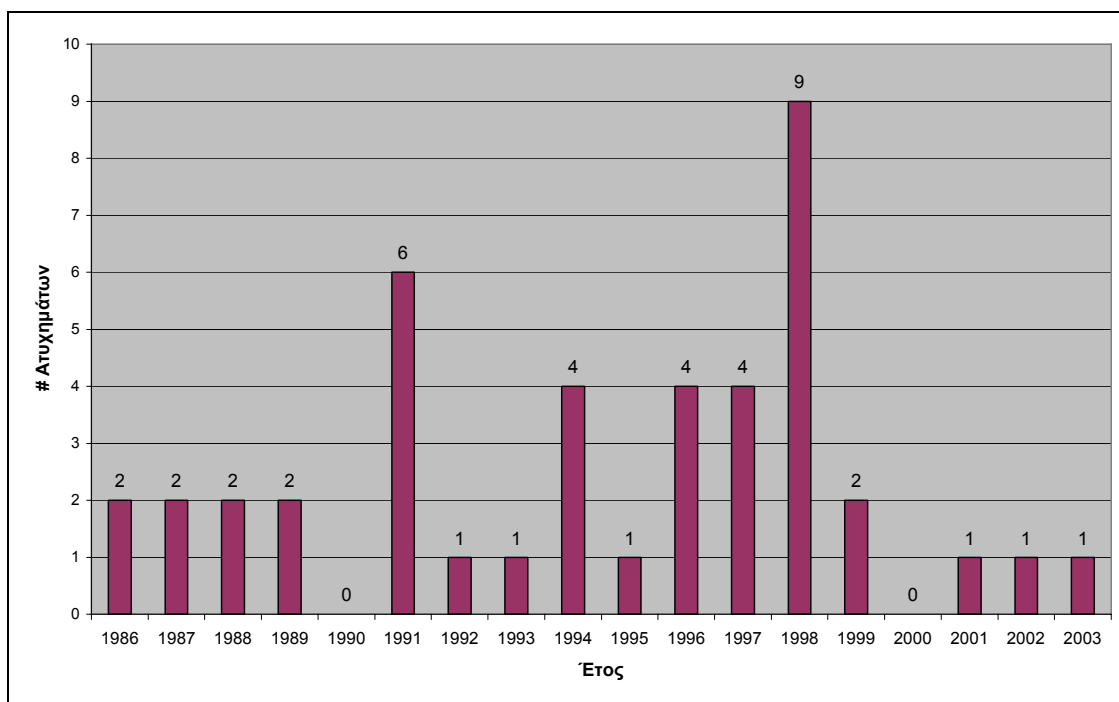
Σχήμα 6.2.1α: Κατανομή ατυχημάτων ανά τύπο βιομηχανίας

Χρονικός προσδιορισμός

Τα ατυχήματα που βρέθηκαν κυμαίνονται χρονικά από το 1986 έως το 2003. Αξιοσημείωτο είναι τα περισσότερα από τα καταγεγραμμένα ατυχήματα συνέβησαν το 1998 (9 στον αριθμό- ποσοστό 21%), από τα οποία τα 6 έλαβαν χώρα σε βιομηχανίες τροφίμων. Το 1991 τα τέσσερα (4) από τα έξι (6) ατυχήματα που καταγράφηκαν στον τομέα αυτόν, έγιναν σε βιομηχανίες χημικών

Έτος	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
# Ατυχημάτων	2	2	2	2	0	6	1	1	4	1	4	4	9	2	0	1	1	1

Σχήμα 6.2.1β: Χρονική κατανομή ατυχημάτων



Σχήμα 6.2.1β: Κατανομή ατυχημάτων ανά έτος

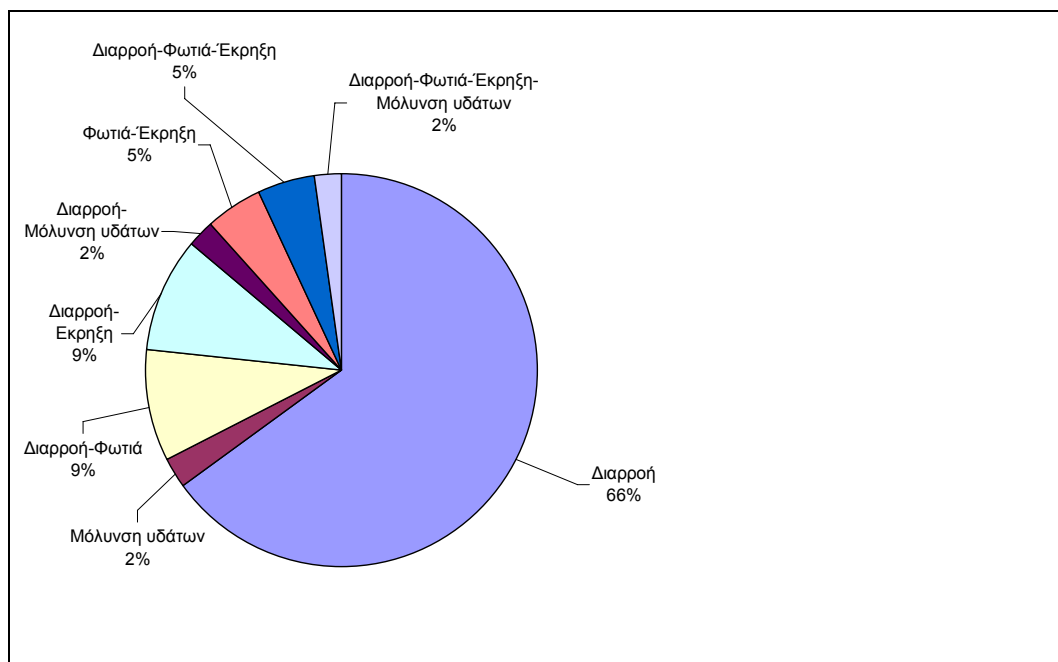
Τύποι ατυχημάτων

Σύμφωνα με την MARS, οι πιθανοί τύποι ενός ατυχήματος μπορεί να είναι διαρροή, έκρηξη, φωτιά και μόλυνση υδάτων. Στην δική μας αναζήτηση, εκτός από την διαρροή (και την μόλυνση υδάτων σε μία περίπτωση), όλα τα άλλα φαινόμενα εμφανίζονται πάντα συνδυασμένα μεταξύ τους.

Τύπος ατυχήματος	# Ατυχημάτων
Διαρροή	28
Μόλυνση υδάτων	1
Διαρροή-Φωτιά	4
Διαρροή-Έκρηξη	4
Διαρροή-Μόλυνση υδάτων	1
Φωτιά-Έκρηξη	2
Διαρροή-Φωτιά-Έκρηξη	2
Διαρροή-Φωτιά-Έκρηξη-Μόλυνση υδάτων	1
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1γ: Τύπος ατυχήματος και αριθμός ατυχημάτων

Διαρροή έχουμε στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων (66%), ενώ η φωτιά και η έκρηξη την συνοδεύουν σε 4 περιπτώσεις η κάθε μία (ποσοστό 9%). Σε ατυχήματα βιομηχανιών τροφίμων πάντα εμφανίζεται διαρροή, ενώ σε δύο περιπτώσεις συνοδεύεται και από φωτιά και έκρηξη. Σε βιομηχανίες χημικών αντίθετα, παρατηρήθηκε δύο φορές φωτιά και έκρηξη χωρίς να συνοδεύεται από διαρροή.



Σχήμα 6.2.1γ: Κατανομή ανά τύπο ατυχήματος

Πηγή ατυχημάτων

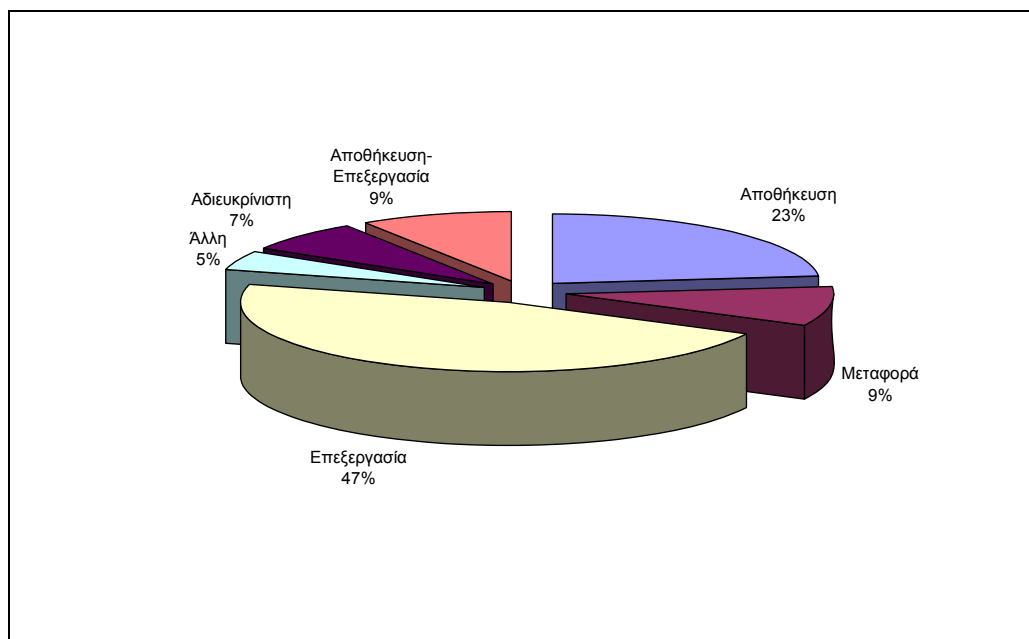
Όσον αφορά την πηγή ατυχήματος, δηλαδή τη διεργασία που γινόταν στον χώρο έναρξης του ατυχήματος, έχουμε τρεις κατηγορίες

- Μεταφορά: το ατύχημα ξεκίνησε κατά την διάρκεια εισαγωγής αμμωνίας από τον χώρο αποθήκευσης στο σύστημα ψύξης ή στον χώρο φόρτωσης και εκφόρτωσης
- Αποθήκευση: το ατύχημα ξεκίνησε στους χώρους των δεξαμενών
- Επεξεργασία: κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος
- Άλλη: γενικά, λανθασμένες ανθρώπινες ενέργειες
- Αδιευκρίνιστη: δεν υπάρχουν πληροφορίες

Πηγή	# Ατυχημάτων
Αποθήκευση	10
Μεταφορά	4
Επεξεργασία	20
Άλλη	2
Αδιευκρίνιστη	3
Αποθήκευση-Επεξεργασία	4
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1δ: Πηγή ατυχήματος και αριθμός ατυχημάτων

Παρατηρούμε ότι περίπου στις μισές των περιπτώσεων, η πηγή ήταν στην επεξεργασία, ενώ αξιοσημείωτο ποσοστό συγκεντρώνει η αποθήκευση.



Σχήμα 6.2.1δ: Κατανομή ανά πηγή

Αιτίες ατυχημάτων

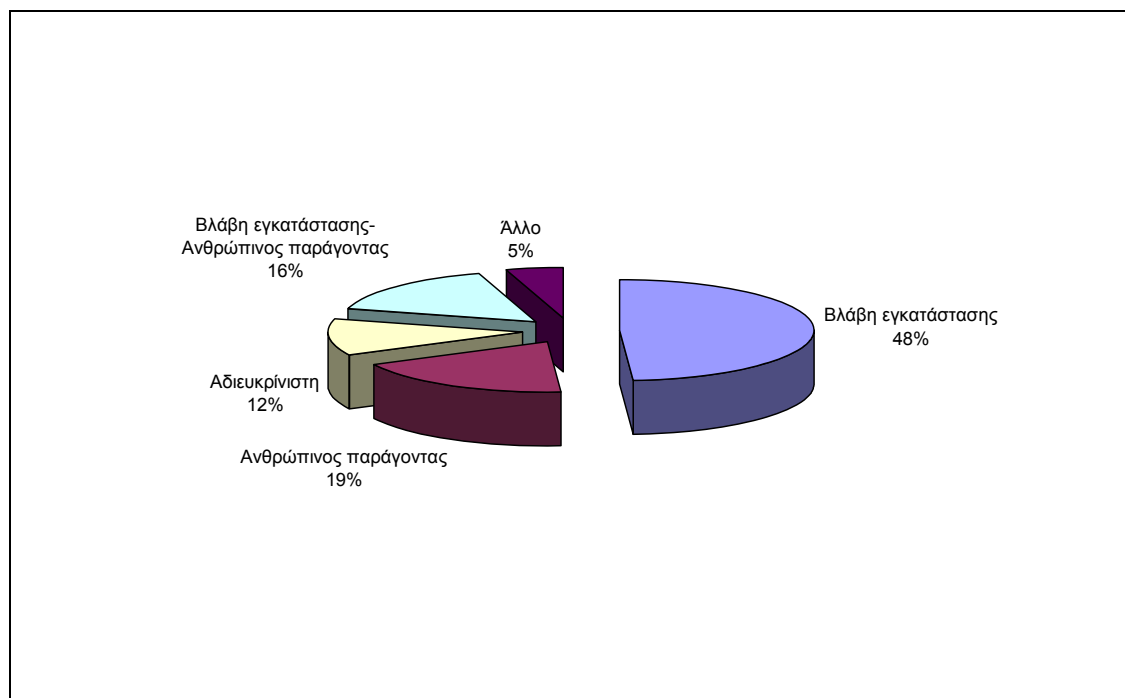
Οι αιτίες για το ατύχημα που συνέβη συνοψίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Βλάβη εγκατάστασης: αστοχία εξοπλισμού, ελαττωματικά τεχνικά μέρη, υπολειτουργία
- ανθρώπινος παράγοντας που οδηγεί σε απροσεξία και πρόκληση ατυχημάτων.
- αδιευκρίνιστη, είτε επειδή δεν αναφέρεται ο λόγος που συνέβη το ατύχημα, είτε επειδή διερευνάται ακόμα από τις τοπικές αρχές

Αιτία	# Ατυχημάτων
Βλάβη εγκατάστασης	21
Ανθρώπινος παράγοντας	8
Αδιευκρίνιστη	5
Βλάβη εγκατάστασης-Ανθρώπινος παράγοντας	7
Άλλο	2
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1ε: Αίτιες και αριθμός ατυχημάτων

Παρόλο που έχουμε διαφορετικές βιομηχανίες, τα περισσότερα από τα μισά ατυχήματα (65% συνολικά) έχουν ως αιτία του ατυχήματος την βλάβη της εγκατάστασης, ενώ πολύ λιγότερα οφείλονται σε ανθρώπινο παράγοντα.



Σχήμα 6.2.1ε: Κατανομή ανά αιτία

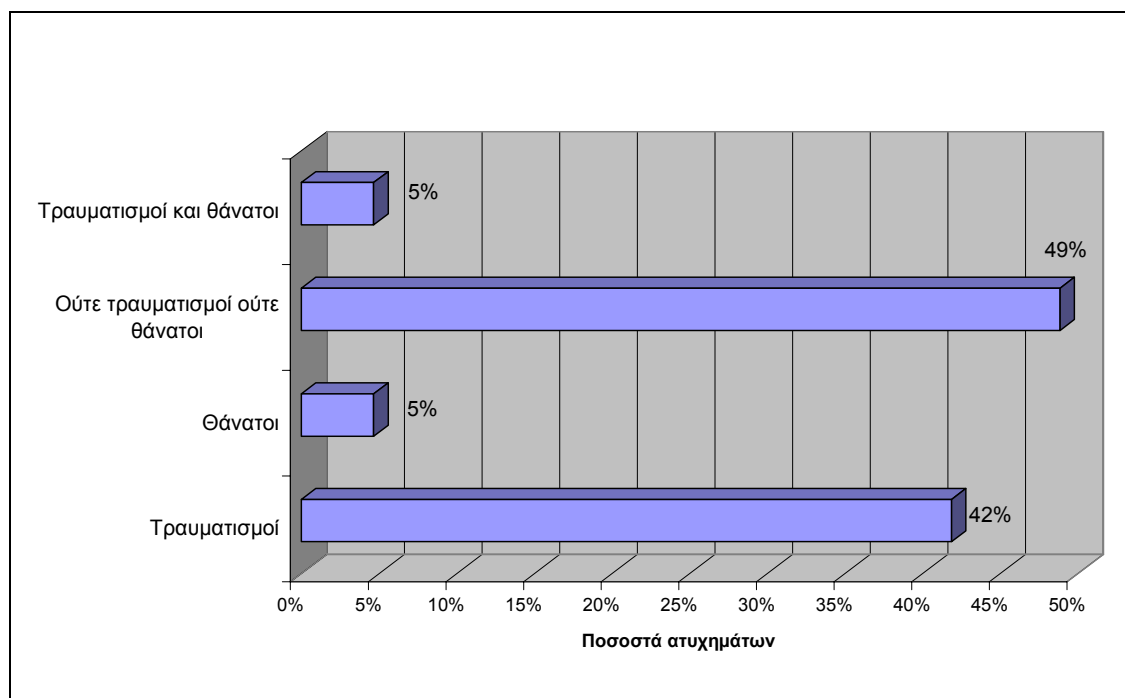
Συνέπειες

Όσον αφορά τις συνέπειες των ατυχημάτων σε ανθρώπινο δυναμικό, παρατηρούμε ότι σε ποσοστό περίπου 42% αναφέρθηκαν τραυματισμοί, ενώ θάνατοι συνόδευαν τους τραυματισμούς σε 2 περιπτώσεις (ποσοστό 5%). Αποκλειστικά μόνο θάνατοι αναφέρθηκαν σε 2 περιπτώσεις, αλλά στο 49% των ατυχημάτων δεν είχαμε τραυματισμούς και θανάτους, είτε επειδή αναφέρονται ρητά, είτε επειδή δεν αναφέρονται καθόλου ανθρώπινες επιπτώσεις.

Ανθρ.επιπτώσεις	# Ατυχημάτων
Τραυματισμοί	18
Θάνατοι	2
Ούτε τραυματισμοί ούτε θάνατοι	21
Τραυματισμοί και θάνατοι	2
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1στ: Ανθρώπινες επιπτώσεις και αριθμός ατυχημάτων

Ο μεγαλύτερος αριθμός τραυματισμών (55) καταγράφηκε σε έναν εκθεσιακό χώρο, όπου υπήρχε και μια πίστα για σκι στον πάγο και βρίσκονταν πολλά άτομα εκείνη τη στιγμή. Τα μισά περίπου περιστατικά όπου καταγράφηκαν ανθρώπινες απώλειες, αφορούσαν βιομηχανίες τροφίμων



Σχήμα 6.2.1στ: Ανθρώπινες επιπτώσεις

Όσον αφορά τις υπόλοιπες συνέπειες, αυτές συνοψίζονται στα παρακάτω:

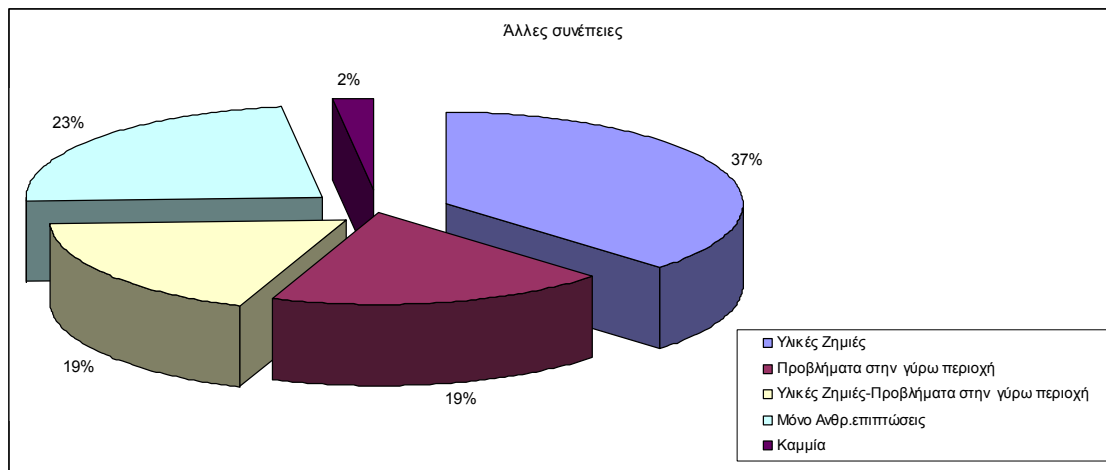
- Υλικές ζημιές με απώλεια εξοπλισμού και βλάβη σε μέρη της εγκατάστασης
- Προβλήματα στην γύρω περιοχή, τα οποία αφορούν οικολογικές επιπτώσεις, διαταραχή στην ζωή της τοπικής κοινωνίας κτλ.

Άλλες συνέπειες	# Ατυχημάτων
Υλικές Ζημιές	16
Προβλήματα στην γύρω περιοχή	8
Υλικές Ζημιές-Προβλήματα στην γύρω περιοχή	8
Μόνο Ανθρ.επιπτώσεις	10
Καμμία	1
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1ζ: Άλλες συνέπειες και αριθμός ατυχημάτων

Περίπου στις μισές περιπτώσεις αναφέρθηκαν υλικές ζημιές, ενώ στο 23% είχαμε ανθρώπινες επιπτώσεις χωρίς να συνοδεύονται από άλλες υλικές ζημιές ή αναφορές για προβλήματα στην γύρω περιοχή.

Οι περισσότερες υλικές ζημιές αφορούσαν κυρίως βιομηχανίες τροφίμων και έπειτα βιομηχανίες χημικών, ενώ τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στις γύρω περιοχές είναι μοιρασμένες σε περισσότερες περιπτώσεις βιομηχανιών



Σχήμα 6.2.1ζ: Άλλες συνέπειες

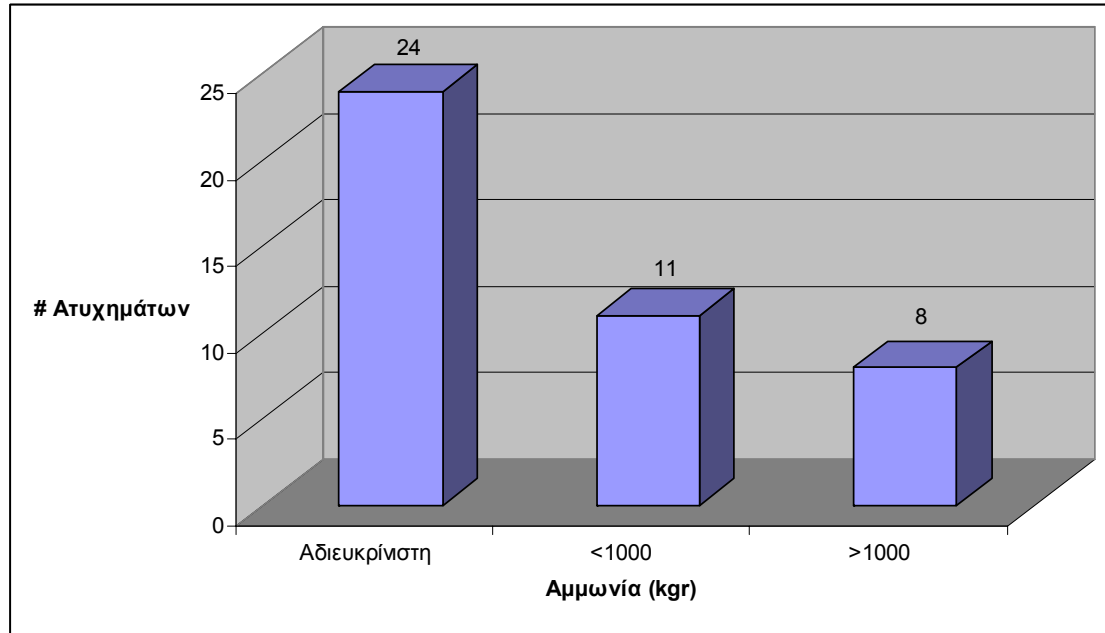
Ποσότητα αμμωνίας

Όσον αφορά τις ποσότητες της αμμωνίας που διέρρευσαν, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν παρέχεται πληροφόρηση στη βάση δεδομένων και χαρακτηρίζεται αδιευκρίνιστη. Όπου υπάρχει αναφορά, το 26% των περιπτώσεων αφορά ποσότητες μικρότερες των 1000 κιλών.

Ποσότητα NH ₃ (kgr)	# Ατυχημάτων
Αδιευκρίνιστη	24
<1000	11
>1000	8
Σύνολο	43

Πίνακας 6.2.1η: Ποσότητα αμμωνίας και αριθμός ατυχημάτων

Εδώ να σημειωθεί ότι οι ποσότητες δεν αφορούν μόνο άνυδρη αμμωνία που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων. Οι περισσότερες ποσότητες που είναι μεγαλύτερες των 1000 κιλών αφορούν εγκαταστάσεις χημικών, ενώ στον αντίποδα οι περισσότερες που είναι μικρότερες των 1000 κιλών αφορούν βιομηχανίες τροφίμων.



Σχήμα 6.2.1η: Ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε

Άμεσα μέτρα

Όσον αφορά τα άμεσα μέτρα που λήφθηκαν με την εκδήλωση του περιστατικού, αφορούν ενέργειες εντός και εκτός της εγκατάστασης και διακρίνουμε τις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

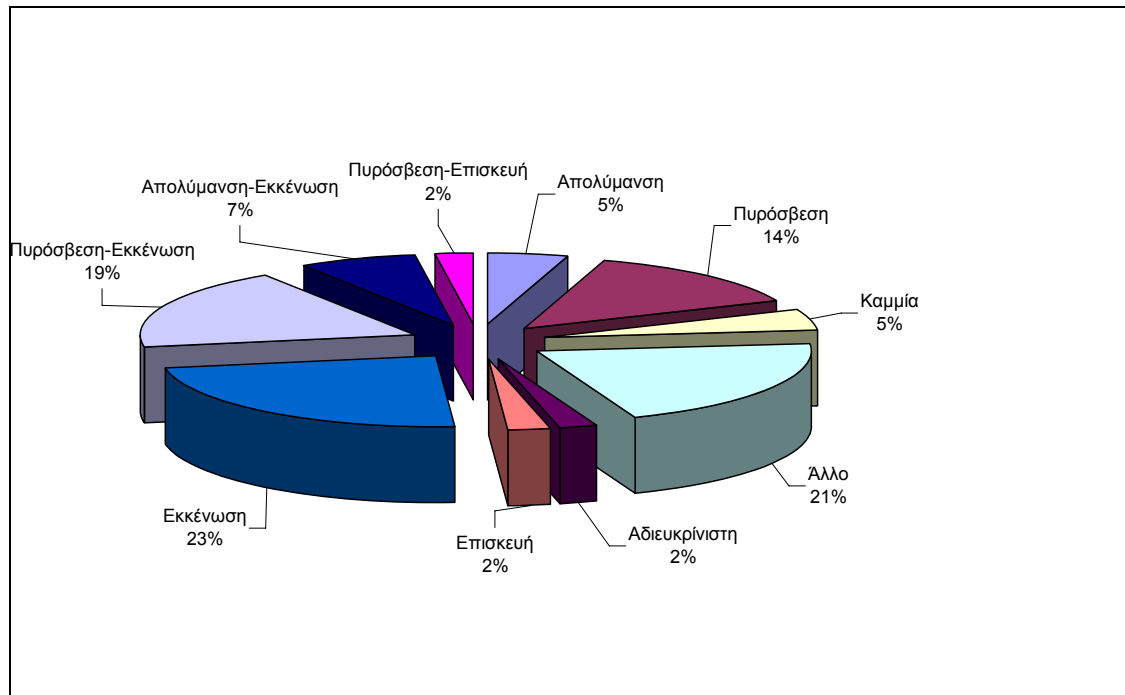
- Απολύμανση: μίξη αμμωνίας με νερό για την ουδετεροποίηση και μετρίαση των επιδράσεων της, αφαίρεση του εδάφους που έχει μολυνθεί σε κάποιες περιπτώσεις
- Πυρόσβεση: με παρέμβαση πυροσβεστικών οχημάτων χρησιμοποιήθηκαν κουρτίνες νερού (water curtains) ή σε κάποιες περιπτώσεις αφρός νερού (water-spray)
- Επισκευή: επιδιόρθωση του σωλήνα, του σημείου διαρροής γενικά
- Εκκένωση: ειδοποίηση από Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, κλείσιμο εγκατάστασης και απομάκρυνση των υπαλλήλων της εταιρείας ή / και του γειτονικού πληθυσμού από τους δρόμους ή / και τα σπίτια, διακοπή της κυκλοφορίας αυτοκινήτων.

Μέτρα	# Ατυχημάτων	Ποσοστά
Απολύμανση	2	5%
Πυρόσβεση	6	14%
Καμμία	2	5%
Άλλο	9	21%
Αδιευκρίνιστη	1	2%
Επισκευή	1	2%
Εκκένωση	10	23%
Πυρόσβεση-Εκκένωση	8	19%
Απολύμανση-Εκκένωση	3	7%
Πυρόσβεση-Επισκευή	1	2%
Σύνολο	43	100%

Πίνακας 6.2.1θ.: Άμεσα μέτρα και αριθμός ατυχημάτων

Η συνηθέστερη τακτική σε ατυχήματα αμμωνίας αποδεικνύεται η εκκένωση (23%), συνοδευόμενη από πυρόσβεση ή απολύμανση (ποσοστό 19% και 7% αντίστοιχα). Πραγματοποιείται μάλιστα σε περισσότερα από τα μισά περιστατικά σε βιομηχανίες τροφίμων.

Η πυρόσβεση είναι ακόμα ένα τακτικό μέτρο αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών, με συνολικό ποσοστό 35% (συμπεριλαμβανομένου των περιπτώσεων όπου έγινε εκκένωση ή κάποια επισκευή)



Σχήμα 6.2.1θ: Μέτρα αντιμετώπισης ατυχήματος

Μελλοντικά μέτρα

Τα διδάγματα που αποκομίστηκαν μετά το πέρας των ατυχημάτων, καθώς και τα μέτρα και οι ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν στο μέλλον, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Βελτίωση και ανανέωση των τεχνικών χαρακτηριστικών της εγκατάστασης
- Έλεγχος της εγκατάστασης ανά τακτά χρονικά διαστήματα και αναθεώρηση κάποιων διαδικασιών λειτουργίας, πάντα προς το καλύτερο
- Έλεγχος του τρόπου εργασίας των υπαλλήλων της εγκατάστασης (πχ αν φοράνε τον κατάλληλο ρουχισμό) και των εξωτερικών συνεργατών
- Καλύτερα σχέδια έκτακτης ανάγκης και αρτιότερη τήρηση και σεβασμό προς τους κανονισμούς
- Έρευνα για την κατανόηση των διαδικασιών της εγκατάστασης, την καλύτερη δυνατή λειτουργία κάποιων τμημάτων και για τις επιπτώσεις ενός ατυχήματος.

Πηγή & αιτία ατυχημάτων αμμωνίας σε βιομηχανίες τροφίμων

Επειδή το αντικείμενο της μελέτης μας είναι τα ατυχήματα αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης βιομηχανιών τροφίμων, παραθέτουμε στη συνέχεια κάποια στοιχεία που αφορούν την πηγή, αλλά και την αιτία διαρροή του αμμωνίας για τις εγκαταστάσεις αυτές

Περιγραφή Πηγής	Περιγραφή Αιτίας
Βλάβη του μηχανισμού διοχέτευσης αμμωνίας στον σωλήνα ανάμεσα στον χώρο αποθήκευσης αμμωνίας και στο σύστημα ψύξης	Η ζημιά προκλήθηκε κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης του ηλεκτρικού εξοπλισμού, κοντά σε σωλήνα αμμωνίας
Σωλήνας ανάμεσα στον χώρο αποθήκευσης και το σύστημα ψύξης	Μετά τις εργασίες συντήρησης ένα καλώδιο έσπασε μια βαλβίδα Η θέση της βαλβίδας σε μια υπόγεια δίοδο δημιούργησε πρόβλημα στην αποκατάσταση
Μια βαλβίδα στην σωληνογραμμή αμμωνίας που λειτουργούσε στα 2 bar και σε θερμοκρασία -10°C	Η βαλβίδα έσπασε λόγω διάβρωσης του σπειρώματος. Η διάβρωση δεν επήλθε λόγω ατέλειας της κατασκευής
Υγρή αμμωνία σε σωλήνες σε πίεση 1,2MPa	Λανθασμένη σύνδεση βίδας-ατέλειες του υλικού προκάλεσαν ζημιά στη σύνδεση της βίδας Διάρρηξη των βιδών του ιμάντα σε γωνιακή βαλβίδα
Σύστημα ψύξης	Ελλατωματικό υλικό
Σύστημα ψύξης	Διαρροή σε αντλία-αστοχία εξοπλισμού
Δημιουργία κοιλότητας λόγω διάβρωσης σε σωλήνα-η αμμωνία διέφυγε σε οροφή με πάγο και χιόνι και λιώνοντας εισήλθε στο σύστημα διοχέτευσης	Διάβρωση σωλήνα
Ξεχείλισμα δεξαμενής-η υγρή αμμωνία έφτασε μέχρι τον συμπιεστή μέσω του σωλήνα αναρρόφησης-διαρροή αμμωνίας και λιπαντικού λαδιού μέσω μιας φλάντζας πίεσης	Βαλβίδα παροχής υγρής αμμωνίας δεν έκλεισε καλά - το φλοτεράκι (διακόπτης που δείχνει επίπεδο υγρού) που ενεργοποιεί συναγερμό ειδοποίησης για ξεχείλισμα δεν λειτούργησε
Σύστημα ψύξης	Πιθανή αστοχία του εξοπλισμού
Σύστημα ψύξης	Παραμορφωμένος εξαεριστήρας, η βαλβίδα του έμεινε ανοιχτή
Σύστημα ψύξης	Αστοχία φλάντζας στην θερμοηλεκτρική βαλβίδα του πίσω σωλήνα αμμωνίας
Σωληνώσεις συστήματος ψύξης	Λανθασμένη αφαίρεση σωλήνα που υποτίθεται ότι περιείχε νερό ενώ είχε αμμωνία
Συμπιεστής αμμωνίας	Διάρρηξη της μηχανής του συμπιεστή
Σύστημα ψύξης	Εργασία με φακό για την κοπή ενός φύλλου χάλυβα, το οποίο προκάλεσε την ανάφλεξη αφρού πολυστυρενίου
Σύστημα ψύξης	Λάθος του χειριστή κατά την κατεδάφιση της εγκατάστασης
Δεξαμενή σε αποβάθρα φόρτωσης	Οι εργάτες πίστευαν ότι η δεξαμενή ήταν άδεια-ένας σωλήνας στην δεξαμενή αποθήκευσης έσπασε-η βαλβίδα στο τέλος της σωλήνας ήταν κλειστή αλλά η βαλβίδα της δεξαμενής ήταν ανοιχτή
Το δοχείο επεξεργασίας είχε μεγαλύτερη πίεση από το επιτρεπτό και έγινε έκρηξη	Αδιευκρίνιστο

Πίνακας 6.2.1i: Πηγή και αιτία ατυχημάτων αμμωνίας σε εγκαταστάσεις τροφίμων

6.3 Άλλες βάσεις δεδομένων

Υπάρχουν διάφορες βάσεις δεδομένων για ατυχήματα διαρροών. Εδώ παρουσιάζονται επτά (7) μεγάλες ομοσπονδιακές βάσεις από τις Η.Π.Α. (EPA 550-B-95-001, 1995)

Συντομογραφία	Βάση Δεδομένων	Υπηρεσία
IRIS	Incident Reporting Information System	NRC
ERNS	Emergency Response Notification System	EPA
ARIP	Accidental Release Information Program	EPA
HMIRS	Hazardous Materials Incident Reporting System	DOT
HLPAD	Hazardous Liquid Pipeline Accident Database	DOT
IMIS	Integrated Management Information System	OSHA
HSEES	Hazardous Substances Emergency Events Surveillance	ATSDR

Πίνακας 6.3: Ομοσπονδιακές βάσεις δεδομένων Η.Π.Α.

Στόχος μας είναι να καταγραφούν τα ατυχήματα με διαρροή αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης για τις βιομηχανίες τροφίμων, εστιάζοντας στις ποσότητες που διέρρευσαν, το σημείο διαρροής, τις επιπτώσεις κτλ

Από τις παραπάνω βάσεις, η HMIRS δεν περιέχει πληροφορίες για αμμωνία και οι IMIS και HSEES δεν αναφέρουν ποσότητες. Η HLPAD αναφέρεται συγκεκριμένα σε ατυχήματα διαρροών σε σωληνογραμμές, αλλά έχει τον μικρότερο αριθμό δεδομένων καταχωρημένα. Τα συμπεράσματα για τις διαρροές σύμφωνα με την IRIS μπορεί να είναι παραπλανητικά, διότι περιλαμβάνονται πληροφορίες για πιθανές διαρροές ή λανθασμένες αναφορές

Οι πληροφορίες στην ERNS καταγράφονται σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά το ατύχημα ή κατά την διάρκεια της διαρροής, όταν η ποσότητα της ουσίας που διέρρευσε δεν είναι καθορισμένη επακριβώς. Η ARIP παρέχει καλύτερες πληροφορίες για την ποσότητα που διέρρευσε, επειδή τα δεδομένα συλλέγονται αρκετούς μήνες μετά την διαρροή. Η ARIP όμως εστιάζει στα κυριότερα ατυχήματα και οι ποσότητες που αναφέρονται δεν είναι αντιπροσωπευτικές σε εθνικό επίπεδο. Από την άλλη, η ERNS βασίζεται σε αρχικές παρατηρήσεις, που μπορεί να μην είναι επιβεβαιωμένες και μπορεί να υπάρχει ασυνέπεια σε σύγκριση με δεδομένα από άλλες πηγές. Οι βάσεις που έχουν λεπτομερείς και επιβεβαιωμένες πληροφορίες, είναι κατάλληλες για τον έλεγχο

συγκεκριμένων υποθέσεων και την ανάλυση διαφορετικών υπό-ομάδων δεδομένων (πχ δεδομένα για διαρροές κατά τη διάρκεια λειτουργίας εγκατάστασης σε σχέση με δεδομένα για διαρροές κατά την διάρκεια εργασιών συντήρησης). Ευρείες στατιστικές αναλύσεις μεταξύ των βάσεων δεν προτείνονται, λόγω των διαφορετικών στόχων κάθε βάσης (κριτήρια αναφοράς, είδη βιομηχανιών κτλ).

Ανάμεσα σε επιβεβαιωμένες πληροφορίες σε σχετικά μικρή βάση δεδομένων (ARIP) και σε μεγαλύτερη βάση δεδομένων με διαρροές, αλλά με σημαντική πιθανότητα λάθους (ERNS), επιλέγεται να γίνεται ανάλυση της ARIP.

6.3.1 ARIP (Accidental Release Information Program)

Το Πρόγραμμα Πληροφοριών για Ατυχήματα Διαρροών (Accidental Release Information Program - **ARIP**) αναπτύχθηκε από την EPA με στόχο τον καθορισμό των αιτιών των χημικών διαρροών σε ατυχήματα, και παράλληλα να γίνει μια περιγραφή των βιομηχανικών πρακτικών αποφυγής τέτοιων ατυχημάτων. Η βάση έχει δημιουργηθεί από πληροφορίες για εγκαταστάσεις με σημαντικές διαρροές επικίνδυνων ουσιών, με βάση ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιέχει 23 ερωτήσεις για τις εγκαταστάσεις, τις καταστάσεις και τις αιτίες του εκάστοτε περιστατικού, τις πρακτικές αποφυγής ενός ατυχήματος διαρροής, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται πριν το περιστατικό, καθώς και τις όποιες προσθήκες ή αλλαγές έγιναν ως συνέπεια του περιστατικού. Το ερωτηματολόγιο εστιάζει σε διάφορους τομείς αποφυγής ατυχημάτων, και συμπεριλαμβάνει την αποτίμηση ατυχήματος, εκπαίδευση, ανταπόκριση σε έκτακτες περιπτώσεις, διαδικασίες ενημέρωσης του κοινού, τεχνικές μετριασμού των επιδράσεων του περιστατικού, καθώς και εξοπλισμό και ελέγχους πρόληψης τέτοιων περιστατικών. Η συλλογή πληροφοριών για ατυχήματα διαρροών από την EPA γίνεται σύμφωνα με καθορισμένες οδηγίες και προδιαγραφές από διάφορες δράσεις.

Η ARIP περιέχει πάνω από 4.800 αρχεία διαρροής από την έναρξη εφαρμογής της το 1986 και ενημερώνεται μια (1) φορά τον χρόνο.

ΣΤΟΧΟΣ

Η συλλογή δεδομένων προκύπτει αρχικά από περιστατικά που αναφέρονται στο σύστημα **ERNS** (Emergency Response Notification System). Οι εγκαταστάσεις των Ηνωμένων Πολιτειών υποχρεώνονται από τον νόμο να αναφέρουν τις διαρροές συγκεκριμένων ουσιών, όταν αυτές οι διαρροές υπερβαίνουν μια συγκεκριμένη χημική ποσότητα ή μια ποσότητα που θεωρείται ότι πρέπει να υποβληθεί αναφορά (reportable quantity - **RQ**). Η EPA συχνά εξετάζει τη βάση δεδομένων ERNS για να βρει και να

ταξινομήσει περιστατικά διαρροής σε εγκαταστάσεις που ακολουθούν μια ή περισσότερες από τις παρακάτω περιπτώσεις

- Η διαρροή οδηγεί σε τραυματισμό ή θάνατο.
- Η διαρροή μια επικίνδυνης ουσίας είναι της τάξης των 1000 λιβρών (1 λίβρα = 0,453 κιλά) ή περισσότερο με ένα RQ της τάξης των 1, 10 ή 100 λιβρών, η διαρροή είναι της τάξης των 10000 λιβρών με RQ 1000 ή 5000 λίβρες.
- Η διαρροή είναι επαναλαμβανόμενη, πάνω από 4 φορές σε έναν χρόνο.
- Η διαρροή περιέχει μια πολύ επικίνδυνη ουσία

Η ΕΡΑ στέλνει ένα λεπτομερές ερωτηματολόγιο (Παράρτημα Δ) σε κάθε εγκατάσταση με μια διαρροή που έχει αναφερθεί και ακολουθεί ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω κριτήρια. Κατόπιν, τα δεδομένα καταγράφονται στην βάση δεδομένων ARIP, όπου όμως δεν καταγράφονται περιστατικά με προϊόντα εύφλεκτα ή πετρελαίου.

Τον Σεπτέμβριο του 1993 τα κριτήρια για τις διαρροές της ARIP άλλαξαν, ώστε να συμπεριλάβουν στοιχεία για τα ατυχήματα διαρροών που οδήγησαν σε απώλειες εκτός των ορίων της εγκατάστασης, όπου υπάρχουν πολίτες (off-site) – όπως τραυματισμούς, εκκένωση, προφυλάξεις που λαμβάνονται- ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις –όπως θανάτους άγριων ζώων, σημαντικές επιπτώσεις στην βλάστηση, μόλυνση από απόβλητα και μόλυνση του εδάφους. Τα περισσότερα στοιχεία της ARIP αποτελούνται από ατυχήματα πριν το 1993, όπου λιγότερα περιοριστικά κριτήρια χρησιμοποιούνταν για την επιλογή ενός ατυχήματος για την βάση δεδομένων.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για μερικά χρόνια, το ερωτηματολόγιο της ARIP επανεξετάστηκε και κάποιες πληροφορίες προστέθηκαν, ενώ άλλες αφαιρέθηκαν. Παρόλα αυτά, η ανάλυση σε κάποιους τομείς δεν μπορεί να γίνει στα δεδομένα όλη της βάσης. Επίσης, η σύντομη περιγραφή του περιστατικού δεν περιλαμβάνεται στην βάση δεδομένων και πρέπει να αναζητηθεί στο ίδιο το ερωτηματολόγιο. Επειδή η ARIP είναι έτσι σχεδιασμένη, ώστε να αποτυπώνει τα πιο σημαντικά ή πιο πιθανά σημαντικά ατυχήματα, δεν είναι στατιστικά αντιπροσωπευτική όλων των βιομηχανικών διαρροών. Η συλλογή των δεδομένων στην ARIP πολλές φορές δεν αντιπροσωπεύει εξολοκλήρου την γεωγραφική κατανομή των διαρροών, ούτε την τάση των διαρροών και που εμφανίζονται πιο συχνά. Οι πληροφορίες όμως θεωρούνται ακριβείς, διότι τα δεδομένα παρέχονται κατευθείαν από τις εγκαταστάσεις αρκετούς μήνες μετά την διαρροή, όταν οι πιο πολλές πληροφορίες θα πρέπει να είναι πλέον γνωστές. Η βάση τέλος, ελέγχεται περιοδικά για την εγγύηση της

ποιότητας των στοιχείων και την αναγνώριση και διόρθωση λανθασμένων καταχωρήσεων στοιχείων, ασυνεπών πληροφοριών ή αμφισβητούμενων δεδομένων.

ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι παρακάτω κύριες κατηγορίες περιλαμβάνονται στην ARIP:

- ημερομηνία / ώρα του ατυχήματος
- ποσότητα που διέρρευσε
- τα μέσα που επηρεαστήκαν
- το κόστος για την εγκατάσταση και το κοινό
- ο αριθμός των τραυματισμών / θανάτων σε εργάτες, εξωτερικούς συνεργάτες, κοινό
- ο αριθμός αυτών που προέβησαν σε εκκένωση ή πήγαν σε καταφύγια
- τα άτομα και οι υπηρεσίες που ειδοποιήθηκαν
- οι αλλαγές στην εκπαίδευση των εργαζομένων
- η διάρκεια της διαρροής
- αν έγινε αξιολόγηση του κινδύνου και του τύπου του κινδύνου
- η αιτία
- οι πρακτικές αποφυγής της διαρροής πριν συμβεί
- οι πρακτικές αποφυγής διαρροών μετά το περιστατικό
- οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- οι τελικές συνέπειες της διαρροής (έκρηξη κτλ)
- το σημείο της διαρροής (δοχείο, σωλήνας κτλ)
- πως ειδοποιήθηκε το κοινό
- οι άμεσες επισκευές

Στην περίπτωση μας, έγινε αναζήτηση από τον μελετητή για διαρροές αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων. Σε σύνολο 4.947 περιστατικών, βρέθηκαν 248 περιπτώσεις που ταιριάζουν με την περίπτωση μας (Παράρτημα Δ). Οι κατηγορίες και υποκατηγορίες στις οποίες εστιάσαμε είναι οι εξής:

- **Γεγονός:** το σημείο από όπου ξεκίνησε η διαρροή, δηλαδή ποιο κομμάτι της εγκατάστασης δεν λειτούργησε σωστά. Σε κάποιες περιπτώσεις υπήρχε αναλυτική περιγραφή (πχ άνοιγμα PRV), σε κάποιες απλή αναφορά (πχ πρόβλημα βαλβίδας). Δεν υπήρχε αναφορά σε πολλά ατυχήματα. Προέκυψαν οι παρακάτω περιπτώσεις:
 - Άνοιγμα PRV
 - Άνοιγμα βαλβίδας (συσκευή που ρυθμίζει ροή σε σωληνώσεις)
 - Αστοχία PRV
 - Αστοχία αρμού σωλήνας
 - Αστοχία βαλβίδας
 - Βαλβίδα αποσυναρμολογήθηκε
 - Διάρρηξη βαλβίδας
 - Διάρρηξη σωλήνα
 - Διάρρηξη φλάντζας
 - Διαρροή βαλβίδας
 - Διαρροή συμπυκνωτή
 - Πρόβλημα αντλίας (συσκευή που μεταφέρει ή συμπιέζει υγρό ή εξασθενεί τα αέρια μέσω αναρρόφησης ή συμπίεσης)
 - Πρόβλημα βαλβίδας
 - Πρόβλημα βαλβίδας ασφαλείας αερίων
 - Πρόβλημα δοχείου επεξεργασίας (δοχείο όπου υπό συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης & θερμοκρασίας μια ουσία συμμετέχει σε επεξεργασία)
 - Πρόβλημα σωλήνωσης
 - Φθορά αντλίας
 - Απόρριψη φίλτρου ξένων σωμάτων και υγρασίας (strainer casting)
- **Λειτουργία:** ποιες διαδικασίες γινόταν στην εγκατάσταση, όταν έλαβε χώρα η διαρροή.

- ο Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού
 - ο Εργασίες ρουτίνας (καθημερινές διαδικασίες στην εγκατάσταση)
 - ο Κανονική εκκίνηση (όταν αρχίζει η λειτουργία της εγκατάστασης)
 - ο Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης
 - ο Κατασκευή (εργασίες για νέες προσθήκες & νέο εξοπλισμό)
 - ο Κλειστή εγκατάσταση
 - ο Συντήρηση
 - ο Άλλη
- **Διαδικασία:** για τι είδους εγκατάσταση μιλάμε, ποιο είναι το κύριο προϊόν για το οποίο βρίσκεται σε λειτουργία. Η αναζήτηση επικεντρώθηκε στον τομέα των τροφίμων και προέκυψαν οι παρακάτω κατηγορίες:
 - ο Γαλακτοβιομηχανία
 - ο Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης
 - ο Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων
 - ο Επεξεργασία πουλερικών
 - ο Παραγωγή άρτων και γλυκών
 - ο Παραγωγή γάλακτος & παγωτού
 - ο Παραγωγή γάλακτος και άλλων νωπών προϊόντων
 - ο Παραγωγή παγωτού
 - ο Παραγωγή τροφίμων
 - ο Παραγωγή τροφίμων και συναφών προϊόντων για μπύρα
 - ο Παραγωγή τυριού
 - ο Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων
 - ο Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών
 - ο Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης
- **Συνολική ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε (κιλά)**

- **Άμεσες επιπτώσεις διαρροής στην εγκατάσταση**, όπου οι περιπτώσεις που προέκυψαν είναι:
 - Αναθυμιάσεις (απελευθέρωση ουσίας σε αέρια μορφή)
 - Υπερχείλιση (απελευθέρωση ουσίας σε υγρή μορφή)
 - Φωτιά (καύση με παραγωγή φλόγας θερμότητας)
 - Έκρηξη (ταχύτατη χημική αντίδραση με παραγωγή θορύβου, θερμότητας, και πολλών αερίων)
 - Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά
 - Αναθυμιάσεις-Φωτιά
 - Έκρηξη-Φωτιά
 - Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις
 - Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις-Έκρηξη
 - Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά
 - Άλλη

- **Γενικότερες επιπτώσεις**, όπου περιλαμβάνονται οι παρακάτω κατηγορίες
 - Τραυματισμοί
 - Μεταφορά σε νοσοκομείο (για προληπτικούς λόγους και αφέθηκαν ελεύθεροι επειδή δεν είχαν κάτι σοβαρό)
 - Θάνατοι
 - Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
 - Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας
 - Καταστροφή χλωρίδας
 - Καμία
 - Αδιευκρίνιστη
 - Άλλη (πχ καταστροφή σοδειάς)
 - Οικονομικό κόστος (για εγκατάσταση ή / και τοπική κοινωνία)

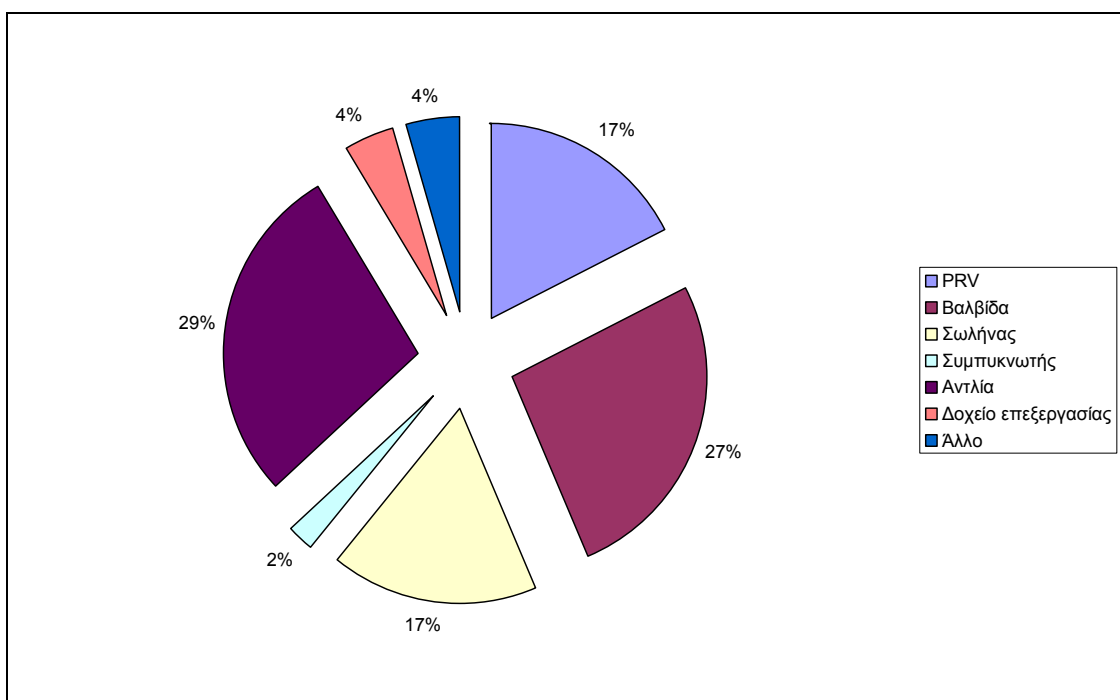
*Όπου υπάρχει ένδειξη "Αδιευκρίνιστο/η, δεν έχουν καταγραφεί σχετικά δεδομένα

Σημείο διαρροής

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση του σημείου από το οποίο ξεκίνησε η διαρροή, μόνο σε 46 από τα 248 ατυχήματα (ποσοστό 18,5%) υπήρχε σχετική αναφορά. Ομαδοποιώντας περισσότερο τις περιπτώσεις μας, έχουμε τα παρακάτω δεδομένα

Σημείο διαρροής	# Ατυχημάτων
PRV	8
Βαλβίδα	12
Σωλήνας	8
Συμπυκνωτής	1
Αντλία	13
Δοχείο επεξεργασίας	2
Άλλο	2

Πίνακας 6.3.1α: Σημείο διαρροής για τα ατυχήματα που καταγράφηκε



Σχήμα 6.3.1α: Σημείο διαρροής

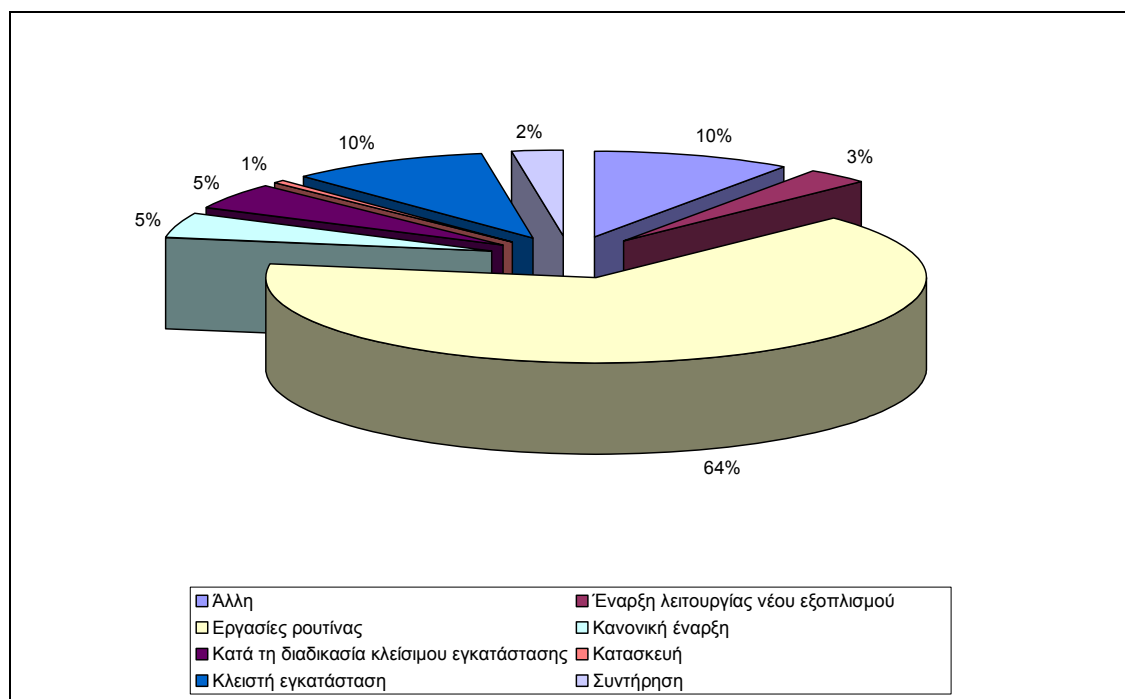
Λειτουργία

Καταγράφοντας την λειτουργία της εγκατάστασης όταν έλαβε χώρα η διαρροή της αμμωνίας, προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα:

Λειτουργία	# Ατυχημάτων
Άλλη	24
Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	8
Εργασίες ρουτίνας	160
Κανονική εκκίνηση	12
Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	12
Κατασκευή	2
Κλειστή εγκατάσταση	24
Συντήρηση	6
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1β: Λειτουργία εγκατάστασης κατά τη διάρκεια ατυχήματος

Παρατηρώντας τα δεδομένα αυτά, διαπιστώνεται ότι ο συντριπτικός αριθμός των ατυχημάτων (64%) έλαβε χώρα ενώ γινόταν οι καθημερινές εργασίες στην εγκατάσταση, φανερώνοντας το απρόβλεπτο της περίπτωσης. Επίσης, μεγάλο ποσοστό συγκεντρώνουν τα περιστατικά κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης (10%).



Σχήμα 6.3.1β: Λειτουργία εγκατάστασης

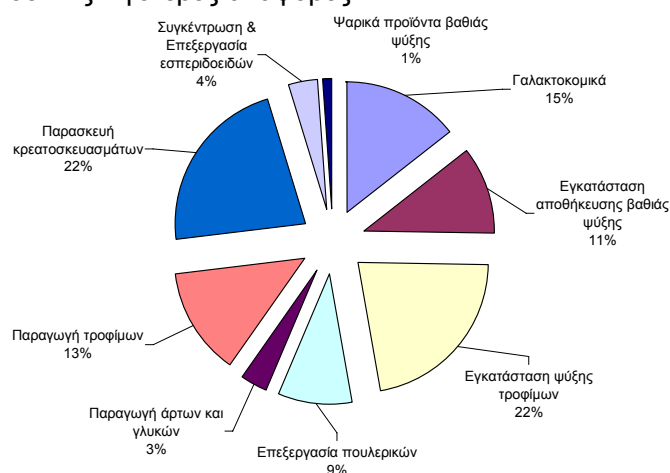
Διαδικασία

Στον τομέα της διαδικασίας, έγινε μια συγχώνευση των κατηγοριών που βρέθηκαν για καλύτερη αναπαράσταση των πληροφοριών. Συγκεκριμένα, στον τομέα των Γαλακτοκομικών περιλαμβάνονται οι γαλακτοβιομηχανίες, η παραγωγή γάλακτος & παγωτού, η παραγωγή γάλακτος και άλλων νωπών προϊόντων, η παραγωγή παγωτού και η παραγωγή τυριού. Η Παραγωγή τροφίμων περιλαμβάνει και αυτή της Παραγωγής Τροφίμων και συναφών προϊόντων για μπίρα. Οι Εγκαταστάσεις αποθήκευσης βαθιάς ψύξης περιλαμβάνουν διάφορα είδη προϊόντων, τα οποία δεν διευκρινίζονται στην ARIP και η Παρασκευή Κρεατοσκευασμάτων περιλαμβάνουν προϊόντα όπως χοιρινό, βοδινό, λουκάνικα κτλ.

Διαδικασία	# Ατυχημάτων
Γαλακτοκομικά	36
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	27
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	54
Επεξεργασία πουλερικών	23
Παραγωγή άρτων και γλυκών	8
Παραγωγή τροφίμων	33
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	55
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	9
Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	3
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1γ: Αριθμός ατυχημάτων ανά διαδικασία

Παρατηρούμε ότι οι περισσότερες διαρροές αμμωνίας λαμβάνουν χώρα κατά την παρασκευή κρεατοσκευασμάτων (22%), ενώ πολλά περιστατικά συμβαίνουν στον τομέα των γαλακτοκομικών (15%). Αντίθετα, τα ψαρικά είδη, τα εσπεριδοειδή και η παρασκευή άρτου συγκεντρώνουν τις λιγότερες αναφορές.



Σχήμα 6.3.1γ: Τύπος διαδικασίας

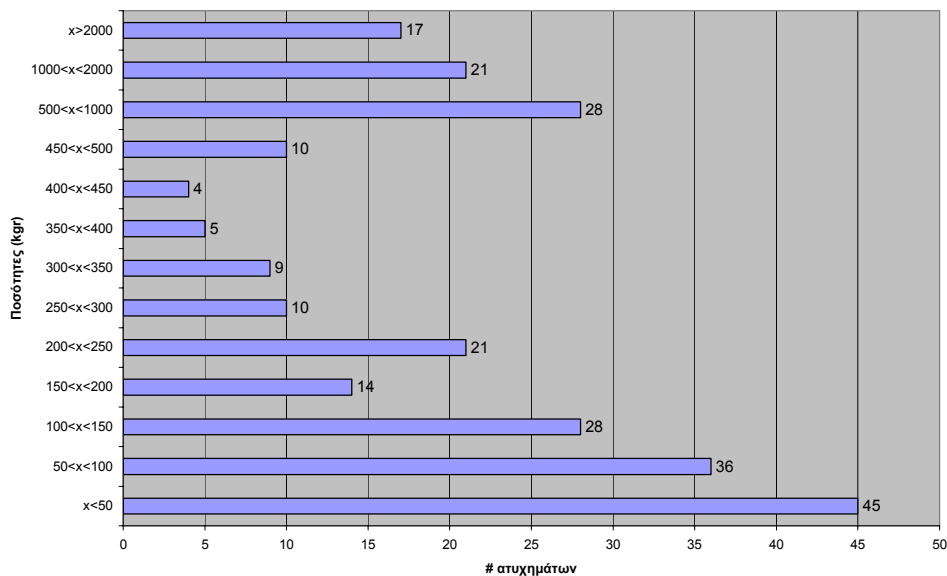
Ποσότητα αμμωνίας

Όσον αφορά την συνολική ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε, στο 85% των περιπτώσεων ήταν μικρότερη των 1000 κιλών. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζεται η κατανομή της x ποσότητας που διέφυγε στον παρακάτω πίνακα:

Ποσότητα x NH_3 (κιλά)	# Ατυχημάτων	%
$x < 50$	45	18%
$50 < x < 100$	36	15%
$100 < x < 150$	28	11%
$150 < x < 200$	14	6%
$200 < x < 250$	21	8%
$250 < x < 300$	10	4%
$300 < x < 350$	9	4%
$350 < x < 400$	5	2%
$400 < x < 450$	4	2%
$450 < x < 500$	10	4%
$500 < x < 1000$	28	11%
$1000 < x < 2000$	21	8%
$x > 2000$	17	7%
ΣΥΝΟΛΟ	248	

Πίνακας 6.3.1δ: Ποσότητα αμμωνίας για τα ατυχήματα

Η κατανομή αυτή ανά 50 κιλά έγινε για να δείξει το μέγεθος της απώλειας αμμωνίας, αφού οι περισσότερες διαρροές είναι μικρές, με πολλές να είναι μικρότερες από 50 κιλά (18%) και επιπλέον 15% των περιπτώσεων να είναι της τάξεως 50 έως 100 κιλών. Μόνο στο 15% των περιπτώσεων υπερβαίνουν τα 1000 κιλά, όπου και υπάρχουν πολλοί τραυματισμοί και μεγάλο οικονομικό κόστος για την εγκατάσταση.



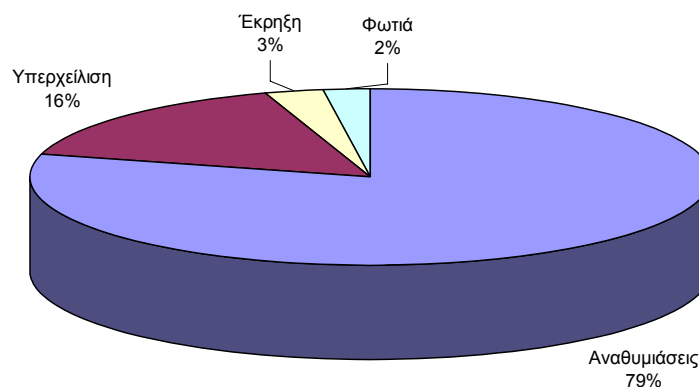
Σχήμα 6.3.1δ: Ποσότητας αμμωνίας (x kg) που διέρρευσε

Άμεσες επιπτώσεις

Όσον αφορά τις άμεσες επιπτώσεις διαρροής στην εγκατάσταση, στις περισσότερες περιπτώσεις υπήρχαν ατμοί αμμωνίας στον χώρο (80%), η οποία συνοδεύονταν από αμμωνία που χύθηκε στον χώρο σε ποσοστό 16% των περιστατικών. Σε λίγες περιπτώσεις είχαμε έκρηξη ή / και φωτιά, οι οποίες συνοδεύονταν από τα φαινόμενα που αναφέρθηκαν. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι περιπτώσεις στον παρακάτω πίνακα.

Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	# Ατυχημάτων
Άλλη	1
Αναθυμιάσεις	193
Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά	3
Αναθυμιάσεις-Φωτιά	2
Έκρηξη	1
Έκρηξη-Φωτιά	1
Υπερχείλιση	9
Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	36
Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις-Έκρηξη	1
Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά	1
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1ε: Άμεσες επιπτώσεις διαρροής



Σχήμα 6.3.1ε: Άμεσες επιπτώσεις διαρροής

Γενικές επιπτώσεις

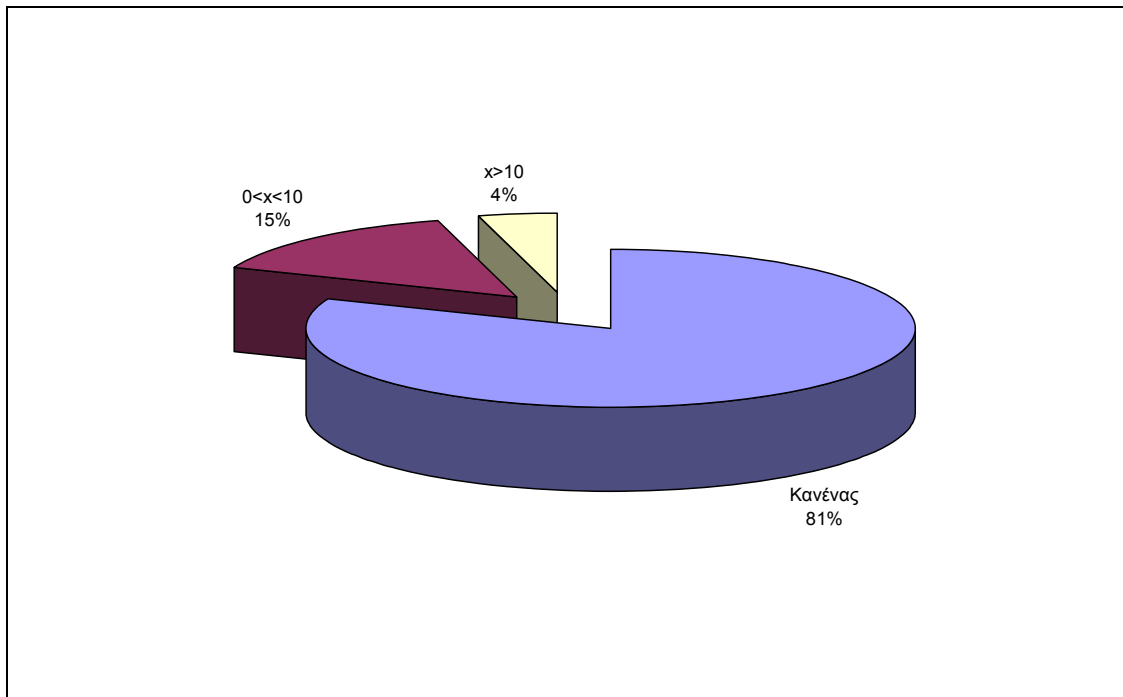
Όσον αφορά τις ανθρώπινες επιπτώσεις, στις περισσότερες των περιπτώσεων (80%) τα ατυχήματα διαρροής δεν αναφέρθηκαν τραυματισμοί ή δεν διακομίστηκε κάποιος σε νοσοκομείο για προληπτικούς λόγους. Πιο αναλυτικά:

- Σε 21 περιπτώσεις (8%) υπήρξαν τραυματισμοί και μεταφέρθηκαν παράλληλα και άτομα σε νοσοκομεία για προληπτικούς λόγους
- Σε μόνο 3 περιπτώσεις διακομίστηκαν 4 άτομα σε νοσοκομεία, ενώ δεν είχε αναφερθεί κάποιος τραυματισμός.
- Σε 10% των περιπτώσεων αναφέρθηκαν τραυματισμοί, χωρίς να μεταφερθεί κάποιος άλλο άτομο στο νοσοκομείο προληπτικά
- Στο 15% των τραυματισμών που αναφέρθηκαν, τα άτομα που είχαν υποστεί κάποια ζημιά δεν ξεπερνούσαν τους 10 στον αριθμό, ενώ μόνο 4% των ατυχημάτων είχε πάνω από 10 τραυματίες
- Για τις περιπτώσεις με τραυματισμούς ατόμων λιγότερων από δέκα(10), σε 51% των περιπτώσεων αναφέρθηκε ένας τραυματίας, ενώ σε 19% των περιστατικών δύο τραυματίες
- Ο μέγιστος αριθμός των τραυματιών που έχουν αναφερθεί από διαρροή αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων είναι 55, ενώ ο μέγιστος αριθμός ατόμων που έχουν διακομιστεί σε κάποιο νοσοκομείο προληπτικά είναι 20.
- Η πλειονότητα του αριθμού των ατόμων που μεταφέρθηκαν σε νοσοκομείο για προληπτικούς λόγους δεν ξεπερνούσε τους δέκα (10)
- Σε δύο περιπτώσεις μόνο αναφέρθηκαν θάνατοι, συνολικά τριών (3) ατόμων
- Οι τραυματισμοί και μεταφορά σε νοσοκομείο αφορούν στις περισσότερες των περιπτώσεων υπάλληλους της εγκατάστασης, εκτός από έξι (6) περιπτώσεις όπου υπήρξαν τραυματισμοί 25 πολιτών συνολικά.

Παρατίθενται κάποια στοιχεία στους παρακάτω πίνακες

Τραυματισμοί (x άτομα)	# Ατυχήματα
Κανένας	201
$0 < x < 10$	37
$x > 10$	10
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1στ: Ανθρώπινοι τραυματισμοί



Σχήμα 5.2.1.2στ: Αριθμός (x) τραυματισμών

Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο (x άτομα)	# Ατυχήματα
Κανένας	224
0<x<10	22
x>10	2
ΣΥΝΟΛΟ	248

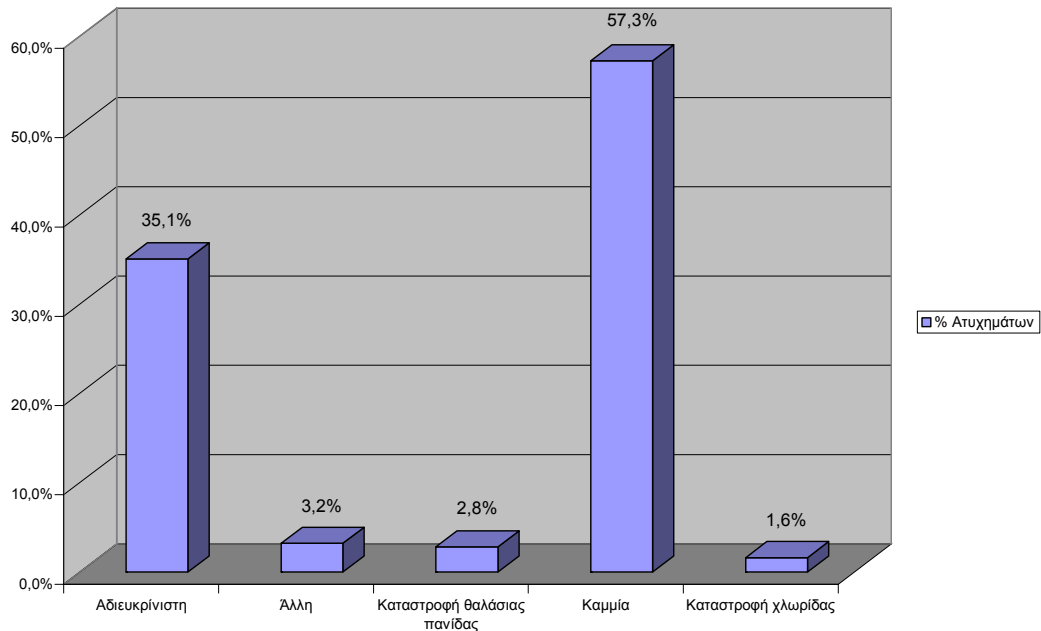
Πίνακας 6.3.1ζ: Μεταφορά σε νοσοκομείο

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να έχουν μεγάλη κλίμακα. Σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο της ARIP, μπορεί να γίνει μόλυνση υπόγειων υδάτων, μόλυνση από απόβλητα κτλ. Στις περισσότερες των περιπτώσεων μας, δεν υπήρξε κάποια περιβαλλοντική μόλυνση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	# Ατυχημάτων
Καμμία	142
Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας	7
Καταστροφή χλωρίδας	4
Άλλη	8
Αδιευκρίνιστη	87
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1η: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Μόνο στο 1,6% των περιπτώσεων αναφέρθηκε καταστροφή της χλωρίδας, ενώ γύρω στο 3% των ατυχημάτων επακολούθησε καταστροφή της θαλάσσιας πανίδας και θάνατος πολλών ψαριών. Χαρακτηριστικό είναι επίσης, ότι στο 35,1% των δεδομένων ήταν αδιευκρίνιστες οι επιπτώσεις



Σχήμα 6.3.1ζ: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

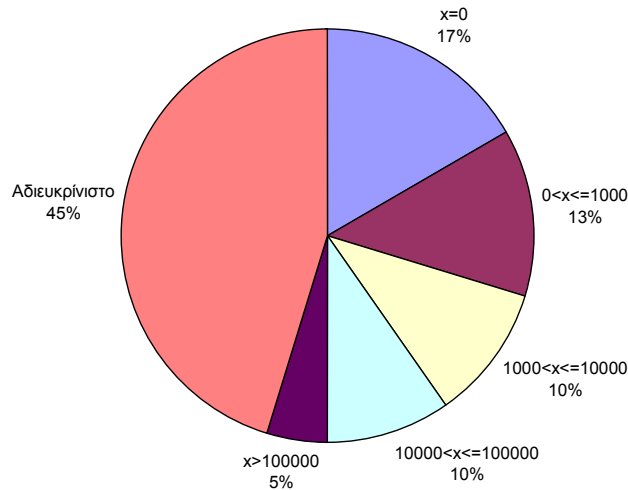
Το οικονομικό κόστος για την εγκατάσταση περιλαμβάνει κόστη όπως αυτά του καθαρισμού, εξωτερικών συνεργατών, ώρες / μισθούς που χάθηκαν από κλείσιμο εγκατάστασης, απώλεια παραγωγής κτλ. Το οικονομικό κόστος για την τοπική κοινωνία περιλαμβάνει τομείς όπως η ζημιά σε φυσικούς πόρους, σε δημόσιες και ιδιωτικές περιουσίες.

Οικονομικό κόστος (\$)	# Ατυχημάτων
$x=0$	41
$0 < x \leq 1000$	33
$1000 < x \leq 10000$	26
$10000 < x \leq 100000$	24
$x > 100000$	12
Αδιευκρίνιστο	112
ΣΥΝΟΛΟ	248

Πίνακας 6.3.1θ: Οικονομικό κόστος

Ακριβή ποσά αναφέρονταν στο 55% των περιπτώσεων που εξετάστηκαν. Σε 17% των περιπτώσεων δεν υπήρχε κάποια οικονομική επιβάρυνση από το ατύχημα, ενώ όπου αναφέρθηκαν ποσά, το 13% των περιπτώσεων είχε κόστος μικρότερο από 1.000 δολάρια. Σε ποσοστό μόνο 5% (7 περιστατικά) αναφέρθηκε οικονομικό κόστος

τόσο για την εγκατάσταση, όσο και για την τοπική κοινωνία, ενώ σε ένα περιστατικό αναφέρθηκε μονάχα οικονομικό κόστος για την κοινωνία.



Σχήμα 6.3.1η: Οικονομικό κόστος (x \$) ατυχημάτων

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Το 65% των περιπτώσεων είχε ως κύρια αιτία την αστοχία του εξοπλισμού, ενώ μόλις το 21% οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος.
- Περίπου το 10% των περιστατικών έχει λάβει χώρα κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης.
- το 5,6% όλων των περιστατικών οφείλεται στον ακατάλληλο εξοπλισμό της εγκατάστασης, γεγονός που έχει ως συνέπεια την αστοχία υλικού τις περισσότερες φορές.
- Με όμοιο ποσοστό (5,6%), περιστατικά οφείλουν τον λόγο ύπαρξης τους σε ακατάλληλο εξοπλισμό, οδηγώντας σε ανθρώπινα λάθη πολλές φορές.
- Με ποσοστό 7% επί των συμβάντων που παρατηρήθηκαν, η διαρροή ανακαλύφθηκε με υπόδειξη συσκευής ελέγχου, ιδιαίτερα τις περισσότερες φορές που υπήρχε αστοχία υλικού.
- Επίσης σε 10 περιστατικά (4%) ενεργοποιήθηκε ο συναγερμός, ο οποίος ειδοποίησε το προσωπικό για την διαρροή.
- Γενικά, τις περισσότερες φορές που έγινε διαρροή αμμωνίας λόγω αστοχίας υλικού, παρατηρήθηκε από εργαζόμενο της εγκατάστασης.

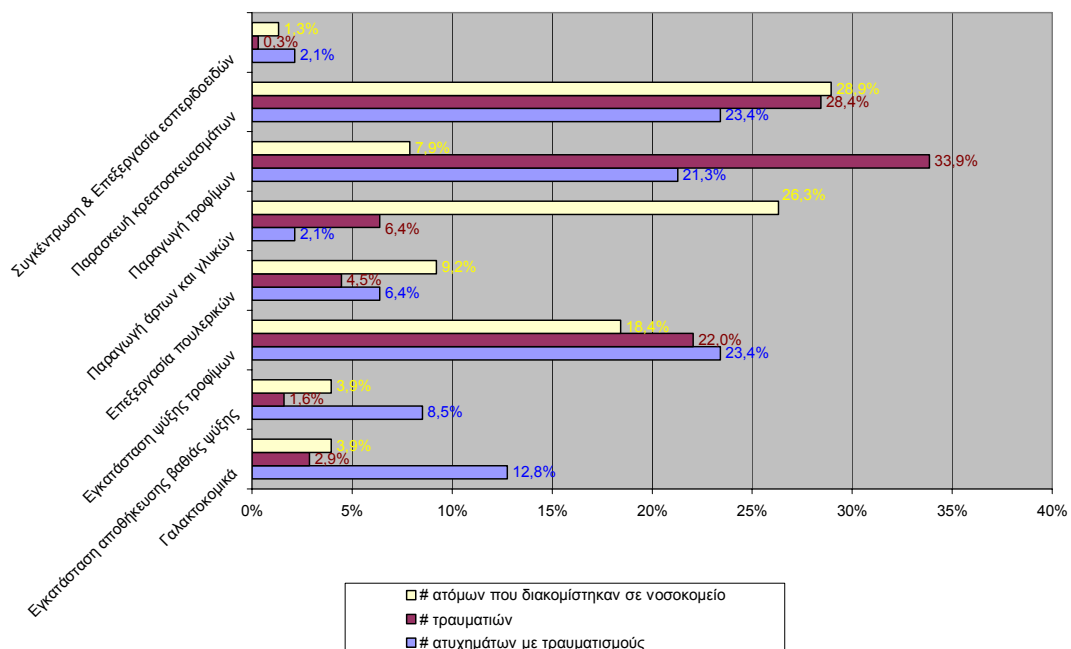
Τύπος Διαδικασίας & Ανθρώπινες Επιπτώσεις

Όσον αφορά τη σχέση του τύπου της διαδικασίας με τον αριθμό των τραυματιών (όπου αυτός είναι καθορισμένος), παρατηρούμε ότι τα περισσότερα ατυχήματα με τραυματίες έχουν συμβεί σε εγκαταστάσεις παραγωγής και ψύξης τροφίμων, καθώς και κατά την παρασκευή κρεατοσκευασμάτων.

Διαδικασία	# ατυχημάτων με τραυματισμούς	# τραυματιών	# ατόμων που διακομίστηκαν σε νοσοκομείο
Γαλακτοκομικά	6	9	3
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	4	5	3
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	11	69	14
Επεξεργασία πουλερικών	3	14	7
Παραγωγή άρτων και γλυκών	1	20	20
Παραγωγή τροφίμων	10	106	6
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	11	89	22
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ	47	313	76

Πίνακας 6.3.1i: Διαδικασία σε σχέση με τραυματισμούς και μεταφορά σε νοσοκομείο

Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό τραυματιών (34%) έχει καταγραφεί σε εγκαταστάσεις παραγωγής τροφίμων, ενώ η παρασκευή κρεατοσκευασμάτων συγκεντρώνει ποσοστό 29% για άτομα που διακομίστηκαν στο νοσοκομείο για προληπτικούς λόγους, ενώ ανάλογο ποσοστό έχει για τραυματίες που καταγράφηκαν. Τα μικρότερα ποσοστά συγκεντρώνουν η Συγκέντρωση & Επεξεργασία Εσπεριδοειδών.



Σχήμα 6.3.1θ: Τύπος διαδικασίας και ανθρώπινες επιπτώσεις

Γενικότερες Αιτίες & Ανθρώπινες Επιπτώσεις

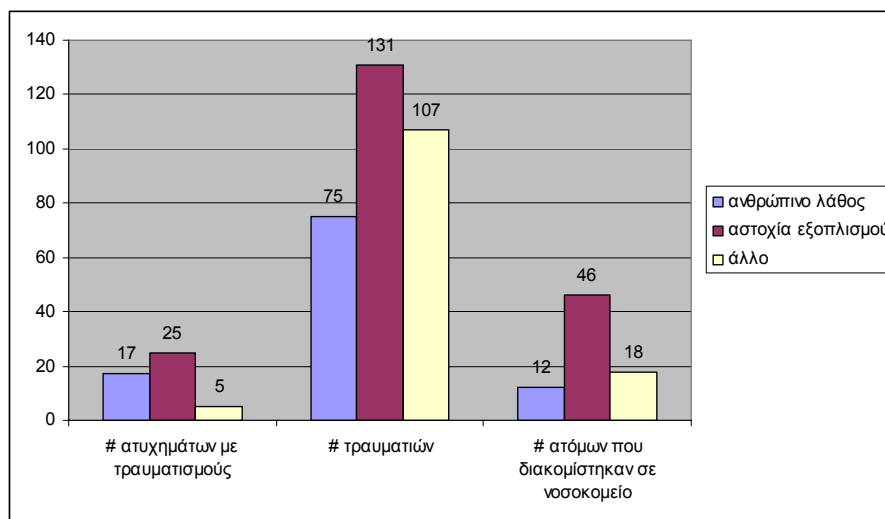
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι γενικότερες αιτίες των ατυχημάτων σε σχέση με τον αριθμό των τραυματισμών. Σαν γενικότερες αιτίες θεωρούμε τα παρακάτω

- αστοχία εξοπλισμού (μια συσκευή ή κομμάτι εξοπλισμού απέτυχε να λειτουργήσει ή δεν λειτούργησε όπως έπρεπε, πχ η επιφάνεια του δοχείο υπέστη διάβρωση ή ράγισε)
- ανθρώπινο λάθος (ένας χειριστής εκτέλεσε μια εργασία με ακατάλληλο τρόπο ή έκανε ένα λάθος που οδήγησε στο ατύχημα)
- άλλη (εργασίες συντήρησης, προσθήκη νέου εξοπλισμού, κτλ)

Γενικότερη αιτία	# ατυχημάτων με τραυματισμούς	# τραυματιών	# ατόμων που διακομίστηκαν σε νοσοκομείο
Ανθρώπινο λάθος	17	75	12
Αστοχία εξοπλισμού	25	131	46
Άλλη	5	107	18
ΣΥΝΟΛΟ	47	313	76

Πίνακας 6.3.1κ: Γενικότερες αιτίες ατυχημάτων, τραυματισμοί και μεταφορά σε νοσοκομείο

Παρατηρούμε ότι η αστοχία του εξοπλισμού οδήγησε στο 42% των τραυματισμών, καθώς και των περισσότερων ατόμων που διακομίστηκαν στο νοσοκομείο, τους φρόντισαν ιατρικά και έπειτα τους δόθηκε εξιτήριο. Μόλις το 24% των τραυματισμών οφειλόταν σε ανθρώπινο λάθος. Στην τρίτη κατηγορία υπάρχουν διάφορες άλλες αιτίες με μικρό αριθμό ατυχημάτων, στα οποία αναφέρθηκαν πολλοί τραυματισμοί.



Σχήμα 6.3.1ι: Ανθρώπινες επιπτώσεις σε σχέση με γενικότερες αιτίες

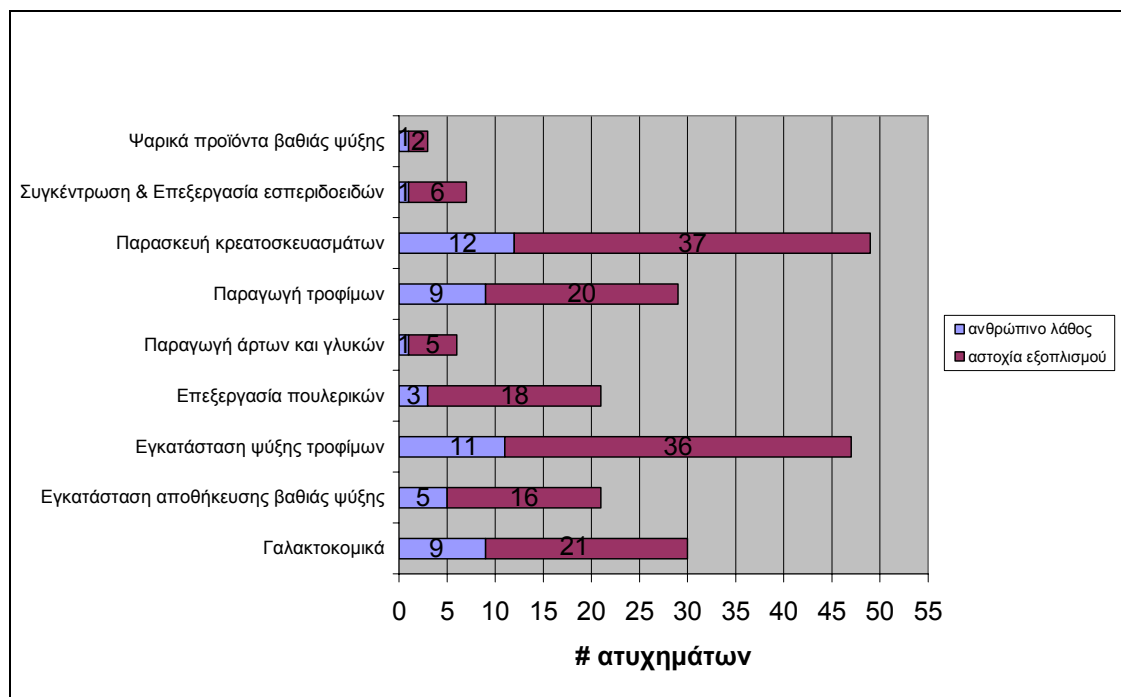
Τύπος Διαδικασίας & Γενικότερες Αιτίες

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ο τύπος της διαδικασίας σε σχέση με τις αντίστοιχες γενικότερες αιτίες του ατυχήματος

Διαδικασία \ Αιτία	Ανθρώπινο λάθος	Αστοχία εξοπλισμού	Άλλο	Σύνολο
Γαλακτοκομικά	9	21	6	36
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	5	16	6	27
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	11	36	7	54
Επεξεργασία πουλερικών	3	18	2	23
Παραγωγή άρτων και γλυκών	1	5	2	8
Παραγωγή τροφίμων	9	20	4	33
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	12	37	6	55
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	1	6	2	9
Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	1	2	0	3
ΣΥΝΟΛΟ	52	161	35	248

Πίνακας 6.3.1κα: Διαδικασία σε σχέση με γενικότερες αιτίες

Παρατηρούμε ότι οι περισσότερες αστοχίες εξοπλισμού, καθώς και ανθρώπινα λάθη, λαμβάνουν χώρα σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων και κατά την παρασκευή κρεατοσκευασμάτων. Ακολουθούν τα γαλακτοκομικά και η παραγωγή τροφίμων



Σχήμα 6.3.1κ: Τύπος διαδικασίας και γενικότερη αιτία

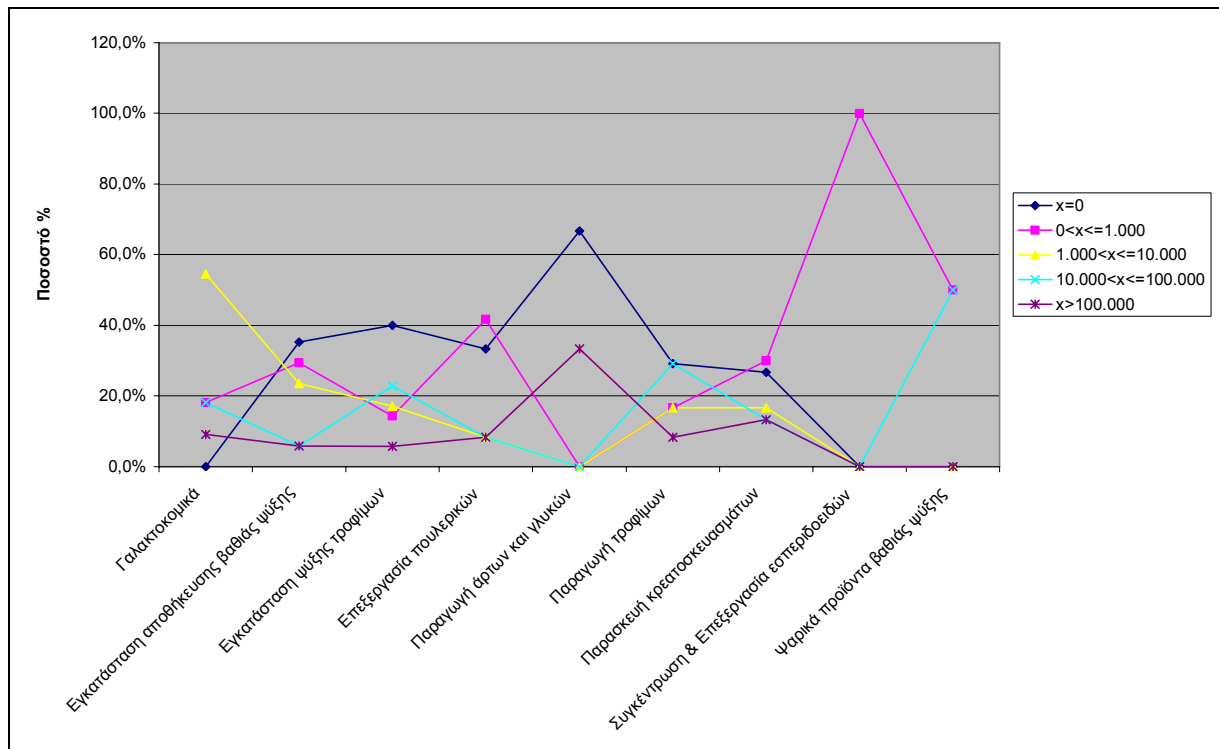
Τύπος διαδικασίας & οικονομικό κόστος

Όσον αφορά τον τύπο της διαδικασίας σε σχέση με το οικονομικό κόστος του ατυχήματος, εδώ συγκεντρώνονται και παρουσιάζονται όλες οι περιπτώσεις, εκτός από αυτές όπου το κόστος δεν έχει καταγραφεί και χαρακτηρίστηκαν «Αδιευκρίνιστο».

Οικονομικό κόστος Διαδικασία	$x=0$	$0<x\leq 1.000$	$1.000<x\leq 10.000$	$10.000<x\leq 100.000$	$x>100.000$	ΣΥΝΟΛΟ
Γαλακτοκομικά	0	2	6	2	1	11
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	6	5	4	1	1	17
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	14	5	6	8	2	35
Επεξεργασία πουλερικών	4	5	1	1	1	12
Παραγωγή άρτων και γλυκών	2	0	0	0	1	3
Παραγωγή τροφίμων	7	4	4	7	2	24
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	8	9	5	4	4	30
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	0	2	0	0	0	2
Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	0	1	0	1	0	2
ΣΥΝΟΛΟ	41	33	26	24	12	136

Πίνακας 6.3.1κβ: Διαδικασία σε σχέση με οικονομικό κόστος

Συνολικά, τα περισσότερα ατυχήματα με καταγεγραμμένο το οικονομικό κόστος έχουν συμβεί σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων σε ποσοστό 26% και ακολουθεί η παρασκευή κρεατοσκευασμάτων (22%). Στις γαλακτοβιομηχανίες, το οικονομικό κόστος (όπου έχει καταγραφεί) των περισσότερων από τα μισά ατυχήματα διαρροής αμμωνίας είναι μεταξύ των 1.000 και των 10.000\$. Στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης βαθιάς ψύξης ποσοστό περίπου το ένα τρίτο των ατυχημάτων είχαν μηδενικό κόστος (ποσοστό 35,3%), ενώ η συντριπτική πλειοψηφία τους είχε κόστος μικρότερο των 10.000\$.



Σχήμα 6.3.1κα: Ύψος οικονομικού κόστους ανά τύπο διαδικασίας

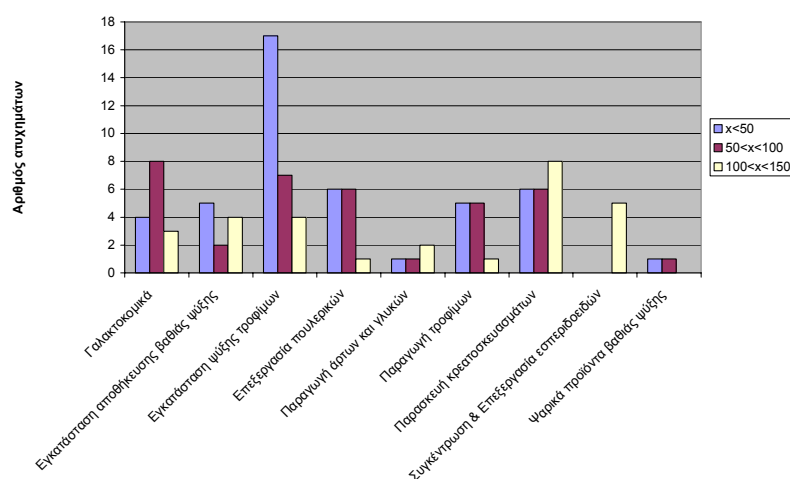
Αξιοπρόσεκτο είναι ότι 40% των ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων είχε μηδενικό κόστος. Η παραγωγή τροφίμων συγκεντρώνει τα μεγαλύτερα ποσοστά στις κατηγορίες του μηδενικού κόστους και μεταξύ 10 και 100 χιλιάδων δολαρίων. Στην παρασκευή κρεατοσκευασμάτων πάνω από μισά ατυχήματα διαρροής στα οποία καταγράφηκε κάποιο κόστος (ποσοστό 56,7%), έχουν κόστος μικρότερο από 1.000 δολάρια.

Τύπος Διαδικασίας & ποσότητα αμμωνίας

Όσον αφορά τη **σχέση του τύπου της διαδικασίας με την ποσότητα αμμωνίας που διέφυγε**, παρατηρούμε ότι:

- Στη κατηγορία των γαλακτοκομικών οι περισσότερες ποσότητες είναι μεταξύ 50 και 100 κιλών και μεταξύ 500 και 1000 κιλών (8 περιπτώσεις σε κάθε κατηγορία, ποσοστό 44% επί των συνολικών ατυχημάτων στη κατηγορία αυτή)
- Οι περισσότερες ποσότητες που διέρρευσαν σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης βαθιάς ψύξης ήταν μικρότερες των 250 κιλών (σε ποσοστό 70%)
- Στις εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων το 44% της αμμωνίας που διέρρευσε ήταν μικρότερο από 100 κιλά, ενώ υπάρχει και ένα μικρότερο ποσοστό της τάξης του 13% για ποσότητες αμμωνίας μεταξύ 1000 και 2000 κιλών.
- Στην επεξεργασία πουλερικών, σε πάνω από το 50% των περιπτώσεων η αμμωνία που διέρρευσε ήταν λιγότερη από 100 κιλά.
- Στην παραγωγή τροφίμων, το 30% της αμμωνίας που διέρρευσε αποτελεί πολύ μικρή ποσότητα (μικρότερη από 100 κιλά)
- Το 36% της παρασκευής κρεατοσκευασμάτων χαρακτηρίζεται από διαρροή μικρότερη των 150 κιλών αμμωνίας, ενώ υπάρχουν και 7 περιπτώσεις που καταγράφηκε διαρροή ποσότητας αμμωνίας μεγαλύτερη των 2000 κιλών.

Ο σχετικός πίνακας επισυνάπτεται στο Παράρτημα Δ, ακολουθεί ένα διάγραμμα για ποσότητες αμμωνίας έως 150 κιλά



Σχήμα 6.3.1κβ: Αριθμός ατυχημάτων ανάλογα με ποσότητα x αμμωνίας που διέρρευσε για κάθε διαδικασία

Ποσότητα αμμωνίας & αντίστοιχο οικονομικό κόστος

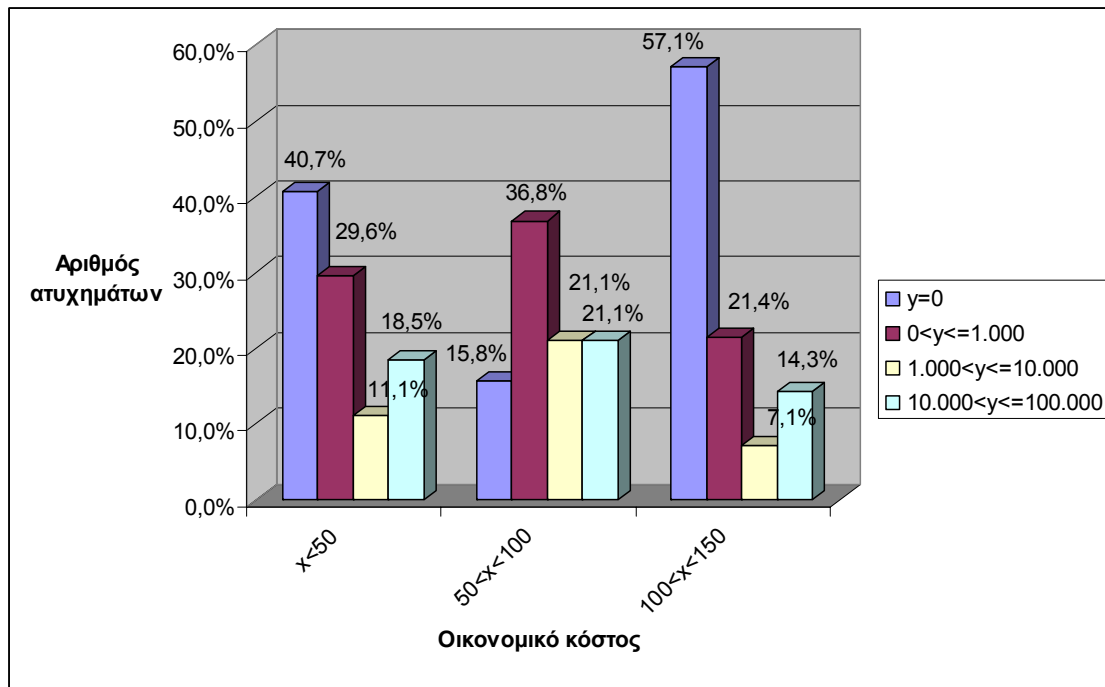
Η ποσότητα της αμμωνίας που διέρρευσε σε σχέση με το αντίστοιχο οικονομικό κόστος που είχε το ατύχημα, δίνει κάποια ενδιαφέροντα συμπεράσματα, όπως:

Οικονομικό Κόστος y						
Ποσότητα x NH_3 (kgr)	$y=0$	$0 < y \leq 1.000$	$1.000 < y \leq 10.000$	$10.000 < y \leq 100.000$	$y > 100.000$	ΣΥΝΟΛΟ
$x < 50$	11	8	3	5	0	27
$50 < x < 100$	3	7	4	4	1	19
$100 < x < 150$	8	3	1	2	0	14
$150 < x < 200$	1	3	1	0	2	7
$200 < x < 250$	4	4	1	3	1	13
$250 < x < 300$	0	1	2	1	0	4
$300 < x < 350$	0	5	2	1	0	8
$350 < x < 400$	1	0	1	0	1	3
$400 < x < 450$	2	0	1	1	0	4
$450 < x < 500$	2	0	0	1	0	3
$500 < x < 1000$	2	2	6	2	0	12
$1000 < x < 2000$	4	0	3	3	1	11
$x > 2000$	3	0	1	1	6	11
ΣΥΝΟΛΟ	41	33	26	24	12	136

Πίνακας 6.3.1κγ: Ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε και αντίστοιχο οικονομικό κόστος

Από το 55% των ατυχημάτων για τα οποία ήταν καταγεγραμμένο το οικονομικό κόστος, γνωρίζουμε για το 60% (27/45) των ατυχημάτων με ποσότητες μικρότερες των 50 κιλών το ακριβές τους κόστος. Για ποσότητες μικρότερες των 500 κιλών, το οικονομικό κόστος είναι μικρότερο από 1.000 δολάρια στις περισσότερες των περιπτώσεων, ενώ οι περιπτώσεις με κόστος μεγαλύτερο των 100.000 δολαρίων για ποσότητες μικρότερες των 500 κιλών είναι μεμονωμένες και δεν αποτελούν χαρακτηριστικό του δείγματος. Για ποσότητες μικρότερες των 150 κιλών το 67% των περιστατικών έχει οικονομικό κόστος μικρότερο από 1.000 δολάρια.

Ακολουθεί ένα διάγραμμα για ατυχήματα με μικρές ποσότητες αμμωνίας:



Σχήμα 6.3.1κγ: Ατυχήματα διαρροής με μικρές ποσότητες (x) αμμωνίας και οικονομικό κόστος (y) μικρότερο των 100.000 δολαρίων

Για μικρές ποσότητες αμμωνίας που διέρρευσαν (μικρότερες των 50 κιλών), το οικονομικό κόστος (όπου καταγράφηκε) για το 40% των ατυχημάτων ήταν μηδενικό. Το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων με κόστος μικρότερο από 1.000 δολάρια καταγράφηκε για ποσότητες μεταξύ 50 και 100 κιλών. Στην κατηγορία αυτή, έχουν καταγραφεί τα μεγαλύτερα κόστη σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες ποσοτήτων

Ποσότητα αμμωνίας & λειτουργία εγκατάστασης

Όσον αφορά την ποσότητα της αμμωνίας που διέρρευσε σε σχέση με την λειτουργία της εγκατάστασης εκείνη τη στιγμή, παρατηρούμε ότι:

- Το 40% της αμμωνίας που διέρρευσε κατά τη διάρκεια εργασιών ρουτίνας ήταν μικρότερο από 150 κιλά
- Το 33% των περιπτώσεων διαρροής κατά την κανονική εκκίνηση της εγκατάστασης κυμαινόταν από 100 έως 150 κιλά
- Ανάλογο ποσοστό ισχύει κατά το κλείσιμο της εγκατάστασης, αφού έχουν αποπερατωθεί όλες οι εργασίες, όπου το ένα τρίτο (33%) των ατυχημάτων διαρροής αφορούσε ποσότητες από 500 έως 1000 κιλά.
- Μοιρασμένη είναι η κατάσταση όταν η εγκατάσταση είναι κλειστή, αφού οι ποσότητες αμμωνίας που διέρρευσαν συγκεντρώνουν ποσοστό 21% για καθεμία από τις παρακάτω κατηγορίες: μικρότερη από 50 κιλά, 50 έως 100 κιλά, 100 έως 150 κιλά,

Ο σχετικός πίνακας επισυνάπτεται στο Παράρτημα Δ

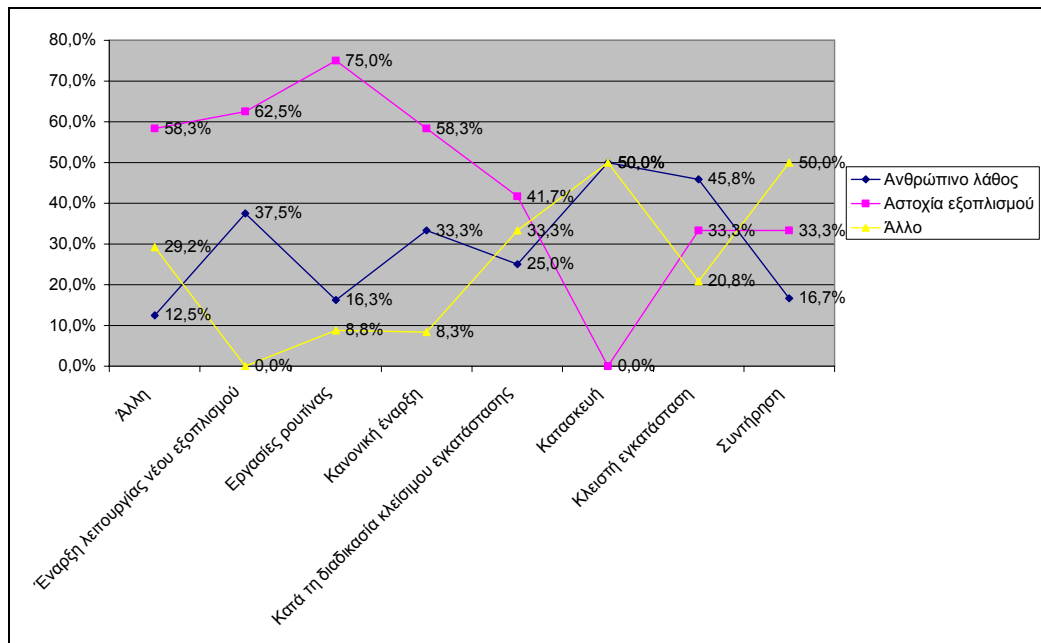
Γενικότερη αιτία & λειτουργία εγκατάστασης

Όσον αφορά την γενικότερη αιτία του ατυχήματος σε σχέση με την λειτουργία της εγκατάστασης εκείνη τη στιγμή, τα δεδομένα συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Λειτουργία \ Αιτία	Ανθρώπινο λάθος	Αστοχία εξοπλισμού	Άλλο	Σύνολο
Άλλη	3	14	7	24
Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	3	5	0	8
Εργασίες ρουτίνας	26	120	14	160
Κανονική εκκίνηση	4	7	1	12
Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	3	5	4	12
Κατασκευή	1	0	1	2
Κλειστή εγκατάσταση	11	8	5	24
Συντήρηση	1	2	3	6
ΣΥΝΟΛΟ	52	161	35	248

Πίνακας 6.3.1κδ: Λειτουργία εγκατάστασης και γενικότερη αιτία ατυχήματος

Παρατηρούμε ότι η συνηθέστερη αιτία ατυχήματος αμμωνίας κατά τη διάρκεια εργασιών ρουτίνας είναι η αστοχία του εξοπλισμού και δεν υπεισέρχεται τόσο συχνά το ανθρώπινο λάθος, σε καθημερινές διαδικασίες που τις γνωρίζει ο εργαζόμενος. Όταν όμως είναι κλειστή η εγκατάσταση, στις περισσότερες των περιπτώσεων για εργασίες συντήρησης, το ανθρώπινο λάθος συγκεντρώνει περισσότερες πιθανότητες να συμβάλει στη διαρροή αμμωνίας.



Σχήμα 6.3.1κγ: Γενικότερη αιτία σε σχέση με λειτουργία

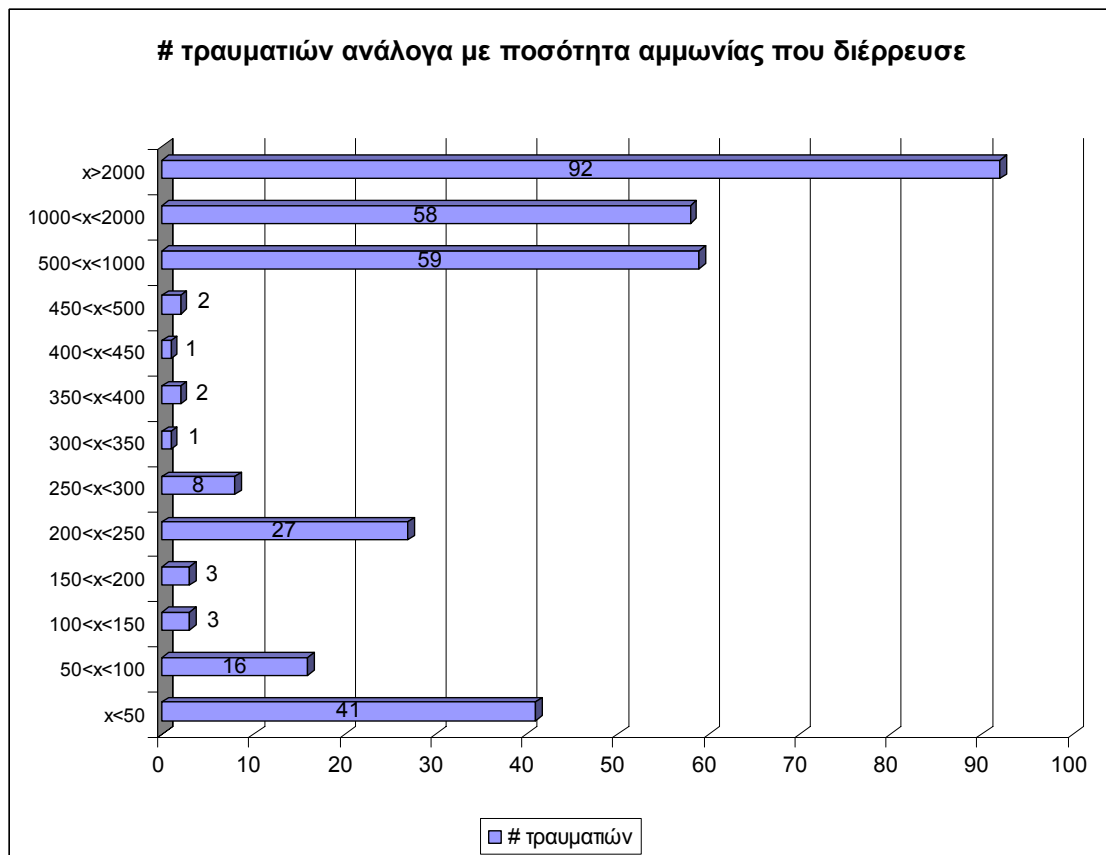
Ανθρώπινες Επιπτώσεις & Ποσότητα Αμμωνίας που διέρρευσε

Στη συνέχεια, θα προσπαθήσουμε να συσχετίσουμε των αριθμό των τραυματισμών που καταγράφηκαν με την αντίστοιχη ποσότητας αμμωνίας που διέρρευσε. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ποσότητα x NH ₃ (kgr)	# ατυχημάτων με τραυματισμούς	# τραυματιών	# ατόμων που διακομίστηκαν σε νοσοκομείο
x<50	7	41	6
50<x<100	3	16	5
100<x<150	3	3	2
150<x<200	2	3	2
200<x<250	8	27	10
250<x<300	2	8	3
300<x<350	1	1	1
350<x<400	2	2	0
400<x<450	1	1	1
450<x<500	1	2	0
500<x<1000	4	59	1
1000<x<2000	7	58	30
x>2000	6	92	15
ΣΥΝΟΛΟ	47	313	76

Πίνακας 6.3.1κε: Ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε, αντίστοιχοι τραυματισμοί και μεταφορές στο νοσοκομείο

Είναι αξιοπρόσεκτο ότι για ποσότητες μικρότερες των 50 κιλών έχει καταγραφεί μεγάλος αριθμός τραυματιών. Όταν οι ποσότητες υπερβαίνουν τα 500 κιλά, αυξάνεται αρκετά ο αριθμός των τραυματιών, παρόλο που ο αριθμός των ατυχημάτων δεν είναι μεγάλος.



Σχήμα 6.3.1κδ: Ανθρώπινες επιπτώσεις ανάλογα με ποσότητα αμμωνίας που διέρρευσε

Ο δείκτης (Αριθμός τραυματιών) / (Αριθμός ατυχημάτων με τραυματισμούς) δείχνει την σημαντικότητα κάθε κατηγορίας ποσότητας αμμωνίας που διέρρευσε. Όσο πιο υψηλός είναι, τόσο πιο μεγάλες ανθρώπινες επιπτώσεις υπήρχαν σε σχέση με τον αριθμό ατυχημάτων που συνέβησαν από την διαρροή της αντίστοιχης ποσότητας αμμωνίας ή μικρές ποσότητες αμμωνίας διέρρευσαν. Την υψηλότερη τιμή την παίρνει για ποσότητες μεγαλύτερες των 2000 κιλών όπως είναι φυσιολογικό, ενώ αξιοπρόσεκτες είναι οι τιμές του δείκτη για ποσότητες μικρότερες των 100 κιλών

6.4 Η περίπτωση της Νέας Υόρκης

Η Επίβλεψη Γεγονότων Έκτακτης Ανάγκης Επικίνδυνων Ουσιών (Hazardous Substances Emergency Events Surveillance - **HSEES**) είναι ένα σχέδιο δράσης σε επίπεδο Πολιτειών στις Η.Π.Α., με στόχο την συλλογή δεδομένων για διαρροές επικίνδυνων ουσιών, χωρίς να περιλαμβάνονται αυτές του πετρελαίου. Περιλαμβάνει 16 Πολιτείες και ιδρύθηκε από την Υπηρεσία για Τοξικές Ουσίες και Καταγραφή Ασθενειών (Agency for Toxic Substances and Disease Registry - **ATSDR**).

Ο στόχος είναι η μείωση τραυματισμών και θανάτων από επικίνδυνες ουσίες σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, αναγνωρίζοντας τους παράγοντες κινδύνου και παρέχοντας πληροφορίες σε υπαλλήλους ασφαλείας και ομάδες ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες. Τα μέτρα για την μείωση τραυματισμών και θανάτων μπορεί να περιλαμβάνουν την εκπαίδευση των εργαζομένων, την βελτιωμένη χρήση του εξοπλισμού προστασίας, βελτιώσεις στη συντήρηση του εξοπλισμού και ίσως αλλαγές στις διαδικασίες επεξεργασίας.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η περιγραφή των χαρακτηριστικών επικίνδυνων ουσιών που προκαλούν περιστατικά εκτάκτου ανάγκης, η αναγνώριση των παραγόντων κινδύνου και η ανάπτυξη στρατηγικών για την μείωση μελλοντικών τραυματισμών και θανάτων (HSEES, 2000 - www.health.state.ny.us/nysdoh/envIRON/hsees/hsees.htm).

Οι περιορισμοί στα δεδομένα της HSEES αφορούν περιπτώσεις όπου δεν καταγράφονται όλες οι διαρροές, αλλά και οι αναλύσεις των ατυχημάτων περιορίζονται σε συγκεκριμένες πληροφορίες κατά τη συλλογή δεδομένων.

Εδώ παρουσιάζονται δεδομένα για διαρροές αμμωνίας στην Πολιτεία της Νέας Υόρκης για την περίοδο 01-01-1993 έως 31-12-1998. Τα γεγονότα που καταγράφηκαν αφορούν μη ελεγχόμενες ή παράνομες ή απειλητικές διαρροές επικίνδυνων ουσιών που πρέπει να απομακρυνθούν, καθαριστούν ή ουδετεροποιηθούν σύμφωνα με τον τοπικό, ομοσπονδιακό ή κρατικό νόμο.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα από τα ατυχήματα που αναλύθηκαν:

Μια βαλβίδα εκτόνωσης σε μια μονάδα ψύξης ενός εργοστασίου εμφιάλωσης λειτούργησε λανθασμένα όταν είχε ανοιχτεί με αποτέλεσμα την διαρροή 200 γαλονιών αμμωνίας. Οι εργαζόμενοι που εκτέθηκαν στην αμμωνία απομακρύνθηκαν άμεσα. Έντεκα (11) εργαζόμενοι τραυματίστηκαν, συμπεριλαμβανομένου τον ερεθισμό ματιών και αναπνοής, πονοκεφάλους, ένιωθαν σφίξιμο στο στήθος, είχαν πονόλαιμο και ζαλάδες. Εννέα (9) εργαζόμενοι δέχτηκαν τις πρώτες βοήθειες στον τόπο του ατυχήματος και δύο (2) μεταφέρθηκαν για περίθαλψη στο νοσοκομείο. Είκοσι πέντε (25)

άτομα εκκενώθηκαν για περίπου τέσσερις (4) ώρες από άλλες εγκαταστάσεις που βρίσκονταν προς τον πνέοντα άνεμο λόγω των αερίων αμμωνίας.

Έχουν καταγραφεί συνολικά 105 πραγματικές διαρροές αμμωνίας και 2 απειλητικές διαρροές. Οι τελευταίες αφορούν περιπτώσεις που οδηγούν σε ενέργειες για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, όπως κλείσιμο δρόμων, εκκένωση περιοχών κτλ. Συνοπτικά παρουσιάζονται τα δεδομένα στον παρακάτω πίνακα

Αριθμός διαρροών αμμωνίας	107
Κατά την μεταφορά	Σε δρόμο – 5 Σε τρένο – 1
Ποσότητες που διέρρευσαν	1-850 γαλόνια 1-4.000 λίβρες
Αριθμός περιστατικών με τραυματισμό	21 (19%)
Αριθμός τραυματισμών και θανάτων	61
Εργαζόμενοι	27
Άτομα από ομάδες ανταπόκρισης	9
Πολίτες	25
Ο μέγιστος αριθμός ατόμων που τραυματίστηκε σε ένα περιστατικό	13
Αριθμός διαρροών με επέμβαση από ομάδες αντιμετώπισης κινδύνων	49 (46%)
Αριθμός περιστατικών που περιλαμβάνουν εκκένωση	42 (39%)
Αριθμός ατόμων που εκκενώθηκαν	>1.889
Μέγιστος αριθμός ατόμων που εκκενώθηκαν σε ένα περιστατικό	500
Διάρκεια εκκένωσης (ανθρωποώρες)	>8.452

Πίνακας 6.4α: Σύνοψη ατυχημάτων διαρροής αμμωνίας

1γαλόνι =3,8 λίτρα

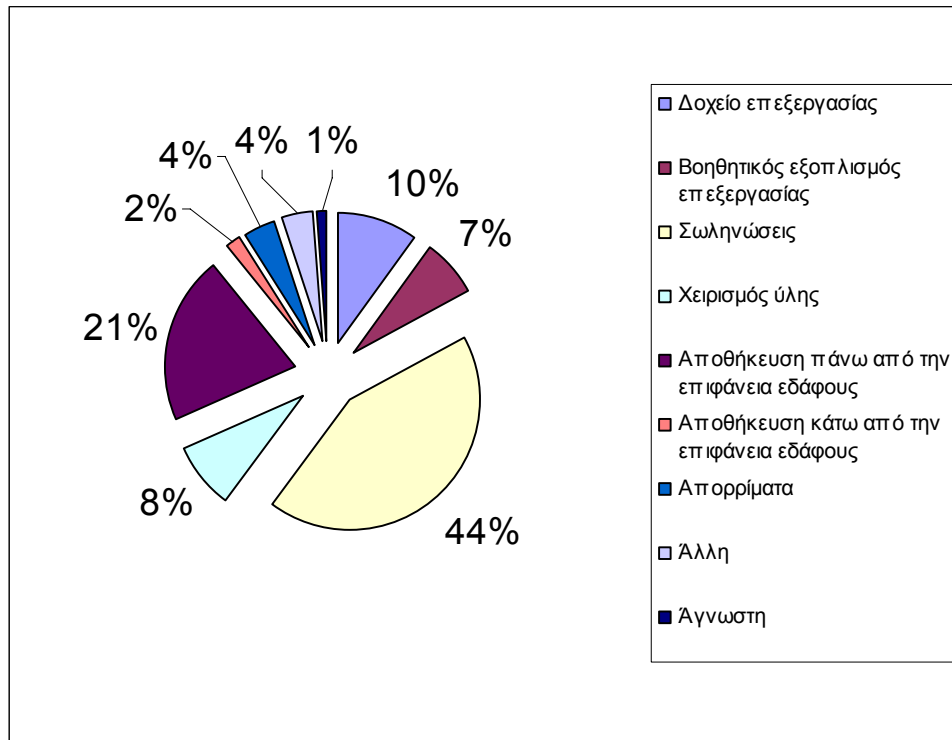
1 λίβρα=0,5 κιλά

Ο μέσος όρος διαρροών σε γαλόνια ήταν 128. Όσον αφορά τα άτομα που εκκενώθηκαν, δεν υπήρχαν δεδομένα σε κάποιες περιπτώσεις. Οι ανθρωποώρες προκύπτουν πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των ατόμων που εκκενώθηκαν με τον χρόνο της εκκένωσης κάθε περιστατικού, και αθροίζοντας όλες τις περιπτώσεις στο τέλος. Ο αριθμός των ατόμων και χρόνος εκκένωσης ήταν ο ελάχιστος που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του περιστατικού.

21 περιστατικά οδήγησαν στον τραυματισμό 61 ατόμων, ένας από τους οποίους πέθανε. Συγκεκριμένα, το άτομο αυτό ήταν χειριστής κλαρκ στον δεύτερο όροφο μιας εγκατάστασης παραγωγής βαθιάς ψύξης. Το κλαρκ έσπασε το ξύλινο πάτωμα και

διέρρηξε τους σωλήνες αμμωνίας του πρώτου ορόφου. Ο παγιδευμένος χειριστής πέθανε από την εισπνοή αμμωνίας.

Στα 101 περιστατικά αμμωνίας (δεν περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις διαρροής κατά την μεταφορά), υπήρχαν 13 όπου αναφέρθηκαν δύο τοποθεσίες διαρροής.

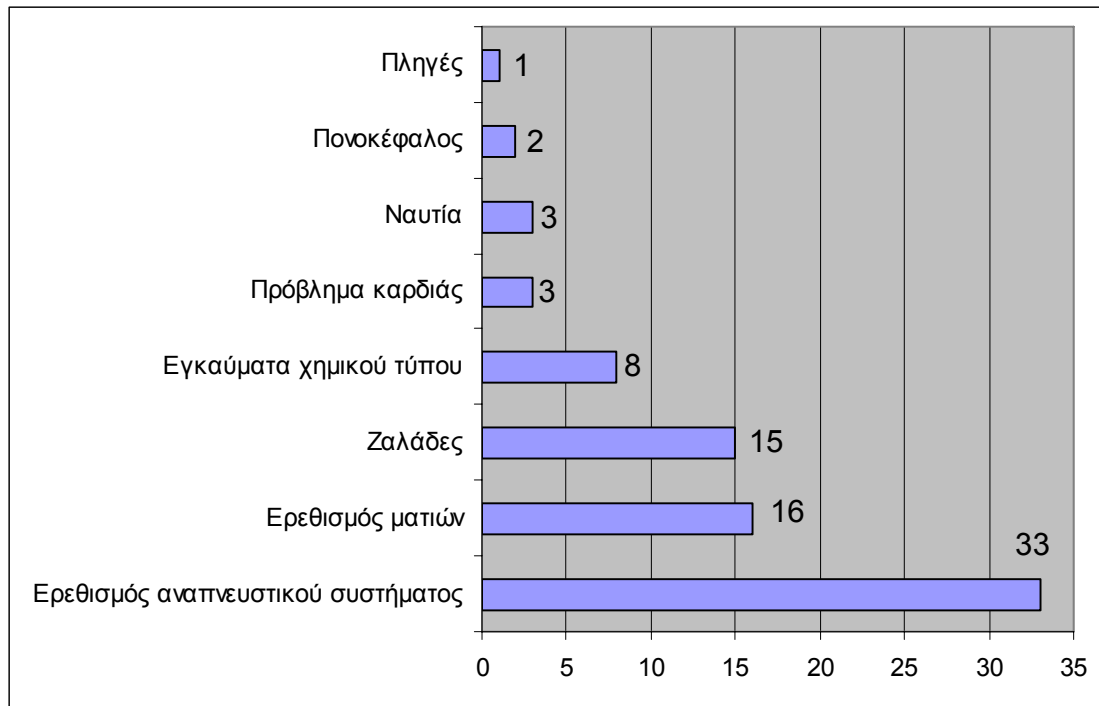


Σχήμα 6.4α: Τοποθεσία των 101 ατυχημάτων αμμωνίας στις εγκαταστάσεις

Οι πιο συχνές περιπτώσεις αφορούσαν σωληνώσεις (44%), αποθήκευση πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (21%) και βλάβη στο δοχείο επεξεργασίας (10%)

Η άλλη τοποθεσία του περιστατικού, περιλαμβάνει περιπτώσεις όπως στον χώρο ενός ξενοδοχείου και στον χώρο κατασκευών.

Στο παρακάτω διάγραμμα περιγράφονται οι τύποι των τραυματισμών για τα 21 περιστατικά που αναφέρθηκαν 21 τραυματισμοί. Οι συνολικοί τραυματισμοί είναι περισσότεροι από τον αριθμό αυτών που τραυματίστηκαν, καθώς σε κάποιες περιπτώσεις αναφέρθηκαν περισσότεροι από ένας τραυματισμοί. Το μεγαλύτερο ποσοστό συγκεντρώνουν ο ερεθισμός του αναπνευστικού (54%), ο ερεθισμός των ματιών (26%) και οι ζηαλάδες και οι επιδράσεις στο νευρικό σύστημα (24%). Τα αναπνευστικά προβλήματα ήταν το πιο κοινό σύμπτωμα για τους εργαζόμενους (52%) και τους πολίτες (68%), ενώ η κυριότερη συνέπεια για τις άτομα ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες ήταν τα εγκαύματα χημικού τύπου (78%).



Σχήμα 6.4β: Τραυματισμοί σύμφωνα με τα περιστατικά που αναφέρθηκαν

Όσον αφορά την ιατρική φροντίδα που δόθηκε στους τραυματίες, το 46% των τραυματιών μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο, παρασχέθηκαν οι πρώτες βοήθειες και δόθηκε εξιτήριο, ενώ στο 36% των περιπτώσεων δόθηκαν οι πρώτες βοήθειες στο χώρο του ατυχήματος. Πέντε (5) άτομα έφυγαν από το νοσοκομείο έπειτα από ιατρική παρακολούθηση και τέσσερις (4) κρίθηκε ότι χρειάστηκε να εισαχθούν για περαιτέρω φροντίδα. Στο παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικά οι πληροφορίες

Τραυματίες	Εργαζόμενοι	Πολίτες	Άτομα άμεσης ανταπόκρισης	Σύνολο
Ιατρική φροντίδα				
Πρώτες βοήθειες στον χώρο του ατυχήματος	9	12	1	22
Ιατρική παρακολούθηση	2	0	3	5
Ιατρική φροντίδα και δόθηκε εξιτήριο	13	11	4	28
Εισαγωγή στο νοσοκομείο	1	2	1	4
Παρακολούθηση από γιατρό	1	0	0	1
Θάνατοι	1	0	0	1
Σύνολο	27	25	9	61

Πίνακας 6.4β: Ιατρική φροντίδα σε άτομα που τραυματίστηκαν σε ατυχήματα διαρροής αμμωνίας

Από τα δεδομένα σχετικά με τον προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων αμμωνίας, προκύπτει ότι η πλειονότητα των ατόμων που τραυματίστηκαν (64%) δεν έφερε κάποια προστασία. Οι περισσότεροι από αυτούς ήταν πολίτες, οι δεκατρείς (13) εργαζόμενοι και ένας ήταν από τα άτομα άμεσης ανταπόκρισης σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Από τις ομάδες ανταπόκρισης σε κινδύνους, αναφέρθηκαν τραυματισμοί για μέλη τους που είχαν εξοπλισμό προστασίας, και συγκεκριμένα στολές επιπέδου Β (4 άτομα) και εξοπλισμό πυροσβέστη (8 άτομα). Σε μια περίπτωση, ένας πυροσβέστης έπαθε εγκαύματα από αμμωνία που παγιδεύτηκε μέσα στην στολή του, ενώ σε μια άλλη, τρεις (3) πυροσβέστες έπαθαν εγκαύματα στην περιοχή γύρω από στόμα, στα αυτιά και στους λοβούς των αυτιών. Αυτοί οι τραυματισμοί δείχνουν την ανάγκη για βελτιωμένη και αρτιότερη εκπαίδευση και ενημέρωση των εργαζόμενων και των ατόμων ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες, καθώς και την σημασία του κατάλληλου εξοπλισμού προστασίας.

Τραυματίες Προσωπικός εξοπλισμός προστασίας	Εργαζόμενοι		Άτομα άμεσης ανταπόκρισης	Συνολικά
	Εργαζόμενοι	Πολίτες		
Κανένας	13	25	1	39
Γάντια	3	0	0	3
Προστασία ματιών	2	0	0	2
Κράνος	1	0	0	1
Παπούτσια με ασάλι	2	0	0	2
Εξοπλισμός πυροσβέστη	0	0	8	8
Στολή τύπου Β	0	0	4	4
Άγνωστο	10	0	0	10
Σύνολο	31	25	13	69

Πίνακας 6.4γ: Προσωπικός εξοπλισμός προστασίας που έφεραν οι τραυματίες

Ο εξοπλισμός πυροσβέστη περιλαμβάνει ειδικό σακάκι, μπότες, γάντια και κράνος με προστατευτικό κάλυμμα προσώπου, καθώς και αναπνευστικές συσκευές όπου χρειάζεται. Η προστασία τύπου Β περιλαμβάνει στολή που δεν πρέπει να είναι απαραίτητα στεγανή από ατμούς, καθώς και αναπνευστικό εξοπλισμό. Ο αριθμός των εξοπλισμών προστασίας που καταγράφηκε υπερβαίνει των αριθμό των τραυματιών, διότι κάποια άτομα έφεραν πολλαπλό εξοπλισμό προστασίας.

Τέλος, από τους 27 εργαζόμενους που τραυματίστηκαν, σχεδόν οι μισοί δεν είχαν κάποιο εξοπλισμό προστασίας και οι υπόλοιποι είχαν γάντια ή ειδικά παπούτσια και όχι αναπνευστικές συσκευές.

Όσον αφορά τις αιτίες διαρροής αμμωνίας σε σχέση με τους αντίστοιχους τραυματισμούς, παρατηρείται ότι οι πιο συνηθισμένες ήταν η αστοχία του εξοπλισμού σε ποσοστό 58% και ανθρώπινο λάθος του χειριστή (14%). Δέκα (10) περιστατικά που είχαν ως αιτία την αστοχία του εξοπλισμού είχαν ως αποτέλεσμα το 92% των τραυματισμών. Τα οχτώ (8) περιστατικά με άλλη αιτία (φωτιά, κατάρρευση της εγκατάστασης) είχαν ως αποτέλεσμα τον τραυματισμό έντεκα (11) ατόμων

Αιτία	# περιστατικών	# περιστατικών με τραυματισμούς	# τραυματιών
Αστοχία εξοπλισμού	62	10	38
Ανθρώπινο λάθος	15	4	4
Ακατάλληλη ανάμειξη	4	2	4
Ακατάλληλη εισαγωγή ψυκτικού	2	0	0
Εκτός ανθρώπινου ελέγχου	1	0	0
Διακοπή τροφοδοσίας ρεύματος	1	0	0
Απορρίματα	3	0	0
Εσκεμμένη ενέργεια	1	0	0
Μεταφορά	6	1	1
Άλλη	8	3	11
Άγνωστη	4	1	3
Σύνολο	107	21	61

Πίνακας 6.4δ: Αιτίες διαρροής αμμωνίας και αντίστοιχοι τραυματισμοί

Εσκεμμένες ενέργειες θεωρούνται οι παράνομες δραστηριότητες, όπως η κλοπή, ο βανδαλισμός ή η επίθεση.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αιτίες διαρροής αμμωνίας σε σχέση με αντίστοιχες εκκενώσεις. Η αστοχία του εξοπλισμού οδήγησε σε περισσότερες από τις μισές εκκενώσεις, με περισσότερα από 1.210 άτομα να αναγκάζονται να εγκαταλείψουν την εγκατάσταση και τον γύρω χώρο. Τα ανθρώπινα λάθη οδήγησαν σε 17% των εκκενώσεων και επηρέασαν περισσότερα από 250 άτομα.

Αιτία	# περιστατικών	# περιστατικών με εκκένωση	# ατόμων που εκκένωσαν	Χρόνος εκκένωσης
Αστοχία εξοπλισμού	62	22	>1.210	>5.221
Ανθρώπινο λάθος	15	7	>250	>316
Ακατάλληλη ανάμειξη	4	2	40	50
Ακατάλληλη εισαγωγή ψυκτικού	2	0	0	0
Εκτός ανθρώπινου ελέγχου	1	0	0	0
Διακοπή τροφοδοσίας ρεύματος	1	0	0	0
Απορρίματα	3	1	3	3
Εσκεμμένη ενέργεια	1	0	0	0
Μεταφορά	6	2	>15	>300
Άλλη	8	4	246	2.040
Άγνωστη	4	4	125	522
Σύνολο	107	42	>1.889	>8.452

Πίνακας 6.4ε: Αιτίες διαρροής με αντίστοιχες εκκενώσεις

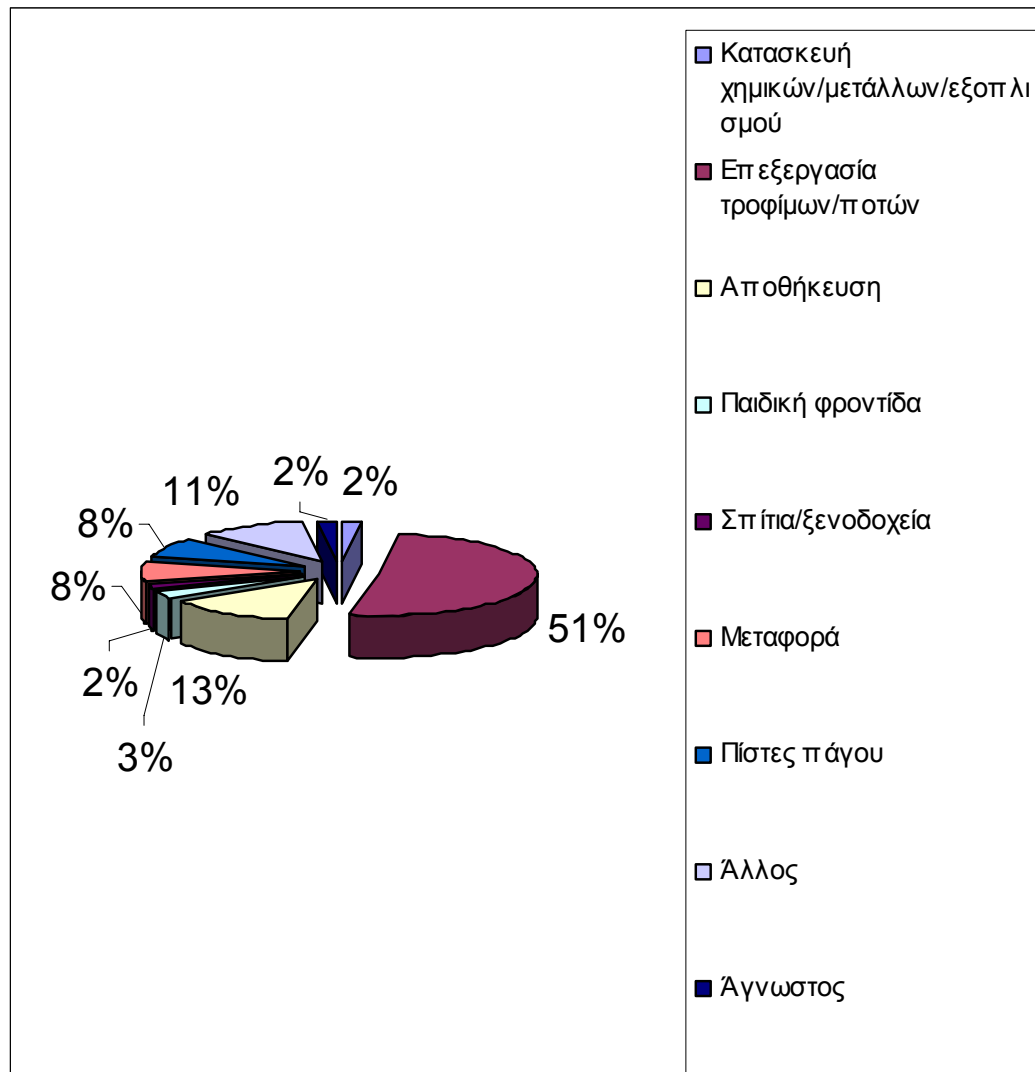
Ο χρόνος εκκένωσης είναι ο αριθμός των ατόμων πολλαπλασιασμένος με τις ώρες που διήρκεσε η εκκένωση.

Η ανάλυση για τον αριθμό των τραυματιών ανάλογα με τον τύπο εγκατάστασης, δείχνει ότι οι περισσότεροι (51%) τραυματίστηκαν σε εγκαταστάσεις τροφίμων και ποτών. Ανάλογος αριθμός διαρροών αμμωνίας παρατηρείται στις εγκαταστάσεις κατασκευής χημικών / μετάλλων / εξοπλισμού, αλλά οι τραυματισμοί που καταγράφηκαν ήταν πολύ λιγότεροι.

Τύπος βιομηχανίας	# περιστατικών	# περιστατικών με τραυματισμούς	# τραυματιών
Κατασκευή χημικών/μετάλλων/εξοπλισμού	29	1	1
Επεξεργασία τροφίμων/ποτών	31	7	31
Αποθήκευση	9	2	8
Εγκαταστάσεις λιανικής πώλησης	3	0	0
Παιδική φροντίδα	3	1	2
Σπίτια/ξενοδοχεία	4	1	1
Μεταφορά	2	1	5
Πίστες πάγου	5	3	5
Άλλος	14	4	7
Άγνωστος	7	1	1
Σύνολο	107	21	61

Πίνακας 6.4στ: Τραυματισμοί από διαρροές αμμωνίες σε διάφορες εγκαταστάσεις

Στους άλλους τύπους εγκαταστάσεων περιλαμβάνονται βιομηχανίες χαρτιού, υγειονομικές υπηρεσίες, αγροτικές βιομηχανίες κτλ



Σχήμα 6.4γ: Τραυματίες σε σχέση με τύπο εγκατάστασης

Η εξέταση των αιτιών διαρροής αμμωνίας ανά τύπο βιομηχανίας, φανερώνει ότι η αστοχία του εξοπλισμού ήταν η κύρια αιτία τόσο για τις κατασκευές (69%), όσο και για τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών (84%). Ιδιαίτερα όσον αφορά την αστοχία εξοπλισμού, ένας σημαντικός αριθμός διαρροών αφορά τις σωληνώσεις, σε 12 περιστατικά στις κατασκευές και σε 17 στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Πολύ λιγότερες διαρροές λόγω ανθρώπινου λάθους αναφέρθηκαν: στις κατασκευές το 14% και στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών το 10%.

Η ανάλυση των αιτιών ανά βιομηχανία για τα 21 περιστατικά όπου αναφέρθηκαν τραυματισμοί, δείχνει ότι η κύρια αιτία διαρροής αμμωνίας για τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών ήταν η αστοχία του εξοπλισμού.

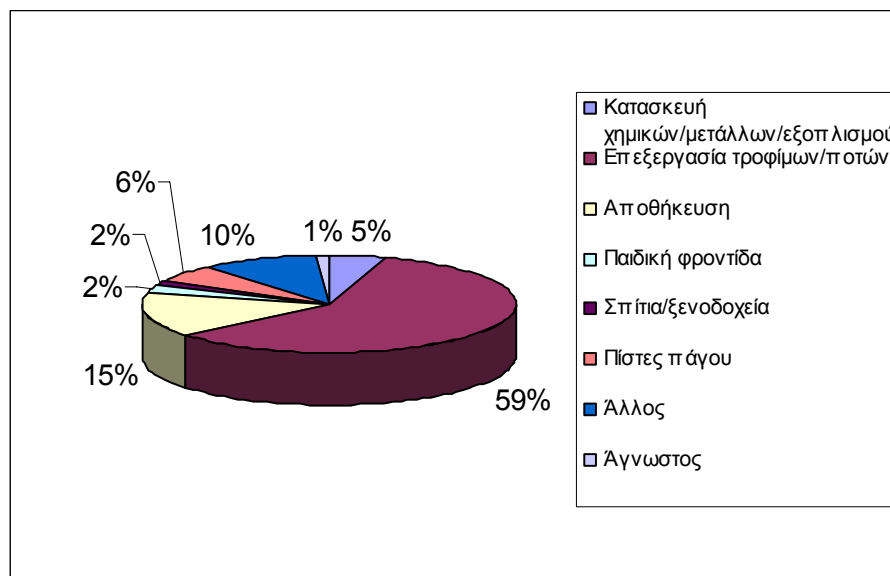
Αιτία Τύπος εγκατάστασης	Ακατάλληλη ανάμειξη	Αστοχία εξοπλισμού	Ανθρώπινο λάθος	Άλλη	Άγνωστη	Σύνολο
Κατασκευή χημικών/μετάλλων/εξοπλισμού		1				1
Επεξεργασία τροφίμων/ποτών		4	2		1	7
Αποθήκευση		1		1		2
Εγκαταστάσεις λιανικής πώλησης						0
Παιδική φροντίδα		1				1
Σπίτια/ξενοδοχεία	1					1
Μεταφορά				1		1
Πίστες πάγου		1	2			3
Άλλος	1	2		1		4
Άγνωστος		1				1
Σύνολο	2	11	4	3	1	21

Πίνακας 6.4ζ: Αιτίες διαρροών αμμωνίας ανάλογα με τύπο εγκατάστασης

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι εκκενώσεις ανά τύπο βιομηχανίας. Περισσότερο από το 60% των εκκενώσεων λόγω διαρροής αμμωνίας έλαβε χώρα σε βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Παράλληλα, σχεδόν το 75% των ατόμων που αναγκάστηκαν να εκκενώσουν εγκαταστάσεις και γύρω περιοχές έγινε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις τροφίμων και ποτών

Τύπος βιομηχανίας	# περιστατικών	# περιστατικών με εκκένωση	# ατόμων που εκκένωσαν	Χρόνος εκκένωσης
Κατασκευή χημικών/μετάλλων/εξοπλισμού	29	4	92	190
Επεξεργασία τροφίμων/ποτών	31	17	1,112	4,852
Αποθήκευση	9	5	285	>2,163
Εγκαταστάσεις λιανικής πώλησης	3	9	0	0
Παιδική φροντίδα	3	2	35	50
Σπίτια/ξενοδοχεία	4	3	36	42
Μεταφορά	2	1	3	3
Πίστες πάγου	5	2	115	-
Άλλος	14	6	196	952
Άγνωστος	7	2	>15	>300
Σύνολο	107	42	>1,889	>8,104

Πίνακας 6.4η: Αιτίες διαρροής αμμωνίας ανάλογα με τύπο εγκατάστασης



Σχήμα 6.4δ: Ποσοστό (%) ατόμων που εκκένωσαν τον χώρο, ανά τύπο βιομηχανίας

6.5 Μερικά συμπεράσματα

Οι παραπάνω βάσεις δεδομένων που παρουσιάστηκαν από τον μελετητή διαφέρουν σε αρκετά σημεία. Τόσο η ARIP, όσο και η HSEES (για την περίπτωση της Νέας Υόρκης) είναι ομοσπονδιακές βάσεις των Η.Π.Α., ενώ στην MARS καταγράφονται ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο αριθμός του δείγματος των ατυχημάτων διαφέρει επίσης: στην ARIP καταγράφηκαν 248 περιστατικά διαρροής αμμωνίας, στην MARS 43 και στην περίπτωση της Νέας Υόρκης αναφέρθηκαν 107 ατυχήματα στην HSEES. Επιπλέον, η χρονική περίοδος διαφέρει για κάθε βάση: η συλλογή στοιχείων στην MARS ξεκίνησε το 1984, στην ARIP το 1986 και στην HSEES το 1990, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια των στοιχείων, ανάλογα με τα γεγονότα και τις συνθήκες κάθε περιόδου, καθώς τα ερωτηματολόγια και η συλλογή δεδομένων αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, ώστε να προσαρμόζεται στα νέα τεκταινόμενα και απαιτήσεις. Όσον αφορά ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της αναζήτησης στην παρούσα μελέτη, την ποσότητα της αμμωνίας που διέρρευσε, στην ARIP έχουμε λεπτομερή καταγραφή των ποσοτήτων αμμωνίας, στην MARS αναφέρεται η ποσότητα που διέρρευσε σε λιγότερα από τα μισά περιστατικά, ενώ στην HSEES δεν αναφέρονται ποσότητες.

Το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται διαφορετικοί όροι σε κάθε βάση για να οριστούν κάποιοι παράμετροι, (όπως «Λειτουργία» στην ARIP και «Πηγή» στην MARS, με διαφορετικές υποκατηγορίες η κάθε περίπτωση, με κοινό στόχο την περιγραφή των εργασιών όταν συνέβη η διαρροή), μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση και καθιστά δύσκολη την σύγκριση μεταξύ των βάσεων και των στατιστικών αποτελεσμάτων τους. Τα κριτήρια αναφοράς ατυχημάτων διαφέρουν, καθώς οι βιομηχανίες και οι υπηρεσίες έχουν διαφορετικά κριτήρια σε Ευρώπη και Αμερική για το ποια ατυχήματα θεωρούνται σημαντικά ή όχι και πρέπει να καταγράφονται και να αναφέρονται ή όχι στις αρμόδιες υπηρεσίες. Αυτό οφείλεται και στην έλλειψη επικοινωνίας και συντονισμού μεταξύ των υπηρεσιών που διαχειρίζονται και ενημερώνουν τις βάσεις. Οπότε, μια ευρεία στατιστική ανάλυση μεταξύ των βάσεων δεν θα πρόσφερε κάτι παραπάνω και ίσως μάλιστα να οδηγούσε σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Γενικά, στην ARIP, υπήρχε πιο λεπτομερής αναφορά δεδομένων, στην MARS ήταν διαθέσιμες μόνο οι σύντομες αναφορές και η HSEES δεν εστιάζει σε κάποια στοιχεία που αποτελούσαν τα σημαντικότερα για την αναζήτηση στην συγκεκριμένη εργασία. Ειδικότερα, στην MARS υπάρχουν αδιευκρίνιστες πληροφορίες στην πηγή και την αιτία των ατυχημάτων, στις ποσότητες αμμωνίας που διέρρευσαν και στα άμεσα μέτρα που λήφθηκαν με την εκδήλωση του περιστατικού. Στην ARIP, δεν διευκρινίζεται σε πολλά ατυχήματα το σημείο διαρροής, αν υπήρχαν περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ποιο ήταν το οικονομικό κόστος για την εγκατάσταση ή / και την τοπική κοινωνία.

Από την άλλη υπάρχουν κάποια κοινά σημεία, όπως το γεγονός ότι όλες οι βάσεις που εξετάστηκαν εστιάζουν στην συλλογή πληροφοριών για την πρόληψη και αποφυγή επανάληψης περιστατικών, αλλά και το γεγονός ότι τα δεδομένα που καταγράφονται είναι ελεγμένα και επιβεβαιωμένα από τις βιομηχανίες και τις αρμόδιες υπηρεσίες και στις τρεις βάσεις δεδομένων. Όσον αφορά τα σημεία διαρροής, οι MARS και ARIP, συμφωνούν για αναφορές περιστατικών σε σωληνώσεις και βαλβίδες. Έκρηξη ή / και φωτιά συνόδευε την διαρροή αμμωνίας σε όχι και τόσες πολλές περιπτώσεις. Οι ποσότητες αμμωνίας που διέρρευσαν σε ατυχήματα ήταν μικρές, όπως και αναμενόταν, στα περισσότερα ατυχήματα που αναφέρονται στις βάσεις δεδομένων. Η βλάβη της εγκατάστασης αποτέλεσε πιο κοινή αιτία ατυχήματος σε σχέση με τον ανθρώπινο παράγοντα και στις τρεις βάσεις δεδομένων, ενώ οι τραυματισμοί ήταν αρκετοί και οι θάνατοι που καταγράφηκαν πολλοί λιγότεροι. Τέλος, τα προβλήματα στην γύρω περιοχή γενικά (MARS), και η καταστροφή της χλωρίδας και θαλάσσιας πανίδας ειδικά (ARIP), έλαβαν χώρα σε λίγες περιπτώσεις.

Η σύνδεση (linking) των βάσεων στο μέλλον και η ενοποίηση των πληροφοριών μεταξύ των αρμόδιων υπηρεσιών είναι δυνατή με χρήση κοινών όρων καταγραφής ή συνδυάζοντας μόνο τα στοιχεία-κλειδιά που είναι ήδη κοινά. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η ανταλλαγή πληροφοριών για τεχνικές καταγραφής των δεδομένων και ανάλυσης των πληροφοριών μεταξύ των υπηρεσιών σε διεθνές επίπεδο. Παράλληλα, θα απαιτείται λιγότερος χρόνος για να ερευνηθούν διαφορετικές βάσεις, ενώ η πρόσβαση σε μια ενοποιημένη βάση θα είναι πιο προσιτή, οπότε θα είναι εφικτή η καλύτερη αναζήτηση ατυχημάτων από μελλοντικούς μελετητές. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει μια ολιστική προσέγγιση για την καλύτερη αντιμετώπιση και πρόληψη ατυχημάτων.

7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ & ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

7.1 Γενικά

Σύμφωνα με την ΕΡΑ, ένα σχέδιο (plan) είναι οι πληροφορίες που θα προετοιμάσουν και θα υποβάλλουν στις κεντρικές υπηρεσίες ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής της εγκατάστασης. Αυτές οι πληροφορίες θα μελετηθούν από τις αρμόδιες υπηρεσίες, το κράτος και τις ομάδες τοπικού σχεδιασμού και ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες. Το πρόγραμμα (program) είναι το σύστημα που υποστηρίζει το σχέδιο και διασφαλίζει ότι η εγκατάσταση λειτουργεί με ασφάλεια. Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να εξηγηθούν με σαφήνεια και να παρουσιαστούν δομημένα τα στοιχεία του προγράμματος. Με αυτόν τον τρόπο, οι ιδιοκτήτες ή χειριστές της εγκατάστασης να κατανοήσουν τι χρειάζεται για την ανάπτυξη ενός επαρκούς προγράμματος και θα έχουν τις απαιτούμενες πληροφορίες για την συγγραφή ενός σχεδίου, προσαρμοσμένο σύμφωνα με τις δικές τους πρακτικές, διαδικασίες και τεχνικούς πόρους που διαθέτουν.

Οι γενικές οδηγίες που παρατίθενται έχουν ως στόχο την ανάπτυξη ενός RMP (Risk Management Program & Plan) σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει χρόνος, ή πολλοί διαθέσιμοι πόροι για αυτό. Ένα καλό RMP μπορεί να αποδώσει καρπούς και οι πόροι που αφιερώθηκαν για αυτό γρήγορα να ανακτηθούν. Επίσης, οι οδηγίες μπορούν να φανούν χρήσιμες και σε εγκαταστάσεις που ήδη διαθέτουν σχετικό πρόγραμμα ασφαλείας και πρόληψης (ΕΡΑ, 1996).

Η πρόληψη των ατυχημάτων διαρροής απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση και περιλαμβάνει τεχνολογίες, διαδικασίες και τεχνικές διαχείρισης που χρησιμοποιούνται. Αυτό το πρόγραμμα πρόληψης έχει ως στόχο να διασφαλίσει την αναθεώρηση του σχεδιασμού, έτσι ώστε οι νέες εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός να ακολουθεί τα πρότυπα σχέδια ασφαλείας. Η επισημάνση των απαιτήσεων διασφαλίζει ότι η λειτουργία, συντήρηση και έλεγχος των πηγών κινδύνων γίνεται σωστά. Με αυτό τον τρόπο θα αποφευχθούν μη αναστρέψιμες αλλαγές εκτός του σχεδίου ελέγχου και ασφαλείας.

Στόχος είναι η παροχή πληροφοριών για την διαχείριση ουσιών υψηλού κινδύνου. Προσφέρονται τα μέσα για την διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας για καθόλη τη διάρκεια της ζωής της εγκατάστασης. Οι οδηγίες είναι γενικής φύσεως και εναπόκειται στον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή της εγκατάστασης να τις εφαρμόσει με τα κατάλληλα μέσα.

7.2 Σύστημα Διαχείρισης

Το RMP έχει ως αρχική απαίτηση την ύπαρξη ενός Συστήματος Διαχείρισης (Management System) που θα προσδιορίζει τις υπευθυνότητες που αφορούν το πρόγραμμα πρόληψης. Αυτό το σύστημα διασφαλίζει ότι κάθε στοιχείο εκτελείται πλήρως και αποτελεσματικά.

Τα στοιχεία του προγράμματος πρόληψης σχεδιάζονται για να παρέχουν τις ενέργειες που χρειάζονται σε διάφορες εγκαταστάσεις που έχουν επικίνδυνες ουσίες. Η εφαρμογή κάθε στοιχείου διαφέρει, ανάλογα με την βιομηχανία και τις ανάγκες της εκάστοτε εγκατάστασης. Στις εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας, υπάρχουν διαφορές ανάμεσα σε αποθήκες ψύξης και εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων. Επιπλέον, η ηλικία και ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων επηρεάζουν τις ενέργειες που είναι απαραίτητες για να εφαρμοστεί αποτελεσματικά το πρόγραμμα πρόληψης.

Στην αξιολόγηση της εφαρμογής του Συστήματος Διαχείρισης θα πρέπει να γίνει αποτίμηση των ευθυνών που ανατέθηκαν. Ανάλογα με τις εργασίες που υπάρχουν, θα πρέπει να αναλύεται λεπτομερώς τι έχει αναλάβει κάθε άτομο. Για μια συγκεκριμένη εγκατάσταση ψύξης οι στόχοι θα πρέπει να είναι ξεκάθαροι, καθώς και το άτομο που είναι υπεύθυνο να τους φέρει εις πέρας. Για παράδειγμα, ένας στόχος μπορεί να είναι «οι λειτουργικές διαδικασίες για την εγκατάσταση θα πρέπει να ενημερώνονται και να είναι άμεσα προσβάσιμες από τους χειριστές».

Ένα άλλο μέτρο για την αποτελεσματική ανάθεση ευθυνών είναι η ύπαρξη σχεδίων δράσης για την εκτέλεση των στόχων. Αυτά τα σχέδια δράσης θα λαμβάνουν υπόψη τις αλληλοσυσχετίσεις των στοιχείων του προγράμματος πρόληψης. Για παράδειγμα, τα σχέδια δράσης θα ορίζουν ότι «υπάρχουν ανανεωμένα και σωστά διαγράμματα σωληνώσεων και οδηγιών (P&IDs) πριν γίνει η ανάλυση των πηγών κινδύνου μιας διαδικασίας (Process Hazard Analysis –PHA)». Οι ιδιοκτήτες ή οι χειριστές θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι τα σχέδια δράσης για την αποπεράτωση των ευθυνών είναι έτοιμα και κατανοητά.

Στην ανάθεση ευθυνών για την εκτέλεση ανάλυσης των πηγών κινδύνου μιας διαδικασίας (PHA), έρευνας ατυχημάτων, ελέγχων συμμόρφωσης (compliance audits), το Σύστημα Διαχείρισης πρέπει να παρακολουθεί την ανάλυση ή αποπεράτωση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

7.3 Απαιτούμενες πληροφορίες

Οι ιδιοκτήτες ή χειριστές θα πρέπει να παρέχουν τις πληροφορίες που χρειάζονται. Οι πρακτικές που προτείνονται στις υπό-ενότητες που ακολουθούν πρέπει να εξετάζονται με προσοχή και να επιβεβαιώνεται ότι η εκτέλεση των διαδικασιών ασφαλείας συμβαδίζει με καλές βιομηχανικές πρακτικές.

Συντήρηση

Αυτό το στοιχείο είναι πρωταρχικής σημασίας για την πρόληψη διαρροών αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης, όπως φαίνεται και από τα ατυχήματα που έχουν καταγραφεί στην ARIP. Σύμφωνα με την EPA, ένας εκτενής και καλός έλεγχος, οι δοκιμές και ένα προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης είναι σημαντικά για την αποφυγή αστοχιών εξοπλισμού που μπορεί να οδηγήσουν σε διαρροή επικίνδυνων ουσιών.

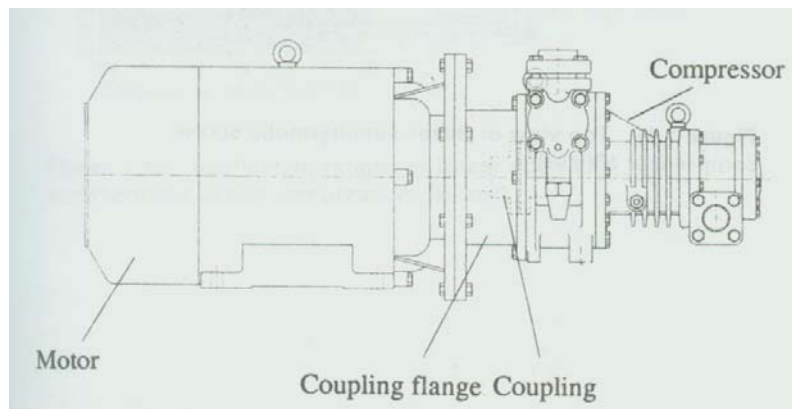
Οι γραπτές διαδικασίες θα πρέπει να αναφέρονται σε όλο τον εξοπλισμό που θα πρέπει να ελέγχεται, δοκιμάζεται ή συντηρείται. Οι καλές μηχανικές εφαρμογές, υποδείξεις κατασκευαστών ή εμπειρίες θα πρέπει να καθορίζουν τα μέσα ελέγχου, δοκιμής ή προληπτικής συντήρησης. Σε παλιότερες εγκαταστάσεις, η εμπειρία των χειριστών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν καθορίζεται επίπεδο προληπτικών δοκιμών ή συντηρήσεων. Ο ιδιοκτήτης ή διαχειριστής θα κρίνει την επάρκεια της λίστας του εξοπλισμού προς συντήρηση, τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται και την συχνότητα των προληπτικών συντηρήσεων.

Θα πρέπει να γίνεται αναφορά των ημερομηνιών επανεξέτασης των διαδικασιών και των ελέγχων και δοκιμών που έγιναν, να επιβεβαιώνεται ότι έλαβαν χώρα και ότι διορθώθηκαν τυχόν ελαττώματα που βρέθηκαν.

Στα εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας, η εμπειρία δείχνει ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνονται τα παρακάτω:

- Περιοδικοί περίπατοι ανάμεσα στα μηχανήματα (walk-throughs) για τον εντοπισμό ασυνήθιστων ή αυξημένων μηχανικών δονήσεων, διαρροών εν τη γενέσει τους, ή άλλων ενδείξεων για πιθανές διαταραχές ή αστοχίες που μπορεί να οδηγήσουν σε διαρροές. Σε παλιότερες εγκαταστάσεις ή σε μονάδες επεξεργασίας τροφίμων, όπου γίνονται συχνές αλλαγές, αυτό μπορεί να γίνεται καθημερινά. Σε πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις, περίπατοι ανά βδομάδα είναι επαρκείς.
- Επιθεώρηση των δοχείων πίεσης. Μπορεί να χρειάζεται να γίνει έλεγχος του εξοπλισμού εκτός της εμβέλειας της κανονικής λειτουργίας του για πιθανή

- παρουσία σχετικά μεγάλων ρωγμών που εκτείνονται στο εσωτερικό της κατασκευής λόγω διάβρωσης (stress corrosion cracking - SCC). Όταν όμως δίνεται προσοχή στο νερό και στο οξυγόνο που περιέχεται σε ένα σύστημα ψύξης, μπορεί να αποκλειστεί η ανάγκη εσωτερικών ελέγχων για SCC.
- Περιοδική αντικατάσταση, ή προληπτικός έλεγχος και συντήρηση των βαλβίδων εκτόνωσης της πίεσης. Σύμφωνα με το IIAR, θα πρέπει να γίνεται αντικατάσταση αυτών των βαλβίδων σε πενταετή βάση.
 - Περιοδικός έλεγχος των οργάνων, διακοπών και συσκευών απομόνωσης που ελέγχουν το επίπεδο του υγρού, την θερμοκρασία και την πίεση και έχουν σημασία για την ασφάλεια. Ο ιδιοκτήτης ή διαχειριστής θα πρέπει να κρίνει ποιες συσκευές είναι σημαντικές για την ασφάλεια και ποιες όχι (πχ, ο έλεγχος για το κλείσιμο του επιπέδου του υγρού στην γραμμή αναρρόφησης του συμπιεστή είναι σημαντικός για την ασφάλεια των διαδικασιών)
 - Περιοδικός έλεγχος του κυριότερου εξοπλισμού που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για κραδασμούς ή πιθανές μηχανικές αστοχίες. Τέτοιος εξοπλισμός είναι οι συμπιεστές, αντλίες, μεγάλοι ανεμιστήρες, τα τμήματα μιας μηχανής που στηρίζουν ένα άλλο που περιστρέφεται, ολισθαίνει ή ταλαντώνεται πάνω του ή μέσα του (bearings), μηχανικές συζεύξεις που συνδέουν δυο τμήματα (couplings-βλέπε παρακάτω σχήμα), άξονες κλείστρων, πλαίσια στήριξης κτλ. Για τη ασφαλή λειτουργία των παραπάνω, μπορούν να ασκούν έλεγχο εργαζόμενοι ή εξωτερικοί συνεργάτες με ειδικευση στην συντήρηση εξοπλισμού ψύξης.



Σχήμα 7.3: Πλαϊνή όψη τμήματος συμπιεστή
(Boast, 1991)

Αν η εγκατάσταση βασίζεται στους υπάρχοντες εργαζόμενους για τις εργασίες συντήρησης, αυτοί θα πρέπει να έχουν και την ανάλογη εκπαίδευση για να εκτελέσουν αυτή την εργασία. Αν εξωτερικοί συνεργάτες πραγματοποιούν αυτή την εργασία, θα πρέπει να εξετάζεται αν έχουν τα προσόντα να δουλέψουν με εξοπλισμό ψύξης.

Εφεδρικά κομμάτια πρέπει να είναι διαθέσιμα για επιδιορθώσεις στην εγκατάσταση ψύξης. Θα πρέπει να αγοράζονται από προμηθευτές εξοπλισμού ψύξης, ώστε να είναι σίγουρο χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες ύλες.

Ένα νέο σχέδιο εξοπλισμού είναι σημαντικό. Πρέπει να ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα σχεδιασμού (της ANSI, ASHRAE κτλ), καθώς και τοπικούς κανόνες για μηχανικούς κωδικούς και φωτιές για τον εξοπλισμό ψύξης. Μεγάλες εταιρείες μπορεί να έχουν εργαζόμενους για να το πραγματοποιήσουν, ενώ μικρότερες βασίζονται σε εξωτερικούς συνεργάτες.

Πληροφορίες ασφάλειας της διαδικασίας

Γενικά, θα πρέπει να παρέχονται, να επιβεβαιώνεται η αξιοπιστία τους και να ενημερώνονται οι παρακάτω πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ασφαλή λειτουργία ενός συστήματος ψύξης αμμωνίας:

- πληροφορίες για τους κίνδυνους που ενέχει η αμμωνία και άλλες επικίνδυνες ουσίες, πχ το χλώριο για την παροχή νερού όπου χρειάζεται
- πληροφορίες για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης
- πληροφορίες για τον εξοπλισμό της εγκατάστασης

Ειδικότερα για τις εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας οι πιθανές πληροφορίες ασφαλείας αποτελούνται από:

- Δεδομένα ασφαλείας για την αμμωνία και άλλες επικίνδυνες ουσίες που μπορεί να υπάρχουν στην εγκατάσταση
- Ένα διάγραμμα ροής για την εγκατάσταση
- Διαγράμματα σωληνώσεων και οδηγιών (P&IDs)
- Μια ολοκληρωμένη λίστα με τις βαλβίδες εκτόνωσης ασφαλείας, την τοποθεσία τους, το σχέδιο και την χωρητικότητα τους, την ορισμένη τιμή που πρέπει να έχουν (set point), την ημερομηνία εγκατάστασης τους, το σχέδιο εκκένωσης των σωληνογραμμών. Επίσης, το αποτέλεσμα και την ημερομηνία για: τον πιο πρόσφατο έλεγχο, δοκιμή, συντήρηση, ή αντικατάσταση.
- Μια πλήρη λίστα συσκευών αναστολής λειτουργίας ή συναγερμού υψηλών και χαμηλών πιέσεων, την ορισμένη τιμή που πρέπει να έχουν, την τοποθεσία τους και το αποτέλεσμα και την ημερομηνία των πιο πρόσφατων μετρήσεων τους.

- Λειτουργικές οδηγίες από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένου των ορίων ασφαλής λειτουργίας για δοχεία, σωληνώσεις, εναλλάκτες θερμότητας, βαλβίδες, συσκευές ελέγχου και άλλο εξοπλισμό.
- Σχέδια του εξοπλισμού και προδιαγραφές, για την μορφή με την οποία έχει εγκατασταθεί.

Αναλύσεις των πηγών κινδύνου μιας διαδικασίας (PHA)

Οι αναλύσεις αυτές παρέχουν τα μέσα κατανόησης πιθανών επικίνδυνων περιστατικών, τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να λάβουν χώρα και τι ενέργειες μπορεί να γίνουν για να αποφευχθούν. Μια λίστα ελέγχου αυτών των περιστατικών έχει δοθεί από την IIAR.

Η ανάλυση αυτή πρέπει να γίνεται τηρώντας τις κατάλληλες διαδικασίες και πάντα να αξιολογούνται οι συνέπειες εκτός της εγκατάστασης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης στοχεύουν στην αποτροπή πιθανών διαρροών. Το Σύστημα Διαχείρισης που αναφέρθηκε παραπάνω διασφαλίζει ότι αυτά τα αποτελέσματα αναλύονται παραπέρα προς όφελος της εγκατάστασης και των άμεσα εμπλεκομένων.

Προδιαγραφές λειτουργίας

Οι προδιαγραφές αυτές παρέχουν τη βάση για την κατάλληλη και ασφαλή λειτουργία μιας εγκατάστασης ψύξης αμμωνίας. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει:

-Να βασίζονται σε κατάλληλες πληροφορίες για την ασφάλεια της εργασίας και να λαμβάνουν υπόψη τις εμπειρίες των εργαζομένων. Στις εγκαταστάσεις ψύξης, οι προτεινόμενες λειτουργικές διαδικασίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού αποτελούν σε ικανοποιητικό βαθμό τις λειτουργικές διαδικασίες της εγκατάστασης. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει αυτές οι διαδικασίες να ενημερώνονται συχνά, με την συμβουλή του κατασκευαστή.

-Να περιλαμβάνονται τα όρια ασφαλής λειτουργίας θερμοκρασίας και πίεσης

-Να περιγράφονται οι συνέπειες για λειτουργία της εγκατάστασης εκτός των ορίων ασφαλείας.

-Να περιλαμβάνονται διαδικασίες τόσο για τη διόρθωση δυσλειτουργιών εκτός των ορίων ασφαλείας, καθώς και για την επαναφορά της εγκατάστασης σε ασφαλή κατάσταση.

-Να παρέχεται μια περιγραφή των συστημάτων ασφαλείας και του τρόπου λειτουργίας τους. Θα πρέπει να περιλαμβάνονται συναγερμοί και απελευθέρωση μηχανισμού (trip) για το επίπεδο πίεσης και του υγρού, αλλά και βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης με τις αντίστοιχες τοποθεσίες εκκένωσης.

-Να περιλαμβάνονται διαδικασίες για

- Κανονική λειτουργία
- Εκκίνηση λειτουργίας (η εμπειρία στις εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας δείχνει ότι κατά την εκκίνηση μετά τις εργασίες συντήρησης θα πρέπει να γίνει έλεγχος για να επιβεβαιωθεί το ότι η συντήρηση έχει αποπερατωθεί, ότι οι βαλβίδες είναι στην κατάλληλη θέση και οι σωληνώσεις πλήρως συνδεδεμένες.
- Αναστολή λειτουργίας (shutdown)
- Λειτουργίες έκτακτης ανάγκης για διαρροές και άλλα προβλεπόμενα λειτουργικά προβλήματα
- Αναστολή λειτουργίας σε έκτακτη ανάγκη

Πρέπει να δίνεται προσοχή στην ποιότητα της αμμωνίας που χρησιμοποιείται κατά την εισαγωγή του ψυκτικού στο σύστημα, για να αποφεύγεται πιθανή παρουσία σχετικά μεγάλων ρωγμών που εκτείνονται στο εσωτερικό της χαλύβδινης κατασκευής λόγω διάβρωσης. Οι διαδικασίες που τηρούνται θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι η λειτουργία της εγκατάστασης γίνεται με τρόπο που διατηρεί την ποιότητα της αμμωνίας σε κατάλληλα επίπεδα. Θα πρέπει να εξετάζεται η αμμωνία για νερό και οξυγόνο.

Εκτός από τις λειτουργικές διαδικασίες, υπάρχουν και διαδικασίες για πρακτικές ασφαλούς εργασίας. Αυτές αφορούν εργασίες εκτός της ρουτίνας, όπως συντήρηση και κατασκευές μέσα σε μια εγκατάσταση. Αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν:

- Απομόνωση/στενή παρακολούθηση
- Περιορισμένο χώρο εισόδου για τις έκτακτες εργασίες
- Άνοιγμα του εξοπλισμού επεξεργασίας και των σωληνώσεων
- Έλεγχο της προσέγγισης στην εγκατάσταση (αυτή η διαδικασία διασφαλίζει ότι ελέγχονται οι δραστηριότητες και η ασφάλεια των εργατών γενικότερα, εκτός από αυτούς που εργάζονται τακτικά στη συγκεκριμένη εγκατάσταση)

Εκπαίδευση

Κάθε εργαζόμενος που χειρίζεται εξοπλισμό της εγκατάστασης θα πρέπει να εκπαιδεύεται να τον χρησιμοποιεί με ασφάλεια. Κάθε τρία (3) χρόνια θα πρέπει να ανανεώνεται η εκπαίδευση του εργαζόμενου και να καταγράφεται η διαδικασία αυτή.

Η επιβεβαίωση της κατανόησης της εκπαίδευσης είναι σημαντική. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει παρατήρηση της απόδοσης του εργαζομένου, γραπτές ή / και προφορικές εξετάσεις για το τι έγινε κατανοητό. Στο τέλος πρέπει να γίνεται καταγραφή των αποτελεσμάτων.

Διαχείριση των μεταβολών

Όταν σε μια εγκατάσταση γίνονται αλλαγές ή επεκτάσεις, είναι απαραίτητο να επιβεβαιωθεί ότι η αλλαγή ή επέκταση είναι ασφαλής τουλάχιστον όπως το αρχικό σχέδιο. Κάποια αλλαγή μπορεί να παρουσιάσει απρόβλεπτους, νέους κινδύνους.

Πιο συγκεκριμένα, μικρές προσθήκες ή αλλαγές στην διαδρομή των σωληνώσεων αμμωνίας συχνά παραβλέπονται. Οπότε θα πρέπει να φροντίζεται να αναγνωρίζονται οι αλλαγές που έγιναν και να αντιμετωπίζονται οι επιδράσεις τους με ασφάλεια.

Η αντικατάσταση εξοπλισμού, όταν μάλιστα αυτός δεν είναι ακριβώς ο ίδιος με τον παλιό, θα πρέπει να αξιολογείται. Έχουν γίνει διαρροές όταν εξοπλισμός έχει αντικατασταθεί, ιδιαίτερα όταν ο νέος εξοπλισμός δεν έχει σχεδιαστεί για εγκαταστάσεις ψύξης.

Τέλος, η επανεξέταση των τεχνικών στοιχείων των αλλαγών προτείνεται να γίνεται από έμπειρο εργαζόμενο ή άτομο που έχει δεχτεί κατάλληλη εκπαίδευση. Αν η επανεξέταση δείξει την ανάγκη για βελτίωση του σχεδιασμού για λόγους ασφάλειας, οι όποιες βελτιώσεις θα πρέπει να γίνονται πριν την εκκίνηση λειτουργίας της εγκατάστασης.

Επανεξέταση προ της εκκίνησης

Αυτή η απαίτηση είναι μια επιπλέον ενέργεια που ακολουθεί την Διαχείριση των μεταβολών. Γίνεται ένας ανεξάρτητος επανέλεγχος πριν την εκκίνηση λειτουργίας για να επιβεβαιωθεί ότι η μεταβολές που έγιναν είναι λειτουργικές. Στις εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας, μια απλή επανεξέταση από τον διαχειριστή είναι επαρκής, σε αντίθεση με τις εγκαταστάσεις χημικών που η επανεξέταση είναι πιο λεπτομερής.

Έλεγχοι συμμόρφωσης

Αυτοί οι έλεγχοι αποτελούν ένα μέτρο διασφάλισης για την διαχείριση της εγκατάστασης, επιβεβαιώνοντας ότι οι εργαζόμενοι εκτελούν κατάλληλα τα καθήκοντα τους για την αποφυγή ατυχημάτων διαρροής

Έρευνα ατυχημάτων

Ατυχήματα ή παραλίγο ατυχήματα που προκαλούν αναπάντεχη διαρροή αμμωνίας πρέπει να ερευνώνται. Ο στόχος είναι να διορθώνονται οι ατέλειες με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθεί επανάληψη ανάλογου περιστατικού. Οι διορθωτικές κινήσεις πρέπει να ολοκληρώνονται έγκαιρα.

Σχέδιο συμμετοχής εργαζομένων

Αυτό το στοιχείο του προγράμματος πρόληψης απαιτεί ο ιδιοκτήτης ή διαχειριστής της εγκατάστασης να συσκέπτεται με τους εργάτες για την ασφάλεια της επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι εργάτες θα πρέπει να συμμετέχουν στην ανάλυση των πηγών κινδύνου της επεξεργασίας και να γνωρίζουν πως εκτελούνται τα άλλα στοιχεία του προγράμματος πρόληψης. Ένα γραπτό σχέδιο απαιτείται και ο ιδιοκτήτης ή διαχειριστής θα πρέπει να διασφαλίζει την τήρηση του.

Συνθήκες θερμού έργου

Θερμό έργο (hot work) γενικά είναι αυτό που απαιτεί την εργασία κοντά σε εκτεθειμένο ενεργοποιημένο ηλεκτρικό όργανο ή σύρμα. Ειδικότερα, είναι αυτές οι εργασίες που μπορεί να οδηγήσουν στην παραγωγή σπίθας ή φλόγας. Ένας κανονισμός (permit) που να περιγράφει τις πηγές κινδύνων αυτών των εργασιών πρέπει να υιοθετείται, ώστε να λαμβάνονται οι απαραίτητες προφυλάξεις για την αποφυγή φωτιάς. Για αυτούς τους κανονισμούς που αφορούν τις πηγές κινδύνου και τις προφυλάξεις πρέπει να έχουν γνώση οι εργάτες που εκτελούν θερμό έργο

Εξωτερικοί συνεργάτες

Πολλές εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας χρησιμοποιούν εξωτερικά συνεργεία για την κατασκευή, συντήρηση, επισκευή κτλ. Αυτοί οι εξωτερικοί συνεργάτες θα πρέπει να γνωρίζουν για την ψύξη αμμωνίας, να κατανοούν τα εφαρμόσιμα πρότυπα και να μπορούν να εργαστούν με ασφάλεια στην εγκατάσταση.

Πολλές φορές αυτοί προσλαμβάνονται λόγω της ειδίκευσης που διαθέτουν στην συντήρηση ή κατασκευή. Θα πρέπει όμως να γνωρίζουν τις απαιτήσεις ασφαλείας της εγκατάστασης, οι πρακτικές κατασκευών που εφαρμόζουν να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις ασφαλείας και οι εργάτες τους να έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση.

Οι εξωτερικοί συνεργάτες συχνά πραγματοποιούν προσθήκες και αλλαγές στην εγκατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να παρέχουν στον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για θέματα ασφαλείας σχετικά με τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν. Επιπλέον, η οικειότητα του εξωτερικού συνεργάτη με τους κανόνες του RMP αποτελούν σημαντικό προσόν για την επιλογή του κατάλληλου συνεργάτη.

7.4 Πρόγραμμα ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες

Ένα τέτοιο πρόγραμμα για εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας θα πρέπει να είναι άμεσα συνδεδεμένο με τις υπηρεσίες ανταπόκρισης σε έκτακτη ανάγκη που έχει υιοθετήσει η τοπική κοινότητα (το θέμα αυτό θα αναλυθεί περισσότερο σε οδηγίες APELL παρακάτω). Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

- Αν οι λεπτομέρειες του σχεδίου μελετήθηκαν λεπτομερώς με τις τοπικές ομάδες ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες.
- Αν το σχέδιο βασίζεται στην αποτίμηση των συνεπειών
- Οι διαδικασίες για την πληροφόρηση των πολιτών και τοπικών αρχών για διαρροές
- Οι διαδικασίες ανταπόκρισης στον χώρο του ατυχήματος για την προστασία των εργατών και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών εκτός εγκατάστασης
- Η οργάνωση, ευθύνες και εκπαίδευση των υπεύθυνων ατόμων
- Οι εσωτερικοί συναγερμοί
- Η εκκένωση και εκπαίδευση ανταπόκρισης σε έκτακτη ανάγκη, συμπεριλαμβανομένης και εκπαίδευσης σε επικίνδυνες ουσίες
- Η αναστολή λειτουργίας του εξοπλισμού και το κλείσιμο βαλβίδων, σε έκτακτες ανάγκες.
- Η εκπαίδευση των χειριστών σε προβλεπόμενες έκτακτες ανάγκες
- Το περιεχόμενο των διαρροών
- Ο εξοπλισμός προστασίας από φωτιά και η λειτουργία του
- Ο προστατευτικός εξοπλισμός και η εκπαίδευση για την χρήση του

- Οι όροι επικοινωνίας μεταξύ των ομάδων ανταπόκρισης
- Ο χώρος του καταφύγιου στην εγκατάσταση και η εκκένωση εκτός εγκατάστασης
- Ο καθαρισμός της διαρροής και η εκπαίδευση των ομάδων ανταπόκρισης σε επικίνδυνα περιστατικά (πχ πυροσβεστική, νοσοκομεία, αστυνομία)

7.5 Ανάλυση Σεναρίων Διαρροής

Στα πλαίσια της αποτίμησης των πηγών κινδύνου (Hazard Assessment), θα πρέπει να εξετασθούν τα παρακάτω:

-Η ανάλυση του σεναρίου διαρροής στην χειρότερη περίπτωση

-Η ανάλυση του εναλλακτικού σεναρίου διαρροής

-Ο προσδιορισμός των επιπτώσεων εκτός εγκατάστασης για τους πολίτες και το περιβάλλον

Για τα σενάρια αυτά, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο SACRUNCH (SAIC, 1994), καθώς αποδίδει ικανοποιητικά στο θέμα των προβλέψεων με πειραματικά δεδομένα και είναι εύχρηστο για την εκτέλεση των απαραίτητων αναλύσεων ευαισθησίας.

Ακολουθούν οι οδηγίες για καθένα από τα παραπάνω εστιάζοντας στα πιθανά σενάρια, έχοντας υπόψη τα ατυχήματα που αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα (ARIP) και την ατμοσφαιρική διασπορά της αμμωνίας.

7.5.1 Ανάλυση σεναρίου διαρροής στην χειρότερη περίπτωση

Για την ανάλυση σεναρίου διαρροής στην χειρότερη περίπτωση (Worst-Case Release Scenario Analysis), η **ποσότητα διαρροής M (lb)** στην χειρότερη περίπτωση θα πρέπει να είναι η μέγιστη που υπάρχει είτε σε ένα δοχείο επεξεργασίας, είτε στις σωληνογραμμές, λαμβάνοντας υπόψη διαχειριστικούς ελέγχους που περιορίζουν την μέγιστη δυνατή ποσότητα.

Για τα συστήματα ψύξης αμμωνίας, ένα δοχείο αποθήκευσης (storage vessel – δοχείο για αποθήκευση ή συγκράτηση αερίων ή υγρών) ή ένα δοχείο για την υποδοχή και συλλογή υγρού (receiver) είναι τα πιο πιθανά σημεία για την διαρροή ποσότητας στο σενάριο της χειρότερη περίπτωσης.

Επειδή η αμμωνία είναι αέριο σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και χρησιμοποιείται σαν υγρό υπό πίεση στα περισσότερα μέρη ενός συστήματος ψύξης,

θεωρούμε ότι η ποσότητα M διαφεύγει ολοκληρωτικά σε μια χρονική περίοδο δέκα (10) λεπτών

Εδώ γίνεται η παραδοχή ότι η ταχύτητα του ανέμου είναι 1,5 m/s και υιοθετείται κλίμακα σταθερότητας F. Αν πρακτικά υπάρχουν άλλα μετεωρολογικά δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτά.

Το τοξικό τελικό σημείο είναι 300 ppm. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ένωση Βιομηχανικής Υγιεινής (American Industrial Hygiene Association - **AIHA**) αυτή είναι η μέγιστη αέρια συγκέντρωση στην οποία όλα σχεδόν τα άτομα μπορούν να εκτεθούν για μία (1) ώρα χωρίς μη αναστρέψιμα προβλήματα υγείας ή συμπτώματα που μπορούν να επηρεάσουν την ικανότητα χρήσης προστατευτικού εξοπλισμού.

Η ποσότητα που διέφυγε στο σενάριο διαρροής

Παίρνουμε την μεγαλύτερη ποσότητα M(lb) αμμωνίας που είναι υγροποιημένη υπό πίεση σε ένα δοχείο στο σύστημα ψύξης αμμωνίας. Σε πολλά συστήματα, αυτό το δοχείο θα είναι δοχείο υψηλής πίεσης (high-pressure receiver) με πιέσεις της τάξης των 100 με 200 psig (pounds per square inch gauge - 1 psig= 0,067 bar). Άλλα δοχεία μπορεί να είναι

- ένα εξωτερικό δοχείο όπου η αμμωνία αποθηκεύεται σαν υγρό σε κανονικές συνθήκες (μερικές εγκαταστάσεις έχουν κάτι τέτοιο)
- ένα ενδιάμεσο δοχείο με πιέσεις της τάξεως των 20 με 60 psig (συναντιέται σε συστήματα ψύξης αμμωνίας δύο βαθμίδων)
- ένα δοχείο χαμηλής πίεσης με πιέσεις της τάξης των 10 με 60 psig (σε συστήματα ψύξης μίας βαθμίδας)

Αυτή η ποσότητα M θα πρέπει να περιλαμβάνει όποια υγρή αμμωνία υπάρχει στις σωληνογραμμές που συνδέονται με το δοχείο ή σε όποιο άλλο δοχείο που μπορεί να απελευθερώσει αμμωνία σε σωληνώσεις που συνδέονται με το αυτό. Επιπλέον, περιλαμβάνεται η μέγιστη ποσότητα αμμωνίας που βρίσκεται στο δοχείο σε οποιαδήποτε στιγμή, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας αλλά π.χ., όταν το υπόλοιπο σύστημα είναι κλειστό και γίνονται εργασίες συντήρησης και η εναπομείνασα ποσότητα αμμωνίας είναι αποθηκευμένη στο δοχείο.

Η απόσταση από το τοξικό σημείο

Για να αποφασιστεί αν η τοποθεσία είναι αγροτική (rural) ή αστική (urban), θα πρέπει να ακολουθηθούν οι παρακάτω οδηγίες:

Αν το 50% της γης σε ακτίνα ενός (1) μιλίου μπορεί να περιγραφεί σύμφωνα με τα παρακάτω, τότε η περιοχή μπορεί να θεωρηθεί αστική:

- Βαριά Βιομηχανική (χημικές βιομηχανίες, κατασκευαστικές, τριώροφα με πενταώροφα κτίρια, πολύ λίγη βλάστηση)
- Ελαφριά προς μεσαία βιομηχανική (σταθμοί τρένων, αποθήκες, βιομηχανικά πάρκα, μικρές κατασκευαστικές, έως τριώροφα κτίρια, περιορισμένη βλάστηση)
- Εμπορική (γραφεία και διαμερίσματα, δεκαόροφα ξενοδοχεία, περιορισμένη βλάστηση)
- Καθαρά οικιστική (οικογενειακές κατοικίες, διώροφες ή μικρότερες, μικροί δρόμοι, λίγοι θάμνοι και δέντρα, καθόλου αυτοκινητόδρομοι)

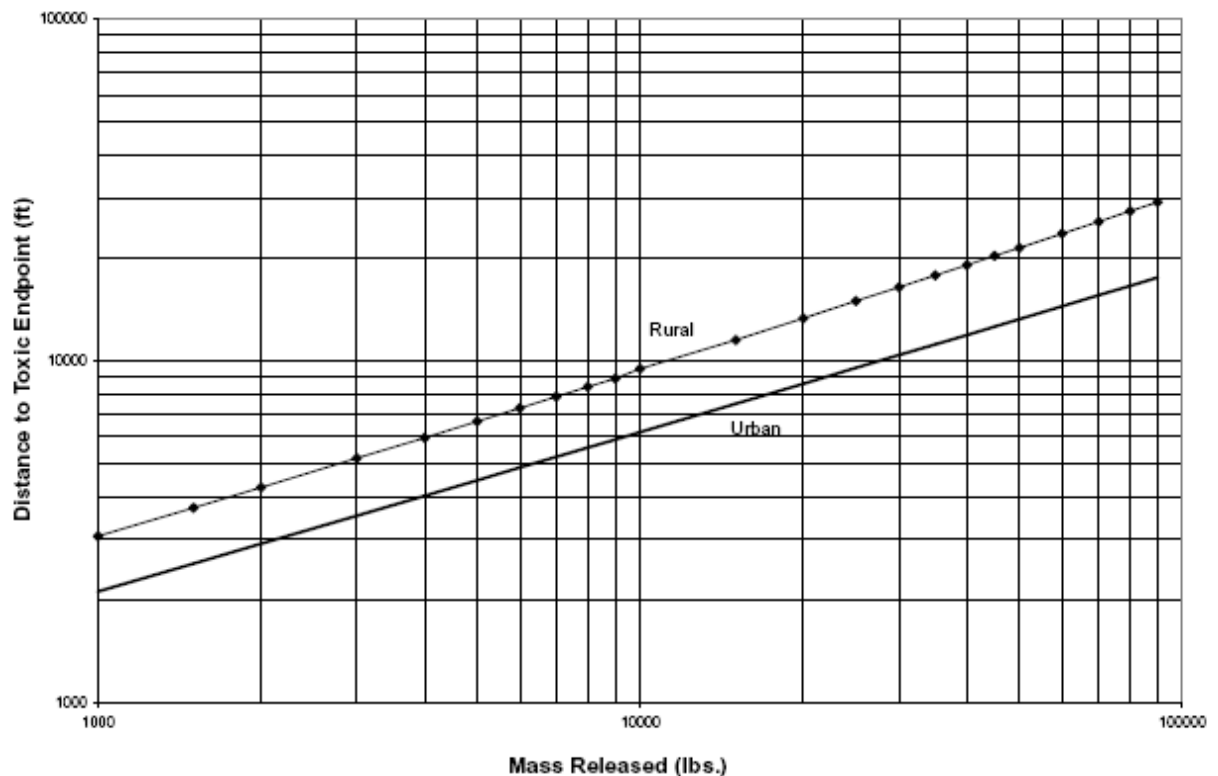
Αν δεν ισχύει κάποιο από τα παρακάτω, η τοποθεσία θεωρείται αγροτική

Ακολουθεί ο πίνακας για το σενάριο διαρροής στην χειρότερη περίπτωση:

Συνολική ποσότητα που διέρρευσε (lb)	Προβλεπόμενη απόσταση από το τοξικό σημείο (ft)	
	Αγροτική	Αστική
1.000	3.100	2.100
1.500	3.700	2.500
2.000	4.300	2.900
3.000	5.200	3.500
4.000	6.000	4.000
5.000	6.600	4.500
6.000	7.300	4.900
7.000	7.800	5.200
8.000	8.400	5.600
9.000	8.900	5.900
10.000	9.500	6.200
15.000	11.500	7.500
20.000	13.300	8.600
25.000	15.000	9.500
30.000	16.400	10.400
35.000	17.800	11.200
40.000	19.100	11.900
45.000	20.300	12.600
50.000	21.400	13.200
60.000	23.600	14.400
70.000	25.600	15.500
80.000	27.400	16.600
90.000	29.100	17.500

Πίνακας 7.5.1: Προβλεπόμενη απόσταση από το τοξικό σημείο στο χειρότερο σενάριο διαρροής

Ισχύει: 1lb=0,453 kgr, 1ft=0,305 m



Σχήμα 7.5.1: Διαρροή αμμωνίας για 10 λεπτά –Γενική οδηγία για την απόσταση από το τοξικό σημείο

Οι τιμές του παραπάνω πίνακα προκύπτουν με την προϋπόθεση ότι δεν μετριάζονται οι επιπτώσεις από την ποσότητα της αμμωνίας που διαρρέει στο σενάριο της χειρότερης περίπτωσης, λόγω της δομής του κτιρίου μέσα στο οποίο μπορεί να βρίσκεται ένα δοχείο ή ο χώρος του συμπιεστή (passive mitigation –εξοπλισμός, συσκευές ή τεχνολογίες που λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη, μηχανική ή άλλη παρέμβαση για τον μετριασμό και έλεγχο ουσιών που διέρρευσαν, με στόχο την ελαχιστοποίηση της έκθεσης σε αυτήν).

7.5.2 Εναλλακτικά σενάρια διαρροής

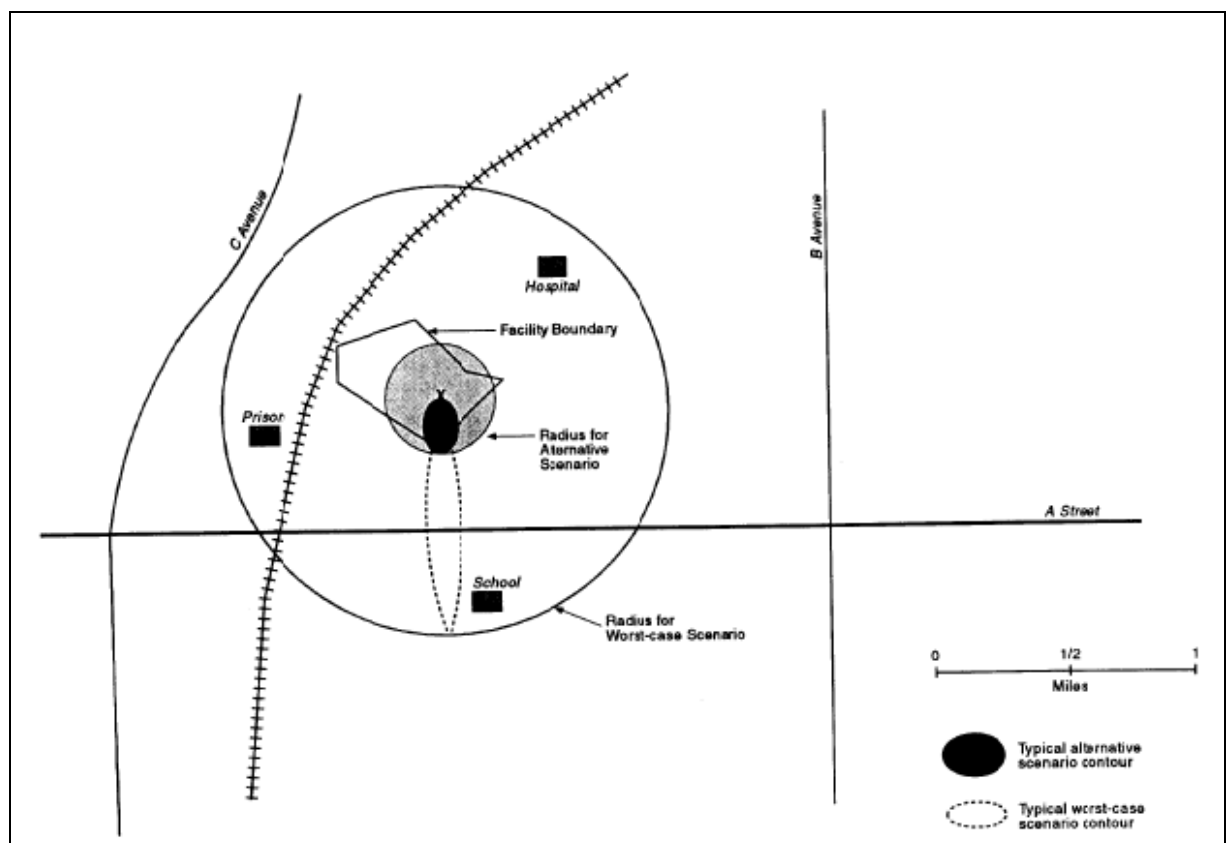
Ο διαχειριστής ή ιδιοκτήτης μια εγκατάστασης θα πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα εναλλακτικό σενάριο διαρροής. Αυτό θα πρέπει να έχει ως βασικά στοιχεία:

- Θα πρέπει να είναι πιο πιθανό να συμβεί από το σενάριο της χειρότερης περίπτωσης
- Το σημείο τοξικότητας θα πρέπει να είναι εκτός της εγκατάστασης για ρυθμό διαρροής σχετικά μεγάλο.

- Οι καιρικές συνθήκες θα πρέπει να είναι οι πρότυπες για την τοποθεσία, και στην περίπτωση μας επιλέγεται μέση ταχύτητα ανέμου 3m/s και κλίμακα σταθερότητας D.

Στην περίπτωση μας, επιλέγεται ένα εναλλακτικό σενάριο, όπου μια οπή διαμέτρου 0,25 ιντσών (0,64 εκατοστά) οδήγησε σε μια διαρροή αερίου, αντιπροσωπευτική μιας διαρροής της ασφαλείας μιας αντλίας ή της διάρρηξης μιας φλάντζας. Για τις πρότυπες συνθήκες σε ένα δοχείο υψηλής πίεσης, ο ρυθμός διαρροής είναι 100 lb/min και με μέση ταχύτητα ανέμου 3 m/s και κλίμακα σταθερότητας D, το τοξικό σημείο είναι στα 450 πόδια για αστική περιοχή και 1000 πόδια για αγροτική περιοχή.

Στο σχήμα παρακάτω, φαίνεται ένα παράδειγμα για τις συνέπειες του εναλλακτικού σεναρίου και του χειρόστου σεναρίου. Στον απλοποιημένο αυτό χάρτη φαίνεται η πιθανή ακτίνα εξάπλωσης του νέφους αερίου, για την διαρροή με τις καιρικές συνθήκες του χειρότερου σεναρίου.



Σχήμα 7.5.2: Απλοποιημένη αναπαράσταση του χειρότερου και εναλλακτικού σεναρίου σε έναν τοπικό χάρτη

Επιπτώσεις εκτός εγκατάστασης για κοινότητα & περιβάλλον

Πρέπει να γίνεται υπολογισμός των ατόμων που βρίσκονται στον κύκλο που σχηματίζεται, με κέντρο το σημείο διαρροής και ακτίνα την απόσταση από το σημείο τοξικότητας. Στα άτομα αυτά πρέπει να υπολογίζονται και οι κάτοικοι της περιοχής, ενώ πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνου η τυχόν παρουσία σχολείων, νοσοκομείων, φυλακών, δημόσιων χώρων διασκέδασης και μεγάλων εμπορικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

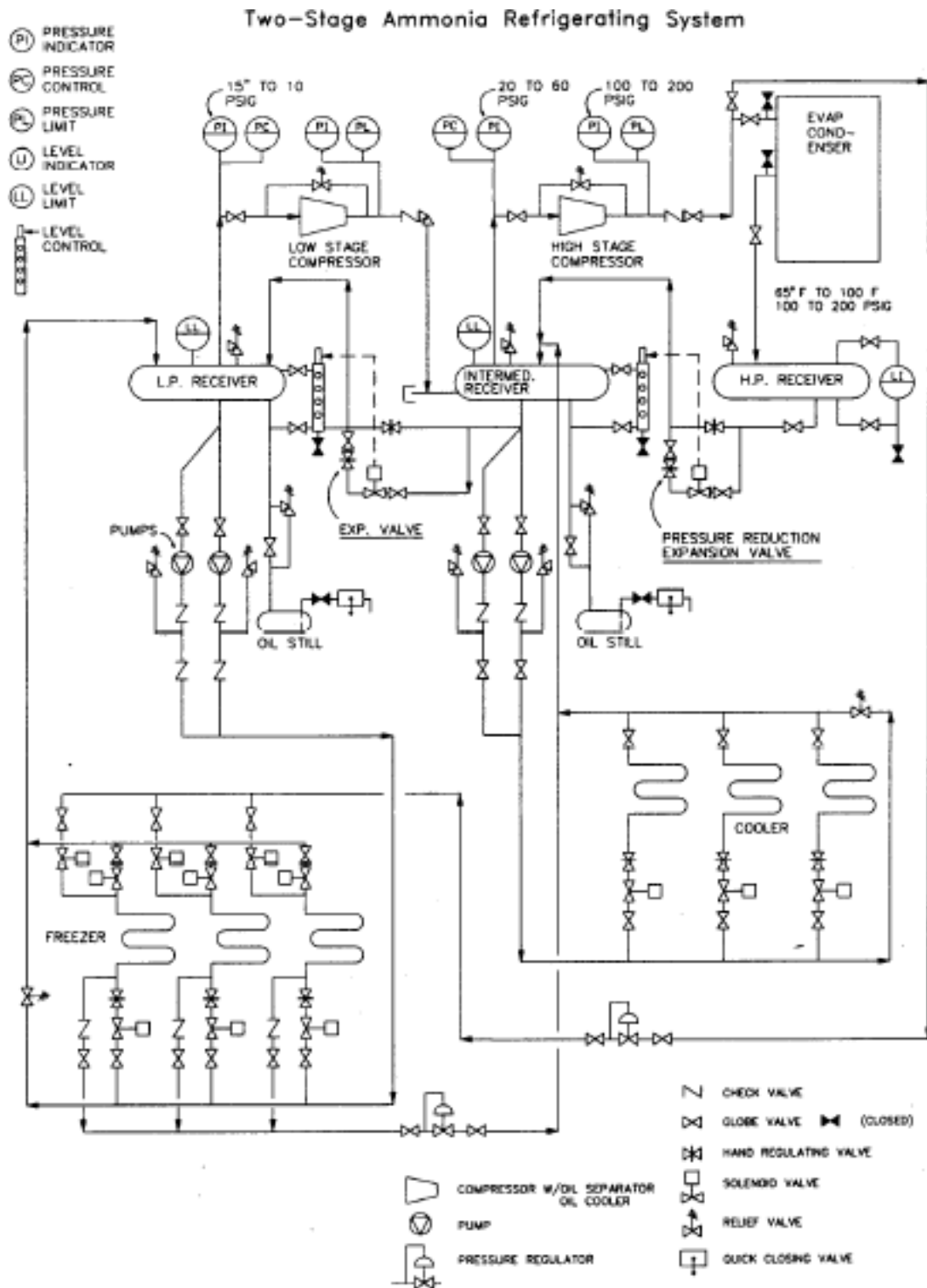
Οι περιοχές που χρήζουν ιδιαίτερης περιβαλλοντικής προσοχής και βρίσκονται μέσα στους κύκλους του παραπάνω σχήματος, όπως εθνικά πάρκα, δάση, μνημεία, καταφύγια άγριων ζώων, πάρκα διαφύλαξης ζώων και φυτών θα πρέπει να είναι καταγεγραμμένες και να υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με αυτές.

7.5.3 Οδηγίες για την μοντελοποίηση των σεναρίων

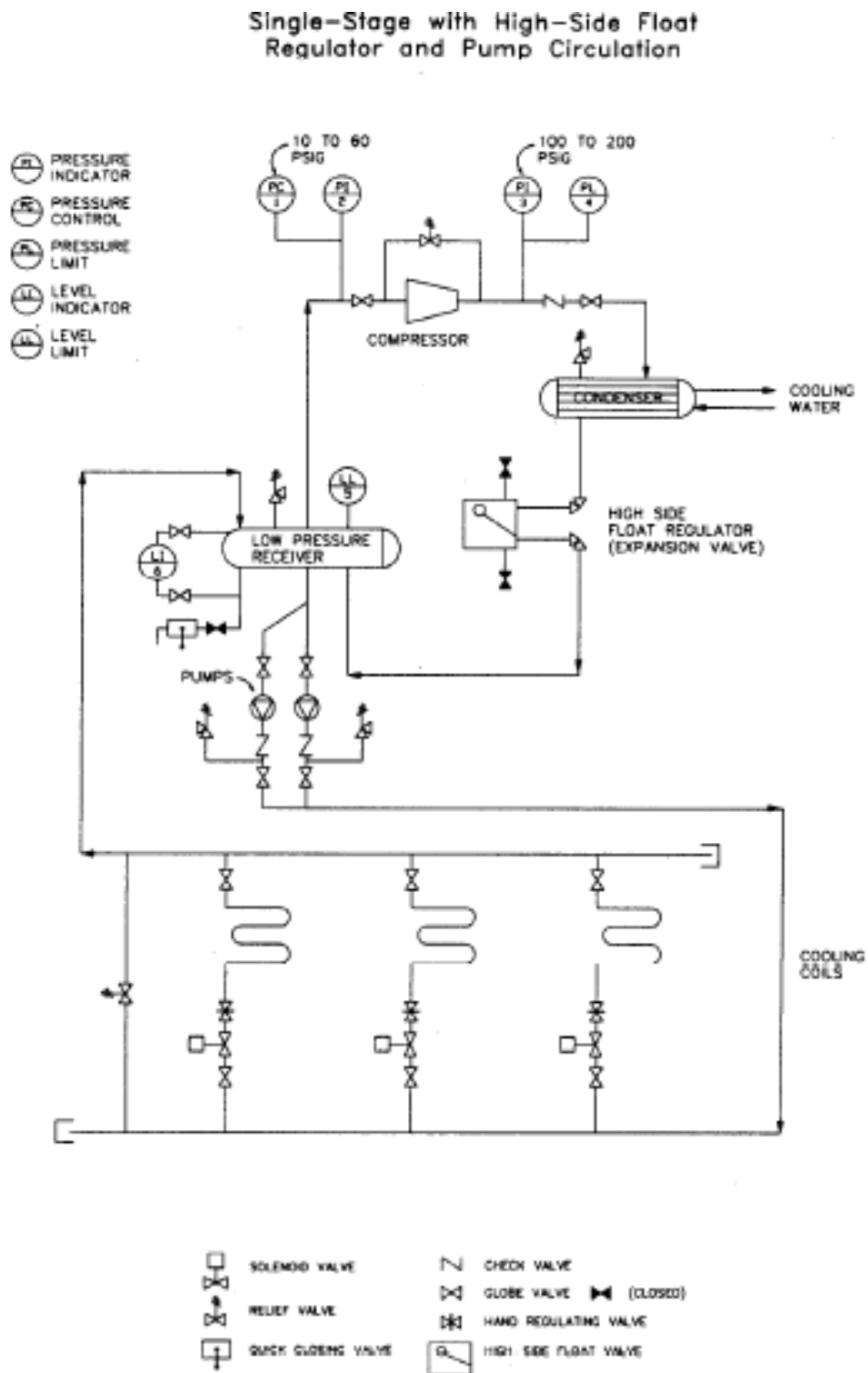
Σε αυτό το σημείο θα δοθούν τεχνικές πληροφορίες για την επιλογή των σεναρίων και την υποστήριξη των παραδοχών που γίνονται. Περιγράφονται οι διαφορετικές συνθήκες κάτω από τις οποίες υπάρχει αμμωνία σε πρότυπα συστήματα ψύξης και πώς οι συνθήκες αυτές επηρεάζουν τον προβλεπόμενο ρυθμό διαρροής, καθώς και οι παράμετροι που ελέγχουν την ανάλυση της ατμοσφαιρικής διασποράς. Μοντελοποιείται η ατμοσφαιρική διασπορά για το χειρότερο σενάριο διαρροής και παρουσιάζεται μια μοντελοποίηση για τα εναλλακτικά σενάρια (EPA, 1996)

7.5.3.1 Διαφορετικές φάσεις αμμωνίας

Ένα διάγραμμα μιας διβάθμιας εγκατάστασης ψύξης (two-stage ammonia refrigeration facility) φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, καθώς και μια πρωτοβάθμια εγκατάσταση (single-stage facility). Ο ρυθμός διαρροής αμμωνίας από ένα άνοιγμα και η ατμοσφαιρική διασπορά της εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η αμμωνία στα διάφορα τμήματα του συστήματος.



Σχήμα 7.5.3.1α: Διβάθμιο σύστημα ψύξης αμμωνίας



Σχήμα 7.5.3.1β: Σύστημα ψύξης αμμωνίας μίας βαθμίδας

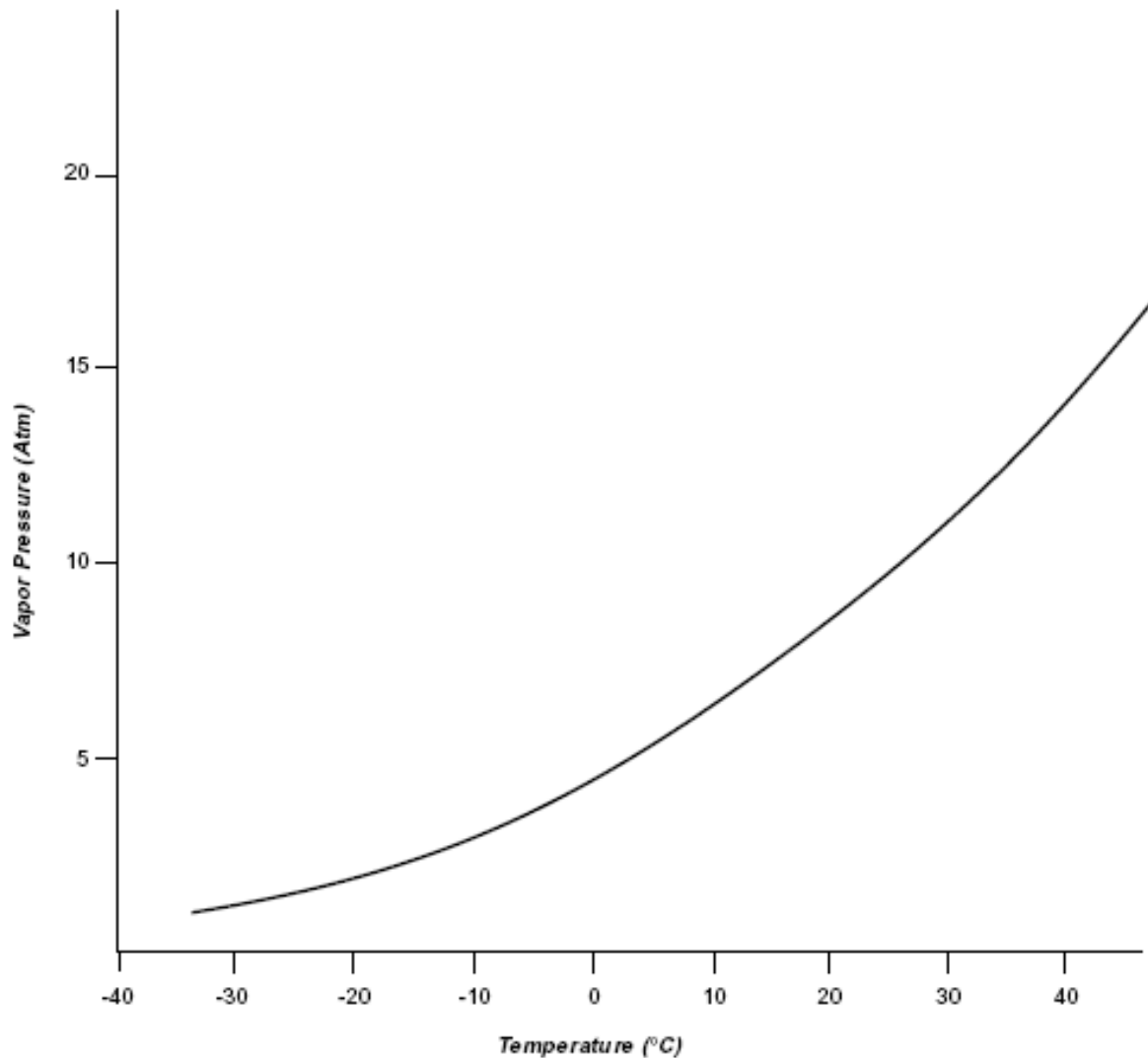
Υγροποιημένη αμμωνία υπό πίεση

Σε πολλά τμήματα ενός πρότυπου συστήματος ψύξης, υπάρχει υγροποιημένη αμμωνία υπό πίεση. Αν η πίεση και η θερμοκρασία έχουν αρκετά υψηλές τιμές, και αν υπάρχει ξαφνική διαρροή υγρής αμμωνίας, θα μετατραπεί όλη σε ένα μίγμα αέριας αμμωνίας με πολύ μικρές σταγόνες που δεν θα πέφτουν στο έδαφος (Goldwire, 1985). Αυτές οι σταγόνες εξατμίζονται γρήγορα με την επαφή με αέρα. Η διαδικασία εξάτμισης ψύχει τον αέρα και δημιουργείται ένα ψυχρό μίγμα αέρα και αέριας αμμωνίας. Αυτό το μίγμα είναι πυκνότερο από τον αέρα και ένα μοντέλο διασποράς βαρέος αερίου απαιτείται για να προβλεφθούν επαρκώς οι αέριες συγκεντρώσεις προς τον πνέοντα άνεμο στο σημείο της διαρροής (Kaiser, 1989).

Συγκρίνοντας με το υγρό χλώριο και τα πειράματα που διεξήχθησαν για αυτό, προκύπτει ότι για υπερθέρμανση 10°C (δηλαδή θερμοκρασία -23°C για την αμμωνία), μόνο μια μικρή ποσότητα υγρής αμμωνίας που διέρρευσε θα πέσει στο έδαφος. Οπότε, για υπερθέρμανση πάνω από 10°C όλη η ποσότητα της αμμωνίας που διέρρευσε παραμένει αέρια.

Εφαρμογή σε εγκαταστάσεις ψύξης αμμωνίας

Σε πολλές εγκαταστάσεις, η αμμωνία ρέει όταν αποβάλλεται από τον συμπιεστή μέσω του συμπυκνωτή στο δοχείο υψηλής πίεσης, όπου εκεί οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίες θα είναι 35°C με πίεση 180 psig. Στο σχεδιάγραμμα για το διβάθμιο σύστημα φαίνεται η κλίμακα των πρότυπων πιέσεων στο δοχείο αυτό και κυμαίνεται από 100-200 psig (περίπου 8-15 atm). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η πίεση των ατμών (vapor pressure) συναρτήσει της θερμοκρασίας. Πίεση 8-15 atm αντιστοιχεί σε θερμοκρασίες περίπου 10-40°C ή υπερθέρμανση 40-70°C. Αυτές οι θερμοκρασίες διασφαλίζουν ότι η όποια διαρροή υγρής αμμωνίας θα γίνει και θα παραμείνει αέρια.



Σχήμα 7.5.3.1γ: Πίεση αέριας αμμωνίας συναρτήσει της θερμοκρασίας

Κάποιες εγκαταστάσεις ψύξης έχουν μια επιπλέον δεξαμενή αποθήκευσης αμμωνίας. Αυτή η δεξαμενή θα βρίσκεται πιθανότατα εκτός της εγκατάστασης και η πίεση της θα κυμαίνεται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Όμως σε κανονικές συνθήκες η υπερθέρμανση θα είναι περίπου 60°C και τα χαρακτηριστικά της διαρροής από μια τέτοια δεξαμενή θα είναι παρόμοια με την διαρροή από ένα δοχείο υψηλής πίεσης. Αν η χωρητικότητα της εξωτερικής δεξαμενής αποθήκευσης είναι μεγαλύτερη από το δοχείο υψηλής πίεσης, τότε η διαρροή από αυτή τη δεξαμενή θα θεωρείται υποψήφια για το χειρότερο σενάριο

Κάποιες εγκαταστάσεις, όπως μιας πρωτοβάθμιας εγκατάστασης ψύξης, μπορεί να μην έχουν δοχείο υψηλής πίεσης. Σε αυτή την περίπτωση, η αμμωνία με πίεση 180

psig περιορίζεται στις σωληνογραμμές και μπορεί να υπάρχει ένα δοχείο χαμηλής πίεσης, με πιέσεις που κυμαίνονται από 10-60 psig (περίπου 2-5 atm). Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι οι αντίστοιχες θερμοκρασίες είναι $-20-0^{\circ}\text{C}$, ή για υπερθέρμανση από $10-30^{\circ}\text{C}$.

Αμμωνία σε υπό-ατμοσφαιρικές πιέσεις

Σε μερικές εγκαταστάσεις, όπως οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων, ακόμα πιο ψυχρή αμμωνία μπορεί να χρειάζεται, όταν πχ είναι απαραίτητη η ταχεία ψύξη τροφίμων. Σε αυτή την περίπτωση, οι θερμοκρασίες είναι πολύ πιο κάτω από το ατμοσφαιρικό σημείο βρασμού και σε περίπτωση διαρροής η αμμωνία χύνεται στο έδαφος και σε μια χρονική περίοδο 10 λεπτών θα εξατμιστεί με πολύ χαμηλότερο ρυθμό σε σχέση με τη διαρροή στο χειρότερο σενάριο για την διάρρηξη σε ένα δοχείο υψηλής πίεσης. Τα δοχεία χαμηλών θερμοκρασιών είναι γενικά μέσα στα κτίρια και αυτό είναι πολύ πιθανό να μειώσει περισσότερο τον ρυθμό διαρροής στην ατμόσφαιρα εξωτερικά της εγκατάστασης ψύξης.

Αέρια αμμωνία

Στο σύστημα υπάρχει και αέρια αμμωνία σε συγκεκριμένες πιέσεις και θερμοκρασίες. Αν υπάρχει μια διάρρηξη στον χώρο του δοχείου υψηλής πίεσης, θα υπάρχει ένας επιπλέον πίδακας αέριας αμμωνίας (ammonia jet) από το στενό άνοιγμα. Όμως για ένα δεδομένο μέγεθος ανοίγματος και για συγκεκριμένη πίεση, ο ρυθμός διαρροής αέριας αμμωνίας θα είναι πολύ μικρότερος από αυτόν της υγρής αμμωνίας, οπότε είναι απίθανο η διαρροή αερίου να αποτελέσει το χειρότερο σενάριο.

Κτίρια

Σε πολλές εγκαταστάσεις ψύξης, τα δοχεία αερίων υψηλής πίεσης και άλλες δεξαμενές βρίσκονται εντός της εγκατάστασης (πχ στον χώρο του συμπιεστή). Σε περίπτωση διαρροής, μπορεί να υποτεθεί ότι η μίξη με τον αέρα στο κτίριο και η σχετικά αργή διαρροή από τις ρωγμές ή το σύστημα εξαερισμού, μπορεί να μετριάσει τις συνέπειες της διαρροής. Όμως αυτή η υπόθεση πρέπει να ελεγχθεί προσεκτικά για τους παρακάτω λόγους:

- Σε πολλές περιπτώσεις, οι σωληνώσεις που συνδέονται με τον χώρο του υγρού στο δοχείο υψηλής πίεσης, οδηγούν εκτός του κτιρίου. Οπότε σε περίπτωση σοβαρής διαρροής σε σωληνογραμμές, το περιεχόμενο του δοχείου θα αποβάλλεται μέσω αυτών εκτός του κτιρίου
- Ο χώρος του συμπιεστή μπορεί να έχει πόρτες ή παράθυρα σε εξωτερικούς τοίχους της εγκατάστασης ψύξης και στο χειρότερο σενάριο δεν μπορεί να υποτεθεί ότι θα είναι κλειστά.
- Οι αναλύσεις ευαισθησίας δείχνουν ότι στην περίπτωση ξαφνικής διαρροής τόνων αμμωνίας στον χώρο του συμπιεστή, η πίεση στον χώρο μπορεί να αυξηθεί και να ξεπεράσει το 1 psig. Μια κατασκευή με ενισχυμένο σκυρόδεμα δε θα αντέξει αυτή την πίεση και αν υπάρχουν παράθυρα θα σπάσουν (FEMA, 1989). Μετά την αρχική αύξηση της πίεσης, η αμμωνία που διέρρευσε θα αναμειχθεί με τον αέρα στον χώρο και το μείγμα που θα προκύψει θα είναι πολύ ψυχρό και μπορεί να εμφανιστούν υπό-ατμοσφαιρικές πιέσεις που μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο κτίριο. Όλα αυτά εξαρτώνται από την ποσότητα της αμμωνίας που θα διαρρεύσει και το μέγεθος του χώρου.
- Στα σύγχρονα συστήματα, οι χώροι του συμπιεστή είναι μερικές φορές σχεδιασμένοι με πλέγματα στήριξης (panels) που σπάνε σε υπερβολικές πιέσεις του 1psi , για να προστατευτούν απέναντι σε υπερβολικές πιέσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε εκρήξεις.

Στην περίπτωση αιφνίδιας διαρροής (sudden release), το κτίριο θα μπορούσε να πάθει αρκετά μεγάλη ζημιά ώστε να χάσει την ικανότητα μετριάσμου των επιπτώσεων της διαρροής, μόνο αν το μέγεθος του κτιρίου είναι μικρό σε σχέση με την ποσότητα του χημικού. Το πιο πιθανό όμως είναι ότι σε περίπτωση τέτοιας διαρροής, ένα κτίριο με διεξόδους για τις διαρροές και επαρκή εξαερισμό δεν θα πάθαινε κάποια ζημιά.

Για παρατεταμένες διαρροές (prolonged releases), έγινε μια μελέτη για διαρροή υγρής αμμωνίας διάρκειας 10 λεπτών, η οποία ήταν αποθηκευμένη σε θερμοκρασία 310 K (98 °F) και πίεση 1,4 MPa (206 psia). Για τιμή υπερπίεσης 6.895 Pa (1 psia), προβλέφθηκε έπειτα από προσομοιώσεις ότι θα υπάρχει ατμοποίηση ποσοστού 20% της αμμωνίας. Η ροή αμμωνίας από τις διεξόδους του κτιρίου για καταστάσεις υψηλού κινδύνου υπολογίστηκαν για χώρους από 500 m³ έως 10.000 m³. Με ρυθμό διαρροής 6.710 kg/10 min (14.790 lb/10 min), μπορεί να αναπτυχθεί υπερπίεση 6.895 Pa (1 psia) για χώρο 500 m³. Για μεγαλύτερους χώρους (1000 και 10.000 m³), απαιτείται πολύ μεγαλύτερος ρυθμός διαρροής για να προσεγγιστεί το παραπάνω κριτήριο υπερπίεσης.

Οπότε για παρατεταμένες διαρροές, συμπεριλαμβανομένου και αυτών με χρονική διάρκεια παραπάνω από 10 λεπτά, δεν αναμένεται αστοχία βιομηχανικών κτιρίων. Η παρουσία του κτιρίου εξυπηρετεί στον μετριάσμό αιφνίδιων διαρροών και ο μετριάσμος των επιπτώσεων της διαρροής από ένα κτίριο είναι πιο αποτελεσματικός για σχετικά μικρά κτίρια με εξαερισμό σε χαμηλούς ρυθμούς. (Kaiser, Price, Urdaneta, 1999)

7.5.3.2 Μοντελοποίηση του χειρότερου σεναρίου διαρροής

Εδώ επιλέγεται η ποσότητα M που διαρρέει στο χειρότερο σενάριο και υπολογίζεται η απόσταση από το τοξικό σημείο. Για μια διαρροή χρονικής διάρκειας 10 λεπτών, χρησιμοποιείται η εξίσωση του Bernoulli (CCPS, 1989) για την πρόβλεψη του ρυθμού διαρροής Q (kg/s) ενός υγρού από ένα δοχείο

$$Q = c p_L A (2 p_g / \rho_L + 2 g h)^{0.5}$$

Όπου

- c : σταθερά με τιμή 0,6
- ρ_L : η πυκνότητα του υγρού στο δοχείο (639 kg/m³ για την αμμωνία)
- A : το εμβαδό του ανοίγματος (m² – για παράδειγμα το εμβαδό μιας οπής διαμέτρου 1 ίντσας είναι $5,16 \cdot 10^{-4}$ m²)
- p_g : η πίεση στο δοχείο (Pa – για παράδειγμα, 180 psig = $1,2 \cdot 10^6$ Pa)
- g : η επιτάχυνση της βαρύτητας (9,82 m/s²)
- h : το στατικό ύψος (μονάδες σε m – αμελητέο όταν η πίεση του αερίου είναι της τάξης των 180 psig)

Αυτός ο τύπος ισχύει για διαρροή καθαρού υγρού και για οπή στο δοχείο η διάρρηξη ενός μικρού σωλήνα. Για μεγαλύτερες σωλήνες, υπάρχει μια πτώση πίεσης ανάμεσα στο δοχείο και την οπή που οδηγεί στην μείωση του ρυθμού διαρροής (Fauske 1985, 1987).

Ο ρυθμός διαρροής ενός σωλήνα με διάρρηξη από δοχείο υψηλής πίεσης, για πίεση 180 psig, προβλέπεται να είναι περίπου 12 kg/s (1600 lb/min) για μια οπή μίας (1) ίντσας. Μια ποσότητα 20.000 lb θα αποβάλλεται σε περίπου 12 λεπτά. Για οπή δύο (2) ιντσών, η διάρκεια της διαρροής θα είναι περίπου 3 λεπτά. Για μια μέση πίεση δοχείου της τάξης των 30 psig, ο προβλεπόμενος ρυθμός διαρροής θα είναι περίπου 660 lb/min (για οπή μίας ίντσας) ή 2650 lb/min (για οπή δύο ιντσών), με αντίστοιχες διάρκειες διαρροής ποσότητα για 20.000 lb αμμωνίας ίση με 30 λεπτά και 7 λεπτά αντίστοιχα. Οπότε μια διαρροή χρονικής διάρκειας 10 λεπτών δεν είναι παράλογη.

7.5.3.3 Εναλλακτικά σενάρια διαρροής

Πιθανά σενάρια διαρροής μπορούν να προκύψουν από την έρευνα σε παρελθόντα περιστατικά σε εγκαταστάσεις ψύξης, όπως αναφέρονται στη βάση δεδομένων ARIP. Για παράδειγμα:

- αναστάτωση/διαταραχές (upsets) στην εγκατάσταση που μπορεί να οδηγήσει στο άνοιγμα βαλβίδων εκτόνωσης
- διαρροές στα περιστρεφόμενα κλείστρα
- αστοχίες σωληνογραμμών
- ένας μπλοκαρισμένος και γεμάτος με υγρό σωλήνας που έσπασε όταν θερμάνθηκε
- αστοχίες κατά την μεταφορά αμμωνίας, όπως διαρροή μάνικας

Τα ακόλουθα σενάρια θα λαμβάνονται υπόψη:

- Διαρροές σε μάνικες λόγω ρωγμών ή ξαφνικής αποσύνδεσης της μάνικας
- Διαρροές σε σωληνώσεις από αστοχία φλάντζας, συνδέσμων (joints), οξυγονοκολλήσεων (welds), βαλβίδων, του συστήματος απομάκρυνσης υγρού (drains) ή βάνια μικρής ροής συνδεδεμένη με δοχείο, για την απομάκρυνση μικρών ποσοτήτων αμμωνίας (bleeds)
- Υπερπλήρωση δοχείου ή υπερβολική διατήρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης σε έναν θάλαμο, ο οποίος υφίσταται υψηλή ή χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση, σε επίπεδα εκτός αυτών στα οποία έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί (over pressurization). Επίσης, ο εξαερισμός μέσω βαλβίδων εκτόνωσης ή μη επανακλείουσων συσκευών εκτόνωσης της πίεσης, οι οποίες εκτονώνουν την πίεση μέσω της θραύσης ενός δίσκου (rupture disk)
- Λάθος χειρισμού κλωβού μεταφοράς και αποθήκευσης αμμωνίας (shipping container) και διάρρηξη ή διάτρηση που οδήγησε σε διαρροή

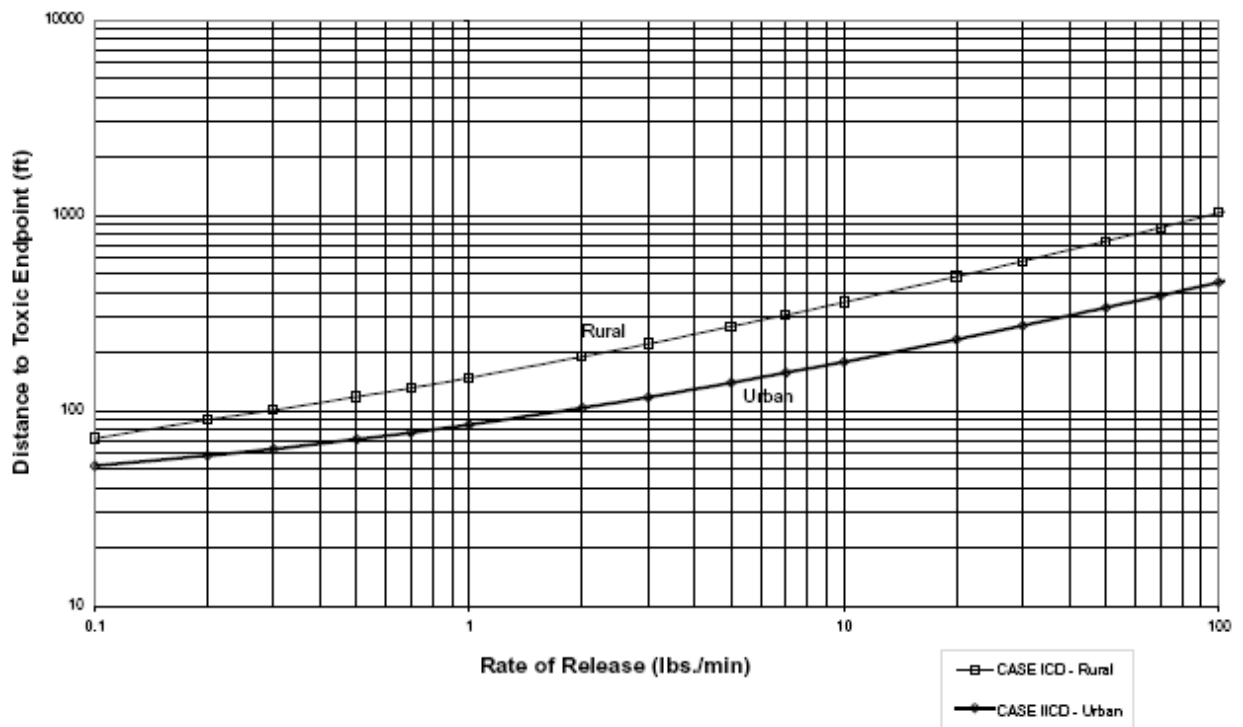
Υπάρχει λοιπόν μεγάλη ποικιλία σεναρίων, αλλά ένα πρέπει να επιλέγεται και να μοντελοποιείται. Πολλά σενάρια αντιστοιχούν σε μια μικρή οπή διαμέτρου 0,25 έως 0,5 ιντσών (πχ διάρρηξη φλάντζας ή διαρροή κλείστρου αντλίας). Οπότε ένα πολύ πιθανό σενάριο θα μπορούσε να είναι η διαρροή αμμωνίας σε ένα δοχείο υψηλής πίεσης από μια οπή 0,25 ιντσών. Ένας πρότυπος ρυθμός διαρροής θα είναι 0,75 kg/sec (100 lb/min) σύμφωνα με τον τύπο του Bernoulli.

Το σενάριο πρέπει να μοντελοποιηθεί σε πρότυπες καιρικές συνθήκες. Για πολλές τοποθεσίες, επιλέγεται ατμοσφαιρική σταθερότητα κατηγορίας D και μέση ταχύτητα ανέμου 3m/sec. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την προβλεπόμενη απόσταση από το τοξικό σημείο και τον αντίστοιχο ρυθμό διαρροής.

Ρυθμός διαρροής (lb/min)	Προβλεπόμενη απόστασης από το τοξικό σημείο (ft)	
	Αγροτική	Αστική
0.1	70	50
0.2	90	60
0.3	100	65
0.5	120	70
0.7	130	80
1.0	150	85
2.0	190	100
3.0	220	120
5.0	270	140
7.0	310	160
10.0	360	180
20.0	490	230
30.0	580	270
50.0	740	340
70.0	850	400
100.0	1.020	450
150.0	1.260	540
200.0	1.970	940
300.0	2.450	1.160
500.0	3.240	1.510

Πίνακας 7.5.3.3: Εναλλακτικό σενάριο διαρροής σε πρότυπες καιρικές συνθήκες

Για το σενάριο διαρροής 100 lb/min, η απόσταση από το τοξικό σημείο είναι περίπου 1000 πόδια σε αγροτική περιοχή και περίπου 450 πόδια σε αστική, σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 7.5.3.3: Εναλλακτικό σενάριο σε πρότυπες καιρικές συνθήκες
Γενικές οδηγίες για την απόσταση από το τοξικό σημείο

7.5.3.4 Γενικές οδηγίες για την μοντελοποίηση

Αν ο ιδιοκτήτης της εγκατάστασης αποφασίσει να κάνει την δική του μοντελοποίηση, υπάρχουν δυο κύρια σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Ο σωστός χαρακτηρισμός της πηγής (πχ ρυθμός διαρροής, θερμοκρασία, πυκνότητα, ορμή κτλ)
- Επιλογή του κατάλληλου μοντέλου διασποράς

Υπάρχουν και άλλες πηγές για περαιτέρω έρευνα, όπως πληροφορίες από την CCPS (Center for Chemical Process Safety) και χρήσιμες οδηγίες από την USEPA (CCPS, 1987, 1991, 1995 και USEPA, 1991, 1992, 1993)

7.5.4 Ανάλυση Ευαισθησίας

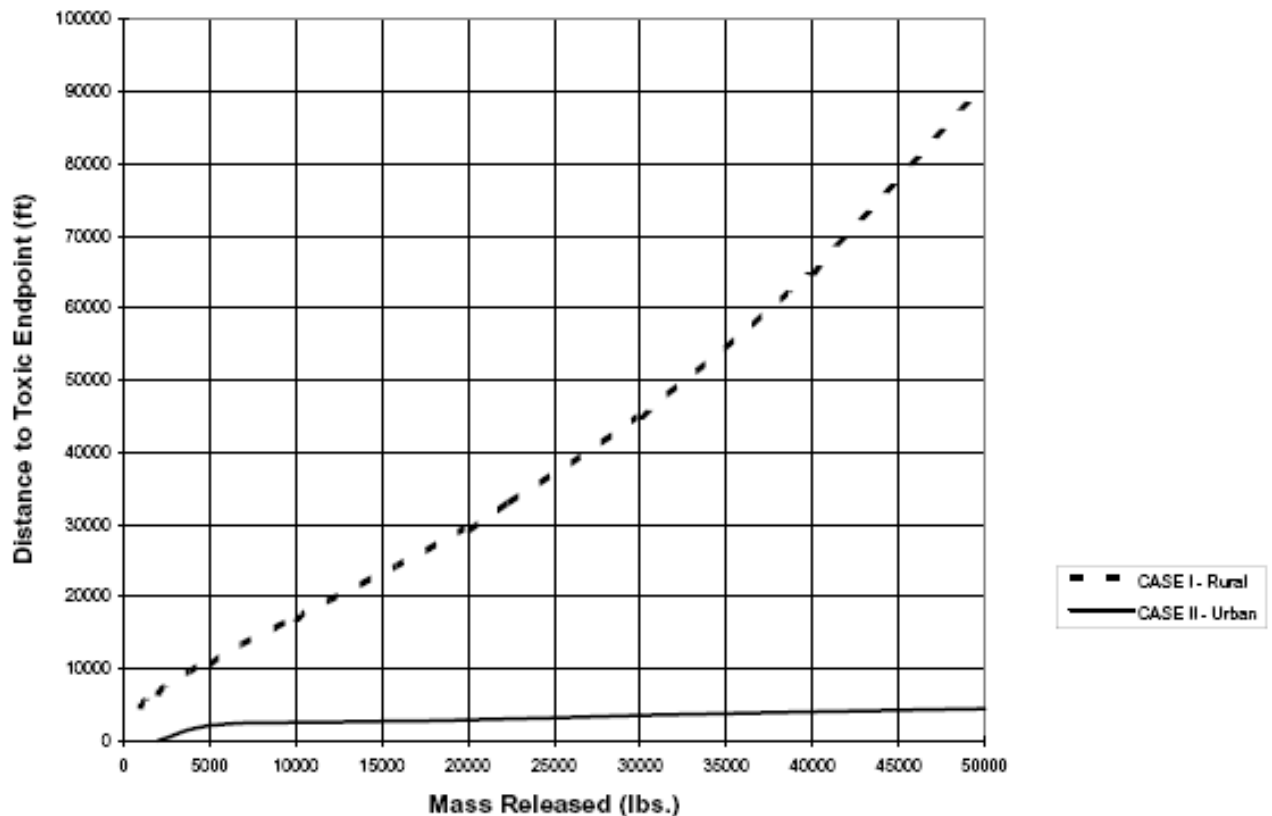
Με τη βοήθεια του μοντέλου SACRUNCH (SAIC, 1994), υπολογίζονται οι αποστάσεις από το τοξικό σημείο για διάφορες συνθήκες. Ο παρακάτω πίνακας δίνει της περιγραφή κάθε ανάλυσης ευαισθησίας.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
I	Continuous, flashing rural release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
ICD	Continuous, rural release over 1 hour, constant toxic endpoint, D Stability, 4 m/s windspeed, no deposition
IP	Instantaneous, flashing rural release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
II	Continuous, flashing urban release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
IICD	Continuous, flashing urban release over 1 hour, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
IIP	Instantaneous, flashing urban release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
III	Continuous, flashing rural release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition
IIIP	Instantaneous, flashing rural, release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition
IV	Continuous, flashing rural release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
IVP	Instantaneous, flashing rural release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
V	Continuous, flashing rural release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition
VP	Instantaneous, flashing rural release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition

VI	Continuous, flashing urban release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, No deposition
VIP	Instantaneous, flashing urban release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
VII	Continuous, initially passive rural release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition
VIII	Continuous, initially passive rural release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition
IX	Continuous, initially passive rural release, time-varying toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, deposition
X	Continuous, initially passive urban release, constant toxic endpoint, F Stability, 1 m/s windspeed, no deposition

Πίνακας 7.5.4: Περιγραφή αναλύσεων ευαισθησίας

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης διαρροής υγρής αμμωνίας που εξατμίζεται στιγμιαία με θέρμανση (flashing), χρονικής διάρκειας πάνω από 10 λεπτά, κατηγορίας σταθερότητας F με ταχύτητα ανέμου 1,5 m/sec σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας (25°C). Η απόσταση ως το τοξικό σημείο αποτυπώνεται γραφικά για διαφορετικές ποσότητες διαρροής για αστικές και αγροτικές περιοχές.

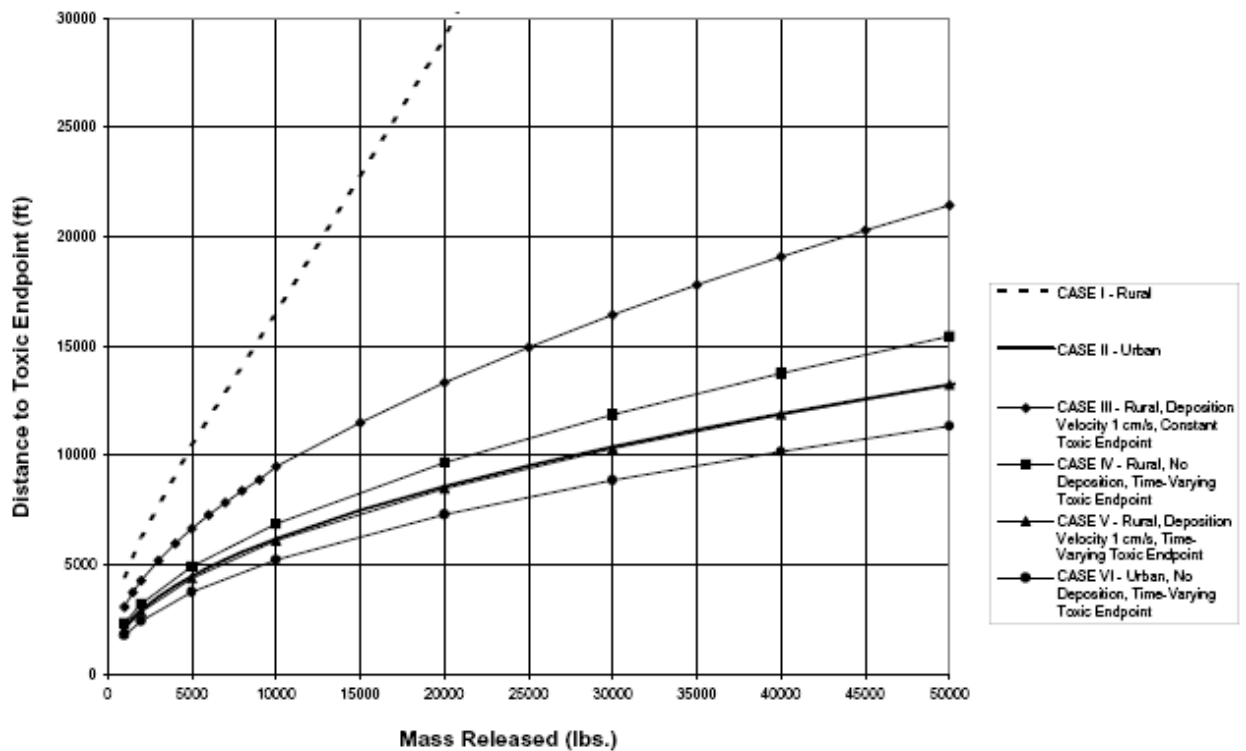


Σχήμα 7.5.4α: Διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση για 10 λεπτά, συνεχές τοξικό σημείο, χωρίς απόθεση ιζήματος

Σε μια αστική περιοχή, όπου υπάρχει ασυνήθιστη ατμοσφαιρική διάταξη (turbulence) λόγω των κτιρίων και των πηγών θερμότητας, ο ρυθμός διάλυσης του νέφους που σχηματίζεται είναι υψηλότερος από αυτόν σε αγροτική περιοχή.

Οι αναλύσεις ευαισθησίας έγιναν λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες. Η απόθεση ιζήματος (deposition) αφορά την ποσότητα υλικού που αφαιρείται από το νέφος και επικάθεται σε μια δεδομένη επιφάνεια σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (Hanna και Hosker, 1980). Η τιμή 10^{-2} m/sec είναι αποδεκτή για ένα αντιδρών αέριο και χρησιμοποιήθηκε στην προκειμένη περίπτωση.

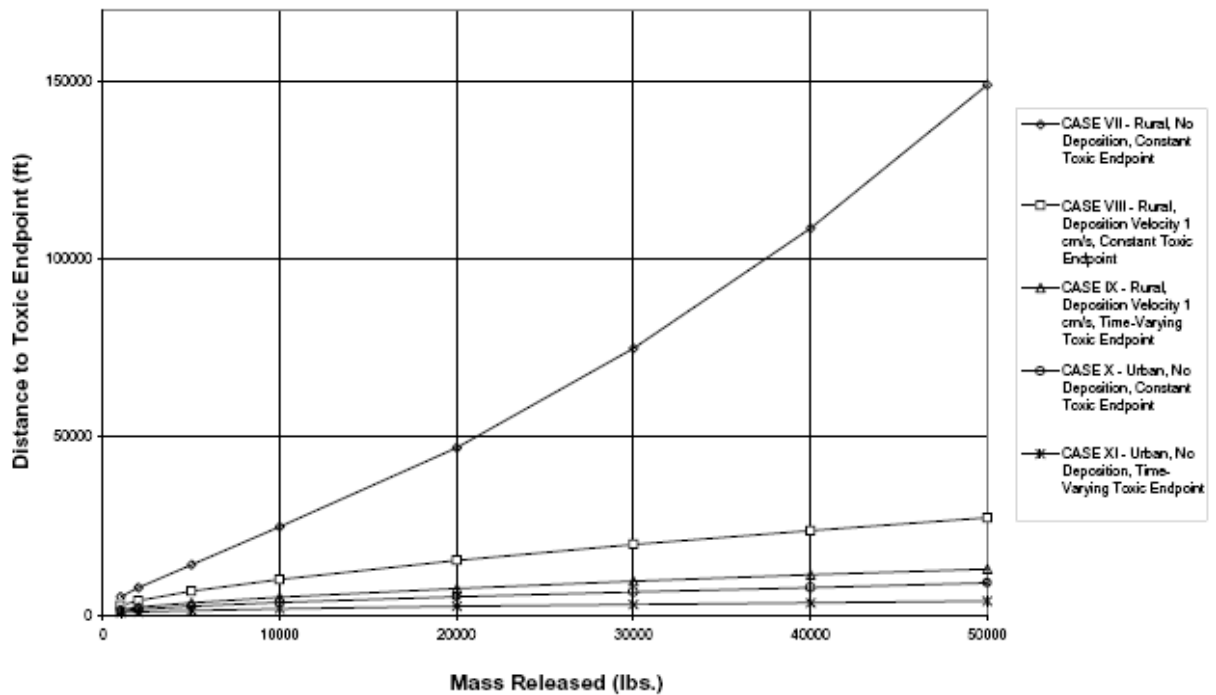
Η τιμή των 300 ppm για το τοξικό σημείο είναι μια σταθερή τιμή έκθεσης που έχει υιοθετηθεί από την EPA για την αμμωνία, ανεξάρτητα από τον χρόνο έκθεσης, κάτι που δείχνει τον συντηρητισμό της παραδοχής αυτής. Το τοξικό σημείο που ποικίλει με τον χρόνο (time varying toxic endpoint) αφορά τον χρόνο έκθεσης στην αμμωνία, και συγκεκριμένα αν ο χρόνος έκθεσης μειωθεί (πχ, λόγω μιας μικρής έκρηξης – puff), τότε η συγκέντρωση στο σημείο τοξικότητας θα πρέπει να προσαρμοσθεί ώστε να υπάρχουν ανάλογες επιδράσεις στην υγεία (USEPA, 1987). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα



Σχήμα 7.5.4β: Διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση για 10 λεπτά
Ανάλυση ευαισθησίας

Η υπόθεση για απόθεση ιζήματος και / ή για συγκέντρωση που ποικίλει με τον χρόνο σε αγροτικές περιοχές δίνει αποτελέσματα παρόμοια με τα αποτελέσματα για αστική περιοχή. Εφόσον είναι πολύ πιθανό να γίνει απόθεση ιζήματος και το τοξικό σημείο να ποικίλλει με τον χρόνο, η υπόθεση της αγροτικής περιοχής είναι πολύ συντηρητική για τις περισσότερες των περιπτώσεων.

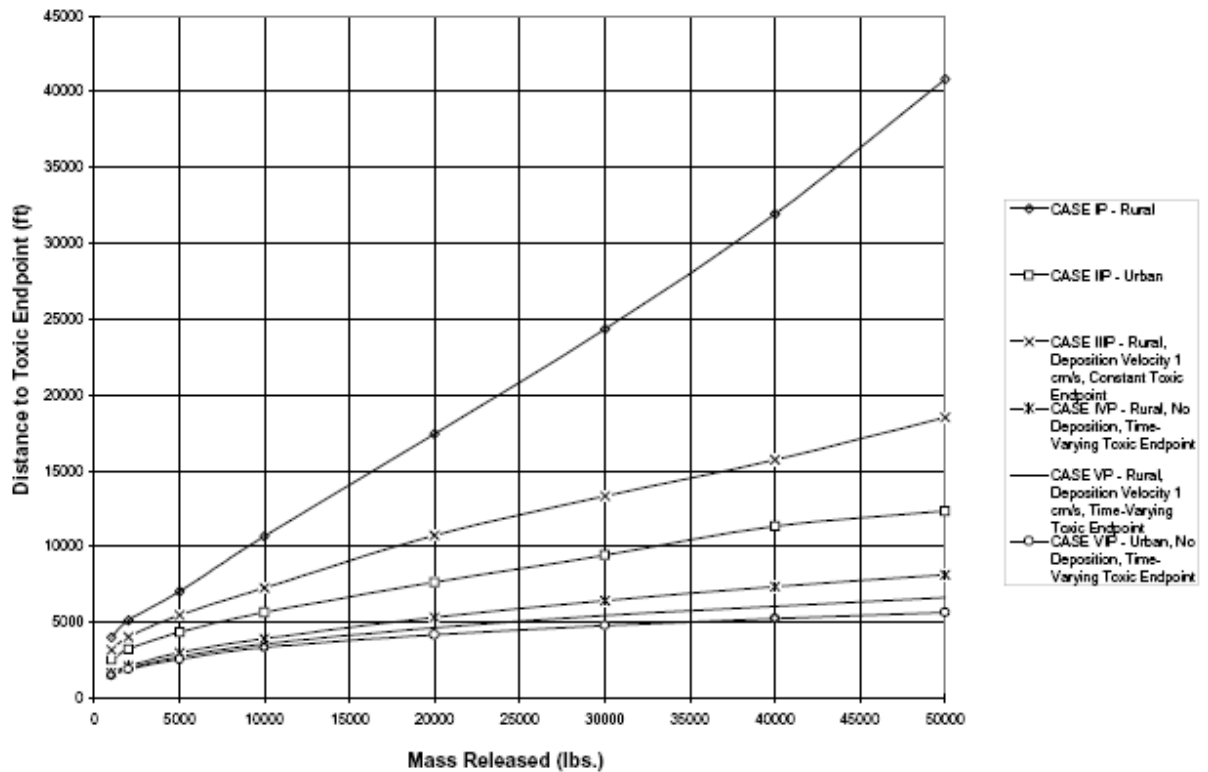
Τα δυο παραπάνω διαγράμματα προέκυψαν με την υπόθεση ότι το νέφος είναι αρχικά πυκνό, όπως αναμένεται για την αμμωνία που διαρρέει σαν υγρό από δοχεία στα οποία ήταν υποθηκευμένη υπό πίεση (Kaiser, 1989). Το επόμενο διάγραμμα δείχνει την ευαισθησία στους ίδιους παράγοντες με πριν, με την διαφορά ότι το νέφος είναι αρχικά παθητικό (initially passive).



Σχήμα 7.5.4γ: Διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση για 10 λεπτά, αρχικά παθητικό νέφος
Ανάλυση ευαισθησίας

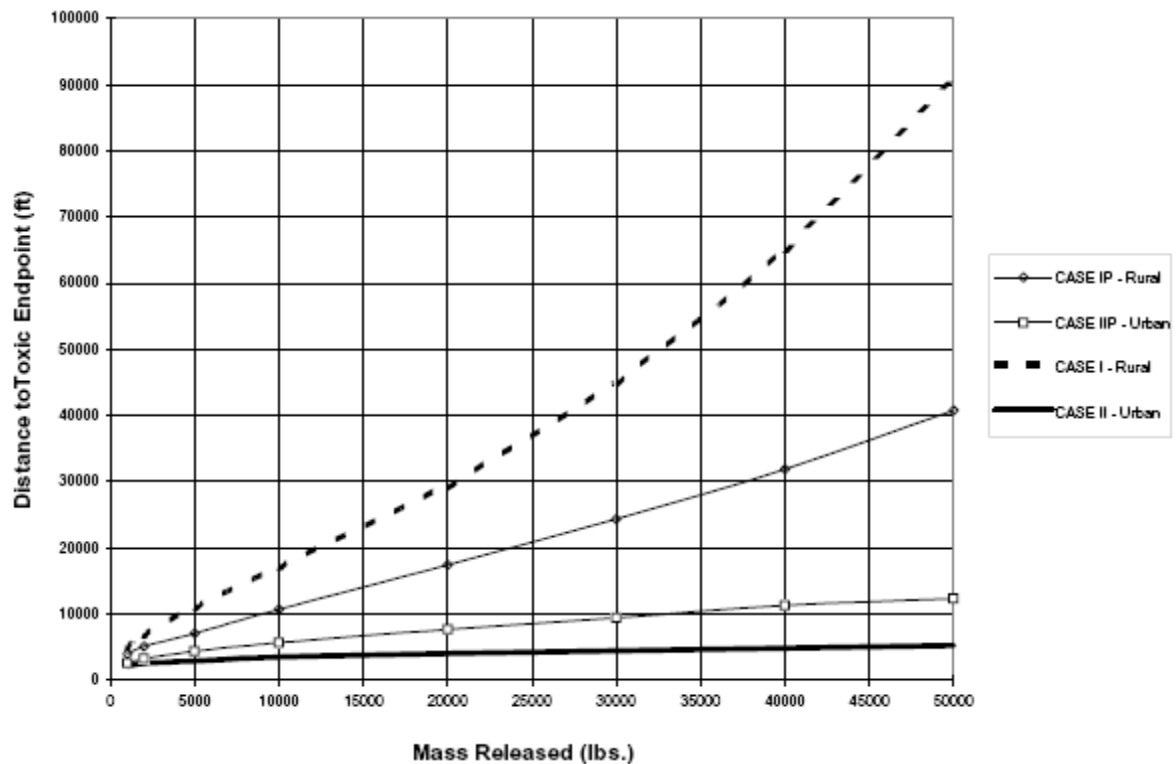
Και σε αυτή την περίπτωση, αποδεικνύεται ξανά ότι είναι πολύ συντηρητική η υπόθεση για αγροτικές περιοχές χωρίς απόθεση ιζήματος και με σταθερή συγκέντρωση για το τοξικό σημείο.

Τα παραπάνω τρία διαγράμματα δείχνουν τα αποτελέσματα συνεχών διαρροών. Το επόμενο διάγραμμα δείχνει τα αποτελέσματα για μια στιγμιαία διαρροή, με μικρή έκρηξη (instantaneous puff release). Τα δύο προηγούμενα διαγράμματα αφορούσαν συνεχείς διαρροές χρονικής διάρκειας 10 λεπτών. Όμως μια διαρροή με μικρή έκρηξη είναι ομοίως πιθανή να συμβεί όπως μια διαρροή στην χειρότερη περίπτωση, και σε κάθε περίπτωση, μια διαρροή διάρκειας 10 λεπτών μπορεί να εξελιχθεί σε μια μικρή έκρηξη στην πορεία. Επίσης από το διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται ότι η περίπτωση του μοντέλου συνεχής ροής για αγροτική περιοχή, χωρίς απόθεση ιζήματος, είναι πολύ συντηρητική.



Σχήμα 7.5.4δ: Στιγμιαία διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση
Ανάλυση ευαισθησίας

Το επόμενο διάγραμμα είναι μια σύγκριση ανάμεσα στις συνεχείς και στιγμιαίες διαρροές για αγροτικές και αστικές περιοχές. Προκύπτει ότι η περίπτωση της αγροτικής περιοχής είναι πολύ πιο συντηρητική και επίσης ότι η συνεχής διαρροή είναι πιο συντηρητική σε σχέση με την στιγμιαία διαρροή με μικρή έκρηξη, για αγροτικές περιοχές.



Σχήμα 7.5.4ε: Διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση
Σύγκριση Στιγμιαίας και δεκάλεπτης διαρροής

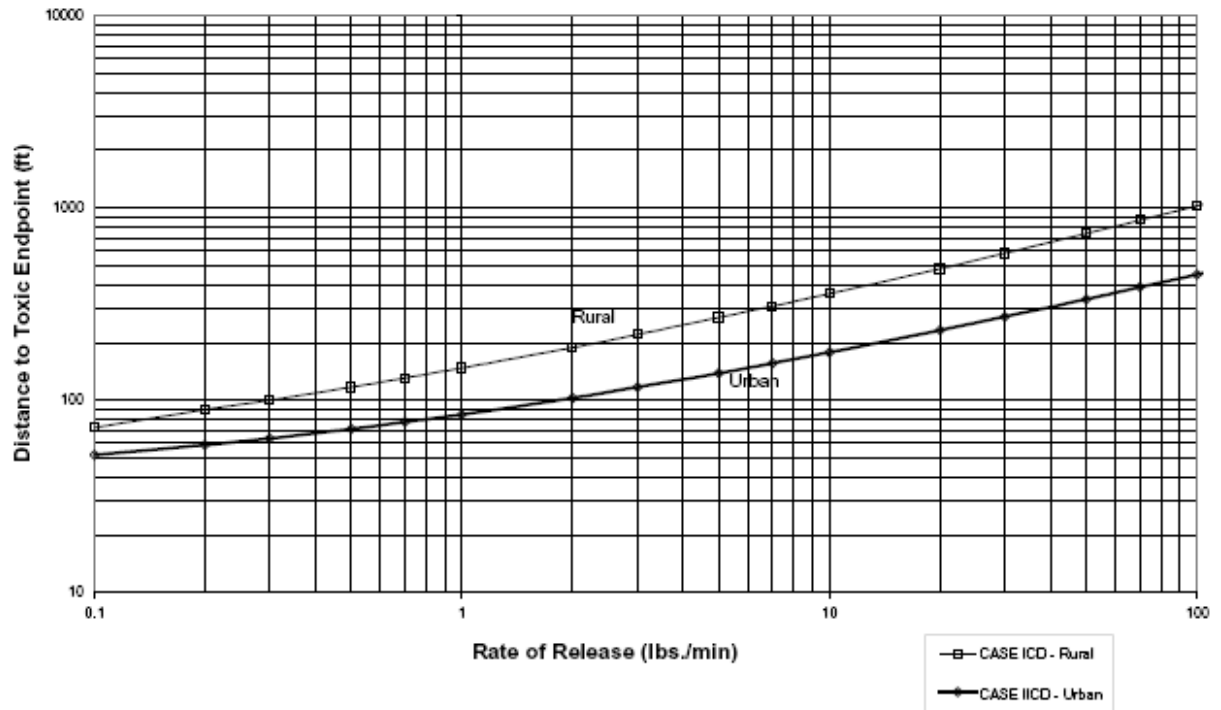
Το συνολικό συμπέρασμα είναι ότι στην μοντελοποίηση της διαρροής του χειρότερου σεναρίου, η μοντελοποίηση της αγροτικής περιοχής χωρίς μετριασμό των επιπτώσεων (unmitigation) είναι πολύ συντηρητική.

Εναλλακτικά σενάρια

Μικρές οπές σε σωληνώσεις ή δοχεία είναι πιο πιθανές σε αυτές τις περιπτώσεις. Εδώ, ο ρυθμός διαρροής είναι πιο σημαντικός από τη συνολική ποσότητα που διέφυγε.

Τα πιο πιθανά σενάρια θα πρέπει να μοντελοποιούνται σε μέσες καιρικές συνθήκες. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η απόσταση από το επίπεδο των 300 ppm συναρτήσει του ρυθμού διαρροής στην κατηγορία σταθερότητας D με ταχύτητα ανέμου 3 m/sec. Στην περίπτωση απόθεσης ιζήματος, αυτό δεν θα αποτελούσε σημαντικό

παράγοντα, καθώς στην κατηγορία D η προβλεπόμενη συγκέντρωση στο επίπεδο του εδάφους είναι μικρότερη σε σύγκριση με την κατηγορία F.



Σχήμα 7.5.4στ: Εναλλακτική διαρροή σε πρότυπες καιρικές συνθήκες
Γενικές οδηγίες για την απόσταση από το τοξικό σημείο

Συμπεράσματα

Η κύρια παρατήρηση από τη παραπάνω ανάλυση ευαισθησίας είναι ότι η υπόθεση για την αγροτική περιοχή στο χειρότερο σενάριο είναι αρκετά συντηρητική. Για μια ρεαλιστική μοντελοποίηση, είναι απαραίτητη η κατανόηση των υποθέσεων του μοντέλου σε σχέση με:

- διασπορά αγροτικής και αστικής περιοχής
- απόθεση ιζήματος
- τοξικό σημείο σταθερό και μεταβαλλόμενο με τον χρόνο
- διαρροές συνεχείς και στιγμιαίες, συνοδευόμενες από μικρή έκρηξη

Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι οι συνθήκες του χειρότερου σεναρίου δεν θα παραμένουν σταθερές ενώ το νέφος αερίου κινείται για μεγάλες αποστάσεις.

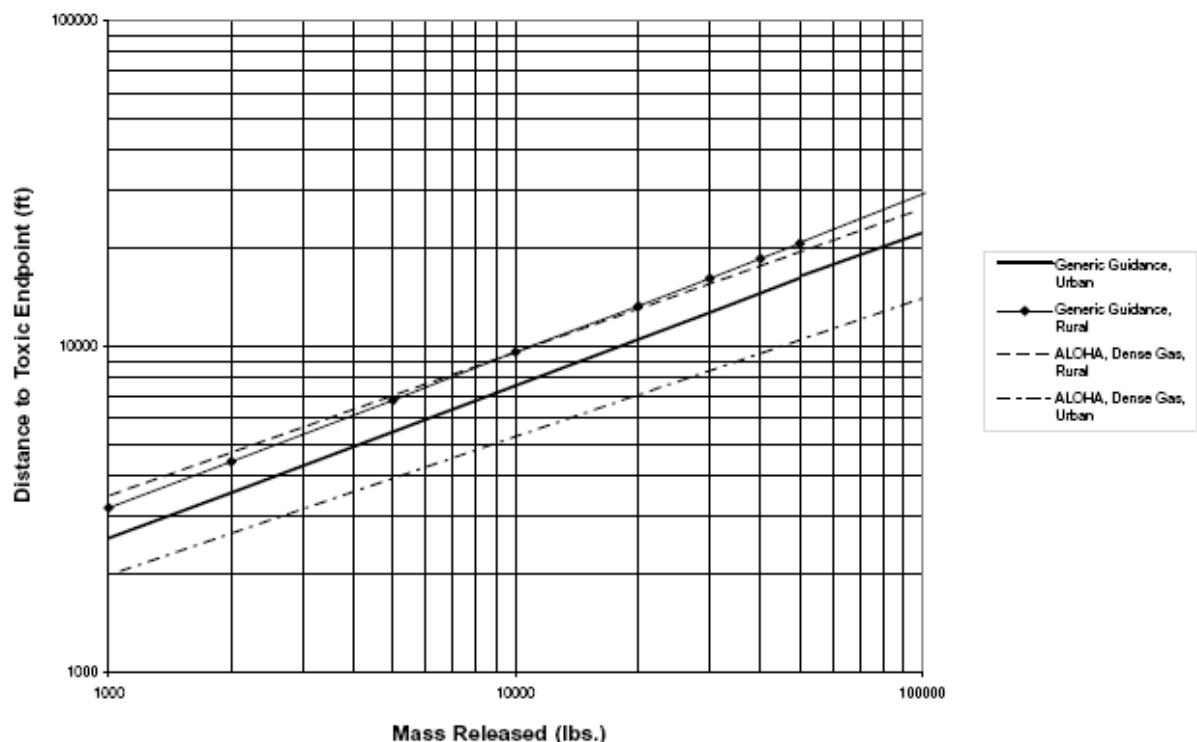
7.5.5 Σύγκριση μοντέλων για πιθανά σενάρια

Το μοντέλο του SACRUNCH χρησιμοποιήθηκε για λόγους ευκολίας στην ανάλυση ευαισθησίας. Γενικά το σχέδιο και το πρόγραμμα που αναπτύσσονται στα προηγούμενα κεφάλαια, δεν εξαρτώνται από το μοντέλο που υιοθετήθηκε. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν αναλύσεις χρησιμοποιώντας τα μοντέλα DEGADIS, ALOHA καθώς και πίνακες βελτίωσης (lookup tables).

ALOHA

Το ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) είναι ένα υπολογιστικό πρόγραμμα ειδικά σχεδιασμένο για τα άτομα που ανταποκρίνονται σε διαρροές χημικών, καθώς και για τον σχεδιασμό και εκπαίδευση σε έκτακτη ανάγκη. Μοντελοποιεί πηγές κινδύνου – κλειδιά, όπως η τοξικότητα, ευφλεκτότητα, υπερπίεση κτλ, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα διασπορές τοξικών αερίων, φωτιές ή/και εκρήξεις. (NOAA, 2006)

Μια σύγκριση ανάμεσα στα αποτελέσματα των γενικών οδηγιών των προηγούμενων ενότητων με τα αποτελέσματα της ALOHA, φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα για το χειρότερο σενάριο, καθώς και τα εναλλακτικά σενάρια:



Σχήμα 7.5.5α: Χειρότερο σενάριο διαρροής για χρονική περίοδο 10 λεπτών
Σύγκριση γενικών οδηγιών και μοντέλου ALOHA

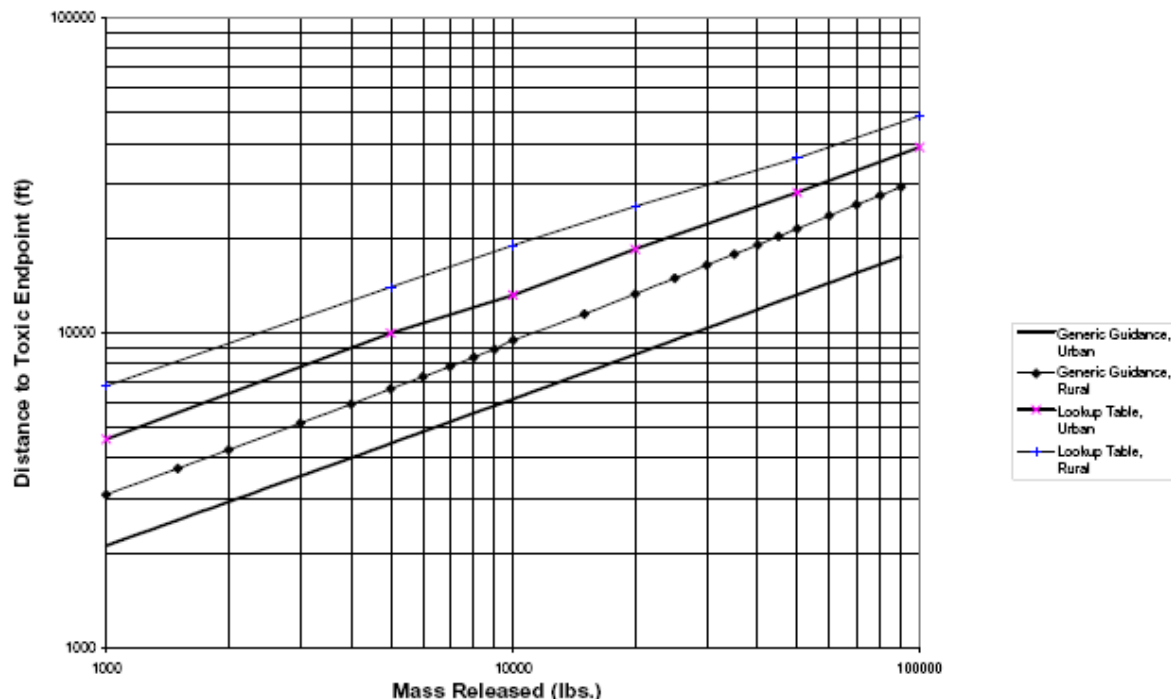
Παρατηρούμε ότι οι προβλέψεις της ALOHA παίρνουν χαμηλότερες τιμές από τις γενικές οδηγίες για αστικές περιοχές, ενώ στις αγροτικές υπάρχει μικρή απόκλιση.

DEGADIS

Το μοντέλο DEGADIS εκτιμά τις συγκεντρώσεις του ατμοσφαιρικού αέρα από διαρροή ενός πίδακα πυκνού αερίου και δίνει τα αποτελέσματα της διασποράς του αερίου στο επίπεδο του εδάφους (USEPA 1989). Στην περίπτωση μας αναλύονται οι συνέπειες διαρροής 5.000 λιβρών άνυδρης αμμωνίας σε μια χρονική περίοδο 10 λεπτών, για τις καιρικές συνθήκες του χειρότερου σεναρίου. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν έχουν μια απόκλιση 5% με 10% από τις γενικές οδηγίες που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, αποδεικνύοντας ότι είναι λογικές οι υποθέσεις που έγιναν στις γενικές οδηγίες.

Πίνακες βελτίωσης

Η σύγκριση των οδηγιών των πινάκων βελτίωσης – lookup tables (USEPA, 1996) για πυκνά αέρια με τις γενικές οδηγίες για το χειρότερο σενάριο, φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.

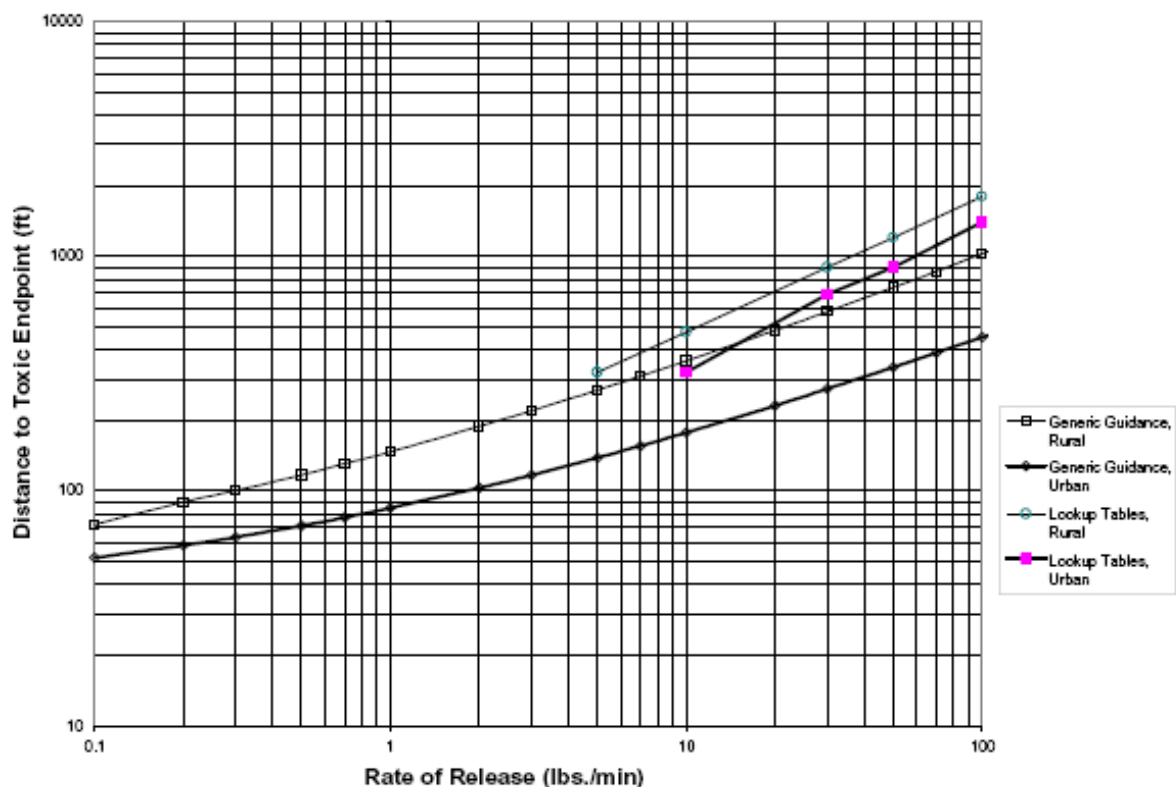


Σχήμα 7.5.5β: Διαρροή αμμωνίας στην χειρότερη περίπτωση για 10 λεπτά
Σύγκριση με πίνακες βελτίωσης

Παρατηρούμε ότι οι οδηγίες των πινάκων βελτίωσης δίνουν μεγαλύτερες αποστάσεις. Κάποιοι λόγοι για τις διαφορές που παρουσιάζουν οι πίνακες βελτίωσης είναι οι εξής:

- Οι γενικές οδηγίες αμμωνίας αναπτύχθηκαν με την χρήση ενός μοντέλου που έχει την ιδιαίτερη ικανότητα να λαμβάνει υπόψη το αρχικό μέσο διασποράς αμμωνίας, όπως διαρρέει από ένα υπό πίεση δοχείο. Οι πίνακες βελτίωσης προέκυψαν από το μοντέλο ενός βαρέος αερίου.
- Η αμμωνία έχει ιδιαίτερες αντιδραστικές ικανότητες, οπότε αναμένονται σχετικά υψηλοί όγκοι απόθεσης ιζήματος που ταξιδεύουν με τον άνεμο και μικρότερες προβλεπόμενες αποστάσεις από το τοξικό σημείο για την αμμωνία
- Στους πίνακες βελτίωσης τα τοξικά σημεία δεν ταιριάζουν απόλυτα, καθώς για την αμμωνία είναι 0,14 mg/L ενώ το κοντινότερο σημείο στους πίνακες είναι 0,1 mg/L. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε τιμές πρόβλεψης μεγαλύτερες από αυτές των γενικών οδηγιών.

Ακολουθεί το σχεδιάγραμμα για τα εναλλακτικά σενάρια, όπου παρατηρούμε ότι σε σχέση με το προηγούμενο σχεδιάγραμμα, οι προβλεπόμενες τιμές είναι κάπως μικρότερες.



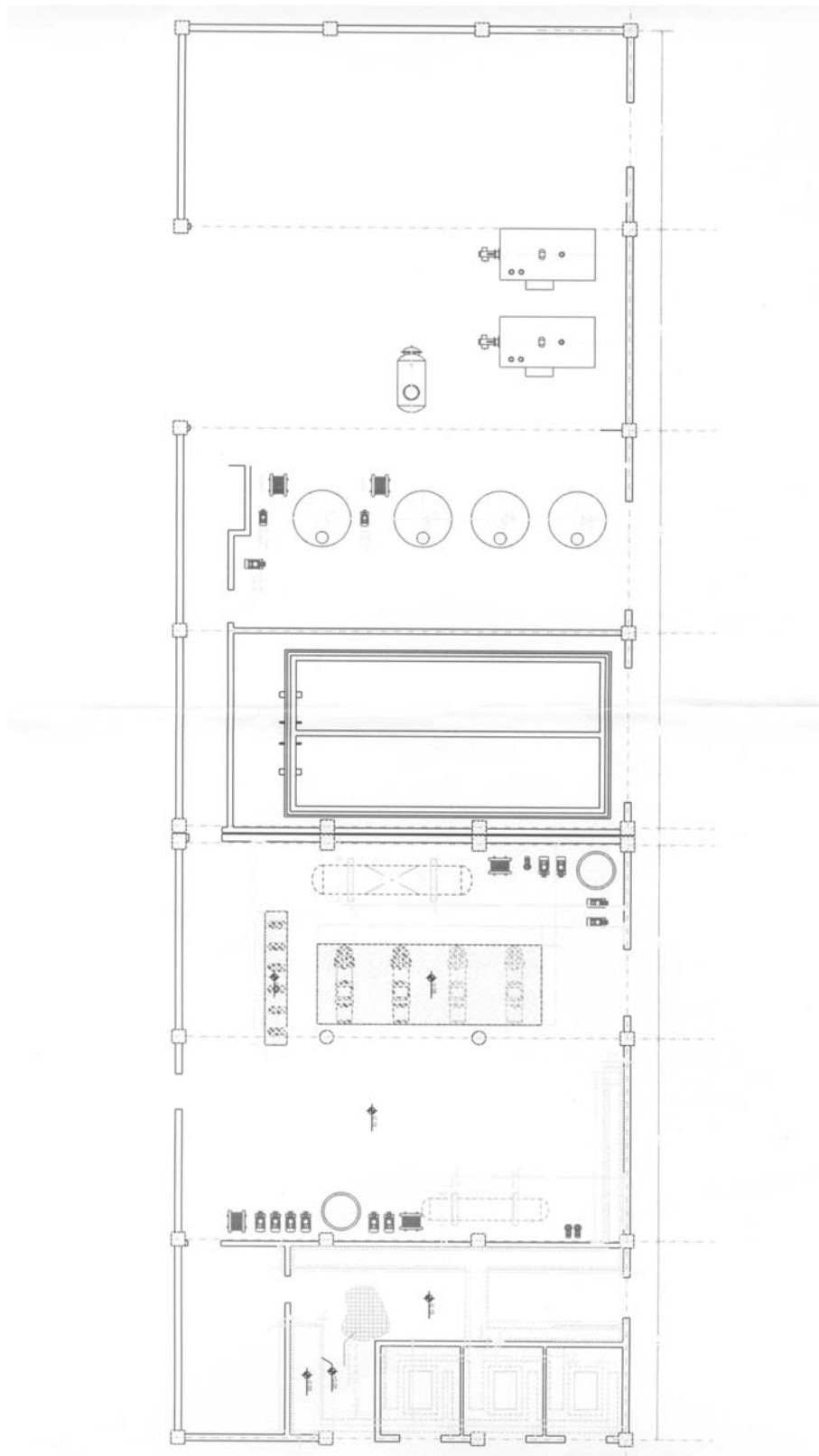
Σχήμα 7.5.5γ: Διαρροή αμμωνίας στην εναλλακτική περίπτωση για τυπικές καιρικές συνθήκες
Σύγκριση με πίνακες βελτίωσης

7.5.6 Παράδειγμα σεναρίου διαρροής

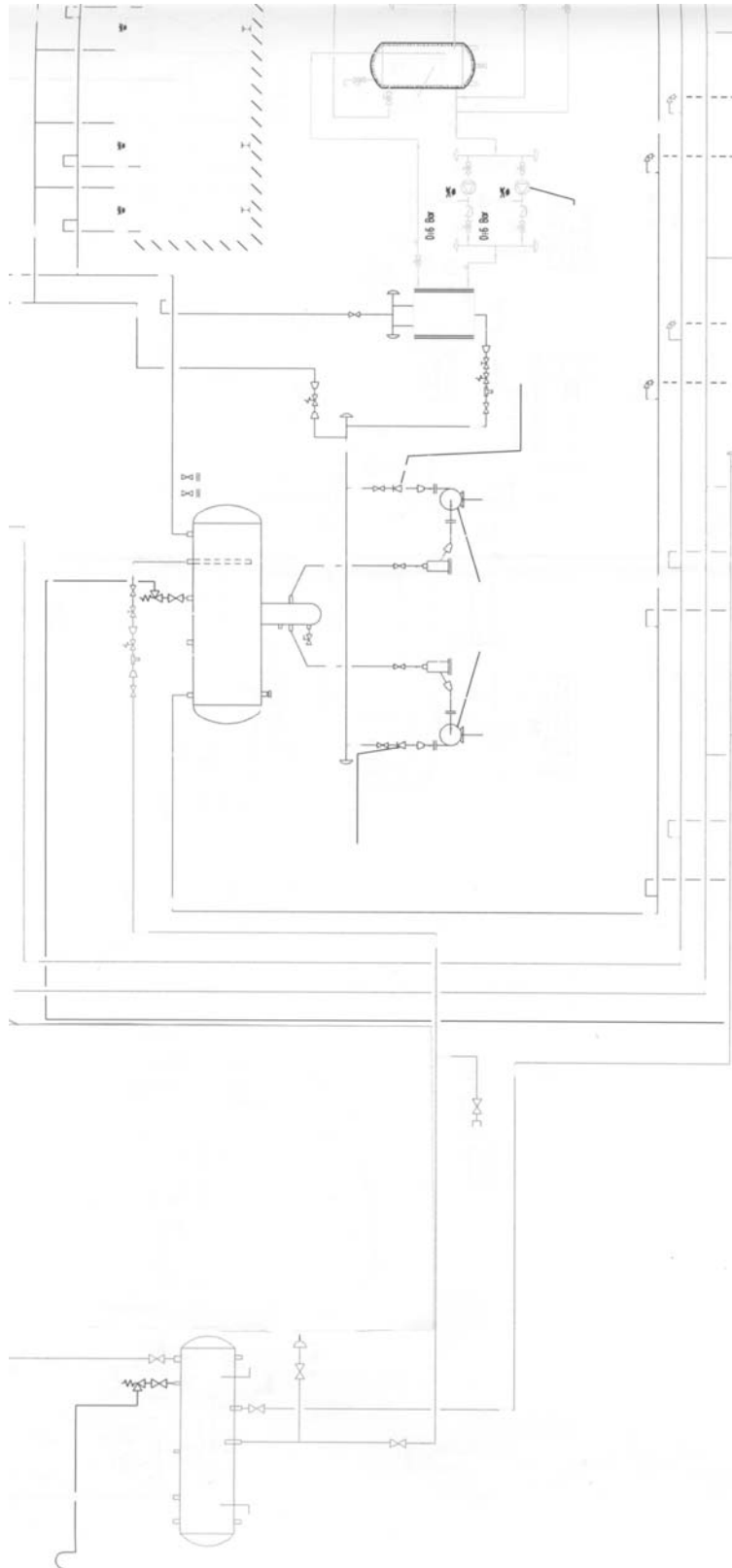
Για μια τοπική βιομηχανία σε αστική περιοχή, φαίνεται στα παρακάτω σχήματα η κάτοψη της εγκατάστασης ψύξης αμμωνίας, καθώς και το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης.

Τα παρακάτω δεδομένα ισχύουν για την συγκεκριμένη ψυκτική εγκατάσταση:

- Συνολική χωρητικότητα εγκατάστασης: 4087,8 kg
- Κατώτερη πίεση: 1,7 bar
- Κατώτερη θερμοκρασία: -8°C
- 1 δοχείο όγκου 1.500 λίτρων
- 1 δοχείο όγκου 4.500 λίτρων



Σχήμα 7.5.6α: Κάτοψη εγκατάστασης ψύξης με αμμωνία



Σχήμα 7.5.6β: Διάγραμμα ροής εγκατάστασης ψύξης αμμωνίας

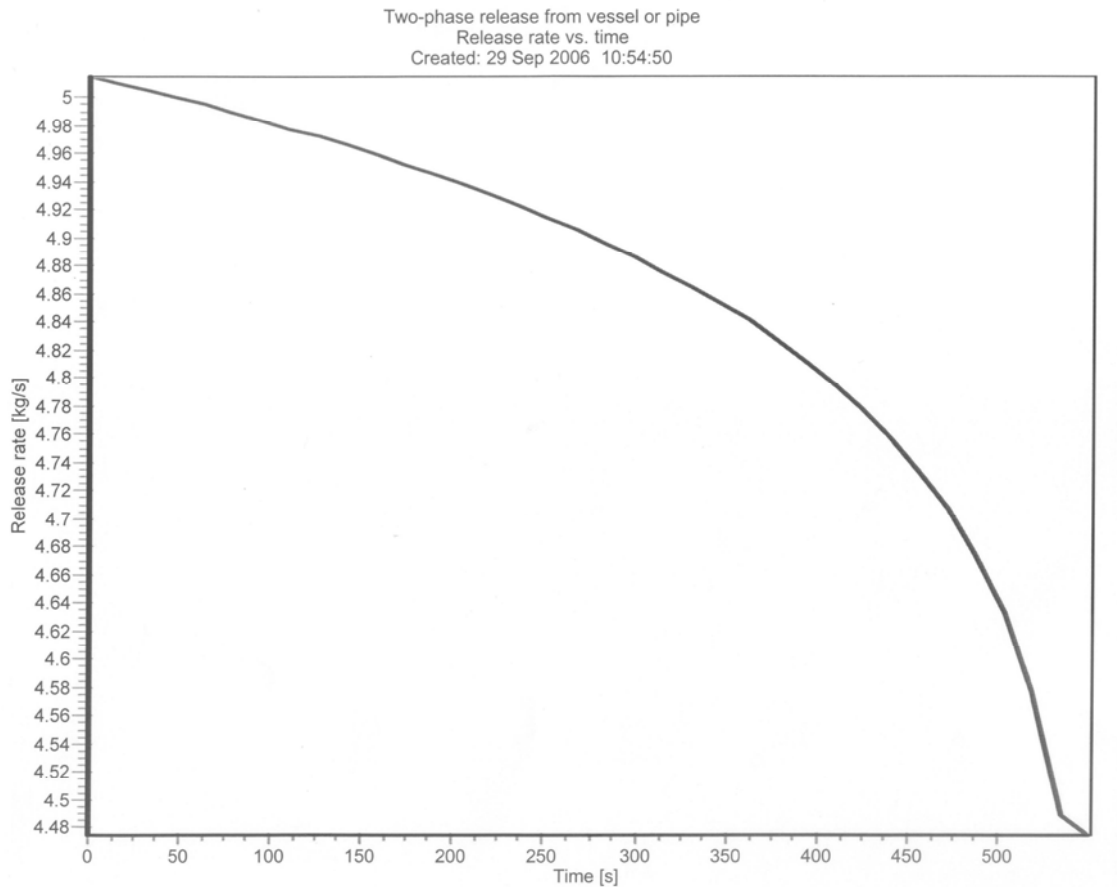
Με την βοήθεια του ειδικού λογισμικού πακέτου EFFECTS 4.0, αναλύουμε διάφορα σενάρια διαρροής αμμωνίας μέσω μιας οπής σε ένα από τα δύο δοχεία. Τα χαρακτηριστικά του σεναρίου είναι:

- όγκος δοχείου: $4,5 \text{ m}^3$
- τύπος δοχείου: οριζόντιος κύλινδρος
- μήκος κυλίνδρου: 5,5 m
- Πληρότητα: 90%
- Διάμετρος οπής: 25 mm (από εμπειρικά δεδομένα)
- Ύψος διαρροής από κάτω επιφάνεια δεξαμενής: 0,01 m
- Αρχική θερμοκρασία: -8°C
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: 25°C

Για χρόνο έκθεσης t του εργαζομένου σε αμμωνία, ίσο με 2 λεπτά (120 sec) από την έναρξη της διαρροής, με τη βοήθεια του λογισμικού προκύπτει ότι:

- Ο ρυθμός διαρροής της ποσότητας της αμμωνίας είναι 4,98 kg/s
- Η θερμοκρασία εξόδου, καθώς και στο δοχείο είναι $-8,27^\circ\text{C}$
- Η πίεση στο δοχείο είναι 3,121 bar
- Η συνολική ποσότητα που διέρρευσε είναι 589,77 kg
- Η ποσότητα υγρής αμμωνίας στο δοχείο είναι 2036,8 kg
- Η ποσότητα αέριας αμμωνίας στο δοχείο είναι 3,28 kg
- Η πληρότητα είναι στο 70%
- Ο μέσος ρυθμός διαρροής είναι 4,8604 kg/s
- Ο μέγιστος ρυθμός διαρροής είναι 5,015 kg/s

Ο ρυθμός διαρροής σε σχέση με τον χρόνο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα



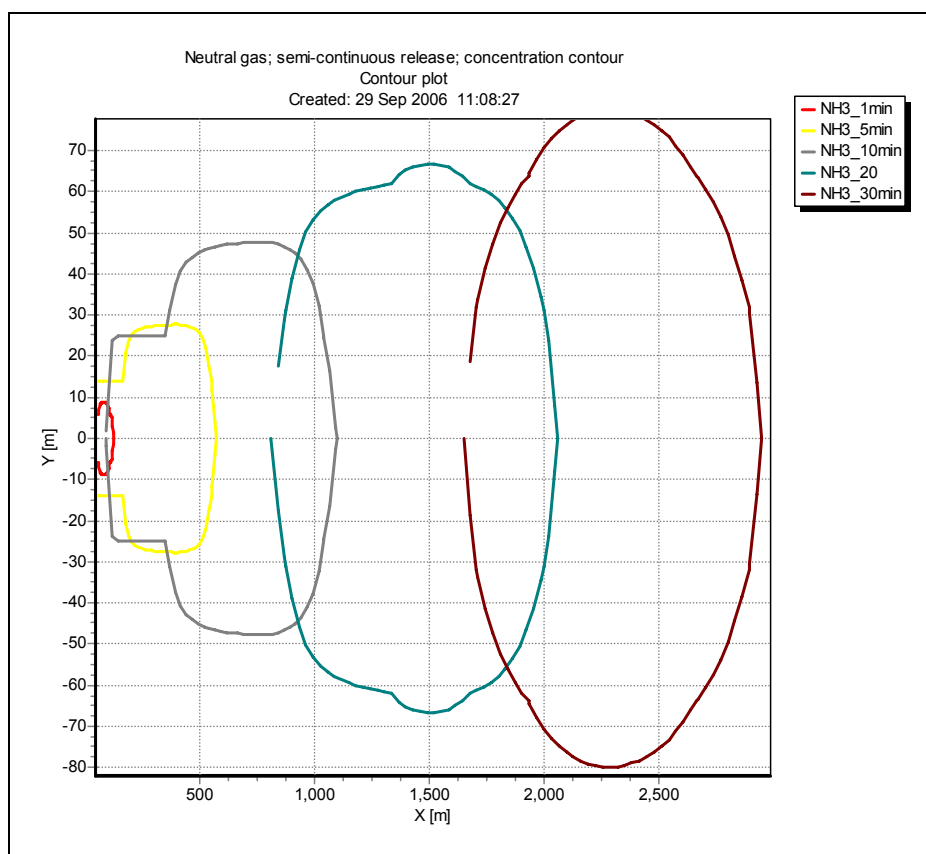
Σχήμα 7.5.6γ: Ρυθμός διαρροής συναρτήσει του χρόνου

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για ρυθμό διαρροής αμμωνίας 4,86 kg/s από οπή 25mm και διάρκεια διαρροής 500 s, με ταχύτητα ανέμου 1,5 m/s και ατμοσφαιρική σταθερότητα F, εξετάζονται διάφορα σενάρια για διαφορετικούς χρόνους από το στιγμή που άρχισε η διαρροή, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Χρόνος μετά έναρξη διαρροής NH ₃ (min)	Ελάχιστη απόσταση από όριο έκθεσης (m)	Μέγιστη απόσταση από όριο έκθεσης (m)	Μέγιστο μήκος x νέφους αερίου (m)	Μέγιστο πλάτος y νέφους αερίου (m)
1	10	124	115	15
5	10	575	566	53
10	93	1097	1006	85
20	812	2063	1252	129
30	1652	2952	1300	153

Πίνακας 7.5.6. Αποτελέσματα σεναρίων μέσω λογισμικού EFFECTS

Η μέγιστη απόσταση από το όριο έκθεσης IDLH (300ppm ή 212 mg/m³) αφορά την ακτίνα εξάπλωσης του νέφους αέρας αμμωνίας από το σημείο διαρροής. Από τα δεδομένα του πίνακα, προκύπτουν οι παρακάτω καμπύλες του σχήματος,

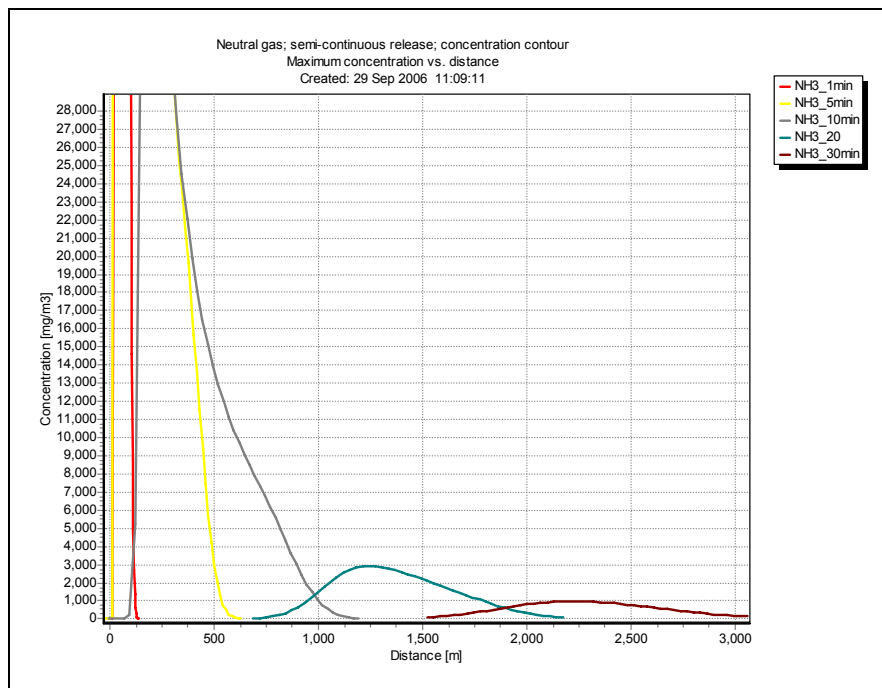


Σχήμα 7.5.6δ: Πλέγμα νέφους

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα, για χρονική διάρκεια 10 min μετά την διαρροή, με ταχύτητα ανέμου 1,5 m/s και ατμοσφαιρική σταθερότητα F, η μέγιστη απόσταση της ακτίνας του νέφους είναι 1097 m (περίπου 3597 ft) για δοχείο με χωρητικότητα 3066 κιλά ή όγκο 4500 λίτρα.

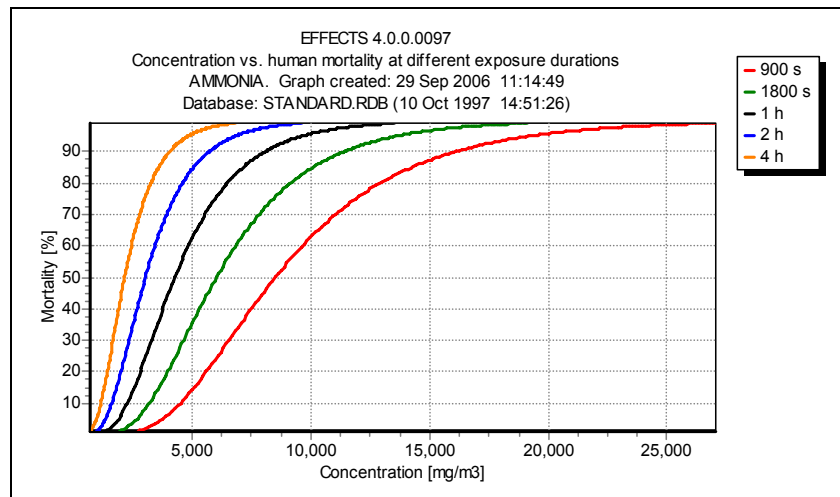
Στην παράγραφο 7.5.1 αναπτύχθηκε από την EPA το χειρότερο σενάριο διαρροής για αστική περιοχή, με ταχύτητα ανέμου 1,5 m/s και ατμοσφαιρική σταθερότητα F. Για ποσότητα αμμωνίας 3000 κιλών, σε αυτή την περίπτωση, σύμφωνα με το Σχήμα 7.5.1, η απόσταση από το τοξικό σημείο είναι 3500 ft. Παρατηρούμε ότι τα νούμερα συμπίπτουν, γεγονός που επιβεβαιώνει τους ισχυρισμούς και τα αποτελέσματα του παραδείγματος.

Η συγκέντρωση σε σχέση με την απόσταση από το όριο συγκέντρωσης που είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Σχήμα 7.5.6ε: Μέγιστη συγκέντρωση σε σχέση με απόσταση

Η συγκέντρωση αμμωνίας σε σχέση με την πιθανότητα ανθρώπινης θνησιμότητας, για διαφορετικές διάρκειες έκθεσης σε αμμωνία, φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 7.5.6στ: Ανθρώπινη θνησιμότητα σε διαφορετικές διάρκειες έκθεσης σε αμμωνία

Για χρονική διάρκεια 30 min μετά την διαρροή, η οποία θεωρείται μια τυπική έκθεση σύμφωνα με το επίπεδο IDLH, σύμφωνα με την καμπύλη του σχήματος, υπάρχει πιθανότητα θανάτου 50% για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 5250 mg/m³.

Όπως φαίνεται όμως από το προηγούμενο διάγραμμα, για 30 min η μέγιστη συγκέντρωση είναι μικρότερη από 1500 mg/m³. Για αυτή την τιμή, η πιθανότητα θανάτου θεωρείται μηδενική.

7.6 Οδηγίες APELL: Μια διαδικασία ανταπόκρισης σε τεχνολογικά ατυχήματα

7.6.1 Γενικά

Το 1986, μετά από διάφορα βιομηχανικά ατυχήματα με ποικίλες συνέπειες (όπως η διαρροή διοξίνης στο Seveso, η έκρηξη προπανίου στη πόλη του Μεξικού, η διαρροή μεθυλικού εστέρα κυανικού οξέος (methylisocyanate) στο Bhopal), το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme – **UNEP**) πρότεινε μια σειρά από μέτρα για να βοηθήσει τις κυβερνήσεις, ιδιαίτερα των αναπτυσσόμενων χωρών, να ελαχιστοποιήσουν την εμφάνιση τέτοιων περιστατικών και τις επιζήμιες επιπτώσεις τους.

Η «Ενημέρωση και Προετοιμασία για Έκτακτες Ανάγκες σε Τοπικό Επίπεδο» (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level - **APELL**) είναι μια πρωτοβουλία που υποστηρίζεται από το Πρόγραμμα Βιομηχανίας και Περιβάλλοντος (Industry and Environment Programme – **IEO**) του UNEP, σε συνεργασία με την Ένωση Χημικών Κατασκευαστών των Ηνωμένων Πολιτειών (Chemical Manufacturers Association – **CMA**) και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Ένωσης Χημικής Βιομηχανίας (Consil Europeen des Federations de l'Industrie Chimique – **CEFIC**). Το πρόγραμμα Ανταπόκρισης σε Έκτακτες Ανάγκες και Ενημέρωσης της Κοινωνίας (Community Awareness and Emergency Response program– **CAER**) που αναπτύχθηκε από την CMA, χρησιμοποιήθηκε σαν υπόβαθρο για την APELL. Λαμβάνονται επίσης υπόψιν οι ευθύνες και ο ρόλος των εθνικών και διεθνών κοινωνιών (UNEP, 1988).

Η APELL περιλαμβάνει **δύο βασικές ιδέες**:

- Την δημιουργία ή / και την αύξηση της ενημέρωσης της τοπικής κοινωνίας για τους πιθανούς κινδύνους που υπάρχουν στη βιομηχανία από τη χρήση επικίνδυνων ουσιών και τα βήματα που ακολουθούν οι αρχές και η βιομηχανία για να προστατέψουν την κοινωνία.
- Την ανάπτυξη, σε επίπεδο ενημέρωσης και σε συνεργασία με την τοπική κοινωνία, πλάνων ανταπόκρισης σε έκτακτες ανάγκες περιλαμβάνοντας όλη την κοινωνία, ώστε να αναπτυχθούν σε ασφαλές επίπεδο για όλους

Η APELL αποτελείται από **δύο (2) κομμάτια**:

- Την παροχή πληροφοριών προς την τοπική κοινωνία, που αποκαλείται «Ενημέρωση της Κοινωνίας»

- Την διατύπωση ενός σχεδίου που να προστατεύει την τοπική κοινωνία, το οποίο θα αποκαλείται «Ανταπόκριση σε Έκτακτες Ανάγκες»

Οι **στόχοι** της APELL γενικά είναι: να αποτρέψει την απώλεια ανθρώπινων ζωών και τραυματισμών, να αποφευχθεί η απώλεια περιουσίας και να εξασφαλιστεί η ασφάλεια του περιβάλλοντος στην τοπική κοινωνία. Πιο συγκεκριμένα:

- Να παρέχει πληροφορίες στα ενδιαφερόμενα μέλη της τοπικής κοινωνίας για τους βιομηχανικούς κινδύνους στην περιοχή τους και τα μέτρα που λαμβάνονται
- Να αναθεωρεί, ενημερώνει ή ακόμα να δημιουργεί σχέδια ανταπόκρισης σε επείγουσες καταστάσεις στην περιοχή
- Να αυξήσει την συμμετοχή της τοπικής βιομηχανίας στην ενημέρωση της κοινωνίας και τον σχεδιασμό μέτρων έκτακτης ανάγκης
- Να ενοποιήσει τα μέτρα έκτακτης ανάγκης της βιομηχανίας με τα αντίστοιχα τοπικά σε ένα συνολικό σχέδιο, ώστε η κοινωνία να μπορεί να ανταποκριθεί σε όλους τους τύπους των εκτάκτων καταστάσεων
- Να συμπεριληφθούν μέλη της τοπικής κοινωνίας στην ανάπτυξη, δοκιμή και εφαρμογή του συνολικού σχεδίου ανταπόκρισης σε περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών

Υπάρχουν **τρεις συνεργάτες σε τοπικό επίπεδο**: οι τοπικές αρχές (δήμαρχος, νομάρχης κτλ), οι βιομηχανίες και οι ομάδες ενδιαφέροντος της τοπικής κοινωνίας (περιβαλλοντικές, υγείας, θρησκευτικές, διανοούμενοι, επιχειρηματίες κτλ), οι οποίοι έχουν ως καθήκον το σχηματισμό μιας Ομάδας Συντονισμού (**Co-ordinating Group**), η οποία θα συγκεντρώνει δεδομένα και γνώμες, θα αποτιμά τους κινδύνους, θα αξιολογεί τις προτάσεις και γενικά θα οργανώνει το προσωπικό και τις διαθέσιμες πηγές στην κοινωνία για τη δημιουργία του καλύτερου σχεδίου ανταπόκρισης σε έκτακτες περιπτώσεις.

Τα **κυριότερα εμπόδια** για την επιτυχία της APELL μπορεί να είναι η υπερβολική αυτοπεποίθηση (ότι ένα σχέδιο δράσης έχει ήδη προετοιμαστεί), η απάθεια (ότι δεν μπορεί να συμβεί ένα τέτοιο ατύχημα εδώ) ή οι ανησυχίες για τα πιθανά έξοδα.

Σε εθνικό επίπεδο χρειάζεται συνεργασία με τις εκάστοτε κυβερνήσεις, ενώ διεθνείς οργανισμοί, βιομηχανικοί συνεργάτες κτλ παίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της χρήσης της APELL.

7.6.2 Τα βήματα της μεθόδου

Μια μέθοδος με **δέκα (10) βήματα** προτείνεται για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή της APELL στον σχεδιασμό της προετοιμασίας για έκτακτες ανάγκες. Επεξηγούνται τα βήματα και παρατίθενται λεπτομέρειες από πραγματικές εφαρμογές τους.

1. Προσδιορισμός των συμμετεχόντων στο σχέδιο ανταπόκρισης για έκτακτες περιπτώσεις και καθορισμός των ρόλων τους, των διαθέσιμων πόρων και των ενδιαφερόντων τους

Επειδή υπάρχει μεγάλη ποικιλία πιθανών συμμετεχόντων, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν νωρίς, ώστε να προσαρμοστούν όσο το δυνατόν καλύτερα στους ρόλους τους

Σύμφωνα με την εφαρμογή του προγράμματος σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να περιλαμβάνονται πολλοί υπάλληλοι που γνωρίζουν τους διαθέσιμους πόρους σε τοπικό επίπεδο σε περίπτωση ανάγκης, να χρησιμοποιηθούν εθελοντές σε καταστάσεις εκκένωσης, καθώς και να επεκταθεί η βάση των συμμετεχόντων με την συνδρομή αστυνομίας, πυροσβεστικής, του προσωπικού της εγκατάστασης κτλ σε περιπτώσεις με επικίνδυνες ουσίες.

2. Αξιολόγηση των κινδύνων και των ατυχημάτων που μπορεί να οδηγήσουν σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης στην κοινωνία

Πιθανά περιστατικά που μπορεί να λάβουν χώρα και οι παράμετροι τους (πχ ο αριθμός των ατόμων που μπορεί να κινδυνέψουν, ο τύπος του κινδύνου –τοξικός, τραυματισμοί κτλ) και οι επιπτώσεις τους (πχ σε ευαίσθητες περιβαλλοντικές περιοχές) πρέπει να προσδιορίζονται ώστε να μπορούν να καθοριστούν οι προτεραιότητες του σχεδίου έκτακτης ανάγκης.

Έχει χρησιμοποιηθεί ερωτηματολόγιο από τοπικές κοινότητες, το οποίο απευθύνεται σε βιομηχανίες για την απόκτηση πληροφοριών προσχεδιασμού και αποτίμησης της φύσης και τοποθεσίας των κινδύνων της εγκατάστασης

Σε μια χώρα, η αξιολόγηση κινδύνου οδήγησε στην ανάπτυξη συγκεκριμένων αναφορών για κάποια προϊόντα και στην εκπαίδευση και σχηματισμό μιας ομάδας για πληροφορίες περί χημικών ατυχημάτων

3. Οι συμμετέχοντες στο σχέδιο έκτακτης ανάγκης θα έχουν τη δυνατότητα να το αναθεωρήσουν για την επάρκεια του σε μια συντονισμένη ανταπόκριση έκτακτης ανάγκης

Καταρχήν, θα πρέπει να επανεξετάζονται τα ήδη υπάρχοντα σχέδια για την αποτελεσματικότητα του. Το σχέδιο που αναπτύσσεται πρέπει να εξετάζεται σε ποιο βαθμό συνεισφέρει στην συντονισμένη δράση, εστιάζοντας στις ευθύνες και στην επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, όπως η αστυνομία, η πυροσβεστική, η βιομηχανία, τα νοσοκομεία κτλ (πχ αν οι πολίτες έχουν επαρκή εκπαίδευση για να ανταποκριθούν σωστά σε προειδοποιητικά σήματα, όπως οι σειρήνες κινδύνου). Επίσης επισημαίνονται τα θετικά και αρνητικά σημεία του σχεδίου.

Σε μια πόλη, δεκατρία (13) νοσοκομεία είχαν ένα σχέδιο αντιμετώπισης μαζικών τραυματισμών, αλλά σε αυτό δεν περιλαμβάνονταν οι απαιτούμενοι πόροι για να ανταποκριθούν σε αυτό (γιατρούς, φάρμακα κτλ). Αυτό άλλαξε όταν αναπτύχθηκε το σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών με επικίνδυνες ουσίες από την τοπική κοινότητα. Νόμοι του κράτους έχουν επίσης προσαρμοσθεί στην αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών υπό την αναθεώρηση και καθοδήγηση τοπικών ομάδων συντονισμού.

4. Προσδιορισμός των απαραίτητων καθηκόντων για άμεση ανταπόκριση, τα οποία μπορεί να μην περιλαμβάνονται στο σχέδιο δράσης

Αν δεν έχουν καθοριστεί όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι στο προηγούμενο βήμα, τότε επιπλέον καθήκοντα θα πρέπει να ανατεθούν. στους συμμετέχοντες στο σχέδιο δράσης. Θα πρέπει να γίνει μια λίστα με τα στοιχεία που λείπουν (πχ το πυροσβεστικό όχημα μπορεί να μην διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό για την κατάσβεση ορισμένων τύπων φωτιάς από χημικές ουσίες).

Τα πιο συνήθη καθήκοντα ή εξοπλισμός που μπορεί να μην καλύπτονται από ένα υπάρχον σχέδιο δράσης, είναι:

- η αρχή που έχει την καθολική προσταγή
- εξοπλισμός επικοινωνίας μεταξύ όλων των συμμετεχόντων
- εξειδικευμένη παρακολούθηση των πηγών κινδύνου και σχετική εκπαίδευση γι' αυτό
- η προειδοποίηση των πολιτών και συντονισμένη εκκένωση

5. Τα καθήκοντα αυτά πρέπει να δίδονται στους κατάλληλους συμμετέχοντες στο σχέδιο δράσης

Αυτό πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την εξουσία, δικαιοδοσία, ειδίκευση ή πόρους κάθε συμμετέχοντα. Μέσω συζητήσεων θα πρέπει να φανεί η προθυμία συμμετοχής σε αυτά, καθώς και τυχόν εμπόδια που μπορεί να προκύψουν. Ο συμμετέχων που έχει κάποιες ευθύνες θα πρέπει να δρα στα πλαίσια του ενοποιημένου σχεδίου δράσης και σύμφωνα με τους χρονικούς ορίζοντες που έχει καθοριστεί. Τα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα από την ανάθεση αυτών των ευθυνών, καθώς και η μη εκπλήρωση κάποιων άλλων καθηκόντων λόγω αυτών των ευθυνών, θα πρέπει να εξετάζονται.

Για παράδειγμα, μια ομάδα συντονισμού επισήμανε ότι οι δυνάμεις της αστυνομίας ήταν ανεπαρκείς και χρησιμοποιούσαν εθελοντές πυροσβέστες για τον έλεγχο της κυκλοφορίας στον χώρο του ατυχήματος. Πολλές φορές μια βιομηχανία έχει κληθεί να δώσει των κατάλληλο εξοπλισμό και να εκπαιδεύσει άτομα για την παρακολούθηση πηγών κινδύνου μόλυνσης του αέρα.

Σε μια κοινότητα, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης θεωρήθηκαν ως ένας τρόπος γρήγορης προσέγγισης μεγάλου αριθμού ατόμων, οπότε και χρησιμοποιήθηκαν όργανα παρακολούθησης σε μια συχνότητα έκτακτης ανάγκης για την ειδοποίηση και ενημέρωση του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης. Η αγορά αυτών των οργάνων δεν επιβάρυνε την κοινότητα, αλλά τους τοπικούς σταθμούς. Τέλος, οι κάτοικοι που μένουν κοντά σε εγκαταστάσεις με μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών, μπορούν να έχουν συσκευές ειδοποίησης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

6. Οι αλλαγές για την βελτίωση των ήδη υπάρχοντων σχεδίων δράσης πρέπει να ενοποιούνται με το σχέδιο δράσης της τοπικής κοινωνίας και να τυγχάνουν καθολικής αποδοχής

Με αυτό τον τρόπο θα αποκαλυφθούν οι υπερβολικές ευθύνες που μπορεί να έχουν ανατεθεί σε ένα πρόσωπο και τυχόν περιπλοκότητες που μπορούν να δυσχεράνουν την εφαρμογή του σχεδίου. Παράλληλα, συναντήσεις όλων των εμπλεκόμενων φορέων στο σχέδιο δράσης και ανάλυση του ρόλου του καθένα σε ένα στρογγυλό τραπέζι για διαφορετικά σενάρια έκτακτης ανάγκης θα ωφελούσε πολύ.

Τα κλειδιά για να επιτευχθεί αυτό το βήμα είναι να υπάρχει απλότητα και δυνατότητα συμβιβασμού. Πολλά σχέδια έχουν επιβαρύνει την δυνατότητα άμεσης ανταπόκρισης λόγω των πολλών λεπτομερειών που παρουσιάζουν και της έλλειψης ευελιξίας.

Όταν σε μια κοινότητα υπάρχει δυσκολία για να καταλήξουν σε μια τελική συμφωνία για ενοποιημένο τρόπο δράσης, μπορεί να δημιουργηθεί μια ομάδα με

ανώτερους αξιωματούχους (αρχηγός αστυνομίας, διοικητικά στελέχη της εγκατάστασης της βιομηχανίας, δήμαρχος κτλ), οι οποίοι θα καθορίσουν την στρατηγική που θα ακολουθηθεί για την εφαρμογή ενός καθολικού σχεδίου δράσης.

7. Καταγραφή του ενοποιημένου σχεδίου δράσης και αποδοχή από τις τοπικές κυβερνητικές αρχές.

Αφού έχουν καταλήξει σε συμφωνία, το τελικό σχέδιο πρέπει να καταγραφεί, είτε συμβουλευόμενοι ένα υπάρχον σχέδιο της τοπικής κοινότητας, είτε αν δεν υπάρχει, προετοιμάζοντας ένα.

Με την παρουσίαση του σχεδίου και με συναντήσεις με τους τοπικούς αξιωματούχους (αρχηγός της πυροσβεστικής, δήμαρχος, νομάρχης, διευθυντής εγκατάστασης βιομηχανίας), μπορεί να γίνει πιο εύκολα αποδεκτό και υλοποιήσιμο.

8. Ενημέρωση και εκπαίδευση των ομάδων των συμμετεχόντων για το σχέδιο δράσης

Οι πρωτοβουλίες της κοινότητας είναι σημαντικές κατά την διαδικασία σχεδιασμού. Με παρουσιάσεις θα πρέπει να τονίζεται η σημαντικότητα της εκπαίδευσης για αυτούς που θα ανταποκριθούν σε περίπτωση ανάγκης.

Σε περίπτωση που οι τοπικές αρχές δεν είναι εξοπλισμένες για να εκπαιδεύσουν τους ανθρώπους-κλειδιά του σχεδίου δράσης, η βιομηχανία θα πρέπει να σχεδιάσει και να εφαρμόσει την εκπαίδευση αυτή.

Για παράδειγμα, μια τοπική ομάδα πραγματοποίησε ένα σεμινάριο μισής ημέρας για να ενημερώσει και να εκπαιδεύσει δημάρχους, επιτρόπους και διευθυντές τμημάτων που τους αφορούσε το θέμα, συμπεριλαμβανομένου και υπευθύνων από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Σε μια άλλη περίπτωση, η εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε σαν μέσο αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών (πχ το τμήμα περιβάλλοντος εκπαιδεύτηκε από πυροσβέστες για την χρήση προστατευτικού ρουχισμού και αναπνευστικών συσκευών, ενώ πυροσβέστες εκπαιδεύτηκαν από ειδικούς του τμήματος περιβάλλοντος για στρατηγικές παρακολούθησης της μόλυνσης του αέρα). Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο και οι δυο φορείς μοιράστηκαν πληροφορίες για τον τρόπο δράσης των δυο υπηρεσιών.

9. Προσδιορισμός διαδικασιών για την περιοδική δοκιμή, αναθεώρηση και ενημέρωση του σχεδίου δράσης

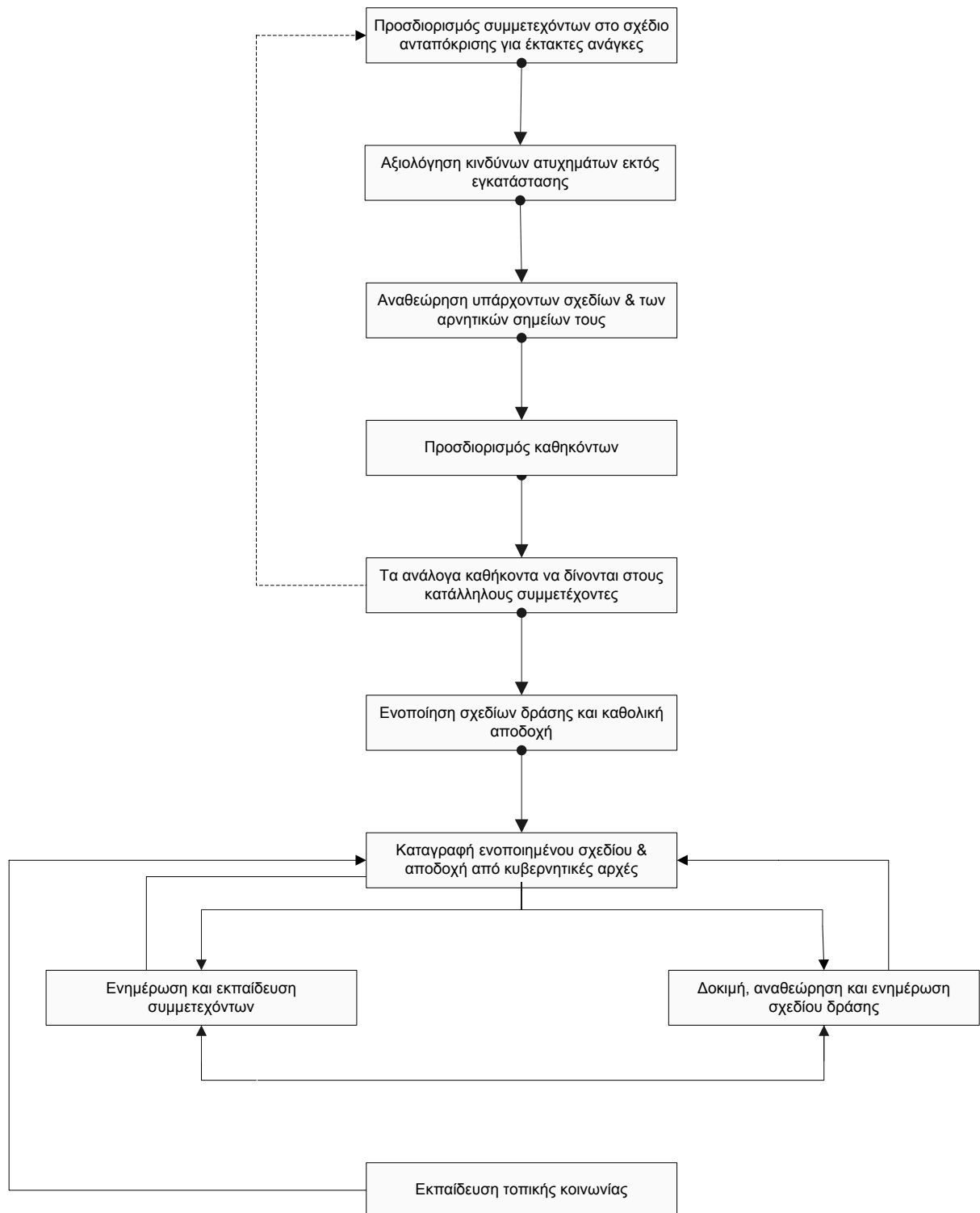
Αρχικά, η δοκιμή του σχεδίου δράσης θα πρέπει να γίνεται εσωτερικά στην ομάδα, πριν εφαρμοστεί δημόσια, με στόχο την αποκάλυψη αδυναμιών συντονισμού μεταξύ των ομάδων. Στη συνέχεια, η αξιολόγηση της δοκιμής αυτής θα πρέπει να γίνεται από ομάδα που δεν συμμετέχει και στην εφαρμογή της σε δημόσιο χώρο, η κοινότητα θα πρέπει να ενημερωθεί για να μην νομίζουν οι πολίτες ότι πρόκειται για εφαρμογή του σχεδίου σε πραγματικές καταστάσεις και προκληθεί πανικός. Μετά το πέρας της δοκιμής, θα πρέπει να παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες, να διορθώνονται τυχόν αδυναμίες και γενικά να γίνεται σε ετήσια βάση μια αναθεώρηση του σχεδίου.

10. Εκπαίδευση των μελών της τοπικής κοινωνίας σχετικά με το ενοποιημένο σχέδιο δράσης

Σε καθένα από τα παραπάνω βήματα θα πρέπει να επιδιώκεται η εκπαίδευση της κοινότητας για το πώς θα πράξει σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, που θα παρέχονται επιπλέον πληροφορίες και πως και πότε θα προβαίνουν σε εκκένωση της περιοχής, αν είναι απαραίτητο.

Με την παροχή φυλλαδίων και σύντομων μηνυμάτων από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, μπορούν να παρέχονται όλες οι πληροφορίες για την περίπτωση έκτακτης ανάγκης και οι υπηρεσίες με τις οποίες είναι δυνατόν να επικοινωνήσουν οι πολίτες σε τέτοια περίπτωση. Παράλληλα, μπορούν να διοργανωθούν επισκέψεις στις εγκαταστάσεις της βιομηχανίας από ομάδες ενδιαφερόμενων πολιτών, σχολεία κτλ και να δοθούν πληροφορίες για την λειτουργία της.

Η πραγματοποίηση συνεδρίων σχετικά με τη χημική βιομηχανία μπορούν να προβάλλουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της. Σεμινάρια σχετικά με τους κινδύνους σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης σε συνεργασία με την πυροσβεστική υπηρεσία, μπορούν να προβάλουν τις λειτουργικές διαδικασίες της εγκατάστασης και να αυξήσουν τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται. Οι υπάλληλοι βιομηχανιών θα πρέπει να γνωρίζουν τις προσπάθειες για προετοιμασία σε έκτακτες περιστάσεις.



Σχήμα 7.6.2: Βήματα της APELL

Το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής της APELL ποικίλει από κοινότητα σε κοινότητα. Το σημαντικό είναι να εφαρμοστεί επιτυχημένα η διαδικασία. Ένας πρότυπος σχεδιασμός των παραπάνω βημάτων διαρκεί γύρω στους είκοσι τέσσερις (24) μήνες

Στο Παράρτημα ΣΤ επισυνάπτεται ένα δείγμα από τις αναφορές της διαδικασίας APELL που μπορούν να συμπληρωθούν από τοπικές βιομηχανίες ή τοπικές αρχές

7.6.3 Επίλογος

Να σημειωθεί ότι οι οδηγίες της APELL δεν αντικαθιστούν κανόνες, τεχνικές ή διαχειριστικές ενέργειες που απαιτούνται για την αποφυγή ατυχημάτων, ούτε προστατεύουν την υγεία εργατών και πολιτών, καθώς και το περιβάλλον από τυχόν μόλυνση.

Λαμβάνονται υπόψη όσες διαδικασίες υπάρχουν ήδη και η APELL βασίζεται στην προσπάθεια ατόμων σε τοπικό επίπεδο που εμπλέκονται προσωπικά και μπορούν να κάνουν αυτό το σχέδιο δράσης έκτακτης ανάγκης δυναμικό και εφαρμόσιμο, δίνοντας τους την αίσθηση ότι τους ανήκει, καθιστώντας το έτσι πραγματοποιήσιμο και όχι απλά ένα έγγραφο σε κάποιο συρτάρι.

Η APELL εστιάζει γενικά στα ατυχήματα με πιθανότητα διαρροής επικίνδυνων ουσιών, φωτιάς, έκρηξης, τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και ενημέρωσης της κοινωνίας. Η χρήση της διαδικασίας της APELL εξαρτάται από την αποτίμηση του κινδύνου που κάνουμε. Γενικά όμως, χρησιμοποιώντας την κρίση μας ή κριτήρια όπως οι λίστες των ουσιών και τα όρια των επιπέδων έκθεσης σε κίνδυνο, μπορεί να γίνει κατανοητό τότε χρειάζεται η εφαρμογή της

Η κουλτούρα, τα συστήματα αξιών, η δομή της κοινωνίας, οι δυνατότητες ανταπόκρισης, οι διαθέσιμοι πόροι και απαιτήσεις από τους νόμους που υπάρχουν, διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Όμως οι οδηγίες της APELL παρέχουν τις βασικές αρχές για την ανάπτυξη σχεδίων δράσης, βασιζόμενες στην ενημέρωση για πιθανούς κινδύνους στις τοπικές κοινωνίες και στην προετοιμασία για σχέδια έκτακτης ανάγκης σε τοπικό επίπεδο. Θέτουν τους στόχους και το πλαίσιο οργάνωσης για έκτακτα περιστατικά, προσαρμοζόμενες πάντα στις ειδικές τοπικές συνθήκες και απαιτήσεις.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαιώνοντας, πρέπει για άλλη μια φορά να επισημανθεί η σημαντικότητα της ψύξης και ιδιαίτερα της αμμωνίας, η οποία χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό εξαιτίας των ιδιαίτερων θερμοδυναμικών ιδιοτήτων της, που την καθιστούν ικανή να κινεί την θερμότητα πολύ πιο αποδοτικά σε σχέση με άλλα ψυκτικά αέρια. Παρόλο την τοξικότητα της, είναι χημικά σταθερή, δεν αναμειγνύεται με λάδι, είναι κατάλληλη για θερμοκρασίες από 0°C έως -30°C και έχει μικρό κόστος, οπότε και χρησιμοποιείται ευρέως για πολλές διεργασίες ψύξης, μεταξύ των άλλων και για την συντήρηση τροφίμων.

Η σημαντικότητα των ατυχημάτων διαρροής αμμωνίας στις βιομηχανίες τροφίμων αναδεικνύεται μέσα από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων της βάσης MARS που πραγματοποίησε ο μελετητής. Το γεγονός αυτό αναδεικνύεται και στην περίπτωση της Νέας Υόρκης, με τις χημικές βιομηχανίες που έπονται των βιομηχανιών τροφίμων να έχουν αρκετά και σοβαρά ατυχήματα. Οι περισσότερες βιομηχανίες τροφίμων όπου αναφέρθηκαν ατυχήματα διαρροής αμμωνίας, ήταν οι γαλακτοβιομηχανίες και οι βιομηχανίες παρασκευής κρεατοσκευασμάτων.

Οι διαρροές είναι κατά κανόνα μικρές (έως 150 κιλά οι περισσότερες σύμφωνα με έρευνα σε ARIP), αλλά μπορεί να έχουν επιβλαβείς συνέπειες για τον άνθρωπο (εγκαύματα, κρυοπαγήματα κτλ). Τα πιθανά σημεία διαρροής, όπως προκύπτουν από τις βάσεις ατυχημάτων MARS, ARIP, καθώς και υπηρεσίες και αρχές όπως οι EPA, HSE και OSHA, συνοψίζονται κυρίως σε βαλβίδες, σωληνώσεις, συμπιεστές και δοχεία-δεξαμενές.

Τα περισσότερα ατυχήματα έλαβαν χώρα κατά την επεξεργασία (σύμφωνα με την MARS) ή κατά τη διάρκεια εργασιών ρουτίνας (σύμφωνα με την ARIP). Έντονο ήταν επίσης το φαινόμενο κατά την διάρκεια εργασιών συντήρησης. Η βλάβη της εγκατάστασης γενικά (σύμφωνα με την MARS) και η αστοχία του εξοπλισμού ειδικότερα (σύμφωνα με την ARIP) αποτελούν τα γενικότερα αίτια των ατυχημάτων διαρροής, ενώ σύμφωνα με την παρούσα έρευνα δεν αποτελεί τόσο σημαντικό παράγοντα το ανθρώπινο λάθος. Η διαρροή κάποιες φορές συνοδεύεται από έκρηξη ή / και φωτιά, με ακόμα πιο οδυνηρές συνέπειες για άνθρωπο και περιβάλλον.

Σε πολλές περιπτώσεις αναφέρθηκαν τραυματισμοί, ενώ λιγότερο συχνά διακομίστηκαν άτομα σε νοσοκομεία για προληπτικούς λόγους και ιατρική παρακολούθηση. Οι ενοχλήσεις που έχουν παρουσιάσει όσοι έχουν εκτεθεί σε αμμωνία αφορούσαν κυρίως το αναπνευστικό τους σύστημα και την όραση. Οι θανάσιμοι τραυματισμοί που έχουν καταγραφεί είναι αναλογικά λίγοι σε σχέση με τραυματισμούς.

Όσον αφορά τις συνέπειες on-site, παρατηρήθηκαν υλικές ζημιές σε κάποιες εγκαταστάσεις, ενώ οι off-site συνέπειες περιορίστηκαν σε μικρά προβλήματα στην γύρω περιοχή, τα οποία αφορούσαν κυρίως καταστροφή χλωρίδας και θαλάσσιας πανίδας.

Τα άμεσα μέτρα για τον περιορισμό των ατυχημάτων περιλαμβάνουν γενικότερα εκκένωση της εγκατάστασης, πυρόσβεση με χρήση κουρτινών νερού και πολλές φορές απομάκρυνση των πολιτών από την περιοχή γύρω από την εγκατάσταση.

Για την αποφυγή ατυχημάτων, προτείνονται τακτικοί έλεγχοι του εξοπλισμού της εγκατάστασης, χρήση συστήματος ανίχνευσης αερίων και συμμόρφωση με τα διεθνή όρια έκθεσης (ERPG's, TWA, PEL, IDLH κτλ). Οι αναπνευστικές συσκευές είναι απαραίτητο εργαλείο σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, όπως και ο επαρκής εξαερισμός της εγκατάστασης. Νέα συστήματα ελέγχου μπορούν να διορθώσουν τυχόν προβλήματα και να αποφευχθεί πιθανή επανάληψη ατυχημάτων. Τέλος, η επιλογή των εξωτερικών συνεργατών και συνεργείων προτείνεται να γίνεται σύμφωνα με τις γνώσεις που διαθέτουν για τις προδιαγραφές ασφαλείας της εγκατάστασης και ανάλογα με την εξειδίκευση τους στον τομέα της ψύξης.

Οι βασικοί ψυκτικοί έλεγχοι που προτείνονται είναι:

- Αρχικοί έλεγχοι ή έλεγχοι λειτουργίας να υπάρχουν στο σύστημα ως ηλεκτρικοί διακόπτες για την εκκίνηση ή τη διακοπή της λειτουργίας του. Οι θερμοστάτες, οι υγραντήρες και οι πρεσοστάτες είναι τέτοια παραδείγματα. Όταν ένας θερμοστάτης λειτουργεί, μια βαλβίδα σταματά την τροφοδοσία του εξαχνωτή με ψυκτικό και έτσι επιτρέπεται η συνέχεια της λειτουργίας του συμπιεστή ώσπου ο εξαχνωτής να αδειάσει από ψυκτικό.
- Πρακτικοί έλεγχοι λειτουργίας σε συνάρτηση με τα παραπάνω, με την βοήθεια ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων, σωληνοειδών οδηγών και τετράοδων βαλβίδων. Ιδιαίτερα οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες χρησιμοποιούνται στη λίπανση ή στη γραμμή αναρρόφησης για να σταματούν τη ροή του ψυκτικού όποτε χρειαστεί.
- Οι έλεγχοι ορίων και ασφαλείας, οι οποίοι κρατούν το σύστημα σε ασφαλή όρια θερμοκρασίας και πίεσης. Αυτοί επιτυγχάνονται με θερμοστάτη ασφαλείας, διακόπτες υψηλής - χαμηλής πίεσης και διακόπτες ασφαλείας λαδιού.
- Ο θερμοστάτης να εξασφαλίζει αυτόματο έλεγχο επεμβαίνοντας στην θερμοκρασία του χώρου ψύξης και να δίνει εντολή για εκκίνηση ή διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή. Με τον έλεγχο λανθασμένης πίεσης λαδιού παρεμποδίζεται η πιθανή καταστροφή του συμπιεστή λόγω έλλειψης λίπανσης.

- Οι διακυμάνσεις στην πίεση στην γραμμή αναρρόφησης να μπορούν να ελεγχθούν με έναν ρυθμιστή πίεσης του εξαχνωτή
- Η υπερπλήρωση στον συμπιεστή να μπορεί να αποφευχθεί με μια βαλβίδα αντεπιστροφής της πίεσης αναρρόφησης.

Βασικά μέτρα ασφαλείας αποτελούν τα παρακάτω:

- Ο τεχνίτης συντήρησης πρέπει να γνωρίζει τους ειδικούς και γενικούς κανόνες ασφαλείας
- Η εμπειρία στον χώρο εργασίας πρέπει να αξιοποιείται για την θετική αντιμετώπιση προβλημάτων ασφαλείας
- Να μην συμπιέζεται ποτέ ένα ψυκτικό σύστημα με οξυγόνο ή ασετυλίνη
- Με συμπιεσμένα αέρια πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται ρυθμιστές πίεσης
- Ο χώρος πρέπει να εξαερίζεται καλά
- Κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης, πρέπει να υπάρχουν μέσα αποτροπής πιθανών ατυχημάτων. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση μιας συγκόλλησης πρέπει να υπάρχει σε κοντινή απόσταση και άμεσα προσβάσιμος πυροσβεστήρας

Σε πρώτο επίπεδο, η ανάπτυξη ενός καλά δομημένου Προγράμματος Διαχείρισης Κινδύνου (Risk Management Program – RMP) σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρθηκαν και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση ατυχημάτων, μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη ανάπτυξη διαδικασιών όπως η συντήρηση, οι προδιαγραφές λειτουργίας, η εκπαίδευση, η συμμετοχή των εργαζομένων, η επιλογή των εξωτερικών συνεργατών κτλ

Επίσης, με την ανάλυση ενός σεναρίου διαρροής για την χειρότερη περίπτωση, καθώς και εναλλακτικές μορφές του, θα έχει εξετασθεί και ληφθεί υπόψη η περίπτωση διαρροής μεγάλης ποσότητας και η απόσταση που θα εκταθεί το νέφος αέριας αμμωνίας από το τοξικό σημείο. Σε αυτή την περίπτωση, ενδείκνυται η εξέταση των πιθανών επιπτώσεων σε άτομα και κτίρια.

Σε δεύτερο επίπεδο, με την βοήθεια των οδηγιών APELL, μπορεί να οργανωθεί μια συντονισμένη ανταπόκριση σε ένα ατύχημα, σε συνεργασία με την τοπική κοινωνία όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις της βιομηχανίας. Παράλληλα, μπορούν να ενημερωθούν οι πολίτες για την βιομηχανία και τις διεργασίες που επιτελεί.

Τέλος, για την καλύτερη δυνατή διαχείριση του κινδύνου, προτείνεται η οργάνωση ενός συστήματος ασφαλείας. Τα στοιχεία που πρέπει να αναπτυχθούν, ώστε να μειωθεί η επικινδυνότητα είναι τα παρακάτω (Κοντογιάννης, 1997):

- Συστήματα τεχνικών πρόβλεψης επικίνδυνων καταστάσεων, όπως μέθοδοι ανάλυσης εργασίας και τεχνικές εντοπισμού ανθρώπινων λαθών. Επίσης, ερωτηματολόγια για την επάρκεια παραγόντων εργονομίας που εστιάζουν στις οδηγίες, στην εκπαίδευση του προσωπικού, στις περιβαλλοντικές μεταβλητές κτλ, μπορεί να βοηθήσουν στην πρόβλεψη επικίνδυνων καταστάσεων
- Τεχνικές εκτίμησης επικινδυνότητας εγκαταστάσεων, όπως Δένδρα Βλαβών, Ανάλυση Συνεπειών Ατυχημάτων, Δένδρα Επικίνδυνων Γεγονότων κτλ.
- Έντυπα καταγραφής παραλίγο και πραγματικών συμβάντων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση ατυχημάτων και στην αποφυγή ανάλογων καταστάσεων στο μέλλον.
- Πρόγραμμα επιθεώρησης συνθηκών εργασίας, μέσω του οποίου καθορίζονται τα μέσα και οι προφυλάξεις για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών, η συχνότητα επιθεώρησης των συνθηκών εργασίας κτλ.
- Ενημερωτικά δελτία και αφίσες για επαγγελματικούς κινδύνους, για να διευκολύνεται η ανταλλαγή απόψεων για την ασφάλεια εργασίας και να αναφέρονται τα επιτεύγματα διαφορετικών τμημάτων στο θέμα αυτό.
- Εκπαιδευτικά προγράμματα για την διεκπεραίωση επικίνδυνων εργασιών, τα οποία πρέπει να προσφέρονται από την διοίκηση στο προσωπικό που εργάζεται υπό ανθυγιεινές ή ανασφαλείς συνθήκες εργασίας.
- Προδιαγραφές θέσης εργασίας για επόπτες και επιθεωρητές ασφαλείας, οι οποίες πρέπει να είναι καθορισμένες με σαφήνεια και να περιγράφονται.
- Κύκλοι ολικής ασφαλείας πρέπει να ορίζονται επακριβώς σε ότι αφορά την δομή, οργάνωση, την συχνότητα συναντήσεων και τις αρμοδιότητες που υπάρχουν και να καταγράφονται στο πρόγραμμα πρόληψης ατυχημάτων ή στο καταστατικό της εταιρείας για την ασφάλεια εργασίας.
- Σύστημα διοίκησης για την ασφάλεια εργασίας, όπου πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά οι ιδιότητες όλων των εμπλεκόμενων στην ασφάλεια εργασίας, να ενημερώνονται για τους ρόλους που πρέπει να αναλάβουν κτλ.
- Καταστατικό για δέσμευση εταιρείας σε θέματα ασφαλείας εργασίας, όπου θα καταγράφονται οι στόχοι του συστήματος για την ασφάλεια εργασίας, οι ρόλοι των εργαζομένων, τα νομικά πρόσωπα για την ασφάλιση της εταιρείας, με την εταιρεία να δεσμεύεται να το τηρεί.

Τέλος, πρέπει να τονιστεί η σημαντικότητα της κατάλληλης και πλήρους εκπαίδευση των εργαζομένων, ώστε να γίνεται σωστή χρήση του εξοπλισμού της εγκατάστασης, για άμεση και χωρίς πανικό ανταπόκριση σε περιστατικά έκτακτης ανάγκης. Η συμμετοχή των εργαζομένων στην ανάπτυξη, εφαρμογή και εποπτεία ενός συστήματος ασφαλείας είναι ουσιαστική, λόγω της τεχνογνωσίας που έχουν με την καθημερινή επαφή με τον τεχνολογικό εξοπλισμό και με τις συνθήκες εργασίας, εμπειρίες που δεν μπορούν να αποκτηθούν από τους σχεδιαστές μηχανικούς του συστήματος. Κάποιες προϋποθέσεις για την αποτελεσματική και διαρκή συμμετοχή είναι:

- Να είναι ξεκάθαρος ο βαθμός συμμετοχής των εργαζομένων στις αποφάσεις, δηλαδή αν μπορούν να λαμβάνουν δεσμευτικές αποφάσεις και σε ποιους τομείς, ή αν ο ρόλος τους είναι απλά συμβουλευτικός
- Λόγω φόρτου εργασίας, θα πρέπει η συμμετοχή να προσαρμοστεί ώστε να αποτελεί μέρος της εργασίας, να μην χαρακτηριστεί εθελοντική και να μην επιβαρύνει επιπλέον τους εργαζόμενους
- Να είναι πλήρως διευκρινισμένο «ποιοι», «πώς» και «πότε» θα συμμετέχουν στο πρόγραμμα, ώστε να αποφευχθούν πιθανές διαφωνίες και συγκρούσεις και καθένας να γνωρίζει τα καθήκοντα του.
- Δίνοντας κίνητρα για την συμμετοχή, οι εργαζόμενοι μπορεί να ασχοληθούν με μεγαλύτερη προθυμία, ενώ παράλληλα πρέπει να πειστούν ότι η συμμετοχή τους θα ωφελήσει και τους ίδιους.
- Η δέσμευση ότι η επιχείρηση θα εφαρμόσει όσο πιο πιστά γίνεται τις οδηγίες τις οδηγίες και αποφάσεις των ομάδων εργασίας, δίνει αξία στην συμμετοχή των εργαζομένων, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη ικανοποίηση και προθυμία για συνεχή συμμετοχή.
- Σε περίπτωση μη εφαρμογής των προτεινόμενων οδηγιών, θα πρέπει να δίνονται ικανοποιητικές επεξηγήσεις από την εταιρεία, ώστε να αποφευχθεί τυχόν σκεπτικισμός και προκαταλήψεις από τους εργαζόμενους.
- Με την πραγματοποίηση συσκέψεων μεταξύ εργαζομένων και επιχείρησης ανά τακτά χρονικά διαστήματα, αναλύονται τυχόν προβλήματα, ανταλλάσσονται ιδέες και προτείνονται δημιουργικές λύσεις.
- Η ενημέρωση των εργαζομένων για ικανοποιητικά ή μη αποτελέσματα του προγράμματος ασφαλείας είναι απαραίτητη, ώστε να ενθαρρυνθούν ή να εντείνουν τις προσπάθειες τους για καλύτερα αποτελέσματα.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΝΤΥΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζιάκας Γ. Ν. (2004) «*Εσωτερική παθολογία*», 3^η Έκδοση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Ιατρικής-Τομέας Παθολογίας, University Studio Press
- Κόκκινος Κ. (2005), «Εκτίμηση Επικινδυνότητας σε μονάδες υψηλού κινδύνου στη Βιομηχανική Εγκατάσταση Ασπροπύργου (Β.Ε.Α.) Ελληνικά Πετρέλαια», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Κοντογιάννης Θ. (1997), «*Συστήματα Διοίκησης και Διαχείρισης της ασφάλειας εργασίας*», Εργαστήριο Εργονομίας, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Κουρεμένος Δ. Α., (1996), «*Ψυκτικές Μηχανές και εγκαταστάσεις*», Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
- Μαρμαράς Ν. (2001), «Εισαγωγή στην Εργονομία», Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Νικολός Ι. Κ., (2001), «*Σημειώσεις μαθήματος Τεχνική Θερμοδυναμική*», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Παπαδάκης Γ.Α. «Κατευθυντήριες Γραμμές Επιθεωρήσεων ΣΕΒΕΖΟ II», Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Σωτηρόπουλος Β.Α. (1984), «*Στοιχεία Βιομηχανικής ψύξης*», Κατασκευή συσκευών διεργασιών, Ενεργειακός τομέας, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Χαλκίδου Α. (2005) «*Μεθοδολογική εκτίμηση επιπτώσεων και ατυχημάτων στην επαγγελματική επικινδυνότητα σε εργασιακούς χώρους. Εφαρμογή σε εγκατάσταση Διακίνησης υγραερίου στην Κρήτη.*», Διπλωματική εργασία, Εργαστήριο Νοητικής Εργονομίας και Ασφάλειας Εργασίας, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Adjei M.B., Quesenberry K.H., Chamblis C.G. (2002), “*Nitrogen Fixation and Inoculation of Forage Legumes*”, University of Florida, IFAS Extension
- American Institute Hygiene Association (AIHA), “Emergency Response Planning Guidelines,” Akron, OH, 1988-1992.

- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., (ASHRAE), "ASHRAE Handbook 1981 Fundamentals," ASHRAE, Atlanta, GA, 1981.
- Baker, H. B. (1894). "J. Chem. Soc". **65**: 612
- Boast M., (1991) "Newnes Refrigeration Pocket Book", Oxford: Newnes
- Bretherick, L. (1986) *Hazards in the Chemical Laboratory*, 4th Edn., London: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85186-489-9.
- Burton Rose, Rennke Helmut (1994) "Renal Pathophysiology", Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins
- Center for Chemical Process Safety (CCPS, 1987) "Proceedings of the International Symposium on Vapor Cloud Modeling" Boston, MA; American Institute of Chemical Engineers, New York, NY
- Center for Chemical Process Safety (CCPS, 1989) "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" American Institute of Chemical Engineers, New York, NY.
- Center for Chemical Process Safety (CCPS, 1991) "International Conference and Workshop on Modeling and Mitigating the Consequences of Accidental Releases of Hazardous Materials" New Orleans, LA; American Institute of Chemical Engineers, New York, NY.
- Center for Chemical Process Safety (CCPS, 1995) "International Conference and Workshop on Modeling and Mitigating the Consequences of Accidental releases of Hazardous Materials" New Orleans, LA; American Institute of Chemical Engineers, New York, NY.
- Chatenever R. (1988), "Air conditioning and refrigeration for the professional", John Wiley & Sons, U.S.A.
- Dossat R. J. (1991), "Principles of Refrigeration, Third edition", Prentice-Hall International, Houston, Texas
- Factory Mutual, *Loss Prevention Data Bulletin* 12-61 (April 1993)
- Fauske, H.K. (1985) "Flashing Flows or Some Practical Guidelines on Emergency Releases" *Plant/Operations Progress* 4 (3 July), 132-134.
- Fauske, H.K. and M. Epstein (1987) "Source Term Considerations in Connection with Chemical Accidents and Vapor Cloud Modeling" in CCPS
- Federal Emergency Management Agency (FEMA, 1989) "Handbook of Chemical Analysis Procedures", Washington, DC
- Fenton, D.L., K.S. Chapman, R.D. Kelley, and A.S. Khan. (1995) "Operating Characteristics of a flare/oxidizer for the disposal of ammonia from and industrial

- refrigeration facility.*" ASHRAE Transactions, 101 (2), pp. 463-475. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers.
- Freedman A. M., (1995), "*Impact Booster: Tobacco Firm Shows How Ammonia Spurs Delivery of Nicotine*", The Wall Street Journal
 - Goldwire, Jr., H.C., T.G. McRae, G.W. Johnson, D.L. Hipple, R.P. Koopman, J.W. McLure, L.K. Morris and R.T. Cederwall (1985). "*Desert Tortoise Series Data Report - 1983 Pressurized Ammonia Spills*", Lawrence Livermore National Laboratories Report UCID-20562, Livermore, CA.
 - Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the Elements*, 2nd Edn., Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 0-7506-3365-4.
 - Hannah, S. R. and R. P. Hosker, (1980), "Atmospheric Removal Processes for Toxic Chemicals" ATDL Contribution File No. 80/25, Air Resources, Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory, National Oceanographic and Atmospheric Administration, Oak Ridge, TN
 - Hazardous Substances Emergency Events Surveillance –HSEES (2000), "Ammonia Spills in New York State 1993-1998", New York State Department of Health, Bureau of Toxic Substance Assessment
(www.health.state.ny.us/nysdoh/enviro/hsees/hsees.htm)
 - Housecroft, C. E.; Sharpe, A. (2001). "*Inorganic Chemistry*" Harlow (UK): Prentice Education. ISBN 0-582-31080-6.
 - Kaiser G. D., Price J. D., Urdaneta J., (1999) "*Technical background document for offsite consequence analysis for anhydrous aqueous ammonia, chlorine and sulfur dioxide*", Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office, U.S. Environmental Protection Agency, Virginia
 - Kaiser, G.D. (1989). "A Review of Models for Predicting the Dispersion of Ammonia in the Atmosphere," Plant/Operations Progress, January, 1989, pp. 58-64.
 - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2006) and U.S. Environmental Protection Agency, "ALOHA, Areal Locations of Hazardous Atmospheres, User's Manual", February 2006
 - Occupational Safety and Health Administration - OSHA Hazard Information Bulletin [HIB], (1994), "*Accidental Release of Anhydrous Ammonia at Storage/Dispensing Facilities and Elevators*"
 - Occupational Safety and Health Administration - OSHA Hazard Information Bulletin [HIB], (1996), "*Chemical Exposures from Industrial Valve and Piping Systems*"
 - Olivo C. T., (1999), «Ψυκτικές Εγκαταστάσεις, Τόμος Α'», Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα

- Parker S.P. (2003) «Αγγλοελληνικό Λεξικό Μηχανικών», McGraw-Hill, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- Perry, R.H. and Green, D.W. (1984). *"Perry's Chemical Engineers' Handbook"*, 6th Edition, McGraw Hill, Inc
- Puzio H., Johnson J. (1997), «Συντήρηση εγκαταστάσεων ψύξεως & κλιματισμού», Εκδόσεις ΙΩΝ
- SAIC (1994), "SAIC's Computer Programs for Modeling the Atmospheric Dispersion of Large Scale Accidental Releases of Hazardous Vapors in Industrial Environments - Volume I -Overview," SAIC, 11251 Roger Bacon Drive, Reston, VA 22090.
- Spadoni G. *"Models of Description of Accident Consequences"*, EAEME Course on Risk Assessment & Control of Major Accident Hazards, Dept. of Chemical and Process Engineering, University of Bologna, Italy
- Sprenger, Recknagel (1977), «Θέρμανση και Κλιματισμός, Τόμος 2^{ος}. Κλιματισμός», Εκδόσεις Γκιούρδα
- U. S. Environmental Protection Agency (USEPA, 1991) *"Evaluation of Dense Gas Simulation Models"* EPA-450/R-89-018, Research Triangle Park, NC.
- U. S. Environmental Protection Agency (USEPA, 1992) *"Workbook on Screening Techniques for Assessing Impacts of Toxic Air Pollutants (Revised)"* EPA-454/R-92-004, Research Triangle Park, NC.
- U. S. Environmental Protection Agency (USEPA, 1993) *"Contingency Analysis for Superfund Sites and Other Industrial Sources"* EPA-454/R-93-001, Research Triangle Park, NC.
- U. S. EPA, FEMA, U. S. DOT (1987), *"Technical Guidance for Hazards Analysis – Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances"*.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 1995), *"User's Guide to Federal Accidental Release Databases"*, EPA 550-B-95-001
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 1996) *"Model Risk Management Program and Plan for Ammonia Refrigeration"*, Science Applications International Corporation Reston, VA
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2001), *"Hazards of Ammonia Releases at Ammonia Refrigeration Facilities"*, EPA 550-F-01-009, (www.epa.gov/ceppo)
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA, 1989), *"User's Guide for the DEGADIS 2.1 Dense Gas Dispersion Model"*, EPA-450/4-89-019 (NTIS PB 90-213893), Research Triangle Park, NC.

- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA, 1996). "RMP Offsite Consequence Analysis Guidance," Washington, D.C.
- United Nations Environment Programme - (UNEP,1998), "*Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (APELL) – A process for responding to technological accidents*", United Nations Publication, ISBN 92 807 1183 0 - 00900P (<http://unepie.org/pc/apell/>)
- Weast, R. C. (Ed.) (1972). *Handbook of Chemistry and Physics (53rd Edn.)*. Cleveland:Chemical Rubber Co.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής & Ασφάλειας της Εργασίας (www.elinyae.gr)
- American National Standards Institute (ANSI) - <http://www.ansi.org>
- Garden City Community College Industrial Ammonia Refrigeration (<http://www.nh3gccc.com/>)
- International Chemical Safety Card (ICSC) 0414 for anhydrous ammonia (<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/icsc04/icsc0414.htm>)
- International Institute of Ammonia Refrigeration (<http://www.iiar.org/>)
- MARS (<http://mahbsrv.jrc.it/>)
- National Pollutant Inventory (www.npi.gov.au/database/substance-info/profiles/8.html)
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (<http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0028.html>)
- NIST Chemistry WebBook (<http://webbook.nist.gov/chemistry/>)
- Occupational Safety and Health Administration - OSHA: Ammonia Refrigeration (<http://www.osha.gov/SLTC/ammoniarefrigeration/index.html>)
- The Chemical Engineers' Resource Page (<http://www.cheresources.com/ammonia.shtml>)
- Health and Safety Executive – HSE, "*Ammonia compressors and refrigeration plant*", Local Authority Circular, (<http://hse.gov.uk/lau/lacs/31-1.htm>), September 2005
- HSE-Health and Safety in Food & Drink manufacture (<http://hse.gov.uk/food/index.htm>)
- Wikipedia, the free encyclopedia (<http://en.wikipedia.org>)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - Πληροφορίες για άνυδρη αμμωνία
σύμφωνα με IPCS και Ευρωπαϊκή Επιτροπή**

AMMONIA (ANHYDROUS) 0414 March 1998**CAS No: 7664-41-7**

RTECS No: BO0875000

UN No: 1005

EC No: 007-001-00-5

NH₃ Molecular mass: 17.03

TYPES OF HAZARD/ EXPOSURE	ACUTE HAZARDS/SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID/FIRE FIGHTING
FIRE	Flammable.	NO open flames, NO sparks, and NO smoking.	In case of fire in the surroundings: use appropriate extinguishing media.
EXPLOSION	Gas/air mixtures are explosive.	Closed system, ventilation, explosion-proof electrical equipment and lighting.	In case of fire: keep cylinder cool by spraying with water.
EXPOSURE		AVOID ALL CONTACT!	
Inhalation	Burning sensation. Cough. Laboured breathing. Shortness of breath. Sore throat. Symptoms may be delayed (see Notes).	Ventilation, local exhaust, or breathing protection.	Fresh air, rest. Half-upright position. Artificial respiration may be needed. Refer for medical attention.
Skin	Redness. Skin burns. Pain. Blisters. ON CONTACT WITH LIQUID: FROSTBITE.	Cold-insulating gloves. Protective clothing.	ON FROSTBITE: rinse with plenty of water, do NOT remove clothes. Refer for medical attention.
Eyes	Redness. Pain. Severe deep burns.	Face shield or eye protection in combination with breathing protection.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then take to a doctor.
Ingestion			
SPILLAGE DISPOSAL		PACKAGING & LABELING	
Evacuate danger area! Consult an expert! Ventilation. NEVER direct water jet on liquid. Remove gas with fine water spray. Personal protection: gas-tight chemical protection suit including self-contained breathing apparatus.		T Symbol N Symbol R: 10-23-34-50 S: (1/2-)-9-16-26-36/37/39-45-61 UN Hazard Class: 2.3 UN Subsidiary Risks: 8	
EMERGENCY RESPONSE		SAFE STORAGE	
Transport Emergency Card: TEC (R)-20S1005 or 20G2TC NFPA Code: H3; F1; R0		Fireproof. Separated from oxidants, acids, halogens. Cool. Keep in a well-ventilated room.	
IMPORTANT DATA			

<p>Physical State; Appearance COLOURLESS COMPRESSED LIQUEFIED GAS, WITH PUNGENT ODOUR.</p> <p>Physical dangers The gas is lighter than air.</p> <p>Chemical dangers Shock-sensitive compounds are formed with mercury, silver and gold oxides. The substance is a strong base, it reacts violently with acid and is corrosive. Reacts violently with strong oxidants and halogens. Attacks copper, aluminum, zinc and their alloys. Dissolves in water evolving heat.</p> <p>Occupational exposure limits TLV: 25 ppm as TWA; 35 ppm as STEL; (ACGIH 2004). MAK: 20 ppm, 14 mg/m³; Peak limitation category: I(2); Pregnancy risk group: C; (DFG 2004).</p>	<p>Routes of exposure The substance can be absorbed into the body by inhalation.</p> <p>Inhalation risk A harmful concentration of this gas in the air will be reached very quickly on loss of containment.</p> <p>Effects of short-term exposure The substance is corrosive to the eyes, the skin and the respiratory tract. Inhalation of high concentrations may cause lung oedema (see Notes). Rapid evaporation of the liquid may cause frostbite.</p>
PHYSICAL PROPERTIES	
<p>Boiling point: -33°C Melting point: -78°C Relative density (water = 1): 0.7 at -33°C Solubility in water, g/100 ml at 20°C: 54</p>	<p>Vapour pressure, kPa at 26°C: 1013 Relative vapour density (air = 1): 0.59 Auto-ignition temperature: 651°C Explosive limits, vol% in air: 15-28</p>
ENVIRONMENTAL DATA	
The substance is very toxic to aquatic organisms.	
NOTES	
<p>The symptoms of lung oedema often do not become manifest until a few hours have passed and they are aggravated by physical effort. Rest and medical observation is therefore essential. Immediate administration of an appropriate inhalation therapy by a doctor or a person authorized by him/her, should be considered. Turn leaking cylinder with the leak up to prevent escape of gas in liquid state. Card has been partly updated in October 2005. See sections Occupational Exposure Limits, Emergency Response.</p>	
ADDITIONAL INFORMATION	
LEGAL NOTICE	<p>Prepared in the context of cooperation between the International Programme on Chemical Safety and the European Commission © IPCS 2005. Neither the EC nor the IPCS nor any person acting on behalf of the EC or the IPCS is responsible for the use which might be made of this information</p>

Acronyms, abbreviations

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (USA)
CAS: Chemical Abstracts Service
MAK: Maximale Arbeitsplatzkonzentration (Germany)
NFPA: National Fire Protection Agency (USA)

Acronyms, abbreviations

RTECS: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances
STEL: Short Term Exposure Limit
TEC: Transport Emergency Card (USA)
TLV: Threshold Limit Value
TWA: Time Weighted Average

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - Πίνακες θερμοδυναμικών μεγεθών,
διαγράμματα p-h για αμμωνία και μονάδες μέτρησης**

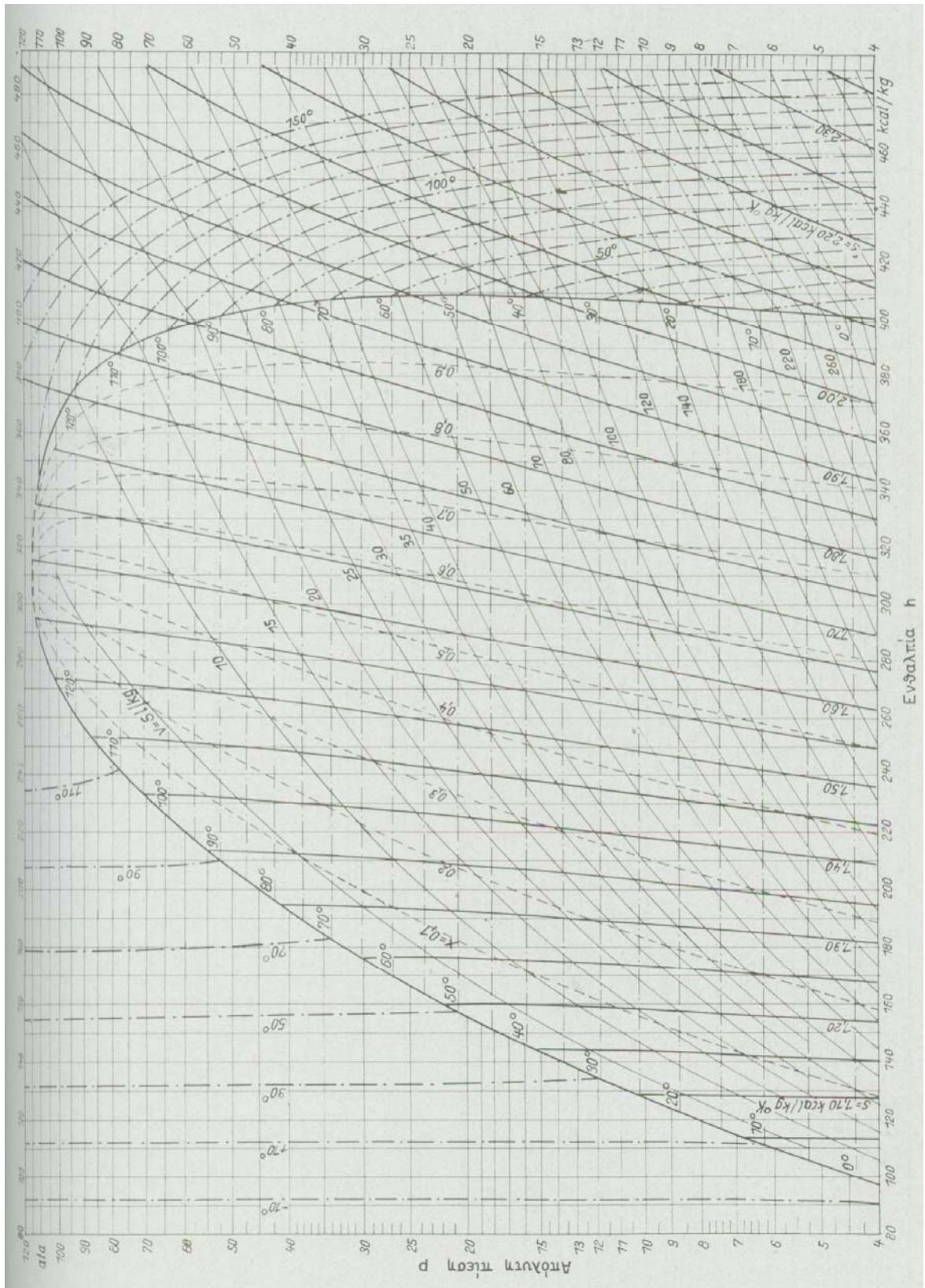
Ψυκτικό Μέσο 717 (NH₃)

Θερμο- κρασία T °C	Απόλυτη πίεση p kg/cm ²	Ειδικός Όγκος		Πυκνότητα		Ενθαλπία		Θερμότητα ατμοποίησης r = h'' - h' kcal/kg
		υγρού v' l/kg	ατμού v'' m ³ /kg	υγρού ρ' kg/l	ατμού ρ'' kg/m ³	υγρού h' kcal/kg	ατμού h'' kcal/kg	
-75	0,0765	1,368	12,89	0,7310	0,0775	20,9	373,5	352,6
-70	0,1114	1,3788	9,009	0,7253	0,1110	25,9	375,7	349,8
-68	0,1287	1,3832	7,870	0,7230	0,1271	27,9	376,6	348,7
-66	0,1485	1,3876	6,882	0,7207	0,1453	29,9	377,4	347,5
-64	0,1706	1,3920	6,044	0,7184	0,1655	32,0	378,3	346,3
-62	0,1954	1,3965	5,324	0,7161	0,1878	34,0	379,1	345,1
-60	0,2233	1,4010	4,699	0,7138	0,2128	36,0	380,0	344,0
-58	0,2543	1,4056	4,161	0,7114	0,2403	38,1	380,8	342,7
-56	0,2889	1,4103	3,693	0,7091	0,2708	40,2	381,7	341,5
-54	0,3272	1,4150	3,288	0,7067	0,3041	42,2	382,5	340,3
-52	0,3697	1,4197	2,933	0,7044	0,3409	44,2	383,3	339,1
-50	0,4168	1,4245	2,623	0,7020	0,3812	46,3	384,1	337,8
-48	0,4686	1,4293	2,351	0,6996	0,425	48,4	384,9	336,6
-46	0,5256	1,4242	2,112	0,6972	0,473	50,4	385,7	335,3
-44	0,5882	1,4392	1,901	0,6948	0,526	52,5	386,5	334,0
-42	0,6568	1,4442	1,715	0,6924	0,583	54,6	387,3	332,7
-40	0,7318	1,4493	1,550	0,6900	0,645	56,8	388,1	331,3
-39	0,7719	1,4519	1,4752	0,6888	0,678	57,82	388,49	330,67
-38	0,8137	1,4545	1,4045	0,6875	0,712	58,88	388,88	329,99
-37	0,8573	1,4571	1,3377	0,6863	0,748	59,94	389,27	329,31
-36	0,9028	1,4597	1,2746	0,6851	0,785	61,01	389,65	328,63
-35	0,9503	1,4623	1,2151	0,6839	0,823	62,08	390,03	327,95
-34	0,9999	1,4649	1,1589	0,6826	0,863	63,15	390,41	327,26
-33	1,0515	1,4676	1,1058	0,6814	0,905	64,21	390,79	326,57
-32	1,1052	1,4703	1,0555	0,6801	0,948	65,28	391,17	325,88
-31	1,1610	1,4730	1,0080	0,6789	0,992	66,35	391,54	325,19
-30	1,2190	1,4757	0,9630	0,6777	1,038	67,42	391,91	324,49
-29	1,279	1,4784	0,9204	0,6764	1,086	68,49	392,28	323,79
-28	1,342	1,4811	0,8801	0,6752	1,136	69,56	392,64	323,08
-27	1,407	1,4839	0,8418	0,6739	1,188	70,63	393,00	322,37
-26	1,475	1,4867	0,8056	0,6726	1,242	71,71	393,36	321,66
-25	1,546	1,4895	0,7712	0,6714	1,297	72,78	393,72	320,94
-24	1,619	1,4923	0,7386	0,6701	1,354	73,86	394,07	320,22
-23	1,695	1,4951	0,7076	0,6688	1,413	74,93	394,42	319,49
-22	1,774	1,4980	0,6782	0,6676	1,474	76,01	394,77	318,76
-21	1,856	1,5008	0,6502	0,6663	1,538	77,09	395,12	318,03
-20	1,940	1,5037	0,6236	0,6650	1,604	78,17	395,46	317,29
-19	2,027	1,5066	0,5983	0,6637	1,672	79,25	395,80	316,55
-18	2,117	1,5096	0,5742	0,6624	1,742	80,33	396,13	315,80
-17	2,211	1,5125	0,5513	0,6611	1,814	81,41	396,46	315,05
-16	2,309	1,5155	0,5295	0,6598	1,889	82,50	396,79	314,29
-15	2,410	1,5185	0,5087	0,6585	1,966	83,59	397,12	313,53
-14	2,514	1,5215	0,4889	0,6572	2,046	84,68	397,44	312,76
-13	2,621	1,5245	0,4700	0,6559	2,128	85,76	397,75	311,99
-12	2,732	1,5276	0,4520	0,6546	2,213	86,85	398,06	311,21
-11	2,847	1,5307	0,4348	0,6533	2,300	87,94	398,37	310,43
-10	2,966	1,5338	0,4184	0,6520	2,390	89,03	398,67	309,64
-9	3,089	1,5369	0,4028	0,6507	2,483	90,12	398,97	308,85
-8	3,216	1,5400	0,3878	0,6493	2,579	91,21	399,27	308,06
-7	3,347	1,5432	0,3735	0,6480	2,678	92,30	399,56	307,25
-6	3,481	1,5464	0,3599	0,6467	2,779	93,40	399,85	306,45
-5	3,619	1,5496	0,3469	0,6453	2,883	94,50	400,14	305,64
-4	3,761	1,5528	0,3344	0,6440	2,991	95,59	400,42	304,83
-3	3,908	1,5561	0,3225	0,6426	3,102	96,69	400,70	304,01
-2	4,060	1,5594	0,3111	0,6413	3,216	97,79	400,98	303,19
-1	4,217	1,5627	0,3002	0,6399	3,332	98,89	401,25	302,36
0	4,379	1,5660	0,2897	0,6386	3,452	100,00	401,52	301,52
+ 1	4,545	1,5694	0,2797	0,6372	3,576	101,10	401,78	300,68
+ 2	4,716	1,5727	0,2700	0,6358	3,703	102,21	402,04	299,84
+ 3	4,892	1,5761	0,2608	0,6345	3,834	103,32	402,30	298,99
+ 4	5,073	1,5796	0,2520	0,6331	3,969	104,43	402,55	298,13

(συνεχίζεται)

Ψυκτικό Μέσο 717 (NH₃)

Θερμο- κρασία T °C	Απόλυτη πίεση p at	Ειδικός Όγκος		Πυκνότητα		Ενθαλπία		Θερμότητα ατμοποίησης r = h'' - h' kcal/kg
		υγρού v' l/kg	ατμού v'' m ³ /kg	υγρού ρ' kg/l	ατμού ρ'' kg/m ³	υγρού h' kcal/kg	ατμού h'' kcal/kg	
+ 5	5,259	1,5831	0,2435	0,6317	4,108	105,54	402,80	297,26
+ 6	5,450	1,5866	0,2353	0,6303	4,250	106,65	403,04	296,39
+ 7	5,647	1,5901	0,2275	0,6289	4,396	107,76	403,27	295,51
+ 8	5,849	1,5936	0,2200	0,6275	4,546	108,87	403,50	294,63
+ 9	6,057	1,5972	0,2128	0,6261	4,700	109,99	403,73	293,74
+ 10	6,271	1,6008	0,2058	0,6247	4,859	111,11	403,95	292,84
+ 11	6,490	1,6045	0,1992	0,6233	5,022	112,23	404,17	291,94
+ 12	6,715	1,6081	0,1927	0,6218	5,189	113,35	404,38	291,03
+ 13	6,946	1,6118	0,1866	0,6204	5,361	114,47	404,59	290,12
+ 14	7,183	1,6156	0,1806	0,6190	5,537	115,59	404,79	289,20
+ 15	7,427	1,6193	0,1749	0,6175	5,718	116,72	404,99	288,27
+ 16	7,677	1,6231	0,1694	0,6161	5,904	117,85	405,19	287,34
+ 17	7,933	1,6270	0,1642	0,6146	6,094	118,98	405,38	286,40
+ 18	8,196	1,6308	0,1591	0,6132	6,289	120,11	405,57	285,46
+ 19	8,465	1,6347	0,1542	0,6117	6,489	121,24	405,75	284,51
+ 20	8,741	1,6386	0,1494	0,6103	6,694	122,38	405,93	283,55
+ 21	9,024	1,6426	0,1449	0,6088	6,904	123,52	406,10	282,58
+ 22	9,314	1,6466	0,1405	0,6073	7,119	124,66	406,27	281,61
+ 23	9,611	1,6507	0,1363	0,6058	7,339	125,80	406,43	280,63
+ 24	9,915	1,6546	0,1322	0,6043	7,564	126,94	406,59	279,65
+ 25	10,225	1,6588	0,1283	0,6028	7,795	128,09	406,75	278,66
+ 26	10,544	1,6630	0,1245	0,6013	8,031	129,24	406,89	277,66
+ 27	10,870	1,6672	0,1209	0,5998	8,273	130,39	407,03	276,65
+ 28	11,204	1,6714	0,1174	0,5983	8,521	131,54	407,17	275,64
+ 29	11,546	1,6757	0,1140	0,5968	8,775	132,69	407,30	274,62
+ 30	11,895	1,6800	0,1107	0,5952	9,034	133,84	407,43	273,59
+ 31	12,252	1,6844	0,1075	0,5937	9,300	135,00	407,55	272,55
+ 32	12,617	1,6888	0,1045	0,5921	9,573	136,16	407,67	271,50
+ 33	12,991	1,6932	0,1015	0,5906	9,852	137,32	407,78	270,45
+ 34	13,374	1,6977	0,0986	0,5890	10,138	138,48	407,88	269,39
+ 35	13,765	1,7023	0,0959	0,5875	10,431	139,65	407,97	268,32
+ 36	14,165	1,7069	0,0932	0,5859	10,731	140,82	408,06	267,24
+ 37	14,573	1,7115	0,0906	0,5843	11,038	141,99	408,15	266,15
+ 38	14,990	1,7162	0,0881	0,5827	11,353	143,16	408,23	265,06
+ 39	15,415	1,7209	0,0857	0,5811	11,675	144,34	408,30	263,96
+ 40	15,850	1,7257	0,0833	0,5795	12,005	145,52	408,37	262,85
+ 41	16,294	1,7305	0,0810	0,5779	12,34	146,70	408,43	261,73
+ 42	16,747	1,7354	0,0788	0,5762	12,69	147,88	408,49	260,60
+ 43	17,210	1,7404	0,0767	0,5746	13,04	149,06	408,54	259,47
+ 44	17,682	1,7454	0,0746	0,5729	13,40	150,24	408,58	258,33
+ 45	18,165	1,7504	0,0726	0,5713	13,77	151,43	408,61	257,18
+ 46	18,658	1,7555	0,0707	0,5696	14,15	152,62	408,64	256,02
+ 47	19,161	1,7607	0,0688	0,5680	14,54	153,81	408,66	254,85
+ 48	19,673	1,7659	0,0670	0,5663	14,94	155,00	408,68	253,67
+ 49	20,195	1,7712	0,0652	0,5646	15,34	156,20	408,70	252,48
+ 50	20,727	1,7775	0,0635	0,5628	15,75	157,38	408,72	251,34
+ 52	21,83	1,788	0,0602	0,5591	16,59	159,8	408,7	248,9
+ 54	22,97	1,800	0,0572	0,5554	17,47	162,2	408,8	246,6
+ 56	24,15	1,812	0,0543	0,5516	18,39	164,6	408,8	244,2
+ 58	25,37	1,825	0,0515	0,5478	19,35	167,1	408,7	241,6
+ 60	26,66	1,838	0,0489	0,5440	20,35	169,6	408,6	238,0
+ 62	27,98	1,851	0,0464	0,5402	21,41	172,2	408,5	236,3
+ 64	29,36	1,864	0,0441	0,5364	22,53	174,8	408,3	233,5
+ 66	30,77	1,877	0,0420	0,5326	23,73	177,4	408,0	230,6
+ 68	32,25	1,891	0,0399	0,5288	25,01	180,0	407,7	227,7
+ 70	33,77	1,905	0,0379	0,5248	26,36	182,7	407,3	224,6



Αυτές οι μονάδες μέτρησης χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη, ενώ διαφορετικές χρησιμοποιούνται σε Αγγλία και Η.Π.Α. Στην Ελλάδα έχει επικρατήσει ο υπολογισμός των μεγεθών των ψυκτικών και κλιματιστικών εγκαταστάσεων σε αγγλοσαξονικές μονάδες. Παρατίθενται οι συντελεστές μετατροπής των μονάδων.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

$$T_C = (T_F - 32) \cdot (5/9) \text{ βαθμοί Κελσίου (}^{\circ}\text{C)}$$

ΠΙΕΣΗ

Μονάδα	Μετατροπή σε bar
1 atm	1,013
1 at	0,980
1 mmHg	$1,333 \cdot 10^{-3}$
1 psi (lbs/in ²)	0,0689
1 inHg	0,0338

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Μονάδα	Μετατροπή σε kJ
1 kcal	4,184
1 Btu	1,051

ΙΣΧΥΣ

Μονάδα	Μετατροπή σε kW
kcal/h	1,163
Btu/h	0,293
RT	3,519
PS	0,736
HP	0,746

ΜΑΖΑ

$$1 \text{ lb} = 0.453 \text{ kg}$$

ΨΥΚΤΙΚΟ Μέσο 717 (NH₃)
Μονάδες Η.Π.Α.

Θερμοκρασία °F	Πίεση		Ειδικός όγκος cuft/lb	Πυκνότητα lb/cu ft	Ενθαλπία Btu/lb			Θερμοκρασία °F	Πίεση		Ειδικός όγκος cuft/lb	Πυκνότητα lb/cu ft	Ενθαλπία Btu/lb				
	psia	psig			ατμός V _g	υγρό 1/V _f	ατμός h _g		υγρό h _f	psia			psig	ατμός V _g	υγρό 1/V _f	υγρό h _f	ατμός h _g
-105	0.996	27.9*	223.2	45.71	-68.5	570.3	-30	13.90	1.6*	18.97	42.65	10.7	601.4				
-104	1.041	27.8*	214.2	45.67	-67.5	570.7	-29	14.30	0.8*	18.48	42.61	11.7	601.7				
-103	1.087	27.7*	205.7	45.63	-66.4	571.2	-28	14.71	0.0	18.00	42.57	12.8	602.1				
-102	1.135	27.6*	197.6	45.59	-65.4	571.6	-27	15.12	0.4	17.54	42.54	13.9	602.5				
-101	1.184	27.5*	189.8	45.55	-64.3	572.1	-26	15.55	0.8	17.09	42.48	14.9	602.8				
-100	1.24	27.4*	182.4	45.52	-63.3	572.5	-25	15.98	1.3	16.66	42.44	16.0	603.2				
-99	1.29	27.3*	175.3	45.47	-62.2	572.9	-24	16.24	1.7	16.24	42.40	17.1	603.6				
-98	1.34	27.2*	168.5	45.43	-61.2	573.4	-23	16.88	2.2	15.83	42.35	18.1	603.9				
-97	1.40	27.1*	162.1	45.40	-60.1	573.8	-22	17.34	2.6	15.43	42.31	19.2	604.3				
-96	1.46	26.9*	155.9	45.36	-59.1	574.3	-21	17.81	3.1	15.05	42.26	20.3	604.6				
-95	1.52	26.8*	150.0	45.32	-58.0	574.7	-20	18.30	3.6	14.68	42.22	21.4	605.0				
-94	1.59	26.7*	144.3	45.28	-57.0	575.1	-19	18.79	4.1	14.32	42.18	22.4	605.3				
-93	1.65	26.6*	138.9	45.24	-55.9	575.6	-18	19.30	4.6	13.97	42.13	23.5	605.7				
-92	1.72	26.4*	133.8	45.20	-54.9	576.0	-17	19.81	5.1	13.62	42.09	24.6	606.1				
-91	1.79	26.3*	128.9	45.16	-53.8	576.5	-16	20.34	5.6	13.29	42.04	25.6	606.4				
-90	1.86	26.1*	124.1	45.12	-52.8	576.9	-15	20.88	6.2	12.97	42.00	26.7	606.7				
-89	1.94	26.0*	119.6	45.08	-51.7	577.3	-14	21.43	6.7	12.66	41.96	27.8	607.1				
-88	2.02	25.8*	115.3	45.04	-50.7	577.8	-13	21.99	7.3	12.36	41.91	28.9	607.5				
-87	2.10	25.6*	111.1	45.00	-49.6	578.2	-12	22.56	7.9	12.06	41.87	30.0	607.8				
-86	2.18	25.5*	107.1	44.96	-48.6	578.6	-11	23.15	8.5	11.78	41.82	31.0	608.1				
-85	2.27	25.3*	103.3	44.92	-47.5	579.1	-10	23.74	9.0	11.50	41.78	32.1	608.5				
-84	2.35	25.1*	99.68	44.88	-46.5	579.5	-9	24.35	9.7	11.23	41.74	33.2	608.8				
-83	2.45	24.9*	96.17	44.84	-45.4	579.9	-8	24.97	10.3	10.97	41.69	34.3	609.2				
-82	2.54	24.7*	92.81	44.80	-44.4	580.4	-7	25.61	10.9	10.71	41.65	35.4	609.5				
-81	2.64	24.5*	89.59	44.76	-43.3	580.8	-6	26.26	11.6	10.47	41.60	36.4	609.8				
-80	2.74	24.3*	86.50	44.73	-42.2	581.2	-5	26.92	12.2	10.23	41.56	37.5	610.1				
-79	2.84	24.1*	83.54	44.68	-41.2	581.6	-4	27.59	12.9	9.991	41.52	38.6	610.5				
-78	2.95	23.9*	80.69	44.64	-40.1	582.1	-3	28.28	13.6	9.763	41.47	39.7	610.8				
-77	3.06	23.7*	77.96	44.60	-39.1	582.5	-2	28.98	14.3	9.541	41.43	40.7	611.1				
-76	3.18	23.5*	75.33	44.56	-38.0	582.9	-1	29.69	15.0	9.326	41.38	41.8	611.4				
-75	3.29	23.2*	72.81	44.52	-37.0	583.3	0	30.42	15.7	9.116	41.34	42.9	611.8				
-74	3.42	23.0*	70.39	44.48	-35.9	583.8	1	31.16	16.5	8.912	41.29	44.0	612.1				
-73	3.54	22.7*	68.06	44.44	-34.9	584.2	2	31.92	17.2	8.714	41.25	45.1	612.4				
-72	3.67	22.4*	65.82	44.40	-33.8	584.6	3	32.69	18.0	8.521	41.20	46.2	612.7				
-71	3.80	22.2*	63.67	44.36	-32.8	585.0	4	33.47	18.8	8.333	41.16	47.2	613.0				
-70	3.94	21.9*	61.60	44.32	-31.7	585.5	5	34.27	19.6	8.150	41.11	48.3	613.3				
-69	4.08	21.6*	59.61	44.28	-30.7	585.9	6	35.09	20.4	7.971	41.07	49.4	613.6				
-68	4.23	21.3*	57.69	44.24	-29.6	586.3	7	35.92	21.2	7.798	41.01	50.5	613.9				
-67	4.38	21.0*	55.85	44.19	-28.6	586.7	8	36.77	22.1	7.629	40.98	51.6	614.3				
-66	4.53	20.7*	54.08	44.15	-27.5	587.1	9	37.63	22.9	7.464	40.93	52.7	614.6				
-65	4.69	20.4*	52.37	44.11	-26.5	587.5	10	38.51	23.8	7.304	40.89	53.8	614.9				
-64	4.85	20.0*	50.73	44.07	-25.4	588.0	11	39.40	24.7	7.148	40.84	54.9	615.2				
-63	5.02	19.7*	49.14	44.03	-24.4	588.4	12	40.31	25.6	6.996	40.80	56.0	615.5				
-62	5.19	19.4*	47.62	43.99	-23.3	588.8	13	41.24	26.5	6.847	40.75	57.1	615.8				
-61	5.37	19.0*	46.15	43.95	-22.2	589.2	14	42.18	27.5	6.703	40.71	58.2	616.1				
-60	5.55	18.6*	44.73	43.91	-21.2	589.6	15	43.14	28.4	6.562	40.66	59.2	616.3				
-59	5.74	18.2*	43.37	43.87	-20.1	590.0	16	44.12	29.4	6.425	40.61	60.3	616.6				
-58	5.93	17.8*	42.05	43.83	-19.1	590.4	17	45.12	30.4	6.291	40.57	61.4	616.9				
-57	6.13	17.4*	40.79	43.78	-18.0	590.8	18	46.13	31.4	6.161	40.52	62.5	617.2				
-56	6.33	17.0*	39.56	43.74	-17.0	591.2	19	47.16	32.5	6.034	40.48	63.6	617.5				
-55	6.54	16.6*	38.38	43.70	-15.9	591.6	20	48.21	33.5	5.910	40.43	64.7	617.8				
-54	6.75	16.2*	37.24	43.66	-14.8	592.1	21	49.28	34.6	5.789	40.38	65.8	618.0				
-53	6.97	15.7*	36.15	43.62	-13.8	592.4	22	50.36	35.7	5.671	40.34	66.9	618.3				
-52	7.20	15.3*	35.09	43.58	-12.7	592.9	23	51.47	36.8	5.556	40.29	68.0	618.6				
-51	7.43	14.8*	34.06	43.54	-11.7	593.2	24	52.59	37.9	5.443	40.25	69.1	618.9				
-50	7.67	14.3*	33.08	43.49	-10.6	593.7	25	53.73	39.0	5.334	40.20	70.2	619.1				
-49	7.91	13.8*	32.12	43.45	-9.6	594.0	26	54.90	40.2	5.227	40.15	71.3	619.4				
-48	8.16	13.3*	31.20	43.41	-8.5	594.4	27	56.08	41.4	5.123	40.10	72.4	619.7				
-47	8.42	12.8*	30.31	43.37	-7.4	594.9	28	57.28	42.6	5.021	40.06	73.5	619.9				
-46	8.68	12.2*	29.45	43.33	-6.4	595.2	29	58.50	43.8	4.922	40.01	74.6	620.2				
-45	8.95	11.7*	28.62	43.28	-5.3	595.6	30	59.74	45.0	4.825	39.96	75.7	620.5				
-44	9.23	11.1*	27.82	43.24	-4.3	596.0	31	61.00	46.3	4.730	39.91	76.8	620.7				
-43	9.51	10.6*	27.04	43.20	-3.2	596.4	32	62.29	47.6	4.637	39.86	77.9	621.0				
-42	9.81	10.0*	26.29	43.16	-2.1	596.8	33	63.59	48.9	4.547	39.82	79.0	621.2				
-41	10.10	9.3*	25.56	43.12	-1.1	597.2	34	64.91	50.2	4.459	39.77	80.1	621.5				
-40	10.41	8.7*	24.86	43.08	0.0	597.6	35	66.26	51.6	4.373	39.72	81.2	621.7				
-39	10.72	8.1*	24.18	43.04	1.1	598.0	36	67.63	52.9	4.289	39.67	82.3	622.0				
-38	11.04	7.4*	23.53	42.99	2.1	598.3	37	69.02	54.3	4.207	39.63	83.4	622.2				
-37	11.37	6.8*	22.89	42.95	3.2	598.7	38	70.43	55.7	4.126	39.58	84.6	622.5				
-36	11.71	6.1*	22.27	42.90	4.3	599.1	39	71.87	57.2	4.048	39.54	85.7	622.7				
-35	12.05	5.4*	21.68	42.86	5.3	599.5	40	73.32	58.6	3.971	39.49	86.8	623.0				
-34	12.41	4.7*	21.10	42.82	6.4	599.9	41	74.80	60.1	3.897	39.44	87.9	623.2				
-33	12.77	3.9*	20.54	42.78	7.4	600.2	42	76.31	61.6	3.823	39.39	89.0	623.4				
-32	13.14	3.2*	20.00	42.73	8.5	600.6	43	77.83	63.1	3.752	39.34	90.1	623.7				
-31	13.52	2.4*	19.48	42.69	9.6	601.0											

(συνεχίζεται)

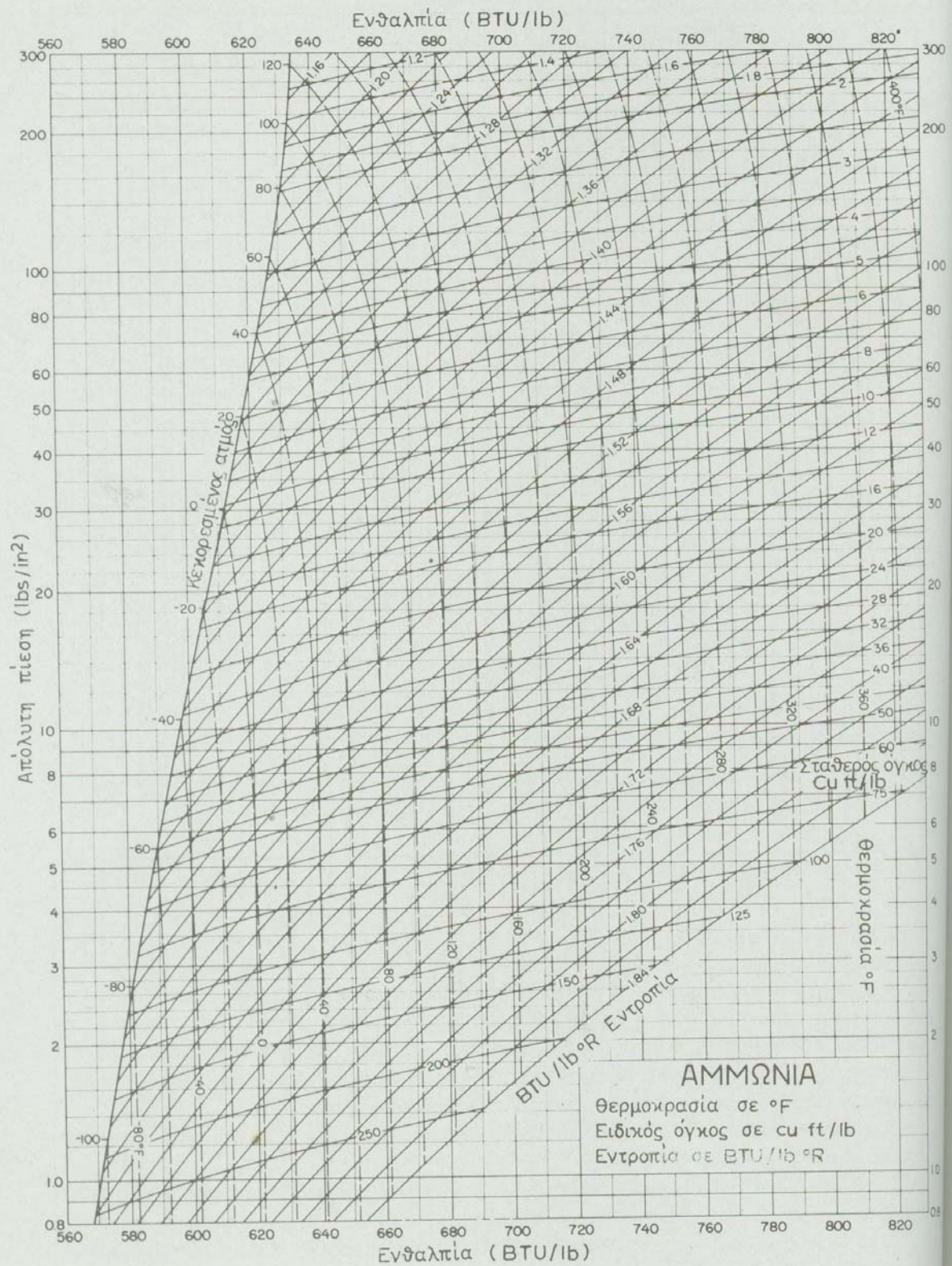
Ψυκτικό Μέσο 717 (NH₃)

81

Μονάδες Η.Π.Α.

Θερμοκρασία °F	Πίεση		Ειδικός όγκος cuft/lb	Πυκνότητα lb/cu ft	Ενθαλπία Btu/lb			Θερμοκρασία °F	Πίεση		Ειδικός όγκος cuft/lb	Πυκνότητα lb/cu ft	Ενθαλπία Btu/lb		
	psia	psig	ατμός V _g	υγρό 1/V _f	υγρό h _f	ατμός h _g	psia		psig	ατμός V _g	υγρό 1/V _f	υγρό h _f	ατμός h _g		
44	79.38	64.7	3.682	39.29	91.2	623.9	86†	169.2	154.5	1.772	37.16	138.9	631.5		
45	80.96	66.3	3.614	39.24	92.3	624.1	87	172.0	157.3	1.744	37.11	140.1	631.7		
46	82.55	67.9	3.547	39.19	93.5	624.4	88	174.8	160.1	1.716	37.05	141.2	631.8		
47	84.18	69.5	3.481	39.14	94.6	624.6	89	177.7	163.0	1.688	37.00	142.4	631.9		
48	85.82	71.1	3.418	39.10	95.7	624.8	90	180.6	165.9	1.661	36.95	143.5	632.0		
49	87.49	72.8	3.355	39.05	96.8	625.0	91	183.6	168.9	1.635	36.89	144.7	632.1		
							92	186.6	171.9	1.609	36.84	145.8	632.2		
50	89.19	74.5	3.294	39.00	97.9	625.2	93	189.6	174.9	1.584	36.78	147.0	632.3		
51	90.91	76.2	3.234	38.95	99.1	625.5	94	192.7	178.0	1.559	36.73	148.2	632.5		
52	92.66	78.0	3.176	38.90	100.2	625.7									
53	94.43	79.7	3.119	38.85	101.3	625.9	95	195.8	181.1	1.534	36.67	149.4	632.6		
54	96.23	81.5	3.063	38.80	102.4	626.1	96	198.9	184.2	1.510	36.62	150.5	632.6		
55	98.06	83.4	3.008	38.75	103.5	626.3	97	202.1	187.4	1.487	36.56	151.7	632.8		
56	99.91	85.2	2.954	38.70	104.7	626.5	98	205.3	190.6	1.464	36.51	152.9	632.9		
57	101.8	87.1	2.902	38.65	105.8	626.7	99	208.6	193.9	1.441	36.45	154.0	632.9		
58	103.7	89.0	2.851	38.60	106.9	626.9									
59	105.6	90.9	2.800	38.55	108.1	627.1	100	211.9	197.2	1.419	36.40	155.2	633.0		
							101	215.2	200.5	1.397	36.34	156.4	633.1		
60	107.6	92.9	2.751	38.50	109.2	627.3	102	218.6	203.9	1.375	36.29	157.6	633.2		
61	109.6	94.9	2.703	38.45	110.3	627.5	103	222.0	207.3	1.354	36.23	158.7	633.3		
62	111.6	96.9	2.656	38.40	111.5	627.7	104	225.4	210.7	1.334	36.18	159.9	633.4		
63	113.6	98.9	2.610	38.35	112.6	627.9	105	228.9	214.2	1.313	36.12	161.1	633.4		
64	115.7	101.0	2.565	38.30	113.7	628.0	106	232.5	217.8	1.293	36.06	162.3	633.5		
65	117.8	103.1	2.520	38.25	114.8	628.2	107	236.0	221.3	1.274	36.01	163.5	633.6		
66	120.0	105.3	2.477	38.20	116.0	628.4	108	239.7	225.0	1.254	35.95	164.6	633.6		
67	122.1	107.4	2.435	38.15	117.1	628.6	109	243.3	228.6	1.235	35.90	165.8	633.7		
68	124.3	109.6	2.393	38.10	118.3	628.8									
69	126.5	111.8	2.352	38.05	119.4	628.9	110	247.0	232.3	1.217	35.84	167.0	633.7		
							111	250.8	236.1	1.198	35.78	168.2	633.8		
70	128.8	114.1	2.312	38.00	120.5	629.1	112	254.5	239.8	1.180	35.72	169.4	633.8		
71	131.1	116.4	2.273	37.95	121.7	629.3	113	258.4	243.7	1.163	35.67	170.6	633.9		
72	133.4	118.7	2.235	37.90	122.8	629.4	114	262.2	247.5	1.145	35.61	171.8	633.9		
73	135.7	121.0	2.197	37.84	124.0	629.6	115	266.2	251.5	1.128	35.55	173.0	633.9		
74	138.1	123.4	2.161	37.79	125.1	629.8	116	270.1	255.4	1.112	35.49	174.2	634.0		
75	140.5	125.8	2.125	37.74	126.2	629.9	117	274.1	259.4	1.095	35.43	175.4	634.0		
76	143.0	128.3	2.089	37.69	127.4	630.1	118	278.2	263.5	1.079	35.38	176.6	634.0		
77	145.4	130.7	2.055	37.64	128.5	630.2	119	282.3	267.6	1.063	35.32	177.8	634.0		
78	147.9	133.2	2.021	37.58	129.7	630.4									
79	150.5	135.8	1.988	37.53	130.8	630.5	120	286.4	271.7	1.047	35.26	179.0	634.0		
80	153.0	138.3	1.955	37.48	132.0	630.7	121	290.6	275.9	1.032	35.20	180.2	634.0		
							122	294.8	280.1	1.017	35.14	181.4	634.0		
81	155.6	140.9	1.923	37.43	133.1	630.8	123	299.1	284.4	1.002	35.08	182.6	634.0		
82	158.3	143.6	1.892	37.37	134.3	631.0	124	303.4	288.7	0.987	35.02	183.9	634.0		
83	161.0	146.3	1.861	37.32	135.4	631.1	125	307.8	293.1	0.973	34.96	185.1	634.0		
84	163.7	149.0	1.831	37.26	136.6	631.3									
85	166.4	151.7	1.801	37.21	137.8	631.4									

* in στήλης υδραργύρου. Κενόν Η.Π.Α. (β. παράγρ. 2.3)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ - Δεδομένα από βάση ατυχημάτων MARS

α/α	Έτος	Τύπος Βιομηχανίας	Τύπος Ατυχήματος			Πηγή		Αιτία		Τραυματίες	Νεκροί	Άλλα	Ποσότητα (kg)	Αντιμετώπιση		ΜΕΤΡΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	
2	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αποθήκευση	Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Υλικές Ζημιές	500	Πυρόσβεση	Επισκευή	improve protection of pipe and drain cock	
3	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Μεταφορά		Βλάβη Εγκατάστασης			Υλικές Ζημιές	500		Επισκευή	Construction improvements for ammonia pipes	
7	1986	ΧΟΝΔΡΙΚΗ & ΛΙΑΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΝΟΜΗ	Διαρροή	Φωτιά			Αποθήκευση		Αδευκρίνιστη			Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Πυρόσβεση		Αδευκρίνιστα	
8	1986	ΧΟΝΔΡΙΚΗ & ΛΙΑΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΝΟΜΗ	Διαρροή	Φωτιά			Αποθήκευση		Αδευκρίνιστη			Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Πυρόσβεση	Εκκένωση	Αδευκρίνιστα	
21	1999	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Πυρόσβεση	Εκκένωση	The valve was replaced by continuous piping	
70	1991	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Υλικές Ζημιές	20000	Πυρόσβεση		Έλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα Κατάλληλος Ρουχισμός	
73	1991	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	4			25	Πυρόσβεση		Έλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα	
75	1991	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή		Έκρηξη			Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	6		Υλικές Ζημιές	1200	Πυρόσβεση		Έλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα	
78	1991	ΠΕΤΡΟΧΗΜΙΚΑ		Φωτιά	Έκρηξη			Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	24		Υλικές Ζημιές	1500	Πυρόσβεση		Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις	
87	1992	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αποθήκευση		Βλάβη Εγκατάστασης			Υλικές Ζημιές	600	Απολύμανση	Εκκένωση	Έλεγχος από ειδικούς	
97	1993	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αποθήκευση		Βλάβη Εγκατάστασης	2		Υλικές Ζημιές	150	Πυρόσβεση	Εκκένωση	Αδευκρίνιστα	
120	1996	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αποθήκευση		Βλάβη Εγκατάστασης	2		Υλικές Ζημιές	550	Πυρόσβεση	Εκκένωση	Έλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα	
122	1996	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	Διαρροή				Άλλη		Ανθρώπινος παράγοντας		2		Αδευκρίνιστη	Άλλο		Έλεγχος και αναθεώρηση	
124	1996	ΕΚΘΕΣΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	51		Υλικές Ζημιές	375	Πυρόσβεση	Εκκένωση	Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις	
134	1997	ΆΛΛΗ	Διαρροή				Άλλη		Ανθρώπινος παράγοντας	6		Υλικές Ζημιές	1500	Απολύμανση		Έλεγχος σε εργάτες+συνεργάτες	
152	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Καμμία		ανανέωση εγκαταστάσεων	
159	1999	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αποθήκευση		Βλάβη Εγκατάστασης	Αδευκρίνιστος αριθμός		Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Άλλο		Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις	
237	1988	ΧΗΜΙΚΗ			Μόλυνση νερού		Αποθήκευση	Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Προβλήματα στην γύρω περιοχή	30000	Άλλο		έλεγχος και έρευνα	
238	1991	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή		Έκρηξη		Αποθήκευση	Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης			Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Άλλο		Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις	
267	1987	ΧΟΝΔΡΙΚΗ & ΛΙΑΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΝΟΜΗ	Διαρροή	Φωτιά			Αποθήκευση		Αδευκρίνιστη	29		Υλικές Ζημιές	Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Πυρόσβεση	Εκκένωση	έλεγχος και έρευνα καλύτερα σχέδια έκτακτης ανάγκης και τήρηση κανονισμών
269	1988	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή	Φωτιά	Έκρηξη	Μόλυνση νερού		Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	1		Υλικές Ζημιές	Προβλήματα στην γύρω περιοχή	5000	Πυρόσβεση	Εκκένωση	

α/α	Έτος	Τύπος Βιομηχανίας	Τύπος Ατυχήματος				Πηγή		Αιτία		Τραυματίες	Νεκροί	Άλλα	Ποσότητα (kg)	Αντιμετώπιση		ΜΕΤΡΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ
292	1994	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	Διαρροή				Αδευκρίνιστη		Βλάβη Εγκατάστασης		19			Αδευκρίνιστη	Απολύμανση	Εκκένωση	Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις
293	1994	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή		Έκρηξη			Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	Ανθρώπινος παράγοντας	2		Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Απολύμανση		έλεγχος και έρευνα
296	1994	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία	Αδευκρίνιστη				Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστη		Αδευκρίνιστη
301	1994	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	Διαρροή				Μεταφορά		Άλλο				Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	Έλεγχος και αναθεώρηση
302	1995	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης		18			Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	Αδευκρίνιστη
319	1996	ΠΕΤΡΟΧΗΜΙΚΑ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	Ανθρώπινος παράγοντας	11			3800	Πυράσβεση		Έλεγχος και αναθεώρηση
329	1997	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αδευκρίνιστη		Βλάβη Εγκατάστασης		1			Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	ευαισθητοποίηση σε θέματα αμυνίας
330	1997	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Αδευκρίνιστη			Ανθρώπινος παράγοντας	19			Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	περιοχές κινδύνου, σωστός εξοπλισμός
338	1997	ΚΕΝΤΡΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ		Φωτιά	Έκρηξη		Αποθήκευση			Ανθρώπινος παράγοντας			Προβλήματα στην γύρω περιοχή	Αδευκρίνιστη	Άλλο		σεβασμός στους κανονισμούς
343	1998	ΆΛΛΗ	Διαρροή				Αποθήκευση			Ανθρώπινος παράγοντας	3			Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	σεβασμός στους κανονισμούς
344	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης				Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Άλλο		Έλεγχος σε τακτά χρονικά διαστήματα
345	1998	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης				Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Άλλο		Αδευκρίνιστη
350	1998	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης				Καμμία	Αδευκρίνιστη	Πυράσβεση	Εκκένωση	Αδευκρίνιστη
351	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή	Φωτιά				Επεξεργασία		Ανθρώπινος παράγοντας			Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	έργα συντήρησης σύμφωνα με προδιαγραφές ασφαλείας
352	1998	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή					Επεξεργασία		Ανθρώπινος παράγοντας	1			Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	ανανέωση εγκαταστάσεων
395	2001	ΚΕΝΤΡΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Διαρροή				Μεταφορά		Άλλο				Προβλήματα στην γύρω περιοχή	32,7		Εκκένωση	Αδευκρίνιστη
433	1989	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή					Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης		5	2	Υλικές Ζημιές	38000		Εκκένωση	Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις
519	1987	ΠΕΤΡΟΧΗΜΙΚΑ	Διαρροή	Φωτιά	Έκρηξη			Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης				Υλικές Ζημιές	10	Άλλο		Έλεγχος και πολλές τεχνικές βελτιώσεις
544	1989	ΧΗΜΙΚΗ	Διαρροή		Έκρηξη		Αποθήκευση	Επεξεργασία	Βλάβη Εγκατάστασης	Ανθρώπινος παράγοντας			Υλικές Ζημιές	34,06	Καμμία		βελτίωση σε επικοινωνία και εγκαταστάσεις
589	1991	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή				Μεταφορά			Ανθρώπινος παράγοντας	2	1	Υλικές Ζημιές	154,82	Απολύμανση	Εκκένωση	Έλεγχος σε εργάτες+συνεργάτες
591	2002	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	Διαρροή			Μόλυνση νερού	Αποθήκευση		Βλάβη Εγκατάστασης				Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη	Άλλο		έλεγχος και έρευνα
601	2003	ΤΡΟΦΙΜΩΝ	Διαρροή	Φωτιά	Έκρηξη			Επεξεργασία	Αδευκρίνιστη			1	Υλικές Ζημιές	Αδευκρίνιστη		Εκκένωση	Έλεγχος και αναθεώρηση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Ερωτηματολόγιο της ARIP, πίνακες δεδομένων διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων και πίνακες ποσοτήτων αμμωνίας

Ερωτηματολόγιο της ARIP

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
ACCIDENTAL RELEASE INFORMATION PROGRAM

VERIFICATION AND INFORMATION SUPPLEMENT INSTRUCTIONS

GENERAL INSTRUCTIONS

The Accidental Release Information Program (ARIP) is administered by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA). The purpose of this program is to learn more about the causes and consequences of accidental releases of hazardous substances from fixed facilities and the actions that have been or could have been effective in preventing them from occurring. The collected information will serve to support a range of chemical accident prevention and preparedness efforts involving industry, local and state government, and EPA regions and headquarters.

Please read the instructions before you verify the information or answer the questions. If you need further assistance, please contact the person identified in the cover letter.

ORGANIZATION

There are two parts to this survey. Both parts must be completed and all questions must be answered.

PART A. Emergency Response Notification System - Verification

The Emergency Response Notification System (ERNS) is a national computer database and retrieval system that is used to store information on releases of oil and hazardous substances. ERNS provides a mechanism for documenting and verifying incident notification information as initially reported to the National Response Center (NRC), EPA, and/or the U.S. Coast Guard. This part of the survey includes an ERNS printout of available information pertaining your particular release event. It is important that you verify this information, make corrections as needed, and provide any missing information.

Please note the identification numbers for your reported event at the top of this section. These numbers are the ERNS database number and/or the NRC report number. Make sure that you IDENTIFY ALL PAGES WITH AT LEAST ONE OF THESE NUMBERS.

PART B. Accidental Release Prevention - Supplemental Information

This part of the survey questionnaire requests information to supplement reports you may have submitted to the National Response Center (NRC) and other federal, state, or local authorities. The questionnaire is divided into three sections:

Section I - Facility Profile

This section asks several questions about your facility, e.g., location, product, and current status of operations.

Section II - Hazardous Substance Release Profile

This section asks several key questions concerning the reported release. It is important that you respond as accurately as you can based on the information available to you. If more space or comments to clarify your response are needed, please use additional pages.

Section III - Prevention Profile

This section asks you to provide an assessment of prevention plans and technologies at your facility and any changes that will be initiated because of the release incident. Additional space for alternate answers and/or details is provided. Please attach additional pages if necessary.

AGENCY DISCLOSURE OF ESTIMATED BURDEN

Public reporting burden for this collection of information is estimated to average 24.5 hours, including time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining data needed, and completing and reviewing the collection of information. Send comments regarding the estimated burden or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing the burden, to Director, Regulatory Information Division, Mail Code 2136, U.S. Environmental Protection Agency, 401 M St., S.W., Washington, D.C. 20460; and to Paperwork Reduction Project (OMB # 2050-0065), Office of Information and Regulatory Affairs, Office of Management and Budget, Washington, D.C. 20503.

DEFINITIONS

Please refer to the definitions below to clarify

the precise meaning and use of the terms in the questionnaire.

By-pass: A piping system designed to provide an alternate pathway for gas or liquid streams that detours around a normal pathway. A by-pass condition refers to a system's operation using available bypass systems. Certain instrument control alarms and interlocks may also be "by-passed" during abnormal operating conditions.

Cause-Consequence Analysis (1): A diagram display of the interrelationships between accident outcomes and their basic causes. This analysis is a blend of the Fault Tree and Event Tree analysis.

Containment System: Dikes, curbs, vaults, ponds, and the like that serve to collect and temporarily hold spilled materials until such time as they are removed, disposed of, or transferred to a secure storage vessel.

Dow and Mond Indices (1): A method for relative ranking of the risks at a chemical process plant. This method assigns penalties to process materials and conditions that can contribute to an accident. Credits are assigned to plant safety procedures that can mitigate the effects of an accident.

Equipment (Mechanical) Failure: Failure of process or storage vessels, valves, piping, pumps or other equipment connecting vessels in a process that allows a loss of containment.

Event Tree Analysis (1): Considers operator response or safety system response to an initiating event in determining accident outcome. This analysis results in accident sequences.

Facility Boundary: Fence line or property line marking the perimeter of a facility.

Failure Modes/Effects Analysis (1): A method for tabulating the system/plant equipment and their respective failure modes (description of how the equipment or system fails). The tabulation includes the effects of each failure mode on the system/plant and a critical ranking of them.

Fault Tree Analysis (1): A deductive technique that focuses on determining the causes of one particular accident event. The causes are determined using the fault tree - a graphic model that displays the various combinations of equipment faults and failures that can result in an accident event.

Federal Authority: Any federal government official delegated the responsibility under the Superfund statute for activities related to hazardous substance releases (e.g., National Response Center, U.S. Environmental Protection Agency and its regional offices).

General Public: Persons not present within the facility boundaries at the time the release occurred and/or with no business association to the facility owner (e.g., residents near the facility).

Hazard Assessment (1): Formal procedures employed to identify potential risks that could lead to an accidental release (e.g., Fault Tree analysis).

Hazard and Operability Studies (HAZOP) (1): Formal team brainstorming to systematically identify hazards and operability problems throughout an entire facility. Certain guide-words such as "no flow" and "no cooling" are used. The consequences of credible deviations associated with the guide-words are identified and assessed.

Hazardous Substance: Any element, compound, mixture, solution, or substance designated under section 102 of the Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) or section 3001 of the Solid Waste Disposal Act.

Human Error Analysis (1) (also known as Human Factors Analysis): A systematic evaluation of the factors that influence the performance, procedures, and techniques of human operators, maintenance staff, and other personnel. It will identify errors and likely situations that can cause an accident.

Immediate Response (1): Application of equipment, systems, and procedures to capture, neutralize, or destroy a hazardous substance before it is released to the environment (e.g., scrubber).

Local Authority: Any local government official responsible for remedial or related activities connected with a hazardous substance release (e.g., Local Emergency Response Committee (LEPC), fire department).

Loss of Containment: Accidental release of hazardous substances from a process or storage vessel, interconnecting equipment, and/or control equipment to the environment.

Migration: The movement of a substance from one place

to another in air, water, soil, or other media.

Operator Error: A mistake (e.g., leaving a valve open, failure to respond to process alarms, failure to maintain process variables or conditions at set point) made during operation of a process by the operator resulting in a release or loss of containment.

Owner: The legally designated individual, partnership, or parties that own the facility.

POTW: Publicly Owned Treatment Works.

Probabilistic Risk Assessment (1): The overall measure of risk determined through numerical evaluation of both accidental consequences and probabilities. This method is used to assess comparative risk where alternative designs exist.

Process Control and Monitoring (1): Control and detection equipments that provide information on the process status, standard operating conditions or parameters, and possible or imminent releases (e.g., pressure sensors, temperature sensors, chemical detectors on process lines).

Process Design (1): Design of process equipment and systems to limit the potential for accidental releases (e.g., redundant systems).

Process Vessel: A tank, reactor, vat, or other piece of equipment in which substances are blended to form a mixture or are reacted to convert them to some other product or form.

Release: Any unintentional or accidental spilling, leaking, flowing, pumping, pouring, emitting, emptying, discharging, injecting, escaping, leaching, dumping, or disposing of a hazardous substance into the environment from a storage or process vessel.

Responding Official: Person responsible for the final review of the information provided in the survey questionnaire for completeness and accuracy (e.g., facility safety officer, environmental engineer, plant manager).

Response (1): Application of equipment, systems, and procedures to capture, neutralize, or destroy a hazardous substance after it is released to the environment (e.g., cleanup).

Standard Industrial Classification: The federal government categories of business activity. See Standard Industrial Classification Manual, Office of

Management and Budget, U.S. Government Printing
Office, Washington, D.C.

State Authority: Any state government official responsible for remedial or related activities connected with a hazardous substance release (e.g., State Emergency Response Commission (SERC), state transportation office).

Storage Vessel: Any container (e.g., tank, drum, bottle, tank car, cylinder) used to hold a raw or input material, a product, or a by-product at ambient conditions or at an elevated or reduced temperature or pressure.

Upset: Process deviation from standard conditions because of a malfunction or failure of process controls, alarms, or backup systems. These conditions could result from operator error, mechanical or equipment failure, or from unexpected events such as fire, explosion, power loss, or water loss.

What If Analysis (1): Considers consequences associated with events that occur as a result of failures involving equipment, design, or procedures. All possible system failures are collected in a list and evaluated (e.g., "what if the feed pump fails"). This method requires a basic understanding of what is intended and the ability to combine possible deviations and to reject incredible situations.

(1). Definition derived from Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, AIChE, 1985, and from the Review of Emergency Systems, EPA, June, 1988.

OMB #: 2050-0065

Expires:

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
ACCIDENTAL RELEASE INFORMATION PROGRAM

PART A. EMERGENCY RESPONSE NOTIFICATION SYSTEM - VERIFICATION

Information regarding an accidental release incident in your facility has been recorded in the Emergency Response Notification System (ERNS). Below is the information available in ERNS regarding this release. Please verify the information by making any corrections and/or by providing any missing information in the spaces provided (attach additional pages as necessary).

1. Facility: _____

Dun & Bradstreet Number _____-_____-_____

Street _____

City _____

County _____

State _____ Zip _____

Telephone () _____

2. Spill Location: (____ Check here if same as Facility Address)

Street _____

City _____

County _____

State _____ Zip _____

Telephone () _____

Latitude (Deg/Min) ____/____ Longitude ____/____

3. Primary Chemical Released:

4. ERNS Reporting Date/Time:

_____/_____

(mm/dd/yy)

(24-hr clock)

5. Reported through NRC? Yes _____ No _____

6. Federal, State, and Local Authorities Notified:

(e.g., NRC, EPA Regional Office, SERC,
DNR, LEPC, Police, and others.
Show dates as mm/dd/yy; times in 24 hour
clock.)

typically at the facility (include all full-time and part time employees, all employees on sick leave, paid holidays, paid vacations, managers and corporate officers at the facility, and contractors):

Number of Employees: _____

SECTION II. HAZARDOUS SUBSTANCE RELEASE PROFILE

For the following section, if exact responses cannot be provided please provide estimates using your best professional judgment.

5. Date/Time Release Began: _____;

(month/day/year) (24-hr
clock)

Ended: _____;

(month/day/year) (24-hr
clock)

6. In the table below, provide release estimates for the primary chemical released (in lbs, only) to each media. Quantities released to each media should add up to the total quantity released. For solutions, adjust the quantity of the chemical released for chemical concentration (e.g., report 1,000 lbs of 50% sulfuric acid released as 500 lbs sulfuric acid). For multiple chemicals attach additional pages as necessary.

Chemical Name:

CAS Number: _____

Concentration (wt%): _____

Physical State at time of release: _____

Released To:	Quantity (lbs):
--------------	-----------------

Air	_____
Surface Water	_____
Land	_____

Treatment Facility _____

Total Quantity Released: _____

7. Check the item below that best describes when the release occurred:

- a. ☐ During routine operation
- b. ☐ During routine startup
- c. ☐ While in process of shutting down operations
- d. ☐ While unit was shutdown for maintenance/product changeover, etc.
- e. ☐ During special test, or non-standard, trial run conditions
- f. ☐ During startup of new construction, new equipment
- g. ☐ Other (please describe):

8. Check the item below that best describes the status of the facility, unit, or process line as a result of the release:

- a. ☐ No interruption; continued operations
- b. ☐ Restarted after release
- c. ☐ Shut down for repairs; with plans to restart
- d. ☐ Permanently closed
- e. ☐ Other (please describe):

9. Check the one item below that best describes the location of the loss of containment in the specified area:

- a. Process Vessel: ☐ wall, ☐ overflow, ☐ vent, ☐ drain
- b. Storage vessel: ☐ wall, ☐ overflow, ☐ vent, ☐ drain
- c. Valve: ☐ flange, ☐ seal, ☐ body
- d. Piping: ☐ flange, ☐ joint, ☐ elbow, ☐ wall
- e. Pump: ☐ flange, ☐ seal, ☐ body
- f. Other process equipment (please describe):

10. How was the release first discovered?
(check as many as apply)

- a. ☐ Process control device indication
 - b. ☐ Chemical specific detector, alarm
 - c. ☐ Observation by employee(s)
 - d. ☐ Explosion/fire
 - e. ☐ Third party notification
 - f. ☐ Other (please describe):
-
-
-

11. Check one item below that best describes
what initiated the release:

- a. ☐ Equipment failure
- b. ☐ Operator error

12. Indicate other factors that contributed to
the equipment failure or operator error
(check as many as apply and elaborate
below):

- a. ☐ "Upset" condition
 - b. ☐ "By-pass" condition
 - c. ☐ Maintenance activity
 - d. ☐ Training deficiencies
 - e. ☐ Inappropriate operating procedures
 - f. ☐ Faulty process design
 - g. ☐ Unsuitable equipment
 - h. ☐ Unusual weather Conditions
 - i. ☐ Other (please describe):
-
-
-

13. Provide a brief chronological description
of the events that led up to and
contributed to the release event (if
helpful, include a sketch). Briefly

discuss the results of your investigation.
Use additional pages as necessary.

14. Check all items that describe the end effects of the release event:

- a. ☐ Spill
- b. ☐ Vapor release
- c. ☐ Explosion
- d. ☐ Fire
- e. ☐ Other (describe):

15. Was the general public notified? Yes ☐ No ☐

If yes, indicate the type of communication technologies used to alert and notify the public to evacuate or take other safety measures. Check as many items as apply:

- a. ☐ Door-to-door notification
- b. ☐ Loudspeakers/public access system
- c. ☐ Tone alert radio/pagers
- d. ☐ Siren/alarms
- e. ☐ Modulated power lines
- f. ☐ Aircraft
- g. ☐ Radio
- h. ☐ Television
- i. ☐ Cable override
- j. ☐ Telephone
- k. ☐ Other (please describe):

16. Indicate the number of persons injured, hospitalized (as opposed to treated and released) and fatalities that occurred as a result of the release (indicate with NA if not known):

	Injuries	Hospitalized	
Fatalities			
Facility employees	_____	_____	_____
Contractors	_____	_____	_____
General public	_____	_____	_____
Responders	_____	_____	_____

17. Indicate the number of persons evacuated and/or sheltered-in-place as a result of the release (indicate with NA if not known):

	Evacuated	Sheltered
in Place		
Facility employees	_____	_____
Contractors	_____	_____
General public	_____	_____

18. Describe the immediate response activities taken to mitigate the release (capture, neutralize or destroy a toxic chemical before it is released into the environment). Check as many as apply.

- a. ☐ Reduce system pressure/temperature
- b. ☐ Apply spray scrubber/curtain
- c. ☐ Transfer contents from failed equipment
- d. ☐ Dilute and/or neutralize
- e. ☐ Containment
- f. ☐ Plant/process shutdown
- g. ☐ Divert release to treatment
- h. ☐ Vacuum/release recovery
- i. ☐ Incineration/flares
- j. ☐ None
- k. ☐ Other (describe):

19. Indicate the environmental effects that occurred as a result of the release:

- a. ____ Fish Kills
- b. ____ Vegetation damage
- c. ____ Soil contamination
- d. ____ Groundwater contamination
- e. ____ Wildlife kills
- f. ____ None
- g. ____ Other (please describe):

20. Estimate the financial impact of the accidental release for the facility (e.g., cleanup cost, outside contractors cost, hours/wages diverted to cleanup or lost to shutdown, loss of production) and for the general public (e.g., damage to natural resources, public and private properties). An aggregate figure may be provided if a breakdown is not available.

a.	Facility Costs:	\$ _____
b.	General Public Costs:	\$ _____
	Total Costs:	\$ _____

SECTION III. PREVENTION PROFILE

21a. What formalized hazard evaluation was performed prior to this release at the process or storage area within your facility where the accident occurred? When was it last conducted? How frequently is this evaluation conducted (e.g. every 2 years)? Indicate frequency in years and date last conducted as mm/dd/yy.

	Last	Frequency
Conducted		
a. ____ Cause-Consequence analyses		_____

- b. ☐ Dow and Mond Hazard Indices ☐
- c. ☐ Event Tree analyses ☐
- d. ☐ Failure Modes/Effects analyses ☐
- e. ☐ Fault Tree analyses ☐
- f. ☐ HAZOP Studies ☐
- g. ☐ Human Error analyses ☐
- h. ☐ Probabilistic Risk Assessments ☐
- i. ☐ What If analyses ☐
- j. ☐ No evaluation ever done for this area
- k. ☐ Other evaluation (describe, indicate frequency, date done):

21b. Was the hazard evaluation performed effective in predicting this release event? Why or why not?

22a. Identify the training, procedures, and/or management practices used at this facility prior to this release to prevent accidental releases. Check all that apply.

- a. ☐ Preventive Maintenance/Inspections
- b. ☐ Accident Investigations
- c. ☐ Audits

- d. ☐ Inventory/capacity reductions
- e. ☐ Employee safety training
- f. ☐ Standard operating procedures
- g. ☐ Emergency response training
- h. ☐ None
- i. ☐ Other (please describe):

- 22b. Describe any changes to existing training, procedures and management practices, or what new types of training, procedures and management practices are or will be implemented as a result of this release?

- 23a. What engineering systems or controls were in use prior to the release at the process or storage area within your facility where the accident occurred? Check all that apply.

- a. ☐ Backup/Redundant systems
- b. ☐ Automatic Shut-offs
- c. ☐ Bypass/Surge systems
- d. ☐ Manual Overrides
- e. ☐ Controls for operations monitoring and warning
- f. ☐ Interlocks
- g. ☐ None
- h. ☐ Other (please describe):

23b. Describe any changes to the existing engineering systems or controls, and any new types of engineering systems/controls that are or will be implemented as a result of this release:

Πίνακες δεδομένων διαρροής αμμωνίας σε εγκαταστάσεις ψύξης τροφίμων

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
47		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	45,36	Άλλη	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
58		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	2721,59	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	-
127		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	68,04	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
128		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	1088,64	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
158		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	453,60	Αναθυμιάσεις	2	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
266		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	544,32	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
272		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	226,80	Αναθυμιάσεις	4	0	0	Αδευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
306	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	1034,21	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	ανθρώπινο λάθος
409	Πρόβλημα αντλίας	Άλλη	Επεξεργασία πουλερικών	907,20	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
460		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	680,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
488	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
504		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	49,44	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
535		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
624		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)-χτύπησε συναγερμός
625		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	226,80	Αναθυμιάσεις	2	2	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)-χτύπησε συναγερμός
632		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	136,08	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	1	1	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
673		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
744		Κανονική έναρξη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	181,44	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
764		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
799	Ανοιγμα PRV	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,79	Αναθυμιάσεις	2	2	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	Σχηματισμός πάγου-καταστροφή ανεμιστήρα-αποτυχία απομόνωσης υψηλής πίεσης
813		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	3175,19	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
834		Άλλη	Επεξεργασία πουλερικών	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
850		Κλειστή εγκατάσταση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
914		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	136,08	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
998		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	793,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1001		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Επεξεργασία πουλερικών	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	-
1019		Κλειστή εγκατάσταση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
1022		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	56,69	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
1073		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακορίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις	
1080	Αστοχία βαλβίδας	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	1134,00	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις-Έκρηξη	14		4	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
1093		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
1098	Άνοιγμα PRV	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	90,72	Υπερχείλιση	0	0	0	0	Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας	Αδευκρίνιστο	RV θέτει την πίεση χαμηλότερα από την διαδρομή υψηλής πίεσης
1099		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	272,16	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1106	Διάρρηξη σωλήνα	Κατασκευή	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	νέα κατασκευή-η βαλβίδα ήταν χωρίς καπάκι στην αρχή
1113		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	494,88	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1117		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	907,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1118		Κανονική έναρξη	Παραγωγή τροφίμων	453,59	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1133		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	453,59	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1150		Άλλη	Παραγωγή τυριού	907,20	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	-
1157		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	170,10	Αναθυμιάσεις	2	2	2	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1187		Εργασίες ρουτίνας	Γαλακτοβιομηχανία	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
1198	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
1215		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	48,54	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1217		Άλλη	Γαλακτοβιομηχανία	579,70	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	-
1218		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1222		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	247,21	Αναθυμιάσεις	2	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
1240		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	113,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	εργασίες συντήρησης
1277		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Επεξεργασία πουλερικών	680,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1281	Διάρρηξη φλάντζας	Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	123,83	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Άλλη	Αδευκρίνιστο	Προσθήκη (cast) σιδερένιας φλάντζας
1324		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	453,59	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1338	Αστοχία αρμού σωλήνας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή γάλακτος & παγωτού	911,28	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία λόγω κραδασμού
1394	Διάρρηξη σωλήνα	Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή παγωτού	5153,34	Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	Αναβάθμιση του εξοπλισμού
1410		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή τροφίμων	544,32	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	0	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
1445		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	226,79	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	-
1446		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	1700,99	Αναθυμιάσεις	20	20	20	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1466		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	453,60	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1491		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	907,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	Με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
1551		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	816,48	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1563		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παραγωγή παγωτού	340,20	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
1617		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	453,60	Αναθυμιάσεις	0	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	-

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
1653		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή γάλακτος και άλλων νωπών προϊόντων	158,76	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1668		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1685		Κανονική έναρξη	Επεξεργασία πουλερικών	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
1770	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	544,32	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Κатаστροφή θαλάσσις πανίδας	Αδευκρίνιστο	Αναβάθμιση του εξοπλισμού
1845		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	45,36	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
1865		Συντήρηση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	1651,10	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
1869		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1236,96	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	4	4	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1871		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	54,43	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
1878	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	226,80	Έκρηξη	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-Βελτιωμένος έλεγχος χρειάζεται
1879	Σχηματισμός φίλτρου (Strainer casting)	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	2721,59	Αναθυμιάσεις-Έκρηξη-Φωτιά	0	0	0	Καμμία	0	Αντικατάσταση
1880		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	113,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1884	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	5669,99	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	-
1897		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή γάλακτος και άλλων νωπών προϊόντων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1901	Διάρρηξη βαλβίδας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	408,24	Υπερχείλιση	1	1	0	Καταστροφή χλωρίδας	0	ανθρώπινο λάθος-επιθεώρηση & συντήρηση
1947		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	68,04	Υπερχείλιση	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
1949		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	235,87	Αναθυμιάσεις	6	6	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
1965		Άλλη	Παραγωγή τυριού	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2042		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	257,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2065	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	294,84	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2078		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	196,41	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
2112		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	117,94	Αναθυμιάσεις	1	1	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2118		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	544,32	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2121		Κανονική έναρξη	Παραγωγή τροφίμων	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
2125		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή παγωτού	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	εργασίες συντήρησης
2165		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	11,34	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	3	3	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	εργασίες συντήρησης
2202	Διαρροή βαλβίδας	Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	154,22	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-διορθωτικές κινήσεις, επιθεώρηση και δοκιμή
2227	Άνοιγμα PRV	Κλειστή εγκατάσταση	Επεξεργασία πουλερικών	68,04	Αναθυμιάσεις	11	5		Καταστροφή θαλάσσις πανίδας	Αδευκρίνιστο	Ο εξοπλισμός δεν ελέγχεται κεντρικά-ανθρώπινο λάθος κατά την επανέναρξη έπεται από συντήρηση
2250		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	181,44	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2253		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδευκρίνιστη	Αδευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακορίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
2312		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καταστροφή χλωρίδας	0	εργασίες συντήρησης
2320		Άλλη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	34,47	Υπερχείλιση	0	0	0	Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2332	Αστοχία PRV	Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Άλλη	Αδιευκρίνιστο	Η βαλβίδα ποτέ δεν είχε δοκιμαστεί ή αντικατασταθεί
2333		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
2334		Άλλη	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	-
2340	Ανοίγμα PRV	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Άλλη	Αδιευκρίνιστο	Αποτυχία μαγνητικής βαλβίδας να κλείσει- χτύπησε συναγερμός
2348		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	362,88	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2388		Εργασίες ρουτίνας	Γαλακτοβιομηχανία	272,16	Αναθυμιάσεις	1	1	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2389		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	272,16	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2390		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2396		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	1587,60	Αναθυμιάσεις	1	1	0	Αδιευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού
2415		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	5261,75	Υπερχείλιση	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
2425		Εργασίες ρουτίνας	Γαλακτοβιομηχανία	1587,60	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2429		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	362,88	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
2439		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	635,04	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	εργασίες συντήρησης
2441		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	249,48	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	εργασίες συντήρησης
2456	Διάρρηξη σωλήνα	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	1587,59	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-μικρή διαμέτρου σωλήνα χρησιμοποιήθηκε
2508	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	36,29	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2529		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	24,95	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2534		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	109,77	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2579	Πρόβλημα σωληνώσεως	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	4082,39	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	13	13	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	Μικρή διαμέτρου σωλήνα χρησιμοποιήθηκε
2621	Κανονική έναρξη		Παραγωγή άρτων και γλυκών	127,01	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	-
2635		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	113,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2638		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	68,04	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2657		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2659		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	-
2723		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2774		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	34,02	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	1	0	0	Αδιευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
2800		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	90,72	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
2801	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	0	εργασίες συντήρησης
2814		Συντήρηση	Παραγωγή τυριού	861,84	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2825	Διάρρηξη βαλβίδας	Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	272,16	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	προκλήθηκε θερμικό σοκ
2826		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	3447,35	Αναθυμιάσεις	1	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2828	Πρόβλημα αντλίας	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2845		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2850	Διαρροή συμπτυκνωτή	Συντήρηση	Γαλακτοβιομηχανία	181,44	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καταστροφή θαλάσσιας πανίδας	Αδιευκρίνιστο	Διάβρωση-υποπαρραγγελία νέο κομμάτι
2854		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	1049,18	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2906		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1270,07	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού
2907	Ανοίγμα PRV	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	1451,52	Αναθυμιάσεις	1	1	0	Άλλη	Αδιευκρίνιστο	αστοχία εξοπλισμού-ο εξαρτηστήρας επαναρυθμίστηκε προς τον συσσωρευτή
2954		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	680,40	Αναθυμιάσεις	22	0	0	Αδιευκρίνιστη	Αδιευκρίνιστο	ανθρώπινο λάθος
2968		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1134,00	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
3014		Κανονική έναρξη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	123,83	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.230	αστοχία εξοπλισμού-χτύπησε συναγερμός-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή-ακατάλληλη εκπαίδευση και διαδικασίες λειτουργίας
3064		Κανονική έναρξη	Επεξεργασία πουλερικών	45,36	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
3066		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	222,17	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	93	αστοχία εξοπλισμού
3075		Άλλη	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	16.000	αστοχία εξοπλισμού-χτύπησε συναγερμός-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
3086		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή τροφίμων	34,02	Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	200	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-αναποτελεσματική εκπαίδευση
3090	Ανοίγμα βαλβίδας	Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	453,59	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	20.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας-δεν έγινε έλεγχος για την καταλληλότητα της εγκατάστασης πριν την έναρξη λειτουργίας της
3171		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	2,27	Αναθυμιάσεις	26	0	0	Καμμία	27.000	αστοχία εξοπλισμού
3194		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	2222,64	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.274	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
3202		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	79,38	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	20	αστοχία εξοπλισμού
3218	Ανοίγμα PRV	Κανονική έναρξη	Παραγωγή τυριού	1587,59	Αναθυμιάσεις	3	0	0	Καμμία	5.000	Αποτυχία έναρξης λειτουργίας αντλίας νερού κατά την έναρξη λειτουργίας εγκατάστασης

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακορίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
3281		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή παγωτού	68,04	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	70.000	εργασίες συντήρησης
3346		Άλλη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	317,52	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	12.000	-
3387		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	328,86	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	5.000	αστοχία εξοπλισμού
3494		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	907,20	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.200	αστοχία εξοπλισμού
3529		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	90,72	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	50.550	αστοχία εξοπλισμού
3538	Άνοιγμα βαλβίδας	Συντήρηση	Παραγωγή τροφίμων και συναφών προϊόντων για μπύρα	408,24	Αναθυμιάσεις	0	1	0	Καμμία	14.300	Άνοιγμα βαλβίδα κατά τη διάρκεια συντήρησης
3539	Διάρρηξη σωλήνα	Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων και συναφών προϊόντων για μπύρα	3175,19	Αναθυμιάσεις	55	0	0	Καμμία	1.395.200	εξωτερικοί σύμβουλη για ζημία
3578		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	1886,97	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	12.754	αστοχία εξοπλισμού-Λανθασμένος σχεδιασμός επεξεργασίας
3586		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	158,76	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	500	ανθρώπινο λάθος
3603		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	90,72	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
3605		Εργασίες ρουτίνας	Γαλακτοβιομηχανία	9071,98	Αναθυμιάσεις	0	2	0	Καμμία	100.000	αστοχία εξοπλισμού-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
3626	Πρόβλημα βαλβίδας	Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	118,39	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
3630		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	855,03	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	800	αστοχία εξοπλισμού
3661		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παραγωγή τροφίμων	272,16	Αναθυμιάσεις	7	2	0	Καμμία	30.000	ανθρώπινο λάθος-ακατάλληλος εξοπλισμός
3686		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	327,50	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	180	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
3699		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή παγωτού	353,81	Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	2.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
3702		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή παγωτού	2,27	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	3.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-αναποτελεσματική εκπαίδευση
3745		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	ανθρώπινο λάθος
3768		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	92,99	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	80	ανθρώπινο λάθος
3777		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	340,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.000	αστοχία εξοπλισμού
3780		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	249,48	Αναθυμιάσεις	5	0	0	Καμμία	250	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
3793		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	680,40	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	2.000	αστοχία εξοπλισμού
3816		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή τροφίμων	408,24	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
3829		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	22,67	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)-χτύπησε συναγερμός

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακορίστηκαν σε νοσοκομείο	Θανάτοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
3876		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	8.000	αστοχία εξοπλισμού
3942		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1,81	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
3988		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	175,09	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	735.000	ανθρώπινο λάθος-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4022		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1587,59	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	52.000	αστοχία εξοπλισμού
4045		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	ανθρώπινο λάθος
4052		Άλλη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1360,79	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	2.000	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4058		Κλειστή εγκατάσταση	Παραγωγή τροφίμων	4,56	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	340	αστοχία εξοπλισμού-ακατάλληλος εξοπλισμός
4059	Πρόβλημα βαλβίδας	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	24,95	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4064		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	79,74	Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	5.102	αστοχία εξοπλισμού
4070		Κατασκευή	Παραγωγή παγωτού	158,76	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	2.500	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4077		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	22,68	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	2.200	αστοχία εξοπλισμού
4089		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	181,44	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	300.000	ανθρώπινο λάθος
4116		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	109,77	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	473	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4137		Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παραγωγή τροφίμων	907,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καταστροφή χλωρίδας	3.000	αστοχία εξοπλισμού-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4153	Πρόβλημα βαλβίδας αποσυρμού αερίων	Συντήρηση	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Άλλη	2.000	Λάθος στην εγκατάσταση νέου συσσωρευτή
4155	Πρόβλημα βαλβίδας	Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
4168		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	36,29	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4186	Πρόβλημα δοχείου επεξεργασίας	Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	58,97	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	6.200	αστοχία εξοπλισμού-λανθασμένος σχεδιασμός επεξεργασίας-ακατάλληλος εξοπλισμός
4209	Πρόβλημα βαλβίδας ασφαλείας αερίων	Εργασίες ρουτίνας	Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	15.000	σπαιμένος στρόφαλος άξονα
4232		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	204,12	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	135	αστοχία εξοπλισμού
4235		Άλλη	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
4236		Εργασίες ρουτίνας	Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	340,19	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	225	αστοχία εξοπλισμού-λανθασμένος σχεδιασμός επεξεργασίας
4247		Άλλη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	6,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
4248		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή γάλακτος και άλλων νωπών προϊόντων	680,40	Αναθυμιάσεις	2	0	0	Καμμία	1.000	ανθρώπινο λάθος

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
4249	Πρόβλημα αντλίας	Κανονική έναρξη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	226,80	Αναθυμιάσεις	5	0	0	Καμμία	102.825	αστοχία εξοπλισμού
4252	Φθορά αντλίας	Συντήρηση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	127,01	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Άλλη	47.000	Αντικατάσταση αντλίας
4269	Ανοιγμα PRV	Κλειστή εγκατάσταση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καταστροφή χλωρίδας	0	-
4283		Άλλη	Παραγωγή γάλακτος & παγωτού	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.500	αστοχία εξοπλισμού
4285		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παραγωγή άρτων και γλυκών	173,73	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
4289		Εργασίες ρουτίνας	Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	340,20	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	500	αστοχία εξοπλισμού
4290		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	249,48	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	25.000	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια διαδικασιών συντήρησης-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
4302		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	4082,39	Αναθυμιάσεις	0	1	0	Καμμία	0	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4317		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	494,88	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού-ασυνήθιστες καιρικές συνθήκες
4332		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	45,36	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.000	ανθρώπινο λάθος-αναποτελεσματική εκπαίδευση
4335		Άλλη	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	750	αστοχία εξοπλισμού-χτύπησε συναγερμός-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή-ασυνήθιστες καιρικές συνθήκες
4340		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	45,36	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	200	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)-χτύπησε συναγερμός
4382		Κανονική έναρξη	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	Ανθρώπινο λάθος-ακατάλληλος εξοπλισμός
4396		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	544,32	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	2.000	αστοχία εξοπλισμού
4397		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	408,24	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.736	αστοχία εξοπλισμού
4399		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή άρτων και γλυκών	1814,39	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	500.000	αστοχία εξοπλισμού-λανθασμένος σχεδιασμός επεξεργασίας
4400		Κλειστή εγκατάσταση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	272,16	Υπερχείλιση	0	0	0	Καμμία	1	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4425		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	362,88	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
4429		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.000	αστοχία εξοπλισμού
4431		Άλλη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	5443,19	Υπερχείλιση	0	0	0	Καμμία	1.000.000	-
4440		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	300	αστοχία εξοπλισμού-με υπόδειξη από συσκευή ελέγχου ανακαλύφθηκε η διαρροή
4450		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	226,80	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
4452		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	272,16	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.900	αστοχία εξοπλισμού-ακατάλληλος εξοπλισμός

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
4453		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Επεξεργασία πουλερικών	54,43	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	500	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4471		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	90,72	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	300	αστοχία εξοπλισμού
4475		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	300	αστοχία εξοπλισμού
4495		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων και συναφών προϊόντων για μύζα	453,60	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	αστοχία εξοπλισμού
4497		Κανονική έναρξη	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	136,08	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	0	Ανθρώπινο λάθος- ακατάλληλος εξοπλισμός
4505		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	544,32	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Αδιευκρίνιστη	0	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)-χτύπησε συναγερμός
4546		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	31,75	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	35	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4583		Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παραγωγή τροφίμων και συναφών προϊόντων για μύζα	54,43	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	3.000	αστοχία εξοπλισμού
4619		Κανονική έναρξη	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1814,40	Αναθυμιάσεις	15	0	0	Καμμία	12.660	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης-ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας
4623	Πρόβλημα βαλβίδας	Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	Παραγωγή τροφίμων	58,97	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	100	αστοχία εξοπλισμού
4643	Πρόβλημα δοχείου επεξεργασίας	Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	113,40	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	29.000	αστοχία εξοπλισμού
4644		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	2569,64	Αναθυμιάσεις	20	0	0	Καμμία	203.000	αστοχία εξοπλισμού
4646		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	272,16	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	10.000	αστοχία εξοπλισμού (ακατάλληλος)
4679		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	181,44	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1	αστοχία εξοπλισμού
4711		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	68,04	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	93.486	ανθρώπινο λάθος
4807	Πρόβλημα σωλήνωσης	Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	317,52	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	200	Ανθρώπινο λάθος- ακατάλληλη εκπαίδευση και διαδικασίες λειτουργίας
4814		Εργασίες ρουτίνας	Επεξεργασία πουλερικών	680,39	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	10.000	αστοχία εξοπλισμού- ακατάλληλος εξοπλισμός
4859		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	151,05	Έκρηξη-Φωτιά	0	0	0	Καμμία	1.000	αστοχία εξοπλισμού
4917		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	226,80	Αναθυμιάσεις-Φωτιά	1	0	0	Άλλη	65.000	αστοχία εξοπλισμού- έκρηξη/φωτιά
4918		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	2,27	Αναθυμιάσεις	3	3	0	Καμμία	85.000	αστοχία εξοπλισμού
4933		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τροφίμων	2367,77	Αναθυμιάσεις	1	0	2	Καμμία	300.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4973		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	362,88	Αναθυμιάσεις-Φωτιά	1	0	0	Καμμία	2.000.000	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4978		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1097,71	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	1.028	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4986		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	14,52	Αναθυμιάσεις	6	0	0	Καμμία	12.500	αστοχία εξοπλισμού
4988		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	45,36	Αναθυμιάσεις	1	0	0	Καμμία	250	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
4992		Εργασίες ρουτίνας	Γαλακτοβιομηχανία	54,43	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	200.000	ανθρώπινο λάθος
4993		Εργασίες ρουτίνας	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	303,91	Υπερχείλιση-Αναθυμιάσεις	1	1	0	Καμμία	8.000	αστοχία εξοπλισμού- ακατάλληλες διαδικασίες λειτουργίας

ARIP No	Γεγονός	Λειτουργία	Διαδικασία	Ποσότητα (kg)	Άμεσες επιπτώσεις διαρροής	Τραυματισμοί	Διακομίστηκαν σε νοσοκομείο	Θάνατοι	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Οικονομικό κόστος (\$)	Παρατηρήσεις
4996		Κλειστή εγκατάσταση	Επεξεργασία πουλερικών	124,74	Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	250	αστοχία εξοπλισμού
4999		Άλλη	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	34019,93	Αναθυμιάσεις- Έκρηξη-Φωτιά	0	0	0	Καμμία	45.000.000	αστοχία εξοπλισμού
5004		Εργασίες ρουτίνας	Παραγωγή τυριού	589,23	Αναθυμιάσεις	1	1	0	Άλλη	8.200	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
5005		Άλλη	Παραγωγή τροφίμων	680,39	Αναθυμιάσεις	34	0	0	Καμμία	58.000	-
5011		Κλειστή εγκατάσταση	Επεξεργασία πουλερικών	4,54	Υπερχείλιση	0	0	0	Καταστροφή θαλάσσις πανίδας	249	αστοχία εξοπλισμού
5012		Κλειστή εγκατάσταση	Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	623,69	Αναθυμιάσεις	0	0	1	Καμμία	11.215	ανθρώπινο λάθος κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
5013		Εργασίες ρουτίνας	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	63,21	Αναθυμιάσεις	4	0	0	Καμμία	11.651	αστοχία εξοπλισμού- λανθασμένος σχεδιασμός επεξεργασίας
5017		Κλειστή εγκατάσταση	Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	35,08	Υπερχείλιση- Αναθυμιάσεις	0	0	0	Καμμία	78.612	αστοχία εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης

Πίνακες ποσοτήτων αμμωνίας

	Ποσότητα x NH ₃ (kgr)						
Διαδικασία	x<50	50<x<100	100<x<150	150<x<200	200<x<250	250<x<300	300<x<350
Γαλακτοκομικά	4	8	3	3	1	2	1
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	5	2	4	2	6	1	0
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	17	7	4	2	5	0	3
Επεξεργασία πουλερικών	6	6	1	2	0	1	0
Παραγωγή άρτων και γλυκών	1	1	2	2	0	0	0
Παραγωγή τροφίμων	5	5	1	0	2	2	1
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	6	6	8	2	6	4	2
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	0	0	5	1	1	0	1
Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	1	1	0	0	0	0	1
ΣΥΝΟΛΟ	45	36	28	14	21	10	9

	Ποσότητα x NH ₃ (kgr)						
Διαδικασία	350<x<400	400<x<450	450<x<500	500<x<1000	1000<x<2000	x>2000	ΣΥΝΟΛΟ
Γαλακτοκομικά	1	0	1	8	2	2	36
Εγκατάσταση αποθήκευσης βαθιάς ψύξης	0	0	0	3	2	2	27
Εγκατάσταση ψύξης τροφίμων	1	0	2	4	7	2	54
Επεξεργασία πουλερικών	0	0	0	4	1	2	23
Παραγωγή άρτων και γλυκών	0	0	0	0	2	0	8
Παραγωγή τροφίμων	0	3	5	5	2	2	33
Παρασκευή κρεατοσκευασμάτων	2	1	2	4	5	7	55
Συγκέντρωση & Επεξεργασία εσπεριδοειδών	1	0	0	0	0	0	9
Ψαρικά προϊόντα βαθιάς ψύξης	0	0	0	0	0	0	3
ΣΥΝΟΛΟ	5	4	10	28	21	17	248

	Ποσότητα x NH ₃ (kgr)						
Λειτουργία	x<50	50<x<100	100<x<150	150<x<200	200<x<250	250<x<300	300<x<350
Άλλη	4	5	1	1	2	0	2
Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	1	3	0	1	1	1	0
Εργασίες ρουτίνας	30	19	16	7	15	8	6
Κανονική έναρξη	2	1	4	1	1	0	0
Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	1	3	1	0	2	0	1
Κατασκευή	1	0	0	1	0	0	0
Κλειστή εγκατάσταση	5	5	5	2	0	1	0
Συντήρηση	1	0	1	1	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	45	36	28	14	21	10	9

	Ποσότητα x NH ₃ (kgr)						
Λειτουργία	350<x<400	400<x<450	450<x<500	500<x<1000	1000<x<2000	x>2000	ΣΥΝΟΛΟ
Άλλη	1	0	0	4	2	2	24
Έναρξη λειτουργίας νέου εξοπλισμού	0	0	1	0	0	0	8
Εργασίες ρουτίνας	3	2	8	17	15	14	160
Κανονική έναρξη	0	0	1	0	2	0	12
Κατά τη διαδικασία κλείσιμου εγκατάστασης	0	0	0	4	0	0	12
Κατασκευή	0	0	0	0	0	0	2
Κλειστή εγκατάσταση	1	1	0	2	1	1	24
Συντήρηση	0	1	0	1	1	0	6
ΣΥΝΟΛΟ	5	4	10	28	21	17	248

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε – Νόμοι, κανόνες, πρότυπα

Νόμοι, κανόνες και πρότυπα που σχετίζονται με ασφάλεια επεξεργασίας, πρόληψη ατυχημάτων, σχεδιασμό έκτακτων αναγκών και αναφορά διαρροών

EPA

- *General Duty Clause* [Section 112(r) of the Act]- Facilities have a general duty to prevent and mitigate accidental releases of extremely hazardous substances, including ammonia.
- *Risk Management Program (RMP) Rule* [40 CFR 68]- Facilities that have anhydrous ammonia in quantities greater than 10,000 pounds are required to develop a hazard assessment, a prevention program, and an emergency response program. EPA has developed a model guidance to assist ammonia refrigeration facilities comply with the RMP rule.

Emergency Planning and Community Right-to- Know Act (EPCRA)

- *Emergency Planning* [40 CFR Part 355] - Facilities that have ammonia at or above 500 pounds must report to their LEPC and SERC and comply with certain requirements for emergency planning.
- *Emergency Release Notification* [40 CFR Part 355] - Facilities that release 100 pounds or more of ammonia must immediately report the release to the LEPC and the SERC.
- *Hazardous Chemical Reporting* [40 CFR Part 370]- Facilities that have ammonia at or above 500 pounds must submit a MSDS to their LEPC, SERC, and local fire department and comply with the Tier I/ Tier II inventory reporting requirements.
- *Toxic Chemicals Release Inventory* [40 CFR Part 372] - Manufacturing businesses with ten or more employees that manufacture, process, or otherwise use ammonia above an applicable threshold must file annually a Toxic Chemical Release form with EPA and the state.

Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)

- *Hazardous Substance Release Reporting* [40 CFR Part 302]- Facilities must report to the National Response Center (NRC) any environmental release of ammonia which exceeds 100 pounds. A release may trigger a response by EPA, or by one or more Federal or State emergency response authorities.

OSHA

- *Process Safety Management (PSM) Standard* [29 CFR 1910] Ammonia (anhydrous) is listed as a highly hazardous substance. Facilities that have ammonia in quantities at or

above the threshold quantity of 10,000 pounds are subject to a number of requirements for management of hazards, including performing a process hazards analysis and maintaining mechanical integrity of equipment.

- *Hazard Communication* [29 CFR 1910.1200] -Requires that the potential hazards of toxic and hazardous chemicals be evaluated and that employers transmit this information to their employees.

American National Standards Institute – ANSI

- *American National Standard for Equipment, Design, and Installation of Ammonia Mechanical Refrigeration Systems* [ANSI/IIAR Standard 2] - Is intended to serve as a standard for the design, fabrication, manufacture, installation, and use of ammonia vapor compression refrigeration systems.
- *American National Standard: Safety Code for Mechanical Refrigeration*, [ANSI/ASHRAE Standard 15] - Is intended to provide guidance on the safe design, construction, installation, operation, and inspection of vapor compression refrigeration systems.

- ISO 5149-1993 - Mechanical Refrigerating Systems Used for Cooling and Heating – Safety Requirements

Specifies the requirements relating to the safety of persons and property for the design, construction, installation and operation of refrigerating systems. Gives a classification of the refrigerating systems. Applies to all types of refrigerating systems in which the refrigerant is evaporated and condensed in a closed circuit, including heat pumps and absorption systems, except for systems using water or air as the refrigerant. Is applicable to new refrigerating systems, extensions and modifications of already existing systems, and for used systems.

- British Standard 4434: 1980 - Requirements for Refrigeration Safety: Part 1, General

[Code of Federal Regulations]
[Title 29, Volume 5]
[Revised as of July 1, 2003]
From the U.S. Government Printing Office via GPO Access
[CITE: **29CFR1910.132**]

[Page 417-418]

TITLE 29--LABOR

CHAPTER XVII--OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, DEPARTMENT OF LABOR

PART 1910--OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH STANDARDS--Table of Contents

Subpart I--Personal Protective Equipment

Sec. 1910.132 General requirements.

Authority: Sections 4, 6, and 8, Occupational Safety and Health Act of 1970 (29 U.S.C. 653, 655, 657); Secretary of Labor's Order No. 12-71 (36 FR 8754), 8-76 (41 FR 25059), 9-83 (48 FR 35736), 1-90 (55 FR 9033), or 6-96 (62 FR 111), as applicable.

Sections 1910.132, 1910.134, and 1910.138 also issued under 29 CFR part 1911.

Sections 1910.133, 1910.135, and 1910.136 also issued under 29 CFR part 1911 and 5 U.S.C. 553.

(a) Application. Protective equipment, including personal protective equipment for eyes, face, head, and extremities, protective clothing, respiratory devices, and protective shields and barriers, shall be provided, used, and maintained in a sanitary and reliable condition wherever it is necessary by reason of hazards of processes or environment, chemical hazards, radiological hazards, or mechanical irritants encountered in a manner capable of causing injury or impairment in the function of any part of the body through absorption, inhalation or physical contact.

(b) Employee-owned equipment. Where employees provide their own protective equipment, the employer shall be responsible to assure its adequacy, including proper maintenance, and sanitation of such equipment.

(c) Design. All personal protective equipment shall be of safe design and construction for the work to be performed.

(d) Hazard assessment and equipment selection. (1) The employer shall assess the workplace to determine if hazards are present, or are likely to be present, which necessitate the use of personal protective equipment (PPE). If such hazards are present, or likely to be present, the employer shall:

(i) Select, and have each affected employee use, the types of PPE that will protect the affected employee from the hazards identified in the hazard assessment;

- (ii) Communicate selection decisions to each affected employee; and,
- (iii) Select PPE that properly fits each affected employee.

Note: Non-mandatory Appendix B contains an example of procedures that would comply with the requirement for a hazard assessment.

(2) The employer shall verify that the required workplace hazard assessment has been performed through a written certification that identifies the workplace evaluated; the person certifying that the evaluation has been performed; the date(s) of the hazard assessment; and, which identifies the document as a certification of hazard assessment.

(e) Defective and damaged equipment. Defective or damaged personal protective equipment shall not be used.

(f) Training. (1) The employer shall provide training to each employee who is required by this section to use PPE. Each such employee shall be trained to know at least the following:

- (i) When PPE is necessary;
- (ii) What PPE is necessary;
- (iii) How to properly don, doff, adjust, and wear PPE;
- (iv) The limitations of the PPE; and,
- (v) The proper care, maintenance, useful life and disposal of the PPE.

(2) Each affected employee shall demonstrate an understanding of the training specified in paragraph (f)(1) of this section, and the ability to use PPE properly, before being allowed to perform work requiring the use of PPE.

(3) When the employer has reason to believe that any affected employee who has already been trained does not have the understanding and skill required by paragraph (f)(2) of this section, the employer shall retrain each such employee. Circumstances where retraining is required include, but are not limited to, situations where:

- (i) Changes in the workplace render previous training obsolete; or

[[Page 418]]

(ii) Changes in the types of PPE to be used render previous training obsolete; or

(iii) Inadequacies in an affected employee's knowledge or use of assigned PPE indicate that the employee has not retained the requisite understanding or skill.

(4) The employer shall verify that each affected employee has received and understood the required training through a written certification that contains the name of each employee trained, the date(s) of training, and that identifies the subject of the certification.

(g) Paragraphs (d) and (f) of this section apply only to Secs. 1910.133, 1910.135, 1919.136, and 1910.138. Paragraphs (d) and (f) of this section do not apply to Secs. 1910.134 and 1910.137.

[39 FR 23502, June 27, 1974, as amended at 59 FR 16334, Apr. 6, 1994; 59 FR 33910, July 1, 1994]

(Πηγή: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ –Αναφορές ΑPELL

Δείγμα από τις αναφορές της διαδικασίας ΑPELL που μπορούν να συμπληρωθούν από τοπικές βιομηχανίες ή τοπικές αρχές

APELL PROCESS STATUS REPORT

Company:

Plant:

Location:

Plant manager:

Recall of the APELL Implementation

- Plant manager completes review of handbook.
- Plant manager initiates discussion with local authorities.
- The Co-ordinating Group completes draft of the integrated plan.

Comments:

Date

Plant Manager Signature

Status ☐ Have received the APELL Process Handbook (Date)

Step 1 ☐ Have completed my review on (date)

Step 2 ☐ Have initiated discussions on the APELL Process with local emergency response official including (give the list)

Step 3 ☐ A draft of the integrated community response plan was completed (date)

Step 4 ☐ The final integrated community response plan was completed on (date) and approved by local officials on (date)

Step 5 ☐ A comprehensive test of the integrated community emergency plan was successfully completed on (date)

Participants included (check all that apply):

- ☐ Plant
- ☐ State
- ☐ Town/City
- ☐ County
- ☐ Neighbouring Companies
- ☐ Other

Step 6 ☐ Formal annual review of the integrated community emergency response plan was completed on (date)

The plan revisions were completed on

NOTE: Submit a copy of this report to the Co-ordinating Committee when each of the milestones has been completed. (Source: CAER)

APELL PROCESS STATUS REPORT

Local area:

Local plant(s)

included:

Location(s)

.....

Recall of the APELL Implementation

- Local authorities review the handbook.
- Initiation of discussions with industry managers.
- The Co-ordinating Group completes draft of the integrated plan.

Comments:

Date:

Signature of
Co-ordinating
Group Leader or
Representative

Status ☐ Have received the APELL Process Handbook (Date)

.....

Step 1 ☐ Have completed my review on (date)

.....

Step 2 ☐ Have initiated discussions on the APELL Process with local emergency response official including (give the list)

Step 3 ☐ A draft of the integrated community response plan was completed (date)

Step 4 ☐ The final integrated community response plan was completed on (date) and approved by local officials on (date)

Step 5 ☐ A comprehensive test of the integrated community emergency plan was successfully completed on (date)

.....
Participants included (check all that apply):

- ☐ Plant
- ☐ State
- ☐ Town/City
- ☐ County
- ☐ Neighbouring Companies
- ☐ Other:

Step 6 ☐ Formal annual review of the integrated community emergency response plan was completed on (date)

.....

The plan revisions were completed on

.....

NOTE: Submit a copy of this report to the Co-ordinating Committee when each of the milestones has been completed

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ - Αρκτικόλεξα

Ξενόγλωσσα αρκτικόλεξα που χρησιμοποιήθηκαν στη διατριβή αυτή

AIHA: American Industrial Hygiene Association

APELL: Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level

ARIP: Accidental Release Information Program

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CAER: Community Awareness and Emergency Response program

CEFIC: Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique

CMA: Chemical Manufacturers Association

EPA: Environmental Protection Agency

ERPGs: Emergency Response Planning Guidelines

HSC: Health and Safety Commission

HSE: Health and Safety Executive

HSEES: Hazardous Substances Emergency Events Surveillance

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health

IEO: Industry and Environment Programme

IIAR: (International Institute of Ammonia Refrigeration

IPCS: International Programme on Chemical Safety

LEPCs: (Local Emergency Planning Committees

MAHB: Major Accident Hazards Bureau

MARS: Major Accident Reporting System

NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health

OSHA: Occupational Safety Health Administration

P&IDs: Piping and Instrumentation Diagrams

PEL: Permissible Exposure Level

PHA: Process Hazard Analysis

RMP: Risk Management Program

SERCs: State Emergency Response Commissions

UNEP: United Nations Environment Programme